

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Propuesta de implementación de herramientas de Lean  
Manufacturing para mejorar la productividad de una  
empresa Textil**

Yuri Henry Borja Rios  
Lucy Merly Condori Huarcaya

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : GRIMALDO WILFREDO QUISPE SANTIVÁÑEZ  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 4 de Abril de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

"PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA TEXTIL"

**Autores:**

1. YURI HENRY BORJA RIOS – EAP. Ingeniería Industrial
2. LUCY MERLY CONDORI HUARCAYA – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 11 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
Nº de palabras excluidas: 25 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

**ASESOR**

**Dr. Grimaldo Wilfredo Quispe Santivi ez**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, así como a los docentes de los cursos de especialización que cursamos, con quienes sentamos las bases para la elaboración de este proyecto.

También, a la Gerencia de la empresa textil, que nos facilitó el acceso a sus instalaciones para la realización de este estudio.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la fortaleza para superar momentos difíciles de mi vida, guiar mi camino y no decaer.

A mi madre, Vilma Rios Paredes, que fue una persona valiente y perseverante, y que ahora desde el cielo me guía e ilumina a seguir siempre adelante.

A mi tía, Maricela Rios Paredes, por su apoyo moral, consejos en las vicisitudes de la vida y por su cariño incondicional. A mi abuelita, Apolonia y a mi hermano, Anthony.

***Yuri Henry***

A mi amado Dios, por ser mi guía y lumbrera en mi camino, además de ser fuente de toda la sabiduría, ciencia y conocimiento.

A mi querida madre, Lucila Huarcaya Castro, por confiar en mí y apoyarme de forma incondicional, así como por motivarme a cumplir todas mis metas. A mi hermano, Gian Pier Condori Huarcaya, y a mi padre, Raúl.

***Lucy Merly***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Asesor .....	iv
Agradecimiento .....	v
Dedicatoria .....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Lista de tablas .....	xii
Lista de figuras.....	xv
Resumen .....	xviii
Abstract .....	xix
Introducción .....	xx
<b>Capítulo I.....</b>	<b>22</b>
<b>Planteamiento del estudio.....</b>	<b>22</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	<b>22</b>
1.1.1. Planteamiento del problema .....	22
1.1.2. Formulación del problema .....	23
1.1.2.1. Problema general .....	23
1.1.2.2. Problemas específicos .....	23
1.2. Objetivos .....	<b>24</b>
1.2.1. Objetivo general .....	24
1.2.2. Objetivos específicos .....	24
1.3. Justificación .....	<b>24</b>
1.3.1. Justificación práctica .....	24
1.3.2. Justificación teórica.....	25
1.3.3. Justificación económica .....	25
1.3.4. Impacto social .....	26
1.4. Hipótesis y descripción de variables.....	<b>26</b>
1.4.1. Hipótesis .....	26
1.4.1.1. Hipótesis general.....	26
1.4.1.2. Hipótesis específicas.....	26
1.4.2. Variables .....	26
1.4.2.1. Variable independiente.....	26
1.4.2.2. Variable dependiente .....	27
1.4.2.3. Operacionalización de variables.....	27
<b>Capítulo II .....</b>	<b>30</b>
<b>Marco teórico .....</b>	<b>30</b>

2.1. Antecedentes del problema.....	<b>30</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	30
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	33
2.1.3. Artículos .....	35
2.2. Bases teóricas.....	<b>37</b>
2.2.1. Lean Manufacturing .....	37
2.2.1.1. Principios de Lean Manufacturing.....	38
2.2.1.2. Gestión del desperdicio .....	39
2.2.2. Gestión por proceso.....	43
2.2.2.1. Proceso .....	43
2.2.2.2. Mapa de proceso .....	43
2.2.2.3. Indicadores .....	44
2.2.3. Herramientas de la calidad .....	45
2.2.3.1. Diagrama de causa y efecto .....	45
2.2.3.2. Diagrama de flujo.....	46
2.2.3.3. Diagrama de Pareto .....	47
2.2.4. Diagrama de análisis de procesos.....	47
2.2.5. Estudio de tiempos .....	48
2.2.5.1. Requerimientos del estudio de tiempos.....	49
2.2.5.2. Equipos para el estudio de tiempos .....	50
2.2.5.3. Inicio del estudio.....	51
2.2.5.4. Cálculos del estudio .....	51
2.2.6. Distribución de planta .....	54
2.2.6.1. Diagrama de relaciones .....	54
2.2.6.2. Hoja de trabajo de relación de actividades .....	56
2.2.6.3. Diagrama adimensional de bloques.....	56
2.2.7. Balance de línea .....	57
2.2.7.1. Realizar el diagrama de precedencia .....	57
2.2.7.2. Determinar el tiempo ciclo.....	58
2.2.7.3. Determinar la cantidad mínima de estaciones de trabajo (N).....	59
2.2.7.4. Selección de la regla de asignación de tarea .....	59
2.2.7.5. Asignación de tareas .....	59
2.2.7.6. Eficiencia del balanceo.....	59
2.2.7.7. Calificar la eficiencia del balanceo.....	59
2.2.8. Trabajo estándar .....	60
2.2.8.1. Hoja de trabajo estándar .....	60
2.2.9. Simulación - software Arena.....	61

2.2.9.1. Relación entre proceso y sistema.....	61
2.2.9.2. Elementos del sistema.....	61
2.2.9.3. Simulación de sistemas .....	63
2.2.9.4. Fases de un proyecto de simulación.....	64
2.2.10. Costeo ABC.....	64
2.2.10.1. Dimensiones.....	64
2.2.10.2. Metodología del costeo ABC .....	65
2.2.10.3. Metodología del costeo ABC, beneficios de aplicar costeo ABC.....	66
<b>Capítulo III.....</b>	<b>67</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>67</b>
3.1. Métodos y alcance de la investigación .....	67
3.1.1. Método de investigación .....	67
3.1.1.1. Alcance de la investigación .....	68
3.1.1.2. Tipo de investigación .....	68
3.2. Diseño de la investigación .....	68
3.2.1. Tipo de diseño de investigación .....	68
3.3. Población y muestra .....	69
3.3.1. Población .....	69
3.3.2. Muestra .....	69
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	69
3.4.1. Técnicas de procesamiento de datos.....	71
<b>Capítulo IV.....</b>	<b>72</b>
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>72</b>
4.1. Información general de la empresa .....	72
4.1.1. Organigrama .....	73
4.1.2. Productos .....	73
4.1.3. Mapa de procesos.....	74
4.1.4. Matriz de priorización del proceso .....	75
4.1.5. Priorización de productos.....	77
4.1.5.1. Informe de ventas .....	77
4.1.5.2. Producción real y tercerizada.....	79
4.1.6. Descripción del proceso de producción de los productos seleccionados .....	79
4.1.6.1. Mapa de caracterización .....	81
4.1.7. Tablero de indicadores del proceso .....	83
4.2. Selección y definición del problema.....	85
4.2.1. Problemas que se presentan del proceso.....	85

4.2.2. Comprensión del problema .....	86
4.2.3. Evaluación de causas y contramedidas .....	87
<b>4.3. Diagnóstico actual del proceso de producción .....</b>	<b>88</b>
4.3.1. Selección de familia de productos .....	88
4.3.2. Recolección de datos .....	88
4.3.2.1. Estudio de tiempos .....	88
4.3.2.2. Diagrama analítico del proceso AS IS .....	96
4.3.3. Distribución actual del proceso .....	98
4.3.4. Mapa de flujo del valor actual .....	100
4.3.4.1. Métricas generales .....	100
4.3.4.2. Tiempo ciclo por proceso .....	101
4.3.4.3. Cálculo de la demanda .....	102
4.3.4.4. Cálculo del tiempo de valor no agregado .....	102
4.3.4.5. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso (PCE) .....	103
4.3.4.6. Cálculo del Takt Time .....	104
4.3.4.7. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso (PCE) gráfica VSM actual .....	105
4.3.4.8. Resultados del VSM actual .....	107
4.3.5. Conclusiones del diagnóstico .....	109
<b>4.4. Propuesta de solución .....</b>	<b>110</b>
4.4.1. Distribución de panta futura – método SPL .....	110
4.4.1.1. Diagrama de relación .....	111
4.4.1.2. Hoja de trabajo de relación de actividades .....	112
4.4.1.3. Diagrama adimensional de bloques .....	112
4.4.1.4. Distribución futura del proceso .....	114
4.4.1.5. Diagrama analítico del proceso To Be .....	115
4.4.2. Balanceo de línea .....	117
4.4.2.1. Secuencia de actividades .....	118
4.4.2.2. Cálculo del tiempo ciclo de estaciones de trabajo .....	119
4.4.2.3. Cálculo de número mínimo de estaciones .....	120
4.4.2.4. Elección de regla de asignación .....	121
4.4.2.5. Eficiencia del balanceo .....	129
4.4.3. VSM futuro .....	130
4.4.3.1. Métricas generales .....	130
4.4.3.2. Tiempo ciclo To Be por proceso .....	130
4.4.3.3. Cálculo del tiempo de no valor agregado To Be .....	131
4.4.3.4. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso To Be (PCE) .....	131

4.4.3.5. Cálculo de Takt Time To Be.....	132
4.4.4. Gráfica VSM futuro .....	133
4.4.5. Resultados de la propuesta .....	135
<b>4.5. Validación de la propuesta con software Arena .....</b>	<b>136</b>
4.5.1. Definir el problema, los objetivos y los requerimientos .....	136
4.5.2. Diseño del modelo conceptual .....	137
4.5.3. Obtención y análisis estadístico de los datos para el modelo.....	140
4.5.4. Construcción del modelo de simulación.....	143
4.5.5. Verificación del modelo .....	155
4.5.6. Validación del modelo As Is .....	155
4.5.7. Diseño del experimento de simulación, ejecución y análisis estadístico .....	158
4.5.8. Entrega de documentación y presentación de resultados.....	171
<b>4.6. Hojas de trabajo estándar.....</b>	<b>174</b>
<b>4.7. Información de costos .....</b>	<b>177</b>
4.7.1. Identificación de actividades (Jogger).....	177
4.7.2. Identificación de actividades (polera).....	178
4.7.3. Identificación inductores recursos.....	178
4.7.4. Costo de fabricación de los productos .....	179
4.7.4.1. Análisis de costo AS IS.....	179
4.7.4.2. Análisis de costo To Be.....	180
4.7.5. Evaluación del beneficio – costo.....	181
4.7.6. Evaluación del beneficio – costo.....	183
4.7.7. Evaluación de factibilidad de la propuesta .....	183
<b>Conclusiones.....</b>	<b>186</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>188</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>194</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables .....	28
Tabla 2. Simbología de diagrama de análisis de proceso con estándar ASME.....	48
Tabla 3. Escalas de valoración Westinghouse.....	52
Tabla 4. Valores de relación .....	56
Tabla 5. Pasos de Asignación de costos a las actividades .....	65
Tabla 6. Productos de la empresa.....	73
Tabla 7. Descripción de mapa de procesos .....	75
Tabla 8. Matriz de priorización de procesos de la empresa .....	76
Tabla 9. Reporte de Ventas .....	77
Tabla 10. Promedio demanda mensual .....	79
Tabla 11. Producción real y tercerizada .....	79
Tabla 12. Máquinas Requeridas por Producto .....	80
Tabla 13. Ficha de caracterización de proceso .....	81
Tabla 14. Caracterización de proceso de producción de jogger y polera.....	82
Tabla 15. Tablero de indicadores .....	83
Tabla 16. Indicadores del proceso de producción de jogger y poleras .....	84
Tabla 17. Cuadro de priorización de causa raíz.....	87
Tabla 18. Planteamiento de herramientas de mejora .....	88
Tabla 19. Registro de tiempos observados .....	89
Tabla 20. Registro de tiempos adicionales y promedio T. O.....	90
Tabla 21. Cálculo del tiempo normal .....	90
Tabla 22. Suplementos obtenidos .....	91
Tabla 23. Cálculo del tiempo estándar .....	92
Tabla 24. Tiempo estándar jogger.....	93
Tabla 25. Tiempo estándar jogger por proceso .....	94
Tabla 26. Tiempo Estándar Polera .....	95
Tabla 27. Tiempo estándar polera por proceso .....	95
Tabla 28. Diagrama Analítico del Proceso AS IS – Jogger rib.....	96
Tabla 29. Diagrama analítico del proceso AS IS – polera clásica .....	97
Tabla 30. Días laborables.....	100
Tabla 31. Tiempo de mantenimiento programado y no programado .....	100
Tabla 32. Cálculo del tiempo disponible.....	101
Tabla 33. Tiempo ciclo de Jogger .....	101
Tabla 34. Tiempo ciclo de polera clásica .....	102
Tabla 35. Demanda diaria de jogger .....	102

Tabla 36. Demanda diaria de polera.....	102
Tabla 37. Cálculo del tiempo de valor no agregado de jogger .....	103
Tabla 38. Cálculo de tiempo de valor no agregado de polera.....	103
Tabla 39. Cálculo de PCE de jogger .....	103
Tabla 40. Cálculo de PCE de polera .....	104
Tabla 41. Takt Time de Jogger .....	104
Tabla 42. Takt Time de polera .....	104
Tabla 43. Planes de acción Jogger .....	107
Tabla 44. Planes de acción polera .....	108
Tabla 45. Hoja de trabajo de relación de actividades propuesto.....	112
Tabla 46. Comparativo DAP As Is y To Be - Jogger .....	115
Tabla 47. Comparativo DAP As Is y To Be – Polera.....	115
Tabla 48. Diagrama analítico del proceso To Be - Jogger.....	116
Tabla 49. Diagrama analítico del proceso To Be – polera.....	117
Tabla 50. Relación de precedencia Jogger .....	118
Tabla 51. Relación de precedencia polera .....	119
Tabla 52. Tiempo ciclo para las estaciones de Jogger.....	120
Tabla 53. Tiempo ciclo para las estaciones de polera .....	120
Tabla 54. Número de tareas subsiguientes Jogger.....	121
Tabla 55. Equilibrado de línea Jogger.....	122
Tabla 56. Resumen estaciones Jogger.....	122
Tabla 57. Producción mensual al 100 % y 80 % Jogger.....	123
Tabla 58. Número de tareas subsiguientes polera .....	125
Tabla 59. Equilibrado de línea polera .....	125
Tabla 60. Resumen estaciones polera .....	126
Tabla 61. Producción mensual al 100 % y 20 % .....	126
Tabla 62. Tiempo ciclo To Be Jogger .....	130
Tabla 63. Tiempo ciclo To Be polera.....	130
Tabla 64. Tiempo de valor no agregado To Be Jogger.....	131
Tabla 65. Tiempo de valor no agregado To Be polera .....	131
Tabla 66. Eficiencia del Ciclo del Proceso To Be Jogger .....	131
Tabla 67. Eficiencia del ciclo del proceso To Be polera .....	132
Tabla 68. Tak Time To Be Jogger .....	132
Tabla 69. Takt Time To Be polera .....	132
Tabla 70. Lista de variables aleatorias .....	141
Tabla 71. Resultados simulación a priori a 30 réplicas .....	155
Tabla 72. Resultados de simulación As Is a 120 réplicas .....	156

Tabla 73. Producción real vs. simulada As Is .....	157
Tabla 74. Porcentaje de utilización de recursos As Is .....	157
Tabla 75. Resultados simulación To Be Jogger .....	171
Tabla 76. Resultados simulación To Be polera .....	171
Tabla 77. Porcentaje de utilización de recursos To Be Jogger .....	171
Tabla 78. Porcentaje de utilización de recursos To Be polera .....	172
Tabla 79. Cuadro comparativo de escenario real, simulación As Is, propuesta y simulación To Be .....	172
Tabla 80. Producción mensual al 80 % y 100 % joggers .....	173
Tabla 81. Producción mensual al 20 % y 100 % poleras.....	174
Tabla 82. Actividades de fabricación de Jogger x CC.....	177
Tabla 83. Actividades de fabricación de polera x CC .....	178
Tabla 84. Inductores de recursos.....	179
Tabla 85. Análisis de costo y beneficio (proceso AS IS) .....	180
Tabla 86. Análisis de costo y beneficio (proceso AS IS) .....	180
Tabla 87. Beneficio proceso AS IS .....	180
Tabla 88. Análisis de costo y beneficio (proceso TO BE).....	181
Tabla 89. Análisis de costo y beneficio (proceso To Be) .....	181
Tabla 90. Beneficio proceso To Be.....	181
Tabla 91. Inversión del proyecto.....	182
Tabla 92. Beneficio.....	183
Tabla 93. Cálculo de B/C.....	183
Tabla 94. Variables CAPM.....	184
Tabla 95. Flujo de caja.....	185

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Casa de herramientas Lean .....	38
Figura 2. Representación esquemática de los elementos de un proceso .....	43
Figura 3. Representación genérica de un mapa de procesos convencional .....	44
Figura 4. Clasificación de indicadores .....	45
Figura 5. Diagrama de causa y efecto de un problema .....	46
Figura 6. Diagrama de Flujo .....	46
Figura 7. Diagrama de Pareto .....	47
Figura 8. Lista de suplementos .....	53
Figura 9. Diagrama de relación .....	55
Figura 10. Modelo de bloque para diagrama adimensional .....	57
Figura 11. Diagrama de precedencia .....	58
Figura 12. Hoja de trabajo estándar .....	60
Figura 13. Relación entre sistema y proceso .....	61
Figura 14. Elementos de un sistema .....	63
Figura 15. Proceso básico de la metodología ABC .....	66
Figura 16. Organigrama de La Empresa .....	73
Figura 17. Mapa de procesos de la empresa .....	74
Figura 18. Análisis P-Q (producto – cantidad) .....	78
Figura 19. Diagrama de Ishikawa de la empresa .....	86
Figura 20. Pareto para priorización de causas .....	87
Figura 21. Tiempo estándar jogger por proceso .....	94
Figura 22. Tiempo estándar polera por proceso .....	96
Figura 23. Distribución actual del proceso .....	99
Figura 24. VSM actual de jogger .....	105
Figura 25. VSM actual de polera .....	106
Figura 26. Comparativo tiempo ciclo y Takt Time Jogger AS IS .....	108
Figura 27. Comparativo tiempo ciclo y Takt time polera AS IS .....	109
Figura 28. Diagrama de relación propuesto .....	111
Figura 29. Diagrama adimensional de bloques propuesto .....	113
Figura 30. Distribución futura del proceso .....	114
Figura 31. Diagrama de relación As Is Jogger .....	118
Figura 32. Diagrama de relación As Is polera .....	119
Figura 33. Diagrama de relación To Be Jogger .....	124
Figura 34. Diagrama de relación To Be Polera .....	128
Figura 35. VSM futuro de Jogger .....	133

Figura 36. VSM futuro de polera .....	134
Figura 37. Comparativo tiempo ciclo y Takt Time Jogger To Be .....	135
Figura 38. Comparativo tiempo ciclo y Takt Time polera To Be .....	136
Figura 39. Modelo conceptual por simular Jogger .....	138
Figura 40. Modelo conceptual por simular polera.....	139
Figura 41. Tiempo de llegada entre órdenes del cliente .....	140
Figura 42. Tiempo de variable aleatoria 21 .....	142
Figura 43. Tiempo de variable aleatoria 34.....	142
Figura 44. Tiempo de variable aleatoria 57.....	142
Figura 45. Simulación del proceso As Is – Parte 1.....	144
Figura 46. Simulación del proceso As Is – Parte 2.....	145
Figura 47. Simulación del proceso As Is – Parte 3.....	146
Figura 48. Simulación del proceso As Is – Parte 4.....	147
Figura 49. Simulación del proceso As Is – Parte 5.....	147
Figura 50. Simulación del proceso As Is – Parte 6.....	148
Figura 51. Simulación del proceso As Is – Parte 7.....	149
Figura 52. Simulación del proceso As Is – Parte 8.....	150
Figura 53. Simulación del proceso As Is – Parte 9.....	151
Figura 54. Simulación del proceso As Is – Parte 10.....	151
Figura 55. Simulación del proceso As Is – Parte 11.....	152
Figura 56. Simulación del proceso As Is – Parte 12.....	153
Figura 57. Simulación del proceso As Is – Parte 13.....	153
Figura 58. Simulación del proceso As Is – Parte 14.....	154
Figura 59. Assignments – Tipo de prenda.....	155
Figura 60. Tiempo disponible simulación jogger To Be .....	158
Figura 61. Tiempo disponible simulación polera To Be .....	159
Figura 62. Simulación del proceso To Be – Parte 1 .....	160
Figura 63. Simulación del proceso To Be – Parte 2 .....	161
Figura 64. Simulación del proceso To Be – Parte 3 .....	162
Figura 65. Simulación del proceso To Be – Parte 4 .....	163
Figura 66. Simulación del proceso To Be – Parte 5 .....	163
Figura 67. Simulación del proceso To Be – Parte 6 .....	164
Figura 68. Simulación del proceso To Be – Parte 7 .....	165
Figura 69. Simulación del proceso To Be – Parte 8 .....	166
Figura 70. Simulación del proceso To Be – Parte 9 .....	167
Figura 71. Simulación del proceso To Be – Parte 10 .....	167
Figura 72. Simulación del proceso To Be – Parte 11 .....	168

Figura 73. Simulación del proceso To Be – Parte 12 .....	169
Figura 74. Simulación del proceso To Be – Parte 13 .....	170
Figura 75. Simulación del proceso To Be – Parte 14 .....	170
Figura 76. Hoja de trabajo estándar Jogger .....	175
Figura 77. Hoja de trabajo estándar polera.....	176

## RESUMEN

La presente investigación se centra en la problemática de baja productividad en una empresa del sector textil. En este marco, su propósito es implementar herramientas de *Lean Manufacturing* para optimizar la eficiencia en el proceso productivo de la organización. El estudio adopta un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con alcance explicativo y diseño cuasiexperimental. A lo largo de la investigación, se establecieron antecedentes y bases teóricas sobre manufactura esbelta, gestión por procesos y herramientas de calidad.

El análisis de los procesos organizacionales se sustentó en la estrategia empresarial, con énfasis en la producción de poleras y *joggers*, los cuales representan el 80 % de las ventas. Se caracterizó el proceso productivo de estos artículos y se identificaron las causas de la baja eficiencia mediante herramientas de calidad como los diagramas de Pareto e Ishikawa, además del VSM (*Value Stream Mapping*) de *Lean Manufacturing*. Posteriormente, se describió la implementación de estrategias para mejorar la productividad, abarcando la redistribución de planta y una propuesta de optimización basada en balanceo de línea, simulación y estandarización de procesos.

La aplicación de estas herramientas y estrategias generó mejoras significativas, elevando los índices de productividad del 65 % al 92 % en la producción de poleras y alcanzando un 94 % en la producción de *joggers*. Finalmente, se evaluó el impacto económico del proyecto, detallando la inversión requerida para la implementación y realizando un análisis de costo-beneficio que permitió determinar su viabilidad.

**Palabras claves:** balanceo de línea, distribución de planta, gestión por procesos, herramientas de la calidad, *Lean Manufacturing*, simulación, VSM

## ABSTRACT

This thesis addresses the low productivity in a textile company. In this context, the objective of the research is the implementation of Lean Manufacturing tools to optimize productivity in the production process within the organization. This research follows a quantitative approach, which is applied research, with an explanatory scope and a quasi-experimental design. Throughout the development of the research, background information and theoretical foundations on lean manufacturing, process management, and quality tools were established.

The analysis of the organization's processes was based on the organizational strategy, focused on the production of t-shirts and joggers, which constitute 80% of the sales. The production process for these products was characterized, and the causes of low efficiency were examined using quality tools such as Pareto and Ishikawa, as well as Lean Manufacturing tools such as VSM (Value Stream Mapping). Thereafter the implementation of tools aimed at improving productivity was detailed, including plant layout, and a proposal for improvement was presented, based on online balancing, simulation, and standard sheets.

The implementation of these tools and proposals resulted in improvements such as an increase in productivity rates from 65% to 92% in the production of t-shirts and 94% in the production of *joggers*. Finally, the economic impact of the project was detailed, specifying the investment required for the implementation of the tools and conducting a cost-benefit analysis to determine the project's feasibility.

**Keywords:** lean manufacturing, line balancing, plant layout, process management, quality tools, simulation, VSM

## INTRODUCCIÓN

Atlas GOV (1) y SNI (2) mencionan que las perspectivas para los próximos años para el sector textil son prometedoras, debido a los nuevos mercados que se están generando gracias a la normalización del comercio internacional. Asimismo, destacan que este sector es el tercero que genera mayor PBI manufacturero en el Perú. Para aprovechar esta oportunidad, el sector textil se tiene que innovar y adaptarse a las tendencias del mercado, mejorando la calidad de sus productos y aumentando su productividad, con el fin de enfrentar los nuevos desafíos que se presentan.

La empresa en estudio es del sector textil, específicamente a la producción de *joggers* y poleras para un público joven y adulto, está ubicada en la ciudad de Huancayo y su objetivo es suministrar a los pequeños emprendedores con sus productos a nivel nacional.

Debido a su rápido crecimiento y la falta de estandarización en sus procesos, la empresa se vio obligada a tercerizar gran parte de su producción, lo que generó una reducción en sus utilidades. Además, tiene que competir contra la informalidad, que ofrece productos similares a bajos precios, lo que obliga a la empresa a adaptarse. Por lo tanto, el objetivo es proponer la implantación de herramientas de *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad. Para validar esta propuesta, se simuló en el *software* Arena, lo que permitió generar diversos escenarios sin incurrir en costos y riesgos innecesarios, facilitando así la toma de decisiones para la empresa.

En el capítulo 1 se presenta el planteamiento del problema de la empresa textil en estudio. Seguidamente, se formularon los problemas específicos, sus objetivos, la justificación, las hipótesis, y se detalla la variable dependiente e independiente con su matriz de operacionalización por variable.

En el capítulo 2 se mencionan los antecedentes internacionales, nacionales, artículos científicos y sus bases teóricas relacionadas con los objetivos planteados.

En el capítulo 3 se menciona la metodología de investigación, donde se abarca el método, alcance, tipo y diseño. Además, la población en estudio y su muestra, adicionalmente, las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el capítulo 4 se presentan los resultados, comenzando con la información de la empresa y el diagnóstico (que incluye estudio de tiempos, el diagrama analítico del proceso y

el *Value Stream Mapping*), Seguidamente, se propone una mejora del proceso, que simula en el *software* Arena para su validación. Además, se incluyó la información de los costos.

Por último, se encuentran las conclusiones, recomendaciones y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

##### **1.1.1. Planteamiento del problema**

Según El Peruano (3), la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) indicó que el sector textil representa el 8 % de la producción manufacturera y cerca del 1 % del PBI, con una contribución anual estimada entre 4 mil y 5 mil millones de dólares. Asimismo, la SIN (2) destacó que la industria textil y de confecciones es un pilar fundamental de la economía nacional, no solo por su impacto en la manufactura, sino también por ubicarse entre los cinco sectores con mayor aporte al PBI manufacturero y generar más de 400 mil empleos directos en promedio.

Por su parte, el Ministerio de la Producción (4) señaló en su reporte sectorial (2015-2023) que las exportaciones de textiles y confecciones han seguido una tendencia al alza. En 2015, alcanzaron los 914 millones de dólares, mientras que en 2023 ascendieron a 1 152 millones de dólares. Los principales productos exportados incluyen prendas de vestir (86.1 %), seguidas de artículos de tejido de punto y ganchillo (13.8 %) y productos de cuero (0.1 %).

Según Seminario y Torres (5), en las mipymes del sector textil, el proceso productivo a menudo presenta deficiencias. A pesar de la calidad de los productos, los largos tiempos de espera en la producción, ya sea por insumos o maquinaria, y el alto nivel de rotación de personal afectan negativamente el desempeño.

Larios (6) también señala que en las mipymes del sector de confecciones se observa una falta de planificación y control en los procesos de producción, abastecimiento de insumos, adquisición de maquinaria y tecnología, así como en los planes de mantenimiento preventivo.

En respuesta a estos problemas identificados en el sector de las mipymes textiles, se presenta como medida de mejora la implementación del sistema de producción esbelto (*Lean Manufacturing*). Este modelo, enfocado en la mejora continua de la calidad y la productividad, ha sido adoptado por diversas industrias más allá del sector automotriz, y busca sistemáticamente la eliminación de despilfarros y la optimización de procesos (7).

La empresa textil en estudio, ubicada en Huancayo, Junín, se dedica a la producción y comercialización de *joggers* y poleras para hombres y mujeres de entre 18 y 50 años. Desde su inicio, la empresa ha operado de manera empírica, sin una estandarización formal del proceso productivo ni un análisis estructurado de tiempos. Los *joggers* y poleras son los productos con mayor demanda, pero el indicador actual de productividad en la manufactura de ambos productos es crítico, con un nivel de 65 % frente al nivel óptimo establecido del 85 %. Esta baja productividad ha limitado la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda, llevándola a tercerizar la confección de prendas, lo que dificulta el control de calidad y aumenta los costos de producción.

En este contexto, surge la interrogante de si la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing* podría mejorar la productividad de la empresa textil y, en consecuencia, incrementar su rentabilidad.

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **1.1.2.1. Problema general**

¿En qué medida la propuesta de implementación de las herramientas del *Lean Manufacturing* mejorará la productividad del proceso de producción de una empresa textil?

### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿En qué medida la propuesta de implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* reducirá el tiempo ciclo del proceso de producción de una empresa textil?
- ¿En qué medida la propuesta de implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* mejorará la eficiencia de del proceso de producción de una empresa textil?

- ¿En qué medida la propuesta de implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* reducirá los costos del proceso producción de una empresa textil?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la mejora de productividad del proceso de producción de una empresa textil con la propuesta de implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing*.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la reducción del tiempo ciclo del proceso de producción de una empresa textil con la propuesta de implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing*.
- Determinar la mejora de eficiencia del proceso de producción de una empresa textil con la propuesta de implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing*.
- Determinar la reducción del costo del proceso de producción de una empresa textil con la propuesta de implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing*.

## **1.3. Justificación**

Para la justificación del trabajo de investigación, se han considerado diversos aspectos como son los impactos tecnológico, económico, social y ambiental que se explican a continuación:

### **1.3.1. Justificación práctica**

La aplicación de las herramientas del *Lean Manufacturing* resulta útil y práctica en las organizaciones para reducir desperdicios, generar un cambio cultural organizacional y facilitar la mejora continua. Asimismo, permite estandarizar y optimizar los procesos de gestión.

Según Carranza (8), es una simulación de balanceo de línea en el proceso productivo, lo que permitió un incremento en la producción de 130 000 prendas en el proceso As Is, alcanzando 136 800 prendas en el proceso mejorado. Este resultado demuestra la efectividad de las herramientas *Lean* para optimizar procesos y aumentar la eficiencia en la producción en la industria.

Así mismo, Villamar (9) presentó un impacto positivo con la aplicación de las herramientas *Lean*, logrando un incremento del 4.227 % en la cantidad de productos sin defectos y un aumento del 3.890 % en las unidades obtenidas por rollo utilizado. Además,

alcanzó una optimización significativa en la distribución, con una reducción del espacio utilizado del 29.836 %, así como disminuciones en la merma (3.865 %) y en el tiempo de producción (31.523 %).

### **1.3.2. Justificación teórica**

Esta investigación plantea la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, incluyendo el Mapa de Flujo de Valor (VSM), balanceo de línea y hojas de trabajo estándar, entre otras. El VSM proporciona una representación detallada de los procesos empresariales, permitiendo distinguir entre aquellos que generan valor y los que no. A partir de esta información, se diseñaron estrategias de mejora, como la redistribución de la planta y el balanceo de línea, con el propósito de optimizar la carga de trabajo. Se espera que estas medidas reduzcan los tiempos de producción y aumenten la eficiencia operativa. Posteriormente, se validará el proceso mediante el software Arena y se implementará la estandarización a través de hojas de trabajo estándar.

Capuñay (10) sostiene que la aplicación del Value Stream Mapping (VSM) es esencial dentro del enfoque Lean Manufacturing, ya que proporciona una visión integral de los procesos y permite identificar y cuantificar las mudas. Esto facilitó el desarrollo de planes de mejora orientados a minimizar o eliminar actividades que no generan valor.

### **1.3.3. Justificación económica**

La adopción de la filosofía Lean Manufacturing genera un impacto positivo al reducir desperdicios dentro de los procesos empresariales, como la sobreproducción, los reprocesos, los tiempos de espera y el exceso de inventarios. Esta optimización contribuye a disminuir los costos de producción, lo que permite a las empresas aumentar su margen de ganancia y ofrecer precios más competitivos, mejorando así la satisfacción del cliente.

Carranza (8) señala que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing tuvo un efecto favorable en la reducción de costos de producción, logrando disminuir el costo por prenda elaborada de S/ 2.81 a S/ 2.57.

Por otro lado, Villamar (9), en su tesis, presentó un impacto económico positivo respecto a la implementación, destacando beneficios económicos tales como el incremento de la capacidad de producción, la disminución del tiempo utilizado, la reducción de mermas y el uso más eficiente del espacio, lo que resultó en un beneficio económico de S/ 33 592.40 en un horizonte de 6 meses.

#### **1.3.4. Impacto social**

La aplicación de herramientas Lean optimiza los procesos de trabajo, garantizando operaciones más seguras y eficientes, lo que contribuye a prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales que puedan afectar a colaboradores, proveedores u otras partes interesadas. Es importante destacar que la filosofía Lean se fundamenta en el respeto por las personas, promoviendo la creación de flujo y la mejora continua, lo que puede favorecer la implementación de sistemas de gestión de responsabilidad social en empresas textiles y de otros sectores.

Godoy y Machuca (11) afirman que la adopción de Lean Manufacturing no solo incrementa la productividad empresarial, sino que también fortalece un entorno organizacional alineado con las necesidades de los trabajadores.

### **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

#### **1.4.1. Hipótesis**

##### **1.4.1.1. Hipótesis general**

Mediante la propuesta de la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing* se mejorará la productividad del proceso de producción de una empresa textil.

##### **1.4.1.2. Hipótesis específicas**

- Mediante la implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* se reducirá el tiempo ciclo en el proceso de producción de una empresa textil.
- Mediante la implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* se mejorará la eficiencia del proceso producción de una empresa textil.
- Mediante la implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* se reducirá el costo del proceso de producción de una empresa textil.

#### **1.4.2. Variables**

##### **1.4.2.1. Variable independiente**

Herramientas de *Lean Manufacturing*

El objetivo del *Lean Manufacturing* es identificar y eliminar el desperdicio mediante el uso de técnicas y herramientas como 5S, Kanban, SMED, TPM, VSM, entre otros (7).

#### **1.4.2.2. Variable dependiente**

Proceso de producción de la empresa bajo estudio.

«Se define como la forma en que una serie de insumos se transforman mediante procesos en productos terminados, mediante la participación de determinada tecnología» (12, p. 88).

#### **1.4.2.3. Operacionalización de variables**

Siguiente página

**Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	
Variable independiente: Herramientas de Lean Manufacturing	El objetivo del Lean Manufacturing es identificar y eliminar el desperdicio mediante el uso de técnicas y herramientas como 5S, Kanban, SMED, TPM, VSM, entre otros (7).	El Lean Manufacturing permite a las organizaciones optimizar los plazos de entrega al mejorar el flujo de trabajo y reducir los costos, lo que resulta en un aumento de la satisfacción del cliente (7).  Lo cual es viable a través la implementación de herramientas como el VSM para graficar y evaluar el flujo y Balanceo de línea para optimización de eficiencia en las estaciones de trabajo	Value stream mapping	Tiempo ciclo	$\text{Tiempo Ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción Neto}}{\text{Unidades Producidas}}$	
				Takt time	$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo de Producción por día}}{\text{Productos requeridos por día}}$	
				Eficiencia del ciclo del proceso	$\text{PCE} = \left( \frac{\text{Tiempo de Valor agregado TVA}}{\text{Lead Time}} \right)$  $\text{Lead Time} = \text{Tiempo de valor agregado} + \text{Tiempo de valor no agregado}$	
				% eficiencia del balanceo	$\% \text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{tiempos de tareas}}{(\text{Número de estaciones de trabajo} * \text{Tiempo ciclo de las estaciones})}$	
Variable dependiente: Proceso de producción	«Se define como la forma en que una serie de	El proceso de producción es un conjunto de tareas que transforman la	Tiempo ciclo	Flujo continuo (balanceo de línea)	Cadencia de la línea	$\text{Cadencia de la línea} = \frac{1}{\text{Tiempo ciclo}}$
				Tiempo estándar de las actividades	$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} * \left( 1 + \frac{\text{Suplementos}}{100} \right)$	

<p>insumos se transforman mediante procesos en productos terminados, mediante la participación de determinada tecnología» (12, p. 88).</p>	<p>materia prima a productos terminados, y tienen como objetivo incrementar la productividad, la calidad, minimizar los costos y la optimización de recursos (13).</p>	<p>Costo</p>	<p>del proceso productivo  Costo total del proceso productivo</p>	<p><i>Costo por Unidad</i>  <math display="block">= \frac{\text{Total de costos de actividad del proceso productivo}}{\text{Unidades producidas}}</math></p>
		<p>Eficiencia</p>	<p>Eficiencia del ciclo del proceso</p>	<p><math display="block">\text{Utilización} = \frac{\text{Capacidad de la actividad cuello de botella}}{\text{Capacidad de la tarea}}</math></p>

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Jarquín (14), en su estudio “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing y de la calidad en la industria metalmecánica automotriz”, analiza la problemática de eficiencia vinculada al incumplimiento de pedidos y la producción de piezas fuera de los estándares de calidad. Su principal objetivo es aplicar herramientas de Lean Manufacturing y de gestión de calidad para optimizar el proceso de “set-up” (ajuste de máquinas y herramientas), mejorando su disponibilidad y capacidad para fabricar piezas conformes y minimizar el desperdicio.

El análisis del problema se llevó a cabo mediante herramientas de calidad como los “5 Why’s”, el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto. Se implementaron estrategias como SMED, 5S (optimización del “layout”) y procedimientos de gestión para mejorar el proceso. Los resultados más relevantes incluyen:

- La optimización del “layout” redujo el tiempo de recorrido de 7.58 minutos a 4.54 minutos.
- La aplicación de herramientas Lean Manufacturing disminuyó el tiempo promedio de “set-up” de 56 minutos a 47.5 minutos, lo que representa una reducción del 15 %.

El estudio ofrece un análisis detallado de la causa raíz mediante herramientas de calidad, evidenciando que la implementación de Lean Manufacturing tuvo un impacto positivo en la eficiencia productiva.

Cardona (15), en su estudio «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», analiza la optimización de los tiempos de entrega en una empresa del sector metalmecánico mediante la aplicación del *Value Stream Macro Mapping* (VSMM). Su objetivo principal es emplear esta herramienta de Lean Manufacturing para identificar oportunidades de mejora en los procesos productivos y en la gestión de proveedores, con el propósito de reducir los siete desperdicios (*mudas*) presentes en la organización y optimizar los tiempos de entrega.

El estudio establece ocho fases para la implementación del VSMM, proporcionando una visión detallada del estado actual de los procesos y permitiendo tomar medidas correctivas en aquellas actividades que no generan valor o resultan innecesarias. Entre las herramientas de Lean Manufacturing aplicadas como estrategias de mejora se incluyen SMED, LUP, células de manufactura y JIT. Como resultado, el tiempo de ciclo del proceso productivo se redujo de 941.156 minutos a 782.506 minutos.

Esta investigación destaca las etapas de implementación del VSMM y ofrece un modelo de referencia para la optimización de procesos en empresas de diversos tamaños, enfocándose en la eliminación de desperdicios (*mudas*).

Cruz (16), en su investigación «Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo en la empresa Valialbe Cía. Ltda.», analiza el impacto del estudio de tiempos y movimientos en la calidad, productividad, eficiencia y competitividad de la empresa. Su objetivo principal fue determinar cómo este análisis influye en los procesos productivos. Se empleó un enfoque metodológico cualitativo y cuantitativo con un nivel descriptivo que permitió explicar detalladamente los hallazgos. Como resultado destacado, se propuso un nuevo proceso de producción que optimizó los tiempos y movimientos, reduciendo el área de producción de 72 m<sup>2</sup> a 33 m<sup>2</sup>.

Entre los principales hallazgos:

- Mediante fichas de observación, se definieron actividades en cada etapa del proceso, permitiendo que los operarios conocieran sus funciones y responsabilidades.
- Se identificaron y registraron los tiempos empleados en cada área, eliminando cuellos de botella.

El estudio corrobora que el análisis de tiempos es esencial para comprender los procesos y proponer mejoras que reduzcan retrasos en la producción.

Suntaxi (17), en su investigación «Propuesta de mejora de la productividad en la confección de pantalones para mujer aplicando herramientas Lean Manufacturing», identificó como principal problema la baja productividad en la fabricación de pantalones femeninos. Su objetivo fue implementar herramientas Lean para mejorar la productividad. La metodología utilizada fue cuantitativa, con diseño no experimental y enfoque descriptivo, exploratorio y propositivo, empleando métodos inductivo-deductivo y analítico-sintético.

Resultados clave:

- El diagnóstico de las 5S mostró que estandarización, orden y clasificación obtuvieron valores de 2, 1.7 y 1.7, respectivamente, inferiores al estándar de 5, lo que generaba retrasos en la entrega de materia prima.
- El *takt time* fue de 1320 segundos (22 minutos) por pantalón, con un tiempo de ciclo de 22.5 minutos. Se detectó inactividad en equipos clave como cortadoras y máquinas de coser.
- El Mapa de Flujo de Valor (*VSM*) identificó oportunidades de mejora, reduciendo el tiempo total de armado, cosido, empaque y almacenamiento a 54 minutos.

La aplicación de herramientas Lean permitió identificar desperdicios y mejorar los tiempos de producción y la eficiencia de costos.

Villarreal (18), en su investigación «Aplicación de manufactura esbelta en el aumento de la utilización de técnicos en una línea de producción mixta», abordó la optimización de la utilización de los operadores en una línea de ensamble mixta. Su objetivo fue aumentar la utilización cercana al 100 % mediante herramientas Lean Manufacturing.

Se implementaron el análisis de minutos efectivos, estudio de tiempos, cálculo del *takt time*, balanceo de línea y herramientas como 5S, SMED, Kanban y Poka Yoke. Resultados más relevantes:

- Incremento de la utilización promedio de operadores del 73 % al 94 %, mejorando en un 21 %.
- Reducción del número total de operadores de 30 a 25 sin modificar instalaciones, generando un ahorro anual de 100 000 dólares en mano de obra.

El estudio demuestra que la aplicación de Lean Manufacturing optimiza el uso de recursos en la empresa, aumentando la eficiencia operativa.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Carranza (8), en su investigación «Mejora y optimización de procesos mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en una línea de confección de una empresa textil», aborda el problema del excesivo *lead time* en el proceso de confección. Su objetivo fue mejorar la línea de producción en la confección de ropa mediante herramientas de Lean Manufacturing, como balanceo de línea, 5S y estudio de tiempos y movimientos.

Resultados principales:

- Se logró reducir el costo por prenda elaborada, de 2.81 a 2.57, impactando positivamente los costos de producción.
- La capacidad de producción aumentó de 130 000 a 136 800 unidades.
- El análisis financiero reveló una TIR del 89 % y un VAN de 18 994.81, demostrando la viabilidad de la implementación.

La investigación muestra cómo las herramientas Lean optimizan el proceso productivo y los costos mediante balanceo de línea y 5S.

Godoy y Machuca (11), en su investigación «Herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la línea de ropa de cama de una empresa textil», evalúan cómo las herramientas de Lean Manufacturing pueden mejorar la productividad en la producción de ropa de cama. Utilizaron un enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental.

Hallazgos clave:

- Incremento del 37 % en la productividad mediante la implementación de herramientas Lean.
- Reducción del 4 % en el tiempo estándar gracias a la implementación de 5S.
- Disminución del 67 % en las unidades defectuosas diarias debido a las 5S y mantenimiento autónomo.
- Reducción del 34 % en el tiempo de recorrido mensual tras la redistribución de la planta y mejora en el flujo de producción.

El estudio resalta la efectividad de Lean Manufacturing, especialmente las 5S, el mantenimiento autónomo preventivo y la reorganización de la planta.

Capuñay (10), en su investigación «Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de hilo acrílico en una empresa textil», examina cómo la implementación de Lean Manufacturing puede optimizar la producción de hilo acrílico. Su objetivo fue mejorar este proceso mediante la aplicación de dichas herramientas.

Resultados destacados:

- La estandarización de operaciones en el área de retorcido aumentó la productividad en un 9.89 %, incrementando la producción diaria en 329.784 kg.
- El uso de VSM permitió identificar el área crítica de retorcido con un tiempo ciclo inicial de 22.67 segundos por kilogramo.
- La reparación de 480 husos inactivos resultó en un aumento del 131.04 % en la producción diaria, alcanzando 460.824 kg por día.

La investigación subraya el impacto positivo de Lean Manufacturing, especialmente VSM, para identificar áreas críticas en el proceso de producción.

Chinchay y Laura (19), en su investigación «Propuesta de mejora para incrementar el cumplimiento de pedidos aplicando herramientas Lean Manufacturing en una MYPE del sector calzado», abordaron el problema de la demora en la entrega de pedidos, lo que resultaba en entregas incompletas. Su objetivo fue mejorar el indicador OTIF y optimizar los tiempos de entrega.

Hallazgos principales:

- La simulación con software Arena mostró que la implementación de herramientas Lean mejoró el indicador OTIF de 42.97 % a 87.45 %.
- Se identificó que el 56.7 % de los retrasos se debían a problemas en el proceso de producción, y el 43.3 % a productos defectuosos.
- Se logró reducir los productos defectuosos en el área de ensuelado en un 24.9 %.

La investigación valida el uso de software de simulación para analizar y optimizar procesos sin necesidad de experimentación en el sistema real.

Villamar (9), en su investigación «Mejora de procesos para el incremento de la productividad aplicando Lean Manufacturing en una empresa de confecciones», aborda si Lean Manufacturing favorece la mejora de procesos para incrementar la productividad. Su objetivo

fue utilizar Lean Manufacturing para mejorar procesos y aumentar la productividad en la empresa de confecciones.

Resultados más relevantes:

- Incremento del 4.227 % en la productividad medida por pedidos sin defectos y un aumento del 3.890 % en las unidades obtenidas por rollo utilizado.
- Optimización en la distribución del espacio, reduciendo el área utilizada en un 29.836 %.
- Disminución de la merma en un 3.865 % y reducción del tiempo de producción en un 31.523 %.
- La ratio Beneficio-Costo (B/C) alcanzó 1.963.

La investigación muestra que la implementación de Lean Manufacturing impacta positivamente en la productividad y demuestra la efectividad del software de simulación para evaluar mejoras en los procesos.

### **2.1.3. Artículos**

El artículo de Martínez y Arboleada (20), titulado «Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S.A.S. mediante herramientas de Lean Manufacturing», tiene como objetivo principal mejorar el área de confección de la empresa, con el fin de reducir los tiempos de producción y minimizar los productos no conformes utilizando herramientas de Lean Manufacturing. La empresa enfrenta un bajo rendimiento productivo debido a los elevados tiempos de ciclo y los frecuentes reprocesos, lo que ocasiona retrasos en las entregas y altos costos. Para desarrollar la propuesta, se realizaron análisis y mediciones de los tiempos en cada referencia, agrupándolos en familias de productos y evaluando cada etapa del proceso. Esto permitió diseñar una propuesta que incluye herramientas de Lean Manufacturing como VSM, 5S, estandarización de procesos, SMED y TPM. Los resultados obtenidos fueron positivos, ya que el análisis de la información recopilada permitió identificar claramente las áreas que necesitaban intervención. Se alcanzó el objetivo principal de la investigación, y se espera que la dirección de la empresa considere y ponga en práctica la propuesta. Durante las prácticas laborales, se implementaron algunas de las herramientas derivadas de este estudio, logrando mejoras en los aspectos que se buscaban optimizar. Además, el estudio proporciona una guía detallada sobre los pasos necesarios para la implementación, incluidos el diagnóstico inicial utilizando VSM y la integración de herramientas como el plan de revisión 5S, estandarización de procesos, SMED y TPM.

Por otro lado, el artículo de Ortiz et al. (21), «Método de aplicación de la herramienta Value Stream Mapping para aumentar la competitividad en una empresa textil y de confecciones», tiene como objetivo principal desarrollar e implementar un método basado en la herramienta VSM para mejorar la competitividad de una empresa. Debido al aumento de los costos de insumos y la disminución de la producción por una gestión ineficaz, la empresa se vio obligada a adoptar herramientas de mejora continua para identificar las fallas en el flujo de producción y encontrar oportunidades para aumentar la productividad. La implementación de VSM se realizó a través de una serie de pasos: selección de un área de producción crítica, creación del mapa de estado actual (recolección de datos), análisis del mapa de estado actual y elaboración del mapa de estado futuro. Los resultados obtenidos al comparar el estado actual con el futuro fueron positivos, destacando la nivelación de la producción en tres células de trabajo: tendido-corte, bordado-estampado y acabado-despacho. Estos resultados, junto con la validación de las hipótesis, demuestran que la aplicación de este método es efectiva y abre la puerta a futuras investigaciones en contextos similares. Esta investigación ofrece un enfoque práctico sobre cómo aplicar VSM para mejorar la competitividad.

El artículo de Martel et al. (22), «Production model implementing lean manufacturing tools to increase order fulfillment in SMEs of the textile manufacturing sector», tiene como objetivo mejorar los resultados en el indicador de cumplimiento de pedidos de EDU. SAC, una empresa textil. La investigación determina que las principales causas de un bajo nivel de servicio y tiempos improductivos son el diseño incorrecto de los puestos de trabajo, el mal funcionamiento de las máquinas y los largos tiempos de búsqueda de materiales. Tras un análisis detallado, se propone un modelo de producción para mejorar la eficiencia en el proceso de recubrimiento mediante la implementación de prácticas de gestión basadas en 5S, TPM (mantenimiento autónomo) y ergonomía, apoyadas por software de simulación como Arena Simulator, RULA y Delmia V5, que permiten evaluar las variaciones en los indicadores antes y después de incorporar estas herramientas. Los resultados de la investigación muestran un aumento del 45,50 % en el indicador de cumplimiento de pedidos (OTIF). Además, se observó una mejora en la efectividad general de la maquinaria (OEE) en un 24,23 %. También, el rediseño de la estación de trabajo mejoró la actitud de los trabajadores, quienes ahora cuentan con un entorno adecuado para desempeñar sus labores. Esta investigación ofrece un modelo de producción mediante herramientas de Lean Manufacturing para abordar el problema del incumplimiento de pedidos en pequeñas y medianas empresas.

Finalmente, el artículo de Vargas et al. (23), «Production increase of a peruvian sleepwear manufacturer SME through SLP, TPM, Poka Yoke and work standardization», tiene como objetivo demostrar que la implementación de herramientas de Lean Manufacturing puede

reducir los tiempos de ciclo y de ruta, la cantidad de productos defectuosos y los fallos en las máquinas eléctricas, permitiendo un mayor cumplimiento de los pedidos. En la investigación, se determina que el problema principal es un nivel de productividad inferior al esperado, ya que la empresa no tiene la capacidad de responder a la demanda del mercado. Tras el análisis de causas, se propone la técnica SLP, con la cual las actividades se organizan para que el flujo de materiales sea continuo, eliminando transferencias innecesarias. Asimismo, se introducen herramientas como Poka Yoke y TPM para reducir el número de productos defectuosos y los fallos en las máquinas. La validación del modelo propuesto se realizó mediante el software ARENA, considerando todos los procesos de producción, y el análisis se hizo con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. Los resultados obtenidos fueron:

- Reducción del tiempo de ciclo en un 6 %.
- Reducción del tiempo de espera en un 8 %.
- Reducción de las paradas de máquina por fallos eléctricos en un 58 % y por mantenimiento en un 67 %.
- Aumento de las unidades producidas de 3740 a 4276.

Esta investigación ofrece un modelo para mejorar el proceso de producción en empresas textiles mediante herramientas de ingeniería, además de mostrar un proceso de validación del modelo mediante software de simulación.

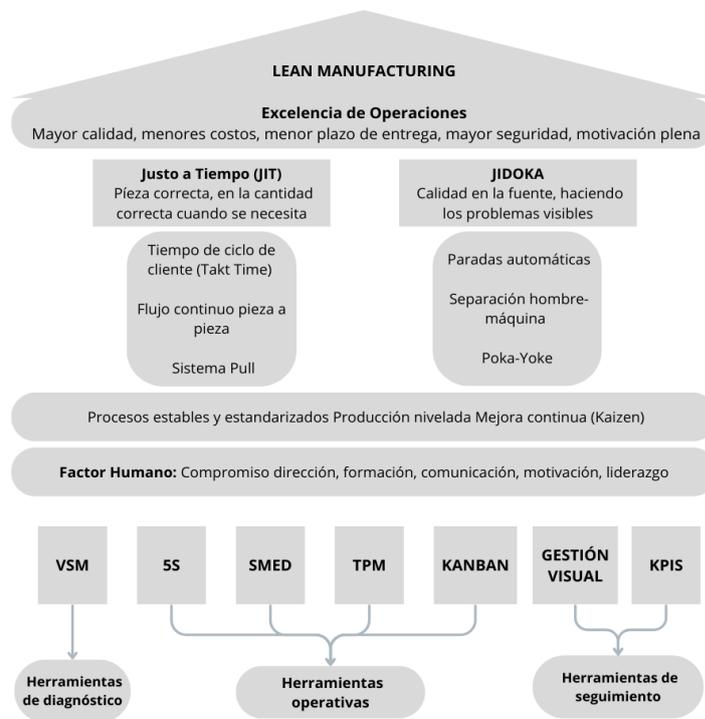
## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. *Lean Manufacturing***

«El *Lean Manufacturing* tiene por objetivo la eliminación del desperdicio mediante la utilización de las técnicas y herramientas como 5S, Kanban, SMED, KANBAN, SMED, TPM, VSM, entre otros» (7, p. 74).

Las herramientas se desarrollaron en Japón y fomentan el *kaizen*, o filosofía de mejora continua, para maximizar el potencial del colaborador en la cadena de valor. El resultado de su implementación es convertir el proceso en una cadena virtuosa orientada a generar valor para la satisfacción del cliente (7).

*Lean Manufacturing* es una filosofía enfocada en las personas que busca mejorar los procesos mediante la reducción de desperdicios, es decir, actividades que emplean más recursos de los necesarios. La cultura *Lean* no es algo temporal, sino un enfoque sostenible y perdurable que debe implementarse de manera constante en las empresas. Su principal objetivo es generar valor, poniendo énfasis en las personas que participan en el proceso (24).



**Figura 1. Casa de herramientas Lean**  
Tomada de Díaz y López (7, p. 18)

### 2.2.1.1. Principios de Lean Manufacturing

Según Womack y Jones, citados por (7):

- **El valor**

La definición exacta del valor es el primer paso en el pensamiento *Lean*. Este valor es determinado por el cliente, por lo que es crucial identificar quién es el cliente, ya sea interno o externo, y entender lo que desea. Esto implica conocer sus necesidades, expectativas y requisitos, y reflejar esta comprensión en los procesos de trabajo.

- **Cadena de valor**

La identificación del flujo de valor mediante el cual pasa un producto o servicio es crucial, ya que permite detectar las mudas (actividades que no generan valor). Es esencial que cada tarea, función o actividad contribuya al valor por que el objetivo es identificar y reducir al mínimo las necesidades que no añaden valor al proceso (muda), ya sea modificándolas o eliminándolas del proceso de trabajo.

- **Flujo**

Una vez se haya trabajado en eliminar las mudas se requiere que el producto fluya continuamente, agregando valor y eliminando, en la medida de lo posible, la producción por

lotes grandes. Para llegar al movimiento continuo del proceso, es importante cambiar el modelo organizacional funcional a uno basado en procesos creadores de valor.

- **Sistema Pull**

Se debe introducir el *pull system* en el proceso. Una vez fijado el esquema del flujo continuo en el proceso de trabajo, se debería tener un cambio modelo donde se empuje el producto al cliente (*push*) a un modelo donde el cliente sea el que atraiga (*pull*) para que se debe tener la capacidad de dar una respuesta rápida a sus peticiones con lo que evita o minimiza la sobreproducción y la acumulación de inventario.

- **Perfección**

Una vez se ha definido el valor, se ha creado un flujo con la reducción de mudas (actividades que no generan valor) e implementado un sistema *pull* la empresa tiende a la perfección y esto debe gestionarse. La perfección es un principio del pensamiento lean no solo significa librar defectos y errores de los procesos y productos, trata de una gestión permanente de los primeros 4 principios que deben interactúan en un círculo virtuoso porque no se supone un fin.

#### **2.2.1.2. Gestión del desperdicio**

«Se denomina desperdicio a las actividades que se generan en el proceso y no generan un valor para el cliente porque no estarían dispuestos a pagar», Narawasa y Shook, citados por (7, p. 81).

#### **A. La sobreproducción**

«La sobreproducción es el peor de los desperdicios porque genera y esconde otros desperdicios como inventarios, defectos y exceso de transporte», Narawasa y Shook, citados en (7, p. 82).

Se producen piezas y productos que no son necesarios, en momentos y cantidades no requeridas. Esto provoca la adquisición innecesaria de materiales, lo que incrementa los inventarios, ocupa más espacio, dificulta las operaciones y puede generar fallos que resultan en defectos (7).

Según Hernández y Vizán (24), algunas situaciones que generan sobreproducción:

- Gran cantidad de stock
- Equipos sobredimensionados
- Tamaño grande de lotes de fabricación

- Falta de equilibrio en la producción
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad
- Equipamiento obsoleto
- Necesidad de mucho espacio para almacenaje (p. 24)

## **B. Exceso de inventario**

Acerca del exceso de inventario Díaz y López (7), opinan lo siguiente:

El exceso de inventario representa dinero inmovilizado que tiene un alto costo de oportunidad para la empresa. Adicionalmente el uso de los almacenes representa un costo de mantenimiento energía y manipulación.

Situaciones que generan el exceso de inventario:

- Compra en grandes cantidades por conveniencia
- Inventarios en espera debido a reparación o preparación de máquinas
- Grandes lotes de producción para *stock*
- procesos no balanceados con cuello de botella (p. 84)

## **C. Transporte innecesario**

Acerca del transporte innecesario, Díaz y López (7), opinan lo siguiente:

Está relacionado con el traslado de materiales, piezas o partes desde un lugar a otro, el transporte en si es necesario para lograr el flujo de la producción, pero cuando se hace de manera innecesaria. se genera un desperdicio. Una ineficiente disposición de planta dará lugar a recorridos innecesarios

Situaciones que generan el transporte innecesario:

- Inadecuadas ubicaciones de almacenes e inventarios
- Desorden y uso de espacios de tránsito como puntos de espera
- Deficiente disposición de planta
- Ineficiente sistema de acarreo de materiales (p. 86)

#### **D. Espera**

Las esperas son actividades que no contribuyen al valor del producto. Normalmente, estas demoras surgen por una planificación deficiente de las órdenes de producción o por retrasos en las compras de los componentes necesarios para completar un ensamblaje o lote de fabricación (7).

Según Hernández y Vizán (24), algunas situaciones que generan esperas:

- Métodos de trabajo no estandarizados
- *Layout* deficiente por acumulación o dispersión de procesos
- Desequilibrios de capacidad
- Falta de maquinaria apropiada
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas
- Producción en grandes lotes
- Baja coordinación entre operarios
- Tiempos de preparación de máquina /cambios de utillaje elevados (p. 25)

#### **E. Procesos innecesarios**

Si una empresa no analiza su proceso de forma periódica, podría estar ejecutando procesos ineficientes, como actividades repetitivas, entre otros problemas, debido a la falta de un flujo optimizado/estandarizado y a la suposición de que «siempre se ha hecho así» (7).

Según Díaz y López (7), algunas situaciones que generan procesos innecesarios son:

- Los procesos definidos que no se revisan
- Falta de planificación de las operaciones
- Falta análisis de los puestos de trabajo
- Procesos y métodos de trabajo no estandarizados
- Operaciones manuales que no son apoyadas por dispositivos, matrices y herramientas de soporte
- Falta de capacitación y entrenamiento (p. 88)

#### **F. Movimientos y esfuerzos innecesarios**

Si un trabajador realiza movimientos que no contribuyen un valor agregado a la operación estos resultan innecesarios que en muchos casos pueden ser repetitivos como parar y levantarse para recoger un material por una inadecuada posición (7).

Según Díaz y López (7), algunas situaciones que generan procesos innecesarios son:

- Inadecuado diseño del puesto de trabajo
- Falta de consideración de los factores ergonómicos
- Deficiente distribución de los materiales y herramientas
- Falta de entrenamiento o desarrollo de habilidades
- Ausencia de aplicación de las 5 S en el lugar de trabajo (p. 89)

### **G. Productos defectuosos**

Hernández y Vizán (24), explica que los productos defectuosos son el resultado de errores en las operaciones, lo que conlleva una pérdida de recursos, como tiempo y materiales, y, en consecuencia, pérdidas económicas. Por lo tanto, las empresas deberían diseñar un control de calidad efectivo y un sistema a prueba de errores.

Situaciones que dan lugar a los productos defectuosos:

- Formación o experiencia de los operarios no adecuada.
- Técnicas de trabajo deficientes
- Procedimientos mal diseñados o inexistentes

### **H. Desaprovechamiento de la creatividad del personal**

Díaz y López (7), se produce cuando la empresa no se pone en práctica con los colaboradores la identificación de los 7 desperdicios anteriores, se pierde una fuente de información fundamental, ya que los colaboradores del proceso son lo que día a día realizan las actividades y podrían proporcionar ideas y oportunidades de mejora, por otro lado resulta fundamental capacitar y fomentar que los empleados puedan desarrollar diferentes funciones que puede ser beneficioso para la continuidad del proceso.

Situaciones que generan el desaprovechamiento de creatividad del personal:

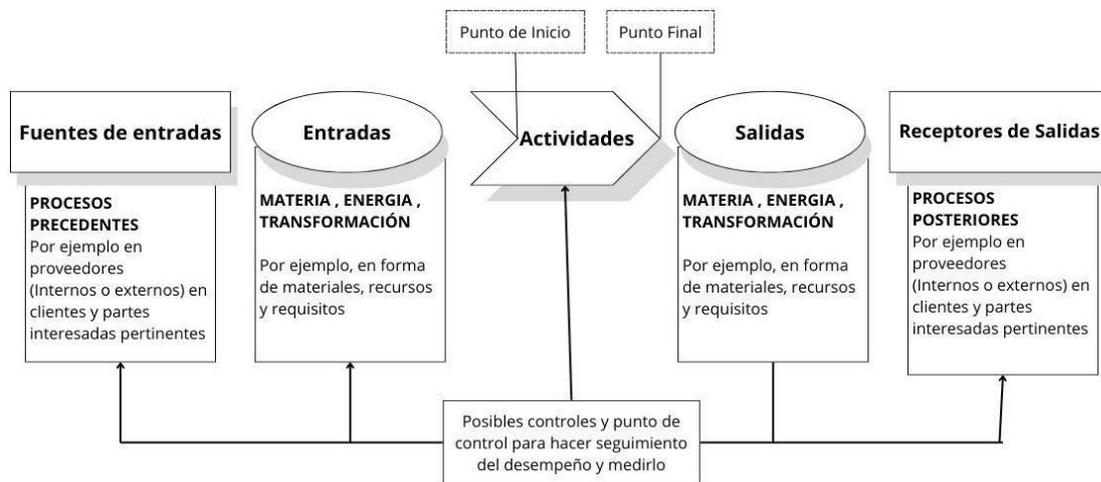
- Ausencia de un programa de mejora continua y reconocimiento
- Falta de capacitación para dar las ideas y proponer sugerencias
- Escasa disposición de los jefes a escuchar al personal

## 2.2.2. Gestión por proceso

### 2.2.2.1. Proceso

«Se define como un conjunto de los recursos y de las actividades, interrelacionadas, repetitivas y sistemáticas, mediante los cuales unas entradas se convierten en unas salidas o resultados» (25, p. 16).

La organización cuenta con procesos que pueden ser definidos, medidos y optimizados. Estos procesos se interrelacionan para generar resultados alineados con los objetivos organizacionales y atraviesan distintos departamentos. Algunos procesos son críticos, mientras que otros no. Los procesos incluyen actividades conectadas entre sí, con entradas que producen salidas (26).



*Figura 2. Representación esquemática de los elementos de un proceso  
Tomada de ISO (26, p. 15)*

### 2.2.2.2. Mapa de proceso

El mapa de procesos, según Pardo (25), se presenta una representación gráfica que ilustra la totalidad de los procesos dentro de una organización, destacando la secuencia y las relaciones entre ellos.

- **Procesos estratégicos**

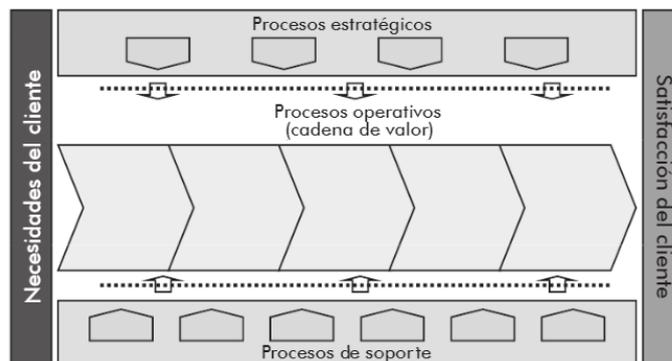
Están vinculados al ámbito de las responsabilidades de la dirección y suelen estar asociado a la estrategia, evolución y control de todos los procesos.

- **Procesos operativos**

Son aquellos que están ligados directamente con la realización de producto o servicio, constituyen la cadena de valor, porque un desajuste puede tener repercusiones en el resultado, estos procesos son propios y exclusivos de cada negocio.

- **Procesos de apoyo**

También denominados auxiliares, son procesos que dan soporte a los procesos operativos y estratégicos y están relacionados a la provisión y mantenimiento de los recursos para la empresa.



*Figura 3. Representación genérica de un mapa de procesos convencional  
Tomada de Pardo (25, p. 51)*

### 2.2.2.3. Indicadores

Son instrumentos de seguimiento y observación de un sistema, creados a partir de la evaluación y el análisis de sus variables. Al medir estas variables y compararlas con los valores objetivo definidos se puede determinar el desempeño del sistema y su evolución (27).

De acuerdo a la información obtenida de Bahamón (27), los indicadores pueden clasificarse:

- **Indicadores de eficiencia**

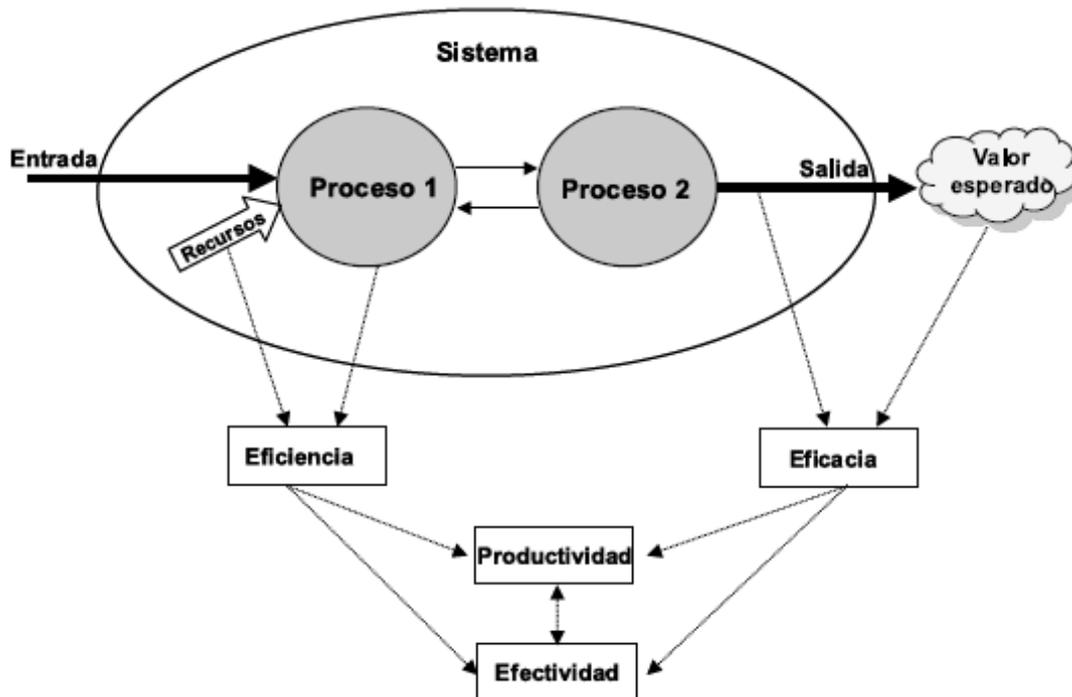
Enfocado en control de recursos o las entradas del sistema y evalúan los recursos y su grado de aprovechamiento por parte del proceso o actividades del sistema (nivel de desperdicio).

- **Indicadores de eficacia**

Enfocado en el control de los resultados del sistema son los que evalúan la relación entre la salida del sistema y el valor esperado (meta) (indicador de calidad).

- **Indicadores de efectividad**

Representan el logro de la eficiencia y la eficacia (p. 80).



*Figura 4. Clasificación de indicadores  
Tomada de Bahamón (27, p. 80)*

### 2.2.3. Herramientas de la calidad

Según Furterer (28), menciona que «las siete herramientas básicas de calidad son herramientas científicas utilizadas para analizar y mejorar el rendimiento de los procesos. Estas herramientas clásicas de calidad también se conocen como las siete herramientas básicas. Principalmente, son un medio gráfico para el análisis de problemas de procesos mediante la examinación de datos» (p. 82).

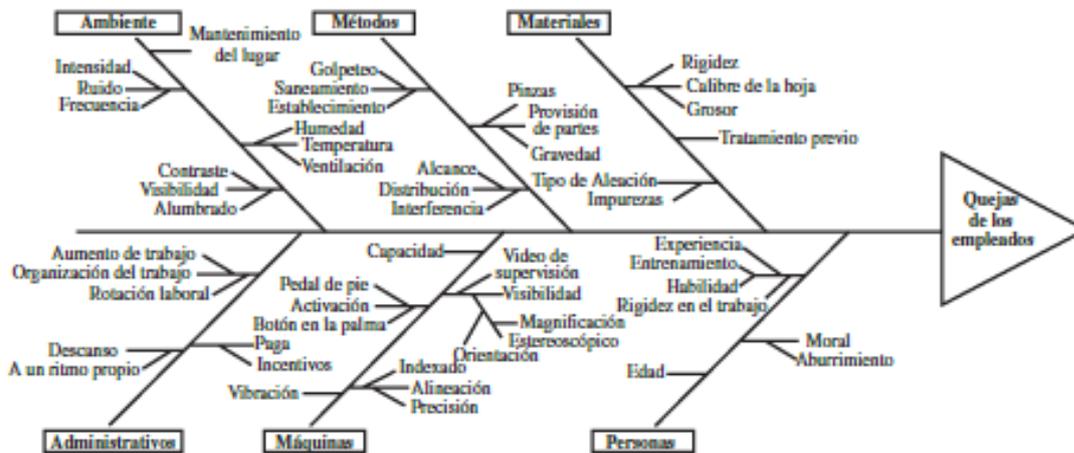
Las siguientes herramientas descritas son las que se utiliza en el estudio:

#### 2.2.3.1. Diagrama de causa y efecto

El diagrama de causa y efecto es una herramienta utilizada para identificar las posibles causas subyacentes de un problema. También se le llama diagrama de Ishikawa, en honor a su inventor, Kaoru Ishikawa, o diagrama de espina de pescado debido a su forma. Al detectar el problema, el diagrama facilita la organización de las causas principales en diferentes categorías. Los resultados de una lluvia de ideas sobre esas causas pueden ser organizados dentro de las categorías identificadas (28).

Categorías que pueden usarse para un entorno de manufactura:

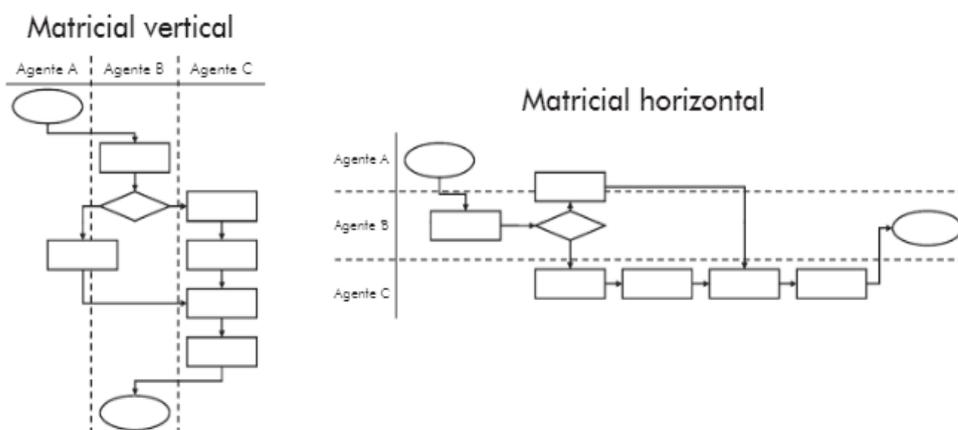
- Método
- Máquina
- Medición
- Material
- Mano de Obra
- Medio Ambiente



*Figura 5. Diagrama de causa y efecto de un problema Tomada de Niebel y Freivalds (29, p. 19)*

### 2.2.3.2. Diagrama de flujo

De acuerdo con Pardo (25), es una representación gráfica de un proceso de forma individual ideada en la década de 1940, para el campo informático y usada posteriormente en el mundo empresarial para ilustrar los procesos.

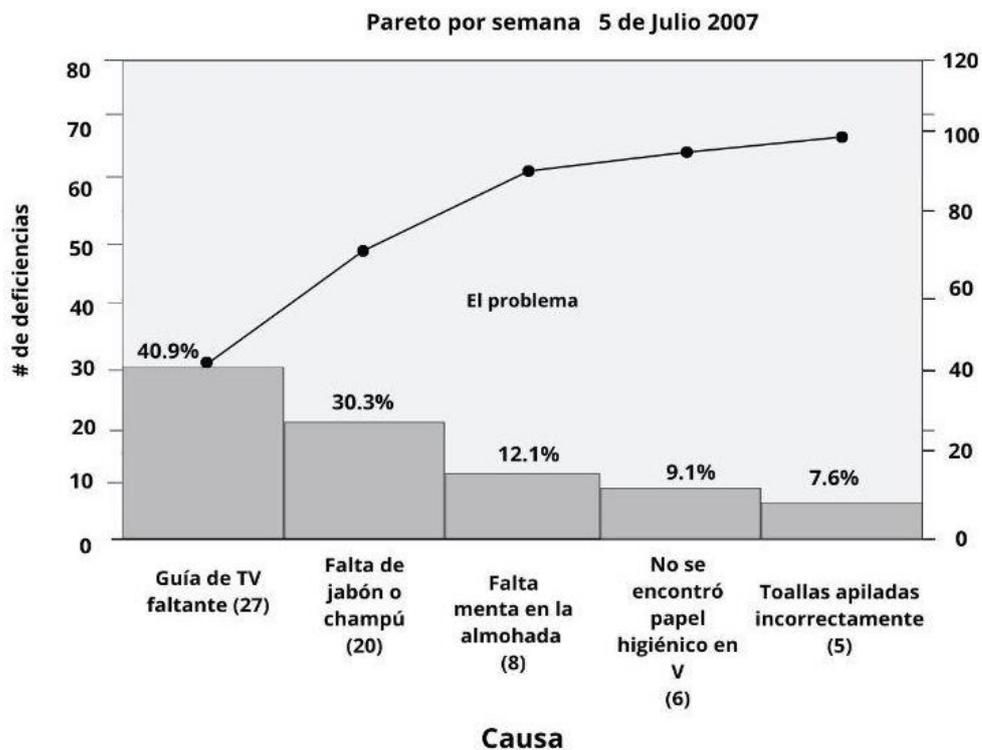


*Figura 6. Diagrama de Flujo Tomada de Pardo (25, p. 24)*

### 2.2.3.3. Diagrama de Pareto

De acuerdo con Furterer (28), los diagramas de Pareto sugieren que el 80 % de los efectos provienen del 20 % de las causas. Vilfredo Pareto, un economista italiano del siglo XIX, observó que el 80 % de la riqueza en Italia estaba en manos del 20 % de la población; este concepto fue posteriormente definido por Joseph Juran en 1950 como el principio de Pareto.

Para representar el principio de Pareto se utiliza un gráfico de barras en el que la altura de las barras refleja la importancia relativa de las causas.



*Figura 7. Diagrama de Pareto  
Tomada de Furterer (28, p. 93)*

### 2.2.4. Diagrama de análisis de procesos

De acuerdo con Niebel y Freivalds (29), el diagrama de análisis de proceso es una herramienta que facilita la identificación y eliminación de costos ocultos, ya que representa claramente los transportes, retrasos y almacenamientos del proceso. El diagrama especifica las distancias de recorrido, lo que contribuye a la mejora del diseño y distribución de la planta.

**Tabla 2. Simbología de diagrama de análisis de proceso con estándar ASME**

Símbolo	Nombre	Descripción
Operación		Un círculo grande indica una operación, como: <ul style="list-style-type: none"><li>• Coser</li><li>• Remallar</li><li>• Cortar</li></ul>
Transporte		Una flecha indica transporte, como: <ul style="list-style-type: none"><li>• Trasladar materia prima de un área a otra de forma manual.</li><li>• Trasladar materia prima mediante un carro.</li></ul>
Almacenamiento		Un triángulo representa almacenamiento, como: <ul style="list-style-type: none"><li>• Materia prima almacenada en estantería.</li><li>• Prendas en proceso almacenadas en estaciones de trabajo.</li><li>• Producto terminado organizado en cajas.</li></ul>
Demora		Una letra D mayúscula indica un retraso, como: <ul style="list-style-type: none"><li>• Esperar que se termine de confeccionar una prenda antes de continuar con el siguiente proceso.</li><li>• Esperar a que la máquina termine el mantenimiento correctivo.</li><li>• Producto que espera ser embalado posterior al control de calidad.</li></ul>
Inspección		Un cuadrado indica inspección, como: <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar las prendas terminadas para detectar defectos de confección.</li><li>• Comprobar si la materia prima es correcta en cuanto calidad y cantidad.</li><li>• Evaluar la calidad del teñido de una prenda para verificar su uniformidad.</li></ul>

*Nota. Tomada de Niebel y Freivalds (29, p. 28)*

### 2.2.5. Estudio de tiempos

Según Niebel y Freivalds (29), para crear centros de trabajo eficiente, es esencial establecer estándares de tiempo. Estos estándares pueden determinarse mediante los siguientes métodos:

- **Estimaciones:** Anteriormente, los analistas confiaban más en este método para establecer estándares, pero la experiencia ha demostrado que ningún individuo puede fijar estándares de manera consistente y justa.
- **Registros históricos:** Este método se basa en datos de trabajos similares. Algunos registros incluyen tiempos de retraso por factores personales, inevitables o evitables, mientras que otros no consideran adecuadamente estos tiempos. Los datos históricos a menudo muestran desviaciones de hasta un 50 % en la misma tarea.
- **Procedimientos de medición de trabajo:** Las diferentes técnicas de medición del trabajo (como los estudios de tiempos con cronometro, los sistemas de tiempos predeterminados, los datos estándar, las fórmulas de tiempos o los estudios de muestreo) son una fórmula más precisa de establecer estándares de producción justos. Estas técnicas se enfocan en definir el tiempo permitido, teniendo en cuenta la valoración y sus suplementos.

#### **2.2.5.1. Requerimientos del estudio de tiempos**

Para la realización de estudios de tiempos, es fundamental cumplir con los siguientes requisitos:

##### **A. Responsabilidad del analista**

Como mencionan Niebel y Freivalds (29), el analista responsable del estudio debe tener confianza en el método que utiliza, registrar con precisión los tiempos medidos, evaluar al operario de forma objetiva y sin prejuicios, y evitar hacer críticas. Adicionalmente, es necesario que el analista tenga experiencia práctica en el área de trabajo donde se llevara a cabo el estudio.

##### **B. Responsabilidad del supervisor**

Según Niebel y Freivalds (29), es responsabilidad del supervisor:

- Notificar por anticipado al operario sobre la realización de un estudio de tiempos.
- Seleccionar a los operarios competentes y que tengan la competencia necesaria para el trabajo.
- Verificar que las herramientas utilizadas en el trabajo estén en óptimas condiciones, y así facilitar el estudio al analista.
- Verificar que el operario siga el método establecido y asistir a los trabajadores en la mejora continua de este método.

### **C. Responsabilidad del sindicato**

El sindicato, mediante el programa de formación (capacitación), tiene la tarea de educar a sus miembros sobre los principios y teorías del análisis de tiempos. El representante sindical debe asegurarse de que los estudios de tiempos incluyan el registro de las condiciones laborales, abarcando los métodos de trabajo y las estaciones de trabajo. Por último, debe promover la colaboración de los operarios con el analista durante la ejecución de los estudios de tiempos (29).

### **D. Responsabilidad del operario**

A continuación, Niebel y Freivalds (29), detallan las siguientes responsabilidades del operario:

- Deben estar dispuestos a adoptar nuevos métodos que se implementen y colaborar en la identificación y eliminación de posibles fallas que se puedan presentar.
- El operario está más cerca del trabajo que nadie, y están al tanto de las fallas o demoras en los procesos, ellos pueden contribuir en establecer métodos más ideales para mejorar el trabajo.

Para Niebel y Freivalds (29) sobre los analistas, estos deben informar al representante del sindicato, al supervisor del área y al operario que se llevará a cabo un estudio del trabajo. Cada una de estas partes debe realizar los pasos necesarios para asegurar que el estudio se realice de manera fluida y coordinada. El operario tiene la responsabilidad de verificar que está utilizando el método correcto y debe conocer todos los detalles de la operación. Por su parte, el supervisor debe asegurarse de que las condiciones de trabajo, como el suministro de materiales, la velocidad, las herramientas de corte y los lubricantes, se ajusten a las prácticas estándar definidas por el departamento de métodos. Además, el supervisor debe comprobar que haya suficiente material disponible para evitar escasez durante el estudio. Finalmente, el representante sindical debe garantizar que solo se seleccionen operarios calificados y competentes, explicar el propósito del estudio y aclarar cualquier duda que pueda tener el operario.

#### **2.2.5.2. Equipos para el estudio de tiempos**

Para Niebel y Freivalds (29), el equipo fundamental para realizar un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, un tablero para anotar los tiempos, formularios para el estudio y una calculadora. Asimismo, contar con un equipo de videograbación será útil para no perder alguna toma de tiempo.

Para este estudio utilizaremos cronómetros electrónicos por ser más práctico que los cronómetros tradicionales (minutero decimal), también trabajaremos con formatos de toma de tiempos (**anexo 2**).

### **2.2.5.3. Inicio del estudio**

Según Niebel y Freivalds (29), se registra la hora de inicio del estudio y se da inicio al cronómetro.

Existen 2 métodos de cronometraje de vuelta a cero y continuo. Para esta investigación estaremos utilizando la técnica de cronometraje continuo, ya que permite el registro completo del ciclo, tomar tiempos de elementos cortos y no se pierde tiempo en retrocesos.

Según Niebel y Freivalds (29), el método continuo para el registro de valores es el más eficiente que el método de vuelta a cero. La más importante es que este registro ofrece un registro completo de la toma de tiempos, lo que resulta beneficioso para el operario como para el sindicato.

### **A. Tamaño de la muestra**

Según la OIT (30), para determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones requeridas para cada elemento, se emplea un método estadístico. En primer lugar, es fundamental llevar a cabo un conjunto de observaciones preliminares ( $n'$ ) y luego utilizar la fórmula adecuada para garantizar un nivel de confianza del 95.45 % y un margen de error aproximado de  $\pm 5$  %.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

$n$  = tamaño de la muestra que deseamos determinar

$n'$  = número de observaciones del estudio preliminar

$\sum$  = suma de los valores

$x$  = valores de las observaciones

### **2.2.5.4. Cálculos del estudio**

#### **A. Valoración y suplementos**

Según Niebel y Freivalds (29), para realizar cada elemento del estudio es indispensable contar con un alto nivel destreza y dedicación por parte del operario. Se debe aumentar el tiempo normal del operario eficiente y disminuir si este es deficiente, con el de establecer un nuevo nivel estándar.

Según OIT (30), para poder hacer una comparación acertada entre el tiempo observado y el ritmo tipo hace falta una escala de valoración. Esta valoración puede emplearse como un factor que, multiplicado con el tiempo observado da el tiempo básico.

En la conceptualización que hace la OIT, el término tiempo básico se conoce también como tiempo normal.

**Tabla 3. Escalas de valoración Westinghouse**

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1	Superior	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Superior	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Mala	-0.17	F2	Malo
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Bueno	+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Malo	-0.04	F	Mala

*Nota.* Adaptada de Niebel y Freivalds (29, pp. 359-360)

### Suplemento u holguras

Para Niebel y Freivalds (29), es imposible que un trabajador pueda mantener el mismo ritmo de trabajo durante todo el día. Porque se tienen 3 tipos de interrupciones a las cuales se les asigna un tiempo extra:

- **Primera:** Son interrupciones personales, como ir al baño y tomar agua.
- **Segunda:** Se relaciona con la fatiga, puede afectar incluso a trabajadores fuertes.
- **Tercera:** Son las demoras o retrasos inevitables como: herramientas que se extravían o se rompen, variación en el tipo de material e interrupciones por parte del supervisor.

Según la OIT (30), la determinación de los suplementos es parte del estudio de trabajo y ha tenido una gran controversia, ya que es sumamente engorroso calcular estos suplementos con precisión, ya que intervienen varios factores ya sea necesidades personales, la naturales del trabajo sea esfuerzo físico (pesado o liviano) y sus factores medio ambientales, lo que hace difícil poner un estándar para cualquier situación de trabajo, por lo tanto, **la OIT no ha**

adoptado, y no es tampoco probable que adopte, normas relativas a la determinación de suplementos. Lo que sí proporciona son ejemplos para fines de estudio, pero no las pautas, ya que es un punto subjetivo para cada analista.

A continuación, se muestran los suplementos referenciales utilizados para esta investigación, ver **figura 8**.

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal. ....	5
2. Holgura por fatiga básica. ....	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado. ....	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda. ....	0
b) Incómoda (flexionado). ....	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado). ....	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5. ....	0
10. ....	1
15. ....	2
20. ....	3
25. ....	4
30. ....	5
35. ....	7
40. ....	9
45. ....	11
50. ....	13
60. ....	17
70. ....	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado. ....	0
b) Bastante abajo de lo recomendado. ....	2
c) Muy inadecuada. ....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable. ....	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino. ....	0
b) Trabajo fino o exacto. ....	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto. ....	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo. ....	0
b) Intermitente: fuerte. ....	2
c) Intermitente: muy fuerte. ....	5
d) De tono alto: fuerte. ....	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo. ....	1
b) Espacio de atención compleja o amplia. ....	4
c) Muy complejo. ....	8
9. Monotonía:	
a) Baja. ....	0
b) Media. ....	1
c) Alta. ....	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso. ....	0
b) Tedioso. ....	2
c) Muy tedioso. ....	5

**Figura 8. Lista de suplementos**

Tomada de «Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo», por Niebel y Freivalds (29, p. 369)

## **B. Tiempo estándar**

Es el tiempo que un trabajador calificado requiere para realizar una tarea, este tiempo incluye su valoración de desempeño y sus suplementos.

Para Niebel y Freivalds (29), el tiempo estándar (TE) de una operación se refiere al tiempo que necesita un operario completamente capacitado y cualificado para realizar la tarea, trabajando a una velocidad estándar y con un esfuerzo promedio. Generalmente, la holgura se expresa como un porcentaje del tiempo normal y se utiliza como un multiplicador, calculado como 1 más el valor de la holgura.

La fórmula para sacar el tiempo estándar es la siguiente:

$$TE = TN * (1 + \text{Suplemto u holgura})$$

### **2.2.6. Distribución de planta**

Hay una gran diversidad de estrategias de *Layout*, pero para esta investigación utilizaremos la Planeación Sistemática de Distribuciones de Muther o *Systematic Layout Planing* (SPL). Se describe como «el método sistemático para configuración de plantas desarrollado por Muther (1973) se llama planeación sistemática de distribuciones (SPL). El objetivo del SPL es ubicar dos áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí» (29, p. 88).

#### **2.2.6.1. Diagrama de relaciones**

Es la relación que tienen distintas áreas o procesos de la empresa donde se define qué áreas tienen que estar cercanas, desde las absolutamente necesarias hasta las no recomendadas. A continuación, lo detallan los siguientes autores:

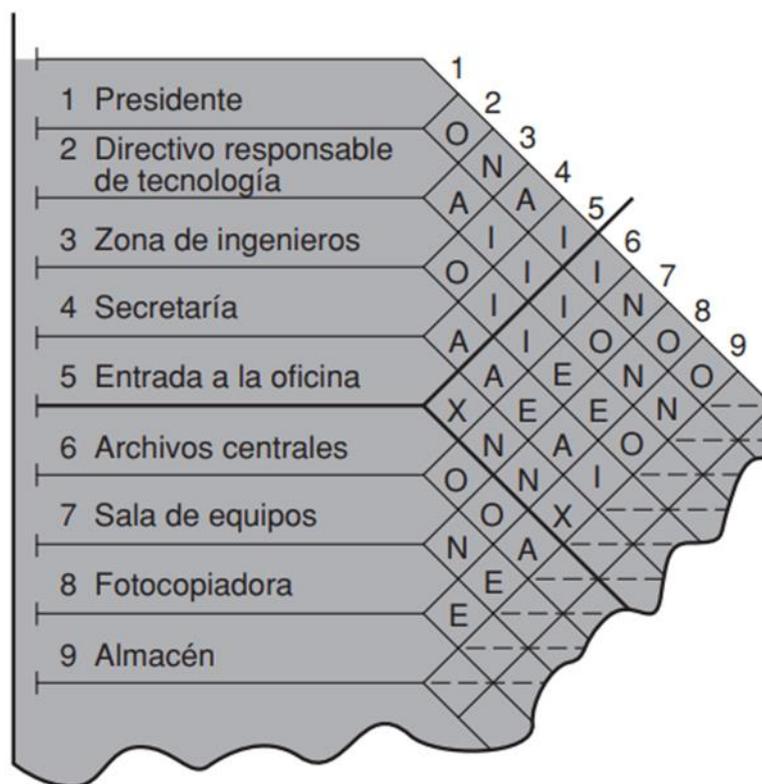
Para determinar las relaciones entre las distintas áreas, se construye un diagrama sobre un formato establecido. Estas relaciones muestran el grado de proximidad que se desea establecer entre las distintas áreas de la planta o sus actividades. Utilizando el diagrama desde – hacia obtenemos el flujo del volumen, tiempo, costo y enrutamiento, con los cuales determinamos la información **cuantitativa**. Del mismo modo con la información subjetiva o interacciones funcionales podemos determinar la información **cualitativa** (29).

Para esta investigación se optará por la información cualitativa, ya que recabará información de los interesados del área como: El jefe de producción, el supervisor y los operarios. Se detalla más a fondo en el Capítulo 4.

«Se intenta maximizar la proximidad de los trabajadores cuyos empleos requieren interacción frecuente» (31, p. 325).

Para Heizer y Render (32), en sus estrategias de organización, menciona lo siguiente: El diseño de las oficinas debe agrupar a los empleados, sus equipos y establecer espacios que aseguren el flujo de la información. Lo más importante en este tipo de distribuciones es la gestión eficiente de la información.

Teniendo ya definida la áreas o actividades a relacionar, procedemos a graficar el diagrama relación con se observa en la figura 9.



**Figura 9. Diagrama de relación**  
 Tomada de «Dirección de la producción y de operaciones», por Heizer y Render (32, p. 436)

Seguidamente, se valora la relación de las áreas o actividades con las vocales (A, E, I, O, U) y la consonante (X), como se explica en la tabla 4. El precursor del SPL Muther (33, p. 71) lo explica cómo «juzgar la importancia de la proximidad necesaria (o recomendable) entre cada par de actividades, utilizando los valores indicados por las vocales».

Acotando en esta sección Heizer y Render (32), hacen la adaptación de SPL de Richard Muther de su 3.<sup>a</sup> edición, haciendo una pequeña variación en la codificación en vez de utilizar

la vocal «U» utiliza la consonante «N», que en los dos casos tiene el mismo significado (Sin Importancia o No importante).

**Tabla 4. Valores de relación**

VALOR	RELACIÓN
A	Proximidad absolutamente necesaria
E	Aproximación especialmente importante
I	Aproximación importante
O	Aproximación normal
U	Proximidad sin importancia
X	Proximidad no recomendable

*Nota.* Tomada de Muther (33, p. 71)

#### **2.2.6.2. Hoja de trabajo de relación de actividades**

Obtenido el diagrama de relaciones, se procede a pasar toda la información a una hoja de trabajo para poder tabularla con los valores de relación A-E-I-O-U-X y relacionar las áreas o actividades entre sí. En la investigación se menciona que «se realiza una tabulación teniendo en cuenta las relaciones cercanas (A, E, I, O) que requiera cada departamento con relación a los demás» (34, p. 59).

#### **2.2.6.3. Diagrama adimensional de bloques**

Teniendo ya definido el diagrama de relación y la hoja de trabajo de relaciones, recién se realiza el diagrama adimensional de bloques.

Se representan en forma de bloques (**ver figura 10**), cada una de las áreas o actividades y en el centro va el nombre del área o actividad con su respectivo número según corresponda, a los extremos los valores de relación A-E-I-O, se excluye la relación (U) por no ser relevante para este diagrama y la relación (X) va en el centro debajo del número del área (35).

Peña (36) menciona que esta es la base para elaborar la distribución y diseño del plan. Se distribuye de la siguiente manera: En la esquina superior izquierda la relación A, en la esquina superior derecha la relación E, la relación I en la esquina inferior izquierda, la relación

O en la esquina inferior derecha y por último la relación X en el centro, porque no es recomendable su proximidad con las otras relaciones.



*Figura 10. Modelo de bloque para diagrama adimensional  
Tomada de Torres et al. (35, p. 109)*

Se inicia la diagramación de las áreas con sus respectivas relaciones, se toma inicialmente con la relación «A» de absolutamente necesarias y así sucesivamente con la demás relación, esto permitió visualizar el recorrido de las áreas y optar por una mejor distribución.

### **2.2.7. Balance de línea**

Chase y Jacobs (37) explican que para balancear una línea se basa en la programación, aunque a veces puede afectar la distribución. Porque, el número de estaciones se modificaría físicamente. En estas estaciones, se lleva a cabo actividades como la de añadir partes o finalizando el ensamble. El trabajo en cada estación se compone de diversas tareas, actividades u elementos de trabajo. La finalidad del balanceo de línea es asignar una serie de tareas o actividades a un número determinado de estaciones de trabajo, de tal manera que ninguna estación se sobrecargue de tareas y excedan su tiempo ciclo. Por lo tanto, se reduce el tiempo que no genera valor en las estaciones.

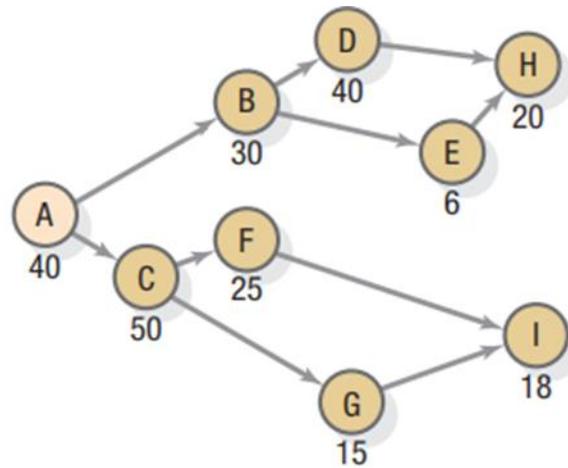
Para Krajewski et al. (31), el balanceo de línea implica asignar tareas a las estaciones de trabajo en una línea de producción para alcanzar la producción requerida, utilizando en menor número de estaciones. Por lo general, se asigna un solo trabajador por estación de trabajo y así hacerla más eficiente.

Según Chase y Jacobs (37), la secuencia para poder balancear una línea es la siguiente: definir la secuencia de relación, determinar tiempo ciclo, determinar número mínimo de estaciones, seleccionar regla de asignación, asignación de tareas, evaluar el balanceo y calificar el balanceo.

#### **2.2.7.1. Realizar el diagrama de precedencia**

Esto consiste en especificar las relaciones entre las tareas o actividades. En las cuales los círculos representan las tareas y las flechas la secuencia que siguen las actividades, como

se observa en la figura 11. Además, el «diagrama de precedencia La mayoría de las líneas deben satisfacer algunos requisitos tecnológicos de precedencia; es decir, ciertos elementos de trabajo deben realizarse antes de que los siguientes puedan comenzar» (31, p. 328).



*Figura 11. Diagrama de precedencia  
Tomada de Krajewski et al. (31, p. 329)*

Para la realización del diagrama de precedencia debemos contar con datos como: Estudio de tiempos mencionado en el apartado 2.2.5., donde tendremos los tiempos estándar por cada tarea; y para la secuencia de las tareas, apoyaremos con diagrama analítico de procesos (DAP) mencionado en apartado 2.2.4., esto se logra visualizando in situ el proceso y entrevistas con el jefe o supervisor del área y operarios.

### **2.2.7.2. Determinar el tiempo ciclo**

Para Chase y Jacobs (37), el tiempo ciclo es necesario para determinar las estaciones de trabajo, se establece con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producto requerido por día (unidades)}}$$

El tiempo de producción y producto requerido se maneja por día o por mes (siempre se maneja la misma unidad, no combinado), la información de tiempo de producción la brinda el área administrativa en este caso de estudio, de los cuales no se cuenta como tiempo productivo (refrigerios, mantenimiento de maquinaria, etc.). Por otra parte, el producto requerido (en cantidades), lo proporciona el área de ventas.

### **2.2.7.3. Determinar la cantidad mínima de estaciones de trabajo (N)**

Según Krajewski et al. (31), para alcanzar la producción deseada, los especialistas emplean el balanceo de línea para nivelar las cargas de trabajo en las estaciones, asegurando que se cumplan las precedencias por actividad y minimizar el número de estaciones.

Para Chase y Jacobs (37), en teoría es la cantidad de estaciones requerida para cumplir con el tiempo ciclo. Se establece con la siguiente fórmula:

$$N_t = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (C)}}$$

La suma de tiempos de las tareas (T), se determina del diagrama de precedencia, y es la sumatoria de los tiempos estándar de todas las tareas o actividades.

### **2.2.7.4. Selección de la regla de asignación de tarea**

Existen varios métodos, en este estudio se utilizó la siguiente regla: «por orden de prioridad según el número más alto de tareas subsiguientes» (37, p. 184). Se detalla a profundidad en el **Capítulo 4**.

### **2.2.7.5. Asignación de tareas**

Según Chase y Jacobs (37), una vez elegida la regla de asignación, se procede a asignar las tareas una por una, asegurando que la suma de sus tiempos sea menor o igual al tiempo ciclo y que mantenga la secuencia de precedencia. Este proceso se repite para cada una de las estaciones de trabajo, de forma sucesiva, hasta que todas las tareas han sido asignadas.

### **2.2.7.6. Eficiencia del balanceo**

Chase y Jacobs (37), se calcula la eficiencia del balanceo de la línea, con la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo (Nt) * Tiempo ciclo de la estación de trabajo (C)}}$$

### **2.2.7.7. Calificar la eficiencia del balanceo**

En este apartado, de tener una eficiencia baja se balancea con otra regla de asignación de tareas, hasta lograr la eficiencia deseada.

### 2.2.8. Trabajo estándar

De acuerdo con Soconini (38), el trabajo estándar se basa en la excelencia operacional, para garantizar que los productos se elaboren de la misma manera se debe estandarizar el trabajo. La aplicación del trabajo estandarizado, implica hacer uso de herramientas de *Lean Manufacturing*, ya que define de manera óptima los métodos de trabajo para lograr bajos costos y mejor calidad. El trabajo estándar se compone de:

- Tiempo *Takt* (tiempo de compra del cliente)
- Secuencia estándar de las operaciones
- Inventario estándar en proceso

#### 2.2.8.1. Hoja de trabajo estándar

Para la hoja de trabajo estándar (ver **figura 12**), se representa el *Layout* del proceso con el personal que lo ejecuta y el flujo de los materiales, esto permite establecer movimientos más eficientes. Se analiza el proceso en conjunto para tener un panorama más claro de sus secuencias y el flujo de estos. Para la realización de la hoja de trabajo estándar se involucran a las partes interesadas (jefe de proceso y operadores), quienes validan estas hojas conjuntamente (38).

Según Liker y Meier (39), esta herramienta fundamental para detectar desperdicio en las tareas de trabajo repetitivas. Su objetivo es documentar el flujo de trabajo básico, reunir información para equilibrar la operación *takt* y mostrar la cantidad estándar del trabajo en proceso.

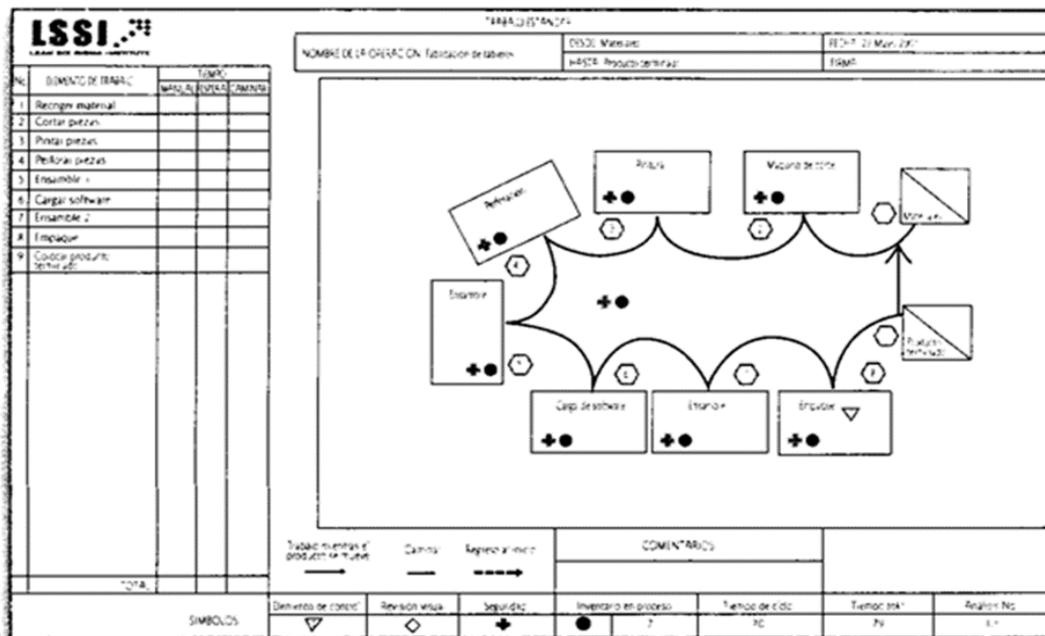


Figura 12. Hoja de trabajo estándar  
Tomada de Soconini (38, p. 304)

Soconini (38) menciona que las hojas de trabajo estándar son documentos vivos. Por lo tanto, se deben revisar periódicamente.

## 2.2.9. Simulación - *software* Arena

### 2.2.9.1. Relación entre proceso y sistema

#### A. Proceso

Según Torres (40), son un conjunto de actividades o tareas que dan como resultado un salida (output), a partir de una o varias entradas (input).

#### B. Sistema

Torres (40), lo define como un conjunto de elementos o tareas que intervienen en la ejecución de un proceso, para el cual son necesario recursos y controles. Por lo tanto, un sistema incluye tanto el proceso como los recursos y controles requeridos para llevar a cabo ese proceso, como se muestra en la figura 13.



*Figura 13. Relación entre sistema y proceso  
Tomada de Torres (40, p. 22)*

Torres (40) menciona dos enfoques: Primero, centrado en el diseño del proceso, que se enfoca en el **qué** está siendo ejecutado en el sistema; y el segundo, enfocado en el diseño del sistema y busca dar respuestas a **cómo, dónde y cuándo** se ejecutan los procesos.

### 2.2.9.2. Elementos del sistema

#### A. Entidades

Torres (40) define que son los elementos que circulan por el sistema para ser procesados o recibir un servicio. Las entidades se definen según factores como: el costo, el orden, la prioridad, el estatus, entre otros factores. Estos se clasifican en tres tipos: animados (cliente, pacientes, entre otros), inanimados (documentos, piezas, etc.) e intangibles (proyectos, llamadas, e-mail).

## **B. Actividades**

De acuerdo con Torres (40), las actividades son todas las tareas que participan directa o indirectamente en el procesamiento de las entidades de un sistema. Por lo general las actividades tienen un tiempo de duración e involucra siempre un recurso. Se clasifican en:

- Proceso de entidades: Son las acciones de corte de una pieza, sea el caso de textiles, corte de telas o servicio al cliente.
- Movimiento de entidades y recursos: Son los transportes manuales o el uso de elevadores.
- Ajuste, mantenimiento y reparación de recursos: Ejemplo sería la configuración de una máquina.

## **C. Recursos**

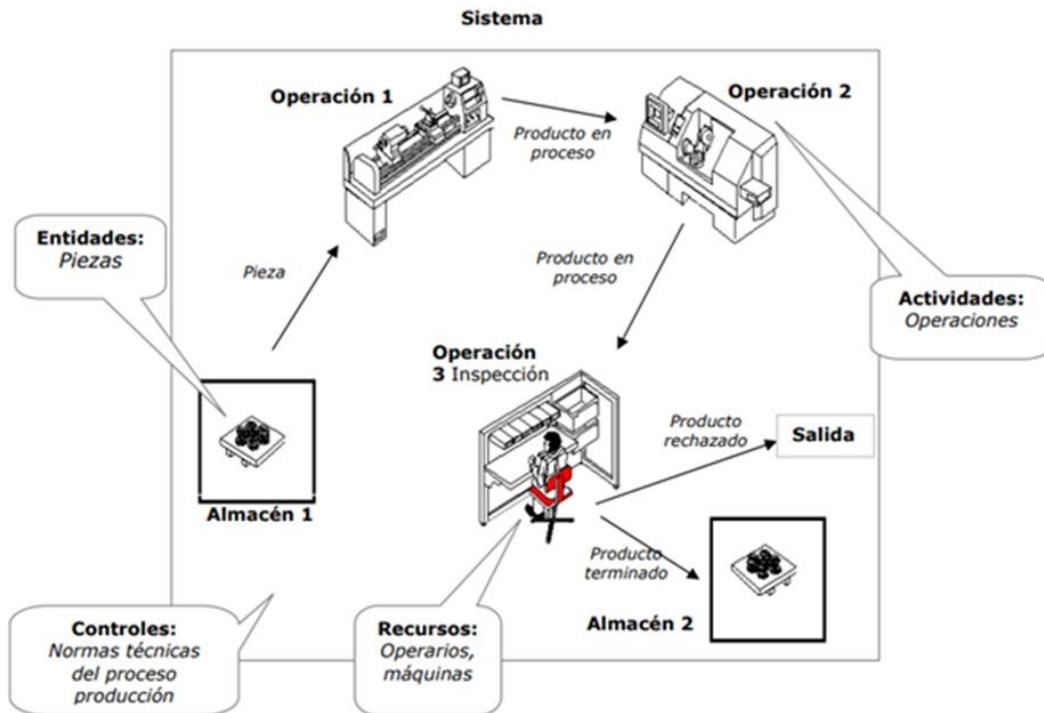
Torres (40), son todos los medios para realizar las actividades. Por ejemplo: equipos, máquinas, proveer soporte para las máquinas, entre otros. Los recursos se clasifican en:

- Humanos o animados: como los trabajadores, ya sea de corte, confección, control de calidad y trabajadores de mantenimiento.
- Inanimados: son máquinas, herramientas utilizadas en los procesos y también el espacio de almacenamiento.
- Intangibles: como el tiempo, la información y la energía eléctrica.

## **D. Controles recursos**

Según Torres (40), los controles son acciones que se deben de tomar si evento fortuito ocurre, estos determinan el cómo, cuándo y dónde se realizan las actividades. Algunos ejemplos serían: El inicio y fin de las actividades, secuencia de las actividades, la programación de la producción o mantenimiento, ya sea semanal o mensualmente.

Para mayor entendimiento de los elementos de un sistema, ver la figura 14.



*Figura 14. Elementos de un sistema  
Tomada de Torres (40, p. 23)*

### 2.2.9.3. Simulación de sistemas

La simulación de sistemas, permite diseñar de manera real un sistema con sus condiciones y comportamientos operacionales y dinámicos, para poder probarlo y estudiarlo, con el objetivo de generar conocimiento para la toma de decisiones. Al simular un escenario virtual, evitamos parar la producción o servicio y así evitamos pérdidas de tiempo, como el método tradicional de prueba y error (40).

Según Torres (40), la aplicación de la simulación en la industria tiene un amplio campo de acción como se detalla a continuación:

- Análisis y reducción del tiempo de ciclo
- Secuenciación de las tareas
- Análisis de cuellos de botella
- Reducción de costos
- Mejoramiento de la productividad
- Disposición de planta
- Balanceo de línea
- Planeamiento de la producción
- Programas de mantenimiento, entre otros

En este proyecto de investigación utilizaremos la simulación para probar si la implementación de un balanceo de línea, incrementa la productividad, utilizando los mismos recursos. Se detalla con mayor profundidad en el Capítulo 4.

#### **2.2.9.4. Fases de un proyecto de simulación**

Según Torres (40), las fases de un proyecto de simulación van más allá de un simple construir y ejecutar un proyecto. Al igual que cualquier otro tipo de proyecto, se tiene que planificar, coordinar y comprender cada requisito de las tareas involucradas. El modelado de sistemas requiere de capacidades analíticas, estadísticas, organizativas y de ingeniería. El encargado de llevar a cabo esta simulación se denomina «el modelador», que debe tener la capacidad de entender el sistema estudiado y de organizar las relaciones complejas de causa y efecto. Aunque no hay una estructura de cómo llevar a cabo un proyecto de simulación, el autor presenta una secuencia de etapas recomendadas según su experiencia, y se detallan a continuación:

- Definir el problema, los objetivos y los requerimientos
- Diseño del modelo conceptual
- Obtención y análisis estadístico de los datos para el modelo
- Construcción del modelo de simulación
- Verificación del modelo
- Validación del modelo
- Diseño del experimento de simulación, ejecución y análisis estadístico
- Entrega de documentación y presentación de resultados

#### **2.2.10. Costeo ABC**

##### **2.2.10.1. Dimensiones**

###### **A. Actividad**

Según Sánchez (41, p. 68), la actividad es como «conjuntos o grupos que forman el total de procesos productivos, los cuales son ordenados de forma lógica, secuencial y simultánea para obtención de productos con valor agregado que le adicionan en cada proceso». Por otro lado, Toro (42, p. 46) comenta que «la actividad es un trabajo que consume recursos de una organización».

###### **B. Inductor o *Driver***

Sánchez (41), señala que los *drivers* representan una medida de la actividad, actuando como variables que permiten cuantificar la ejecución de la actividad. Esto facilita la

determinación del costo de los bienes o servicios mediante la relación de causa y efecto entre la actividad y los costos o gastos que esta genera.

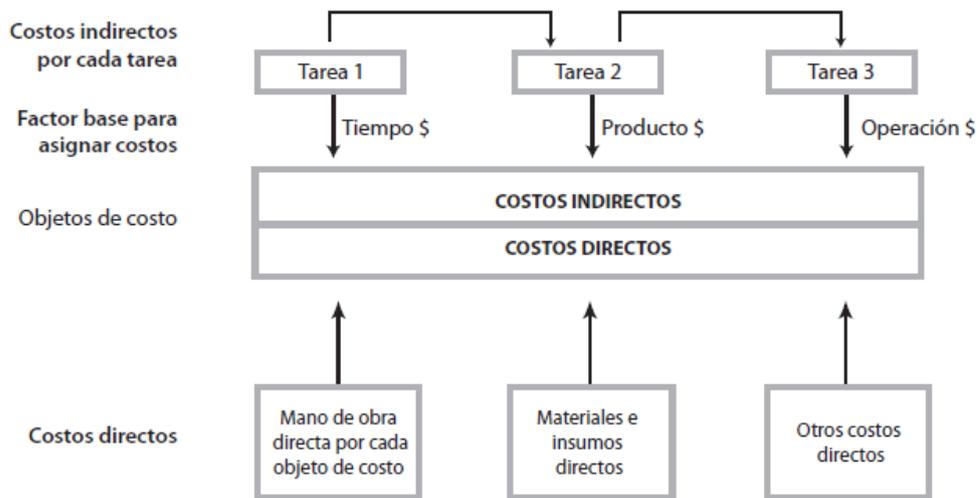
### 2.2.10.2. Metodología del costeo ABC

Toro (42) explica los pasos para asignar a las actividades de la siguiente forma:

**Tabla 5. Pasos de Asignación de costos a las actividades**

Pasos	#	Descripción
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Recursos</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el objeto de costo</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Asignados y requeridos por</p>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se estudian los procesos de producción en el orden en el que se llevan a cabo</li> <li>Identificar las diversas actividades involucradas</li> <li>Se avalúan los costos y la cantidad de este recurso que consume la actividad.</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Actividades</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los posibles factores que generan costos en cada actividad</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Asignados y requeridos por</p>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de los mecanismos de asignación de los costos para cada actividad y determinación de la fórmula de absorción más adecuada</li> <li>Cálculo de los costos unitarios de cada elemento de costo y los volúmenes de recursos necesarios para llevar a cabo las tareas</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Objeto de costo</div>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculo del <b>objeto de costo</b> sumando los costos indirectos y directos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Costos indirectos:</b> Mano de obra de soporte general, servicios y facilidades comunes a todo el proceso productivo o proyecto, apoyo administrativo, etc.</li> <li>- <b>Costos indirectos:</b> Mano de obra de soporte general, servicios administrativos, entre otros.</li> </ul> </li> </ul>

*Nota.* Adaptación de Toro (42)



*Figura 15. Proceso básico de la metodología ABC  
Tomada de Toro (42, p. 49)*

### 2.2.10.3. Metodología del costeo ABC, beneficios de aplicar costeo ABC

Según Sánchez (41), el costeo ABC reconoce la relación causal de los generadores de costo y las actividades y permite obtener cálculos más exactos del costo de los productos permite tomar mejores decisiones respecto a rentabilidad o inversión además que permite lograr un ahorro de costos al eliminar actividades que no generan valor a los productos o servicios.

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLÓGÍA**

#### **3.1. Métodos y alcance de la investigación**

##### **3.1.1. Método de investigación**

- **Enfoque cuantitativo**

Este tipo de enfoque se «centra fundamentalmente en los aspectos observables y susceptibles de cuantificación de los fenómenos. Es coherente con la metodología empírica y se sirve de pruebas estadísticas» (43, p. 21).

Según Hernández et al (44), el enfoque cuantitativo se compone de una serie de procesos que se llevan a cabo de forma secuencial y están dirigidos a la verificación. Aunque sigue un orden establecido, es posible modificar algunas de sus etapas. El proceso inicia con una idea inicial, de que se derivan los objetivos y las preguntas de investigación. Luego, se realiza una revisión de la literatura y se desarrolla el marco teórico. A partir de las preguntas planteadas, se generan las hipótesis y se definen las variables correspondientes. Posteriormente, se elabora un plan para probar las hipótesis, se procede a medir las variables, se analizan los datos obtenidos mediante técnicas estadísticas y, finalmente, se extraen las conclusiones.

Por las razones expuestas anteriormente, esta investigación adoptó un enfoque cuantitativo, estructurado en fases. Para validar las hipótesis planteadas, se emplearon métodos estadísticos.

### **3.1.1.1. Alcance de la investigación**

El alcance de la investigación es de carácter explicativo, ya que busca identificar y explicar la situación actual del proceso de producción de la empresa textil. Esto implica reconocer qué procesos requieren mejoras y analizar las causas subyacentes que afectan la productividad. La implementación de herramientas de *Lean Manufacturing* se plantea como una medida para aumentar la productividad del proceso, por lo que Hernández et al. (44, p. 98) mencionan que el alcance explicativo «está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables».

«Este alcance tiene la característica de establecer causa – efecto entre sus variables» (45, p. 72).

### **3.1.1.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue aplicada, ya que se buscó ofrecer una alternativa de solución a la baja productividad del proceso de producción de una empresa textil mediante la implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* para mejorar dicho proceso.

**Investigación aplicada:** «Se preocupa por la aplicación del conocimiento científico, producto de la investigación básica. Es el primer esfuerzo para transformar el conocimiento científico en tecnología, El propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos» (46, p. 79).

Arroyo (43), menciona que este tipo de investigación está destinada para adquirir nuevos conocimientos y está enfocada a un objetivo práctico específico.

## **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño de investigación fue experimental, dado que se analizaron los cambios que se producen al someter a un grupo a una prueba; Hernández et al. (44, p. 129) explican que «la esencia de esta concepción de experimentos es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados».

### **3.2.1. Tipo de diseño de investigación**

El diseño de esta investigación fue cuasiexperimental, ya que es útil cuando no se puede hacer experimentos reales. Para esta investigación que es una Propuesta de Implementación de la Herramientas *Lean Manufacturing*, se optó por simularlo en el *software* Arena, ya que la

empresa en cuestión no puede parar la producción y se sugirió validar esta propuesta simulándola.

Acerca de este diseño de investigación, Hernández et al. (44) explican que los cuasiexperimentos tienen una manipulación deliberada de una variable independiente para observar qué efectos tiene sobre las variables dependientes, las cuales pueden ser una o varias, dependiendo del alcance de la investigación. En este tipo de investigación no se seleccionan grupos al azar, sino que los grupos por estudiar ya están definidos.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población para esta investigación fue todo el Proceso de Producción de una empresa textil, se puso más énfasis en este proceso, ya que es donde se detectaron mayores oportunidades de mejora, según la matriz de priorización.

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra fue por conveniencia, ya que fueron los productos más representativos o de mayor demanda de la empresa textil, por lo tanto, el tipo de muestra fue no probabilística; para Hernández et al. (44, p. 176) en «las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con características de la investigación o los propósitos del investigador».

Según Hernández et al. (44), la muestra no probabilística presenta una ventaja, ya que no es necesario que sea representativa de la población. En lugar de ello, se selecciona al grupo de manera cuidadosa, para poder realizar el estudio según lo planteado en el problema.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recopilación de los datos requeridos del presente proyecto se consideraron las siguientes técnicas e instrumentos.

#### **Entrevista estructurada**

La entrevista estructurada consiste en formular preguntas cerradas, diseñadas para que el entrevistado responda de manera precisa y directa. Es fundamental que las respuestas sean codificadas utilizando valores numéricos para facilitar el análisis de manera cuantitativa (45).

### **Ficha de entrevista**

La ficha de entrevista es un instrumento cuyo objetivo fue recopilar información del entrevistado con el propósito de ser utilizada en un estudio y es el investigador quien se encargó de completar el documento, ya sea de manera manual o digital (45).

### **Cuestionario**

«Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables por medir» Hernández et al. (44, p.217).

El cuestionario aplicado se realizó en relación con el proceso productivo de la empresa textil, proporcionando la información necesaria sobre el proceso de producción, que se estableció como el foco de la presente investigación.

### **Observación cuantitativa**

«Se plantea como un proceso totalmente estructurado de captación de información con la finalidad de crear un banco de datos, posteriormente analizado estadísticamente como en cualquier técnica de obtención de información primaria» (47, p. 84).

Se elaboró la ficha de análisis de tiempo para registrar los tiempos dedicados a cada actividad del proceso productivo, con el fin de evaluar aquellos tiempos que no agregan valor.

Se elaboró la ficha de análisis de proceso para registrar el número de actividades existentes en el proceso productivo, clasificarlas según su tipo, tiempos y costos con el fin de evaluar e identificar un diagnóstico del proceso considerado en la presente investigación.

### **Revisión de registros históricos de la empresa**

Se recolectó información de los registros existentes en la empresa para su tabulación y análisis en relación con el tema de la investigación.

### **Ficha de registro de corte**

Registro con fecha del tipo de material a cortar, modelo de prenda, color y cantidad para aprovisionar las piezas necesarias para la confección.

### **Registro de ventas**

Registro del tipo de prenda, color y cantidades vendidas en el periodo de junio a noviembre de 2022.

### **3.4.1. Técnicas de procesamiento de datos**

Los datos recolectados serán agrupados y estructurados para responder a la investigación mediante las siguientes técnicas:

- Gráficos estadísticos: diagrama de barras
- Tabulación de resultados: listas y cuadros
- Otros diagramas de análisis: diagrama de análisis de proceso, diagrama de causa y efecto

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Información general de la empresa

En la presente investigación, se hizo referencia a «la empresa» para aludir a la organización donde se ha llevado a cabo el estudio. Esta entidad se dedica a la producción y comercialización de productos como *joggers* y poleras, dirigidos a mujeres y hombres de 18 a 50 años.

La empresa comenzó su trayectoria como un emprendimiento familiar en la ciudad de Huancayo. Su éxito ha sido impulsado por su enfoque en la calidad de sus productos, que se destacan por la durabilidad y la posibilidad de personalización de las prendas, así como a su estrategia de comercialización, lo que ha permitido consolidarla como una empresa sólida en constante crecimiento.

En los últimos años, la empresa ha mostrado un incremento en su presencia a nivel nacional e incluso ha comenzado a explorar su expansión internacional, con planes de ingresar a países vecinos como Bolivia.

### 4.1.1. Organigrama



Figura 16. Organigrama de La Empresa

### 4.1.2. Productos

La empresa bajo estudio cuenta con una amplia variedad de productos fabricados en franela reactiva. Sus principales líneas de productos son los *joggers* y las poleras, que se diferencian principalmente por el diseño. En la tabla 6 se muestran únicamente los productos clásicos en los que se basó el estudio.

Tabla 6. Productos de la empresa

<i>Joggers</i> (clásico)	Polera (clásica)
	

### 4.1.3. Mapa de procesos



Figura 17. Mapa de procesos de la empresa

A continuación, se procede a describir los procesos de la empresa:

**Tabla 7. Descripción de mapa de procesos**

Proceso	Descripción
Gestión Estratégica	Definición de estrategias de la empresa y la gestión de objetivos, a mediano y largo plazo.
Gestión Comercial	Planeación y gestión de ventas, marketing y relaciones con los clientes.
Gestión de Diseño y desarrollo	Investigación de las tendencias, conceptualización, diseño de bocetos y muestras para la producción de las prendas. Producción de las prendas de vestir: Procesos incluidos:
Gestión de la producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte</li> <li>• Confección</li> <li>• Control de calidad</li> </ul>
Distribución	Actividades de alistamiento de los productos ( <i>picking</i> ) y coordinación de envío de las prendas confeccionadas a tiendas propias y clientes finales.
Gestión Administrativa Financiera	Planeamiento, organización y control de los recursos económicos para el funcionamiento de la empresa.
Gestión de Compras	Adquisición de la materia prima directa / indirecta y otros artículos requeridos para las operaciones.
Gestión de Almacén	Aprovisionamiento, recepción, control y custodia de los materiales.
Gestión Contable	Se encarga del análisis, registro y clasificación de la información contable para la toma de decisiones.

#### 4.1.4. Matriz de priorización del proceso

Se realizó un mapeo de todos los procesos de la empresa, tomando como punto de partida sus objetivos estratégicos. Una vez realizado el listado se tomaron en cuenta 5 criterios para evaluar en qué proceso debe implementarse el proyecto y para la priorización se consideró 3 niveles (1 Bajo, 2 Medio, y 3 Alto).

Tras un análisis con el Gerente General para priorizar los procesos a mejorar, en alineación con la estrategia anual de la organización, se ha determinado que el proceso de «Producción» es clave para realizar mejoras. El análisis cuantitativo de esta decisión está reflejado en la tabla 8 y es el proceso en el que se basó la presente investigación.

**Tabla 8. Matriz de priorización de procesos de la empresa**

Procesos			Criterios					Total
			Calidad del producto	Capacidad de respuesta	Posicionamiento	Crecimiento de la organización	Ventaja competitiva	
			50 %	15 %	10 %	5 %	20 %	
Estratégicos	1	Gestión de la Gerencia	5	3	5	5	5	4.7
	2	Diseño y Desarrollo	5	5	5	3	5	4.9
Operativos	3	<u>Producción</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	5
	4	Comercial	3	5	5	5	5	4
	5	Distribución	3	3	5	3	3	3.2
	6	Administración	3	3	3	5	3	3.1
Soporte	7	Compras	3	3	3	3	3	3
	8	Almacén	3	5	3	3	3	3.3
	9	Contabilidad	1	1	1	1	1	1

#### 4.1.5. Priorización de productos

##### 4.1.5.1. Informe de ventas

Los datos recopilados son del área de ventas, donde se tiene un listado de los productos de mayor a menor demanda, la información brindada es de un periodo de 6 meses (ver tabla 9).

**Tabla 9. Reporte de Ventas**

<b>Producto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Jogger rib	27916	63
Polera clásica	7402	80
Polera con cierre	3121	87
Jogger Palazo	1674	90
Polera Duo Colors	1377	94
Jogger Caballero	1264	96
Polera Peruanita	808	98
Polera Olenka	328	99
Polera Cuello Redondo	234	100
Jogger Tres Tiras	162	100
Polera Top Crop	43	100
Polera sin capucha	6	100
Polera Paradise	1	100,00
Total	44 336	

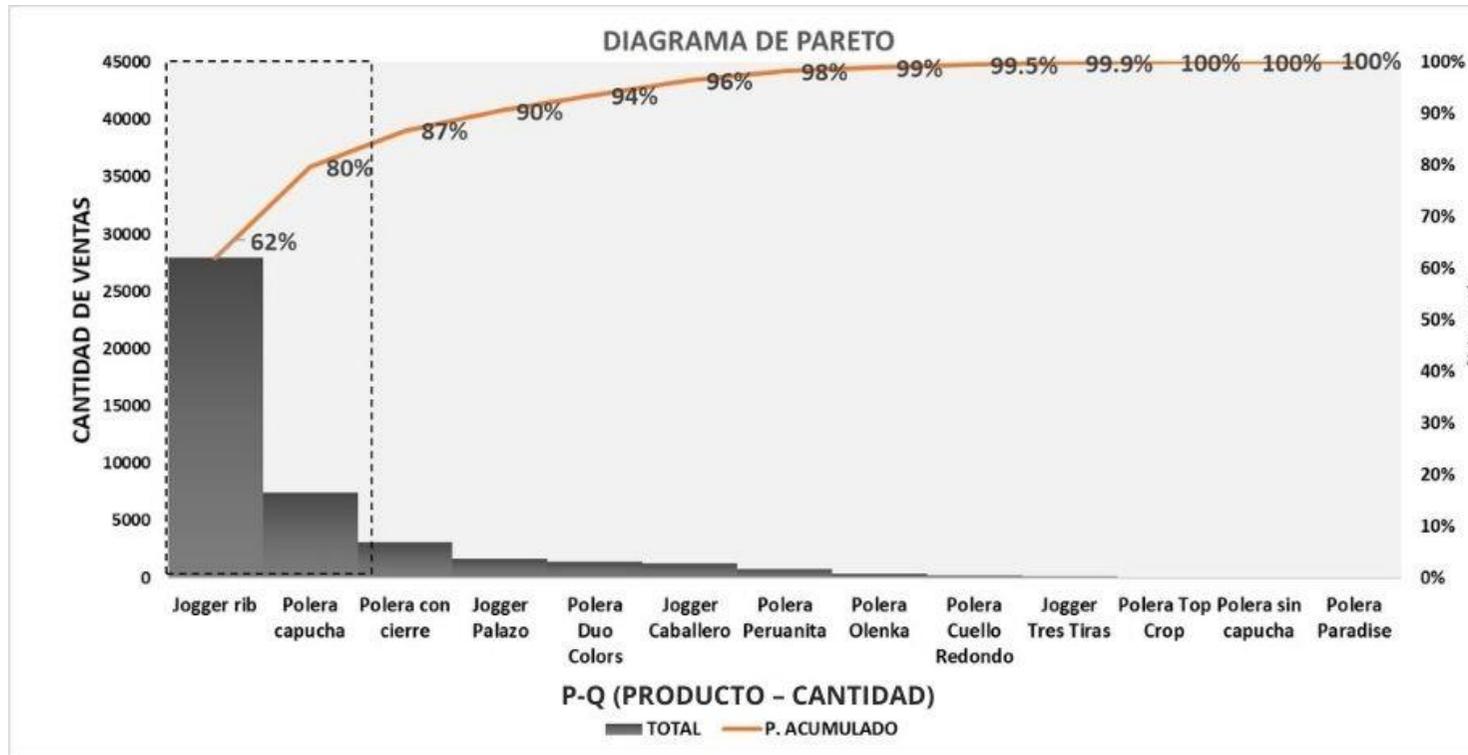


Figura 18. Análisis P-Q (producto – cantidad)

Como se observa en la figura 18, Análisis P-Q, los productos con mayor demanda en un periodo de 6 meses son: *Jogger rib* y polera clásica, los cuales representan el 80 %. Por lo tanto, estos productos son los que se someterán a estudio por ser en los que se tendrá mayor impacto de mejora en la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing*.

**Tabla 10. Promedio demanda mensual**

Producto	Demanda semestral	Demanda mensual
<i>Jogger rib</i>	27 916	4653
Polera clásica	7402	1234
Total	35 318	

En la tabla 10, se muestra que en promedio la demanda mensual es de 4653 *Jogger rib* y de 1234 poleras clásicas. Se resalta que estos promedios de ventas son entre productos elaborados en la empresa y tercerizados.

#### 4.1.5.2. Producción real y tercerizada

La tabla 11, permite visualizar que la producción dentro de la empresa es de 3095 *jogger rib* y 711 polera capucha, y para poder satisfacer la demanda del cliente se tiene que tercerizar 1284 *jogger rib* y 523 polera capucha. Lo cual, genera un aumento en los costos de producción y, por ende, un menor margen de utilidad.

**Tabla 11. Producción real y tercerizada**

Producto	Producción		Total
	Real	Tercerizada	
<i>Jogger rib</i>	3095	1558	4653
Polera clásica	711	523	1234

#### 4.1.6. Descripción del proceso de producción de los productos seleccionados

La información descrita corresponde al área de producción, específicamente para los dos productos seleccionados en el diagrama de producto – cantidad. Se realizaron entrevistas con el jefe de proceso y los operadores, además de observar el proceso *in situ*. El proceso de producción está compuesto por las etapas de corte, confección, control de calidad y empaquetado.

##### ➤ Corte

El proceso inicia con el traslado de los fardos de tela desde el almacén. A continuación, se tiende la tela, que consiste en doblarla en capas, y se procede al marcado con moldes. Finalmente, se realiza el corte utilizando una máquina cortadora de tela vertical. Los cortes resultantes se trasladan al proceso de habilitado (donde se colocan ojalillos) y al proceso de confección para su transformación final.

### ➤ **Confección**

Se inicia con la recepción de los cortes de tela, que luego se ensamblan utilizando dos tipos de máquinas: una recta y una remalladora para los *joggers rib*. Para la polera clásica, se añade una máquina recubridora, como se muestra en la tabla 12.

**Tabla 12. Máquinas Requeridas por Producto**

Producto	Máquina		
	Recta	Remalladora	Recubridora
<i>Jogger rib</i>	X	X	
Polera clásica	X	X	X

### ➤ **Habilitado**

En el habilitado se proporciona soporte al proceso de confección, como se detalla a continuación:

- Recepción de un pequeño lote de cortes para la colocación de ojajillos utilizando una máquina remachadora neumática y los traslada al proceso de confección cuando se requiera.
- Ordena los cortes ensamblados y los traslada entre las máquinas.
- Abastece de hilos, elásticos para *joggers rib*, entre otros materiales.

### ➤ **Control de calidad**

En esta etapa el operador se encarga de cortar hilos excedentes, el doblado de las prendas y colocado de cordones ya sea para *jogger rib* o polera clásica. También realiza la inspección si hay picadura en la tela, costuras torcidas u algún otro defecto que se detecte, estas prendas son separadas para su debido reproceso.

### ➤ **Empaquetado**

En esta etapa se ha recepción de las prendas ya dobladas y en bloques por tallas y se procede a:

- Colocar terminales metálicos a los cordones, esto se hace con una máquina remachadora manual.
- A continuación, se coloca el *hang tag* de la empresa, utilizando una pistola etiquetadora.
- Por último, se embolsa y se procede almacenado y distribución al cliente final.

#### 4.1.6.1. Mapa de caracterización

En el análisis anterior se identificó que el proceso donde se debe implementar el proyecto de mejora es el proceso productivo.

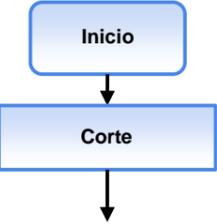
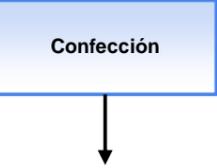
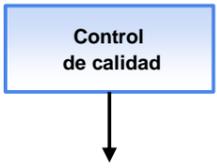
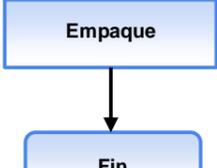
**Tabla 13. Ficha de caracterización de proceso**

---

<b>Ficha de caracterización del proceso de producción (<i>jogger</i> y poleras)</b>	
<b>Proceso: Gestión de producción</b>	<b>Dueño de proceso: Jefe de producción</b>
<b>Objetivos:</b>	
1. Optimizar los tiempos ciclo de producción de las prendas.	
2. Reducir el costo del proceso de producción de prendas.	
3. Mejorar la eficiencia del proceso de producción.	
Alcance: Este proceso incluye desde el corte hasta el empaquetado.	
Indicadores:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiempo ciclo de producción de <i>Jogger rib</i>.</li><li>• Tiempo ciclo de confección de polera con capucha.</li><li>• Eficiencia del proceso de producción.</li></ul>	Seguimiento: Mensual

---

Tabla 14. Caracterización de proceso de producción de jogger y polera

Proveedor	Entradas	Subproceso	Actividades	Ejecuta	Dirige	Salidas	CLIENTE	REGISTRO	RECURSOS
Almacén	*Tela: Franela Reactiva. *Tela Rib *Tela Jersey		<p><u>Jogger:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Trasladar telas (franela y Rib) al área de corte.</li> <li>- Tender, marcar y cortar las telas.</li> </ul> <p><u>Polera:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Trasladar telas (franela, Rib y Jersey) al área de corte.</li> <li>- Tender, marcar y cortar las telas.</li> </ul>	Operario de Corte	Jefe de producción	Piezas de tela cortadas (franela, Rib, Jersey) según tipo de prenda	Habilitado Confección	Registro de Control de Corte	Equipos: -Cortadora Industrial -Tijeras para tela
Almacén Corte	*Avios textiles (elásticos, ojajillos) *Piezas de tela para cobcar ojajillos		<p><u>Jogger:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poner a disposición de confección los elásticos para la pretina de la prenda.</li> </ul> <p><u>Jogger y polera</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Colocar ojajillos en las piezas de tela requeridas para la confección.</li> <li>-Poner a disposición de confección las etiquetas de talla y marca.</li> </ul>	Operario de Habilitado	Jefe de producción	Pieza de tela con ojajillo Elásticos habilitados para pretina Etiquetas de talla y marca habilitadas para la confección	Confección	Registro de habilitado	Equipos: -Remachador neumático -Tijeras
HABILITADO CORTE	Piezas de tela (franela, Rib, Jersey) según tipo de prenda -Piezas de tela con ojajillo -Elásticos y etiquetas		<p><u>Jogger:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Recepción de piezas de tela franela y Rib.</li> <li>-Recepción de elástico para pretina y etiquetas de talla y marca.</li> <li>- Realizar el remalle de las piezas de tela.</li> <li>-Realizar la costura recta de las piezas de tela incluyendo la etiqueta (talla y marca) dando forma al buzo.</li> </ul> <p><u>Polera:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Recepción de piezas de tela franela, Rib y Jersey.</li> <li>-Recepción de etiquetas de talla y marca.</li> <li>-Realizar la recubierta de los bolsillos.</li> <li>-Realizar el remalle de las piezas de tela.</li> <li>-Realizar la costura recta de las piezas de tela incluyendo las etiquetas (talla y marca) dando forma a la polera.</li> </ul>	Operario de Confección	Jefe de producción	Prenda confeccionada	Control de Calidad	Registro de Control de Confección	Equipos: -Máquina Recta Industrial -Máquina Remalladora Industrial -Máquina Recubierta
CONFECCIÓN	Prenda confeccionada		<p><u>Jogger y polera:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cortar pasador o cordón para poleras / Jogger</li> <li>-Cortar hilos de la prenda.</li> <li>-Colocar el cordón o pasador y doblar la prenda.</li> </ul>	Operario de Control de Calidad	Jefe de producción	Prenda confeccionada con avios	Empaque	Registro de Control de calidad	Equipos: -Tijeras
CONTROL DE CALIDAD	Prenda confeccionada con avios		<p><u>Jogger y polera:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Colocar terminales metálicos en el cordón o pasador de la prenda</li> <li>-Colocar hangtag y embolsar prenda</li> </ul>	Operario	—	Prenda embolsada	Distribución	Registro de empaque	Equipos: -Remachadora manual
									

#### 4.1.7. Tablero de indicadores del proceso

Tabla 15. Tablero de indicadores

Tablero de indicadores							
Objetivos:							
1. Optimizar los tiempos ciclo de producción de las prendas.							
2. Reducir el costo del proceso de producción de prendas.							
3. Mejorar la eficiencia del proceso de producción.							
Objetivo	Factores claves de éxito	Nombre de indicador	Unidad del indicador	Responsable	Fórmula	Fuentes	Frecuencia
Optimizar los tiempos ciclo de producción de las prendas.	Reducción de tiempo ciclo	Tiempo ciclo de confección de productos <i>joggers</i>	Min	Jefe de Producción	$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo Normal} * (1 + \% \text{ de (Tolerancia/100)})$ $\text{Tiempo Promedio} = \frac{\text{Tiempo observado}}{\text{Tiempo estándar}}$	Carpeta digital	Mensual
Reducir el costo del proceso de producción de prendas.	Reducción de tiempo ciclo	Tiempo ciclo de confección de productos poleras	Min	Jefe de Producción	$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo Normal} * (1 + \% \text{ de (Tolerancia/100)})$ $\text{Tiempo Promedio} = \frac{\text{Tiempo observado}}{\text{Tiempo estándar}}$	Carpeta digital	Mensual
Mejorar la eficiencia del proceso de producción.	Incrementar Eficiencia	Utilización	%	Jefe de Producción	$\text{Utilización} = \frac{\text{Capacidad de la actividad}}{\text{Cuello de botella/capacidad de la tarea}}$	Cuaderno de Trabajo	Mensual

**Tabla 16. Indicadores del proceso de producción de jogger y poleras**

Tablero de indicadores								
Objetivos:								
1. Optimizar los tiempos ciclo de producción de las prendas.								
2. Reducir el costo del proceso de producción de prendas.								
3. Mejorar la eficiencia del proceso de producción.								
Objetivo	Factores claves de éxito	Nombre de indicador	Deseable	Optimo	Crítico	Valor actual	Iniciativas	Responsable
Optimizar los tiempos ciclo de producción de las prendas.	Reducción de tiempo ciclo	Tiempo ciclo de producción de productos buzos	<=11.5 min	De 11.5 a 13.5 min	>13.5 min	13,70 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y distribución adecuada de trabajo</li> <li>• Estudio de Tiempo</li> </ul>	Jefe de producción
Reducir el costo del proceso de producción de prendas.	Reducción de tiempo ciclo	Tiempo ciclo de producción de productos poleras	<=18 min	De 18 a 20 min	>20 min	20.26 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanceo de Línea</li> <li>• Estudio de Tiempos</li> <li>• Hoja de Trabajo estándar</li> </ul>	Jefe de producción
Mejorar la eficiencia del proceso de producción.	Incrementar Eficiencia	Utilización del proceso	>85 %	85 %	<85 %	65 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanceo de Línea</li> <li>• Estudio de Tiempos</li> <li>• Hoja de Trabajo estándar</li> </ul>	Jefe de producción

## **4.2. Selección y definición del problema**

De acuerdo con el tablero de indicadores presentado en la tabla 16, se identifican los objetivos específicos para los cuales se definirán las contramedidas clave para su mejora. Para ello, se llevará a cabo el análisis de Ishikawa, como se presenta en la figura 19.

### **4.2.1. Problemas que se presentan del proceso**

#### **Problema 1**

- Durante el 2023, el tiempo ciclo de confección de los *joggers* fue de 13,70 minutos. Lo deseable era que el tiempo ciclo fuera de 11,5 minutos, por lo que el tiempo real excedió el objetivo en un 19,1 %.
- Durante el 2023, el tiempo ciclo de confección de la polera fue de 20,26 minutos. Lo deseable era que el tiempo ciclo fuera de 18 minutos, por lo que el tiempo real excedió el objetivo en un 12,6 %.

#### **Problema 2**

- Durante el 2023, la eficiencia del ciclo de confección de los *joggers* y poleras fue de 65 %. Lo deseable era que la eficiencia fuera de 85 % minutos, por lo que el tiempo real excedió el objetivo en un 19 %.

#### 4.2.2. Comprensión del problema

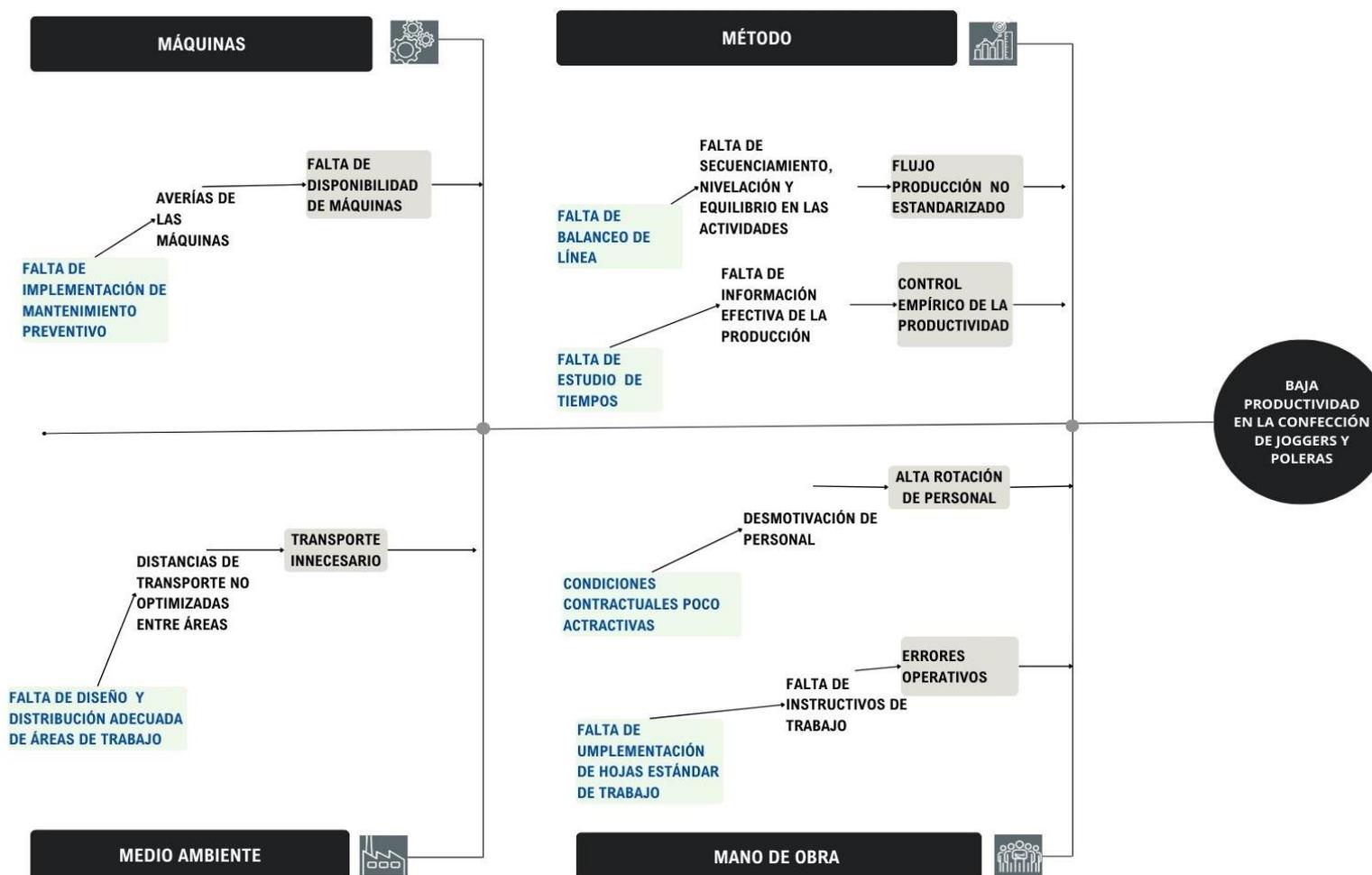


Figura 19. Diagrama de Ishikawa de la empresa

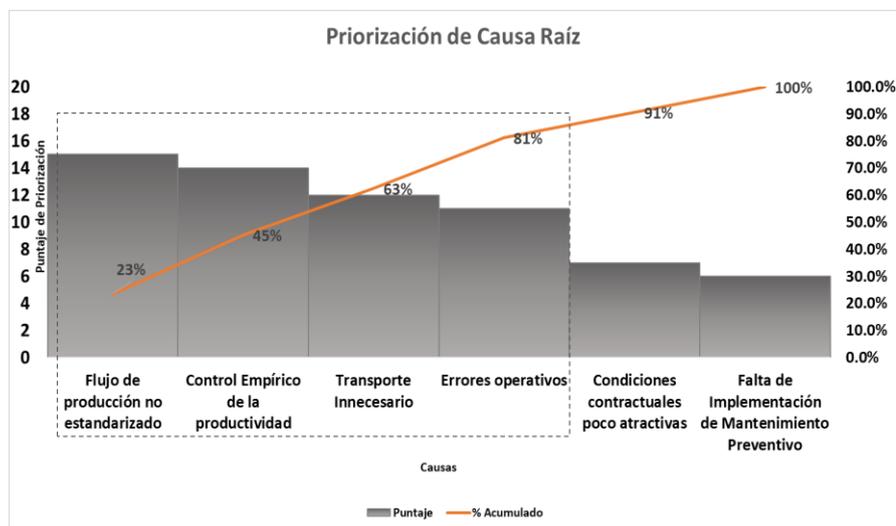
### 4.2.3. Evaluación de causas y contramedidas

Tras realizar el análisis de Ishikawa, se identificaron las causas raíz especificadas en la tabla 17. Para su priorización, se sometieron a un juicio de expertos, utilizando un sistema de puntuación de 1 a 5, donde 1 representa «Muy bajo» y 5 representa «Muy alto» la relación de cada causa raíz sobre el problema descrito.»

**Tabla 17. Cuadro de priorización de causa raíz**

#	Causa	Jefe de Producción	Invest. 1	Invest. 2	Total	% acum.
1	Flujo de producción no estandarizado	5	5	5	15	23
2	Control Emperico de la productividad	4	5	5	14	45
3	Transporte Innecesario	4	4	4	12	62
4	Errores operativos	3	4	4	11	80
5	Condiciones contractuales poco atractivas	3	2	2	7	91
6	Falta de Mantenimiento Preventivo	2	2	2	6	100
Total					65	

De acuerdo con el principio de Pareto, se han seleccionado solo las cuatro causas principales, ya que estas representan el 81 % de los factores que contribuyen al problema.



**Figura 20. Pareto para priorización de causas**

Con las causas raíz determinadas, se llevó a cabo el análisis de las herramientas a considerar para la mejora del proceso productivo, que está especificado en la tabla 18.

**Tabla 18. Planteamiento de herramientas de mejora**

<b>Causa raíz</b>	<b>Herramienta</b>
Falta de estudio de tiempos	Estudio de tiempo
Falta de diseño y distribución adecuada de trabajo	DAP Análisis SPL
Falta de Balanceo de Línea	VSM Balanceo de Línea
Falta de Implementación de Hojas Estándar de Trabajo	Hoja Estándar de Trabajo

### **4.3. Diagnóstico actual del proceso de producción**

#### **4.3.1. Selección de familia de productos**

Para la selección de familia se productos, tomaremos los productos con mayor cantidad de ventas de la figura 18. Análisis P-Q (producto- cantidad). Por lo tanto, se trabajó con los productos *jogger* y polera que representan el 80 %.

#### **4.3.2. Recolección de datos**

##### **4.3.2.1. Estudio de tiempos**

La empresa en estudio no cuenta con un estudio de tiempo validado estadísticamente, y los tiempos que manejan son empíricamente por cantidad de *jogger* o polera que fabrican de un fardo de tela. Por lo tanto, este estudio permitió conocer el tiempo estándar real, y servirá para demostrar si el costo de producción en planta es más económico, que el costo de producción tercerizada. Así mismo el margen de utilidad de dichos productos.

A continuación, se detallan los pasos para la obtención del tiempo estándar de una sola actividad, específicamente de la actividad 16 de manera explicativa, esta actividad pertenece al proceso de confección. Al finalizar se mostrará los tiempos estándar de todas las actividades, tanto de *jogger* como de la polera.

#### **A. Inicio del estudio**

Para el inicio del estudio se tiene que capacitar a los responsables del proceso entre los cuales tenemos:

- Jefe de producción, que brindara soporte para el desarrollo del estudio
- Operador de corte
- Operador de confección
- Operador de control de calidad
- Operador de empaquetado

Las obligaciones de las partes interesadas, mencionada en la parte superior, están detalladas en el apartado 2.2.5.1. de requerimientos del estudio de tiempos. Así mismo, las responsabilidades del analista que realiza este estudio.

### B. Registro de toma de tiempos

Para el registro de la toma de tiempos, se cuenta con un formato para dar inicio, se tomará a los procesos de corte, confección, control de calidad y empaquetado.

- **Primer paso**, se registran los 10 tiempos observados, ver tabla 19. Se hace uso de un tablero, formato de toma de tiempos y un cronometro continuo.

**Tabla 19. Registro de tiempos observados**

N.º	Descripción de la actividad	Tiempo observado (min)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	Unir tiro delantero	0,10	0,12	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,12	0,11	0,11

- **Segundo paso**, tomadas las 10 muestras preliminares, se procede a validar estadísticamente con la fórmula, para obtener el promedio representativo de cada actividad, y tener un nivel de confianza del 95.45 %.

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Se obtienen estos datos de la tabla:

$$\sum x = 1.093$$

$$\sum x^2 = 0.119866$$

$$n' = 10 \text{ tiempos observados}$$

$$n = \left( \frac{40\sqrt{10 * (0.119866) - (1.093)^2}}{1.093} \right)^2 = 5.37 \cong 6$$

Conclusiones: Se necesita seis tiempos adicionales para que el promedio sea representativo.

- **Tercer paso**, se registran los seis tiempos adicionales y se calcula el promedio representativo. Como se observa en la tabla 20.

**Tabla 20. Registro de tiempos adicionales y promedio T. O.**

Tiempo observado (min)										Tiempo observado adicional (min)						P. Tiempo observado	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n	11	12	13	14	15		16
0,10	0,12	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,12	0,11	0,11	6	0,09	0,13	0,11	0,11	0,10	0,12	0,11

### C. Cálculo del tiempo normal

Determinado el promedio del tiempo observado, se procede a valorar o calificar el rendimiento del operador. Para este cálculo se apoya con la tabla 3. Escalas de valoración.

- **Calificación del operario**

La calificación lo determina el analista de estudio de tiempos, de acuerdo con los criterios observados *in situ*. Con la escala de valoración de Westinghouse, donde se subdivide en habilidad, condiciones, esfuerzo y consistencia por parte del operador. Para esta actividad estudiada, el operador obtiene una calificación en habilidad de +0.011, condiciones de +0.02, esfuerzo de +0.05 y en consistencia de +0.01. Estas 4 calificaciones se suman, y a su vez se suman a la unidad. Como se puede observar a continuación.

$$\text{Calificación} = 1 + C$$

$$\text{Calificación} = 1 + (+0.11 + 0.02 + 0.05 + 0.01)$$

$$\text{Calificación} = 1 + 0.19 = 1.19$$

La fórmula para calcular el tiempo normal es la multiplicación del promedio de los tiempos observados y la calificación o valoración del operario, ver tabla 21.

**Tabla 21. Cálculo del tiempo normal**

N.º	Descripción de la actividad	P. tiempo observado	Valoración	Tiempo normal
16	Unir tiro delantero	0,11	1,19	0,13

En la tabla 21, se obtiene que el tiempo normal para esta actividad es de 0.13 minutos.

#### D. Tiempo estándar

Determinado el tiempo normal, se procede a suplementar, ya que el operador no mantiene la misma eficiencia durante el transcurso del día, para esto se apoya en la figura 8. Lista de suplementos.

- **Suplemento y holguras**

La suplementación lo determina el analista de estudio de tiempos, de acuerdo con los criterios observados *in situ*. De la lista de suplementos solo se tomarán las necesarias, ya que esta actividad pertenece al proceso de confección. Ver tabla 22.

**Tabla 22. Suplementos obtenidos**

Suplementos constantes	
Necesidades Personales	7 %
Base por fatiga básica	4 %
Suplementos variables	
Suplemento por estar parado	0 %
Postura por posición anormal	1 %
Trabajo preciso	2 %
Ruido Intermitente y fuerte	2 %
Monotonía media	1 %
Tedioso	1 %
Total	18,00 %

*Nota:* El porcentaje en cada suplemento es a criterio de cada analista, puede variar dependiendo de quien realice el estudio. Los suplementos constantes son 11 %, ya que la parte de confección lo realizan mujeres

La fórmula para tiempo estándar, es la multiplicación del tiempo normal y el suplemento más uno.

$$Tiempo\ estándar = TN * (1 + Suplemento)$$

$$TE = TN * \left(1 + \frac{18}{100}\right)$$

$$TE = 0.13 * 1.18$$

$$TE = 0.15$$

**Tabla 23. Cálculo del tiempo estándar**

N.º	Descripción de la actividad	Tiempo normal	Suplemento %	Tiempo estándar (min)	Tiempo estándar (seg)
16	Unir tiro delantero	0,13	1,18	0,15	9,21

En la tabla 23, el tiempo estándar para esta actividad es de 0.15 minutos. Con que, ya se tiene validado el tiempo.

A continuación, se presenta un resumen de los tiempos estándar por proceso de los dos productos, el total de actividades se detalla en el diagrama analítico del proceso.

Se presenta la tabla completa de los tiempos observados de *jogger* y polera en los **anexos 3 y 4**.

- Tiempo Estándar *Jogger*

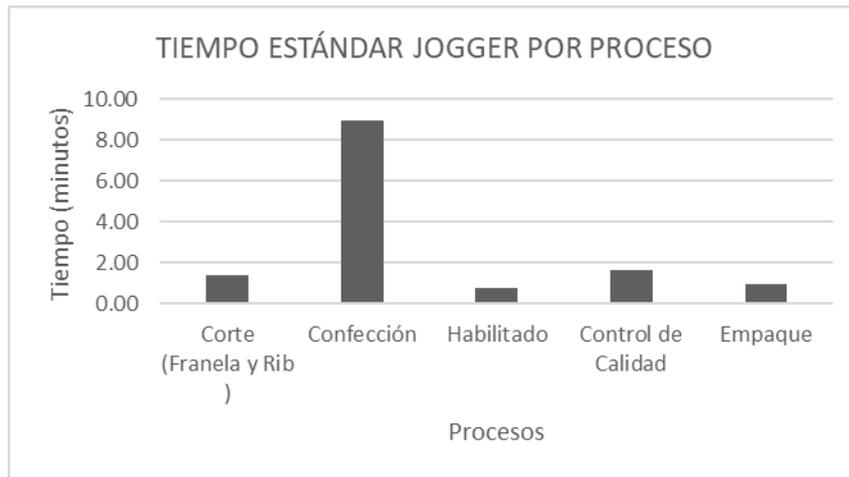
Siguiente página

**Tabla 24. Tiempo estándar jogger**

Procesos	N°	Descripción de la Actividad	Máquina	P. Tiempo Observado(min)	Valoración	Tiempo Normal	Suplemento %	Tiempo Estandar (min)
Corte - Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 a l área de Corte	-	0,02	1	0,02	1,24	0,02
	2	Tender franela reactiva 1/20	-	0,40	1,21	0,48	1,16	0,56
	3	Marcar franela reactiva 1/20	-	0,17	1,21	0,21	1,18	0,24
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora	0,21	1,21	0,25	1,18	0,30
	5	Trasladar aplicaciones al área de Habilitado (Colocar Ojalillo)	-	0,02	1	0,02	1,14	0,03
Habilitado	6	Colocar ojalillos a las aplicaciones	Remachadora Neumática	0,33	1,19	0,39	1,2	0,47
	7	Trasladar elasticos	-	0,06	1	0,06	1,18	0,07
	8	Cortar elasticos para cintura	-	0,03	1,19	0,04	1,2	0,05
Corte - RIB	9	Trasladar fardo de Tela Rib al área de Corte	-	0,03	1	0,03	1,24	0,04
	10	Tender Rib	-	0,05	0,71	0,03	1,16	0,04
	11	Marcar Rib	-	0,01	0,71	0,01	1,18	0,01
	12	Cortar Rib 14 cm	Cortadora	0,02	0,71	0,01	1,18	0,02
	13	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a talla de la prenda	Cortadora	0,11	0,71	0,08	1,18	0,09
	14	Trasladar y almacenar rib cortado	-	0,03	1	0,03	1,14	0,04
Confección	15	Recepcionar franela cortada	-	0,27	1	0,27	1,18	0,32
	16	Unir tiro delantero	Remalladora	0,11	1,19	0,13	1,18	0,15
	17	Unir 2 bolsillos con tiro delantero	Remalladora	0,26	1,19	0,31	1,18	0,37
	18	Unir tiro posterior y etiqueta de talla	Remalladora	0,28	1,19	0,34	1,18	0,40
	19	Pespuntar falso bolsillo y tiro delantero	Recta	0,31	1,19	0,37	1,18	0,44
	20	Pespuntar tiro posterior	Recta	0,11	1,19	0,13	1,18	0,16
	21	Unir 2 vistas con falso bolsillo (conformar bolsillos)	Remalladora	0,45	1,19	0,54	1,18	0,64
	22	Unir costados y etiqueta de marca	Remalladora	0,71	1,19	0,85	1,18	1,00
	23	Pespuntar costados	Recta	0,48	1,19	0,57	1,18	0,67
	24	Remallar la entrepierna	Remalladora	0,34	1,19	0,40	1,18	0,48
Habilitado	25	Trasladar aplicaciones con ojalillos	-	0,00	1	0,00	1,16	0,00
	26	Trasladar rib cintura	-	0,00	1	0,00	1,16	0,00
Confección	27	Unir rib cintura y aplicación	Remalladora	0,28	1,19	0,34	1,18	0,40
Habilitado	28	Trasladar elástico	-	0,04	1	0,04	1,18	0,05
Confección	29	Pespuntar cinta elastica	Recta	0,09	1,19	0,10	1,18	0,12
	30	Unir rib cintura y elástico con Jogger	Remalladora	0,92	1,19	1,10	1,18	1,29
Habilitado	31	Trasladar rib puño	-	0,00	1	0,00	1,16	0,00
Confección	32	Unir los extremos de Rib puño	Recta	0,20	1,19	0,23	1,18	0,27
Habilitado	33	Cortar hilos y doblar rib puños	-	0,08	1,19	0,10	1,2	0,12
Confección	34	Pespuntar rib cintura	Recta	0,43	1,19	0,51	1,18	0,60
	35	Unir rib puños a jogger	Remalladora	0,83	1,19	0,99	1,18	1,17
	36	Pespuntar rib puños	Recta	0,34	1,19	0,40	1,18	0,47
	37	Trasladar Jogger confeccionado a Control de Calidad	-	0,01	1	0,01	1,18	0,02
Control de Calidad	38	Cortar cordón 1.15 mts	-	0,22	1	0,22	1,14	0,25
	39	Realizar corte de hilos , doblado y colocado de cordón	-	1,18	1	1,18	1,14	1,35
	40	Trasladar Jogger doblado a Empaque	-	0,04	1	0,04	1,15	0,04
Empaquetado	41	Colocar terminales metálicos en el cordón y Hantag	Remachadora	0,58	1	0,58	1,14	0,66
	42	Embolsar Jogger	-	0,25	1	0,25	1,14	0,29
<b>TOTAL</b>				10,33				13,70

**Tabla 25. Tiempo estándar jogger por proceso**

Proceso	Máquina	TSTD (min)	TSTD (seg)
Corte (franela y Rib )	Cortadora industrial	1,39	83,26
Confección	Remalladora/ máquina recta	8,96	537,80
Habilitado	–	0,77	46,03
Control de calidad	–	1,64	98,42
Empaque	Remachadora	0,94	56,64
Total		13,70	822,15



**Figura 21. Tiempo estándar jogger por proceso**

- Tiempo estándar polera

**Tabla 26. Tiempo Estándar Polera**

Procesos	Nº	Descripción de la Actividad	Máquina	P. Tiempo Observado	Valoración	Tiempo Normal	Suplemento %	Tiempo Estándar	
Corte- Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 a área de Corte		0,03	1	0,026	1,24	0,03	
	2	Tender franela reactiva 1/20		0,55	1,21	0,665	1,16	0,77	
	3	Marcar franela reactiva 1/20		0,20	1,21	0,242	1,18	0,29	
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora	0,21	1,21	0,250	1,18	0,29	
	5	Trasladar capuchas al área de habilitado (Colocar ojajillos)		0,03	1	0,032	1,14	0,04	
Habilitado	6	Colocar ojajillos en la capucha	Remachadora Neumática	0,34	1,19	0,401	1,2	0,48	
Corte- Rib	7	Trasladar fardo de Tela Rib al área de Corte		0,03	1	0,034	1,24	0,04	
	8	Tender Rib		0,05	0,71	0,032	1,16	0,04	
	9	Marcar Rib		0,01	0,71	0,007	1,18	0,01	
	10	Cortar Rib 14 cm	Cortadora	0,02	0,71	0,014	1,18	0,02	
	11	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a talla de la prenda	Cortadora	0,07	0,71	0,048	1,18	0,06	
	12	Trasladar y almacenar rib cortado		0,03	1	0,032	1,14	0,04	
Corte - Jersey	13	Trasladar fardo de Jersey 30/1 al área de Corte		0,00	1	0,002	1,24	0,00	
	14	Marcar Jersey 30/1		0,01	1,21	0,008	1,18	0,01	
	15	Tender Jersey 30/1		0,03	1,21	0,033	1,16	0,04	
	16	Cortar Jersey 30/1	Cortadora	0,01	1,21	0,010	1,18	0,01	
	17	Trasladar y Almacenar Jersey en almacén de Corte		0,00	1	0,003	1,14	0,00	
Confección	18	Recepcionar franela cortada		0,40	1	0,401	1,18	0,47	
	19	Recubrir bolsillo canguro	Recubridora	0,23	1,19	0,279	1,18	0,33	
Habilitado	20	Cortar los hilos del bolsillo canguro		0,12	1,19	0,145	1,2	0,17	
Confección	21	Unir bolsillo canguro al pecho	Recta	0,93	1,19	1,102	1,18	1,30	
	22	Unir hombros	Remalladora	0,27	1,19	0,318	1,18	0,38	
	23	Pespuntar hombros	Recta	0,22	1,19	0,265	1,18	0,31	
	24	Unir mangas a sisas	Remalladora	0,64	1,19	0,765	1,18	0,90	
	25	Unir mangas a sisas (Pespuntar)	Recta	0,43	1,19	0,514	1,18	0,61	
Habilitado	26	Trasladar capuchas con ojajillos		0,00	1	0,005	1,16	0,01	
Confección	27	Unir las dos caras de la capucha	Remalladora	0,20	1,19	0,242	1,18	0,29	
	28	Pespuntar capucha	Recta	0,23	1,19	0,270	1,18	0,32	
	29	Unir las dos caras del forro de la capucha	Remalladora	0,20	1,19	0,239	1,18	0,28	
	30	Unir 2 franjas (Tira de franela)	Remalladora	0,08	1,19	0,096	1,18	0,11	
	31	Unir franjas al forro	Remalladora	0,35	1,19	0,416	1,18	0,49	
	32	Unir capucha con el forro	Remalladora	0,38	1,19	0,452	1,18	0,53	
	33	Realizar 1er pespunte de capucha con el forro	Recta	0,46	1,19	0,553	1,18	0,65	
	34	Realizar 2do pespunte de capucha con el forro	Recta	0,35	1,19	0,417	1,18	0,49	
	35	Unir capucha al cuello de la polera	Remalladora	0,81	1,19	0,959	1,18	1,13	
	36	Realizar 1er pegado de cinta tul y etiqueta de talla (En la parte interior)	Recta	0,69	1,19	0,827	1,18	0,98	
	37	Realizar 2do pegado de cinta tul y etiqueta de talla (En la parte interior)	Recta	0,44	1,19	0,525	1,18	0,62	
	38	Unir cuerpo con capucha	Recta	0,38	1,19	0,454	1,18	0,54	
	39	Unir costados y mangas	Remalladora	0,60	1,19	0,713	1,18	0,84	
	Habilitado	40	Traslado de rib puño		0,00	1	0,005	1,16	0,01
	Confección	41	Unir los extremos de Rib puño	Recta	0,20	1,19	0,241	1,18	0,28
Habilitado	42	Cortar hilos y doblar rib puños		0,08	1,19	0,097	1,2	0,12	
43	Traslado de rib cintura		0,00	1	0,005	1,16	0,01		
Confección	44	Unir rib cintura	Remalladora	0,11	1,19	0,133	1,18	0,16	
	45	Unir rib puño con mangas	Remalladora	0,59	1,19	0,697	1,18	0,82	
	46	Unir rib cintura a la polera	Remalladora	0,63	1,19	0,750	1,18	0,89	
	47	Pespuntar rib cintura	Recta	0,38	1,19	0,450	1,18	0,53	
	48	Coser etiqueta de marca en rib cintura	Recta	0,20	1,19	0,243	1,18	0,29	
	49	Trasladar Polera Clásica confeccionada a Control de Calidad		0,02	1	0,019	1,18	0,02	
Control de Calidad	50	Cortar cordón 1.15 mis		0,22	1	0,219	1,14	0,25	
	51	Realizar corte de hilos, doblado y colocado de cordón		1,73	1	1,735	1,14	1,98	
52	Trasladar Polera Clásica doblado a Empaque		0,05	1	0,053	1,15	0,06		
Empaquetado	53	Colocar terminales metálicos en el cordón y Hantag	Remachadora	0,58	1	0,577	1,14	0,66	
	54	Embolsar Polera Clásica	-	0,25	1	0,252	1,14	0,29	
<b>TOTAL</b>				<b>15,09</b>				<b>20,26</b>	

**Tabla 27. Tiempo estándar polera por proceso**

Proceso	Máquina	TSTD (min)	TSTD (seg)
Corte (franela, Rib y Jersey)	Cortadora industrial	1,68	100,92
Confección	Máquina remalladora/ recta/recubridora	14,56	873,46
Habilitado	-	0,79	47,28
Control de calidad	-	2,29	137,27
Empaque	Remachadora	0,94	56,64
<b>Total</b>		<b>20,26</b>	<b>1215,56</b>

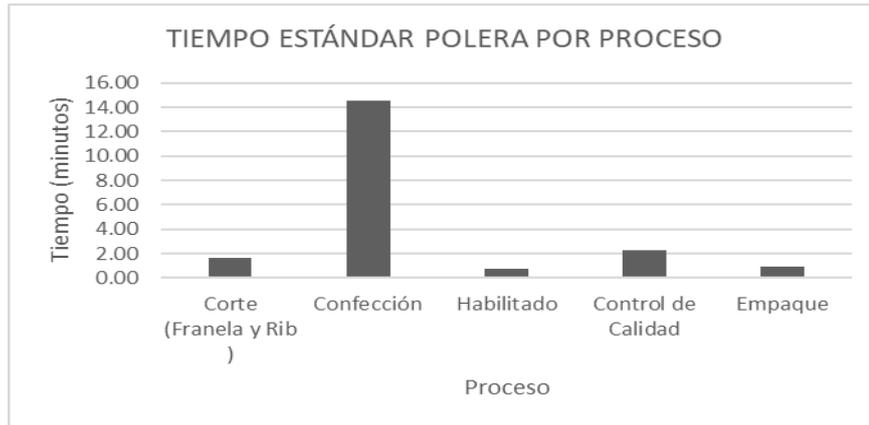


Figura 22. Tiempo estándar polera por proceso

#### 4.3.2.2. Diagrama analítico del proceso AS IS

En estos diagramas se describe cada una de las actividades que se realizan para cada uno de los productos, tanto para *Jogger rib* y Polera clásica. Inician en el proceso de corte, confección, control de calidad y, por último, empaquetado.

A continuación, se muestran los diagramas analíticos de *jogger rib* y polera clásica.

Tabla 28. Diagrama Analítico del Proceso AS IS – Jogger rib

DIAGRAMA ANALITICO DEL PROCESO												
Diagrama: N° 1			Hoja N° 1			RESUMEN						
OBJETO:	Determinar la secuencia completa del proceso actual					ACTIVIDAD	ACTUAL					
ÁREA:	Producción	PRODUCTO:	Jogger Rib	Operación	○	24						
MÉTODO:	Diagrama de proceso actual					Transporte	⇔	12				
LUGAR:	Taller de Producción de la empresa					Espera	⏸	-				
Operario:						Inspección	□	-				
Elaborado por: B oja Rios Yuri Henry						Almacenamiento	▽	-				
Condoni Huaracaya Lucy						Operación/Inspección	◻	6				
Aprobado por: Jefe de Producción						<b>TOTAL</b>		<b>42</b>				
Fecha: 07/06/2023						<b>Distancia en metros</b>	<b>159,13</b>					
Procesos	N°	Actividad	Máquina	Distancia en metros	Tiempo Estándar (minutos)	Tiempo Estándar (segundos)	SIMBOLOGIA					
							○	⇔	⏸	□	▽	◻
Corte-Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 a l área de Corte	-	12,7	0,02	1,36	x					
	2	Tender franela reactiva 1/20	-	0	0,56	33,66						x
	3	Marcar franela reactiva 1/20	-	0	0,24	14,60	x					
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora	0	0,30	18,05						x
	5	Trasladar aplicaciones al área de Habilitado (Colocar Ojalillo)	-	11,2	0,03	1,63	x					
Habilitado	6	Colocar ojalillos a las aplicaciones	Remachadora Neumática	0	0,47	28,11	x					
	7	Trasladar elástico	-	12,85	0,07	4,30		x				
	8	Cortar el asticos para cintura	-	0	0,05	2,96	x					
	9	Trasladar fardo de Tela Rib al área de Corte	-	16,2	0,04	2,59		x				
Corte-RIB	10	Tender Rib	-	0	0,04	2,23						x
	11	Marcar Rib	-	0	0,01	0,50	x					
	12	Cortar Rib 14 cm	Cortadora	0	0,02	0,96						x
	13	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a talla de la prenda	Cortadora	0	0,09	5,49						x
	14	Trasladar y almacenar rib cortado	-	3,6	0,04	2,20		x				
Confección	15	Recepcionar franela cortada	-	21,1	0,32	19,28		x				
	16	Unir tiro delantero	Remalladora	0	0,15	9,21	x					
	17	Unir 2 bolsillos con tiro delantero	Remalladora	0	0,37	22,23	x					
	18	Unir tiro posterior y etiqueta de talla	Remalladora	0	0,40	23,76	x					
	19	Pespuntar falso bolsillo y tiro delantero	Recta	0	0,44	26,50	x					
	20	Pespuntar tiro posterior	Recta	0	0,16	9,30	x					
	21	Unir 2 vistas con falso bolsillo (conformar bolsillos)	Remalladora	0	0,64	38,24	x					
	22	Unir costados y etiqueta de marca	Remalladora	0	1,00	59,84	x					
	23	Pespuntar costados	Recta	0	0,67	40,04	x					
	24	Remallar la entrepierna	Remalladora	0	0,48	28,54	x					
Habilitado	25	Trasladar aplicaciones con ojalillos	-	3,4	0,00	0,23		x				
	26	Trasladar rib cintura	-	3,4	0,00	0,23		x				
Confección	27	Unir rib cintura y aplicación	Remalladora	0	0,40	23,87	x					
Habilitado	28	Trasladar elástico	-	12,85	0,05	2,98		x				
Confección	29	Pespuntar cinta elastica	Recta	0	0,12	7,29	x					
Confección	30	Unir rib cintura y elástico con Jogger	Remalladora	0	1,29	77,58	x					
Habilitado	31	Trasladar rib puño	-	3,4	0,00	0,23		x				
Confección	32	Unir los extremos de Rib puño	Recta	0	0,27	16,48	x					
Habilitado	33	Cortar hilos y doblar rib puños	-	0	0,12	7,00	x					
Confección	34	Pespuntar rib cintura	Recta	0	0,60	36,05	x					
Confección	35	Unir rib puños a jogger	Remalladora	0	1,17	70,33	x					
Confección	36	Pespuntar rib puños	Recta	0	0,47	28,26	x					
Confección	37	Trasladar Jogger confeccionado a Control de Calidad	-	1,2	0,02	1,01		x				
Control de Calidad	38	Cortar cordon 1.15 mts	-	0	0,25	14,97		x				
	39	Realizar corte de hilos ,doblado y colocado de cordón	-	0	1,35	80,95						x
	40	Trasladar Jogger doblado a Empaque	-	57,23	0,04	2,50		x				
Empaquetado	41	Colocar terminales metalicos en el cordón y Hantag	Remachadora	0	0,66	39,43	x					
	42	Embolsar Jogger	-	0	0,29	17,21	x					
<b>TOTAL</b>				<b>159,13</b>	<b>13,70</b>	<b>822,15</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>

Nota: Se tiene un total de 42 actividades, de las cuales 24 son operaciones, 12 transportes y 6 actividades combinadas. El tiempo ciclo de corte hasta empaquetado es de 13.70 minutos

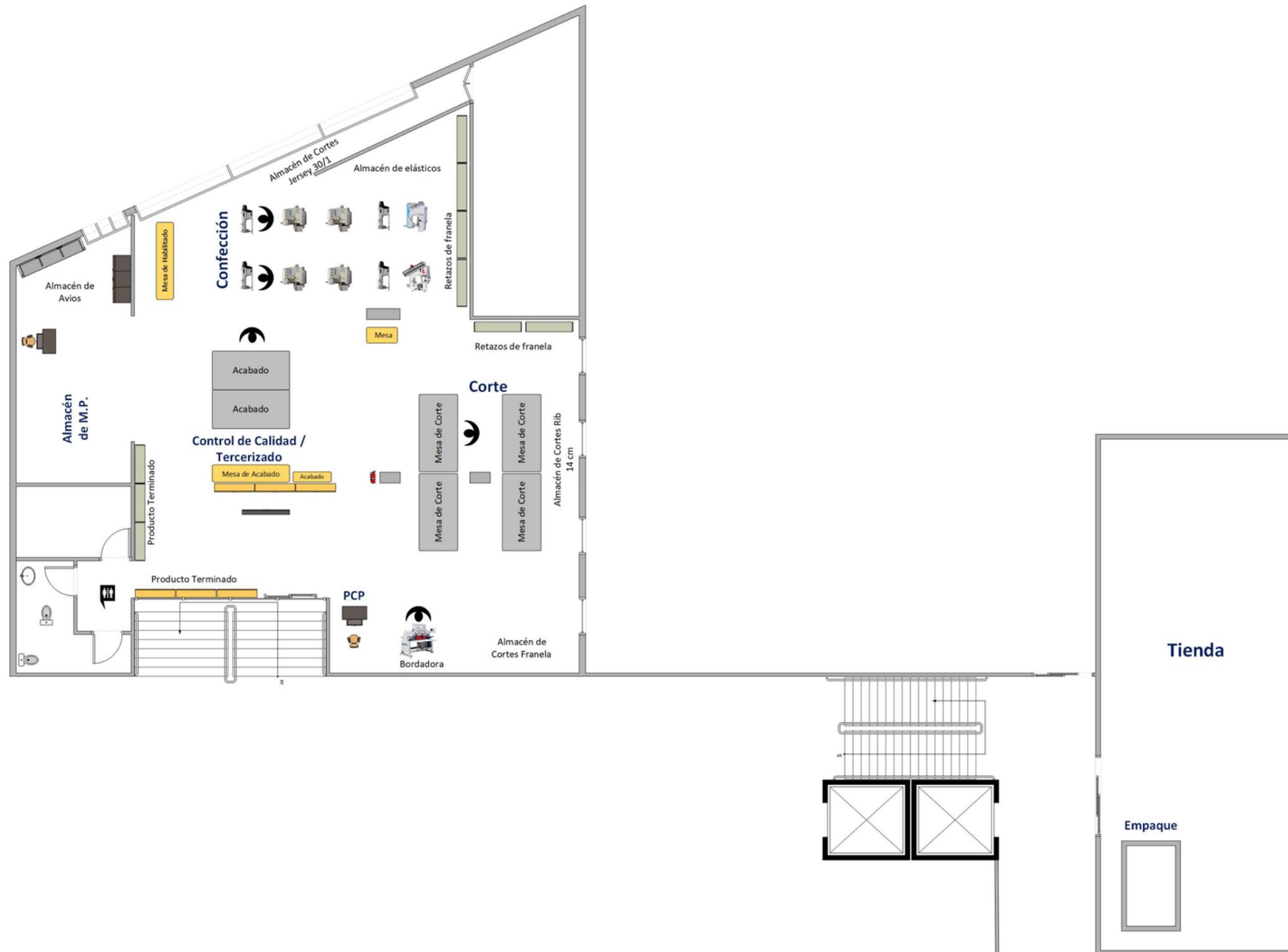
**Tabla 29. Diagrama analítico del proceso AS IS – polera clásica**

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO															
Diagrama: N°1		Hoja N°1		RESUMEN											
OBJETO:	Determinar la secuencia completa del proceso actual			ACTIVIDAD	ACTUAL										
ÁREA:	Producción	PRODUCTO	Polera Clásica	Operación	34										
MÉTODO:	Diagrama de proceso actual			Transporte	12										
LUGAR:	Taller de Producción			España											
Operario:				Inspección											
Compuesto por:	Boja Rios Yuri Henry Condori Huarcaya Lucy			Almacenamiento											
Aprobado por:	Jefe de Producción			Operación/Inspección	8										
Fecha:	07/06/2023			TOTAL	54										
				Distancia en metros	162,93										
Procesos	N°	Actividad	Máquina	Distancia en metros	Tiempo Estándar (minutos)	Tiempo Estándar (segundos)	SIMBOLOGÍA								
							○	⇄	D	□	▽	■			
Corte - Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 a 1 área de Corte	-	12,7	0,03	1,94	x								
	2	Tender franela reactiva 1/20	-		0,77	46,31								x	
	3	Márcar franela reactiva 1/20	-		0,29	17,10	x								
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora		0,29	17,69									x
	5	Trasladar capuchas al área de habilitado (Colocar ojajillos)	-	11,2	0,04	2,21		x							
Habilitado	6	Colocar ojajillos en la capucha	Remachadora Neumática		0,48	28,85	x								
	7	Trasladar fardo de Tela Rib al área de Corte	-	16,2	0,04	2,55		x							
Corte - RIB	8	Tender Rib	-		0,04	2,23								x	
	9	Márcar Rib	-		0,01	0,50	x								
	10	Cortar Rib 14 cm	Cortadora		0,02	0,96									x
	11	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a talla de la prenda	Cortadora		0,06	3,39									x
Corte - Jersey	12	Trasladar y almacenar rib cortado	-	3,6	0,04	2,17		x							
	13	Trasladar fardo de Jersey 30/1 al área de Corte	-	12,7	0,00	0,13		x							
	14	Márcar Jersey 30/1	-		0,01	0,54	x								
	15	Tender Jersey 30/1	-		0,04	2,31									x
	16	Cortar Jersey 30/1	Cortadora		0,01	0,70									x
Confección	17	Trasladar a almacén de Corte	-	16,8	0,00	0,18		x							
	18	Recepcionar franela cortada	-	21,1	0,47	28,41		x							
	19	Recubrir bolsillo canguro	Recubridora		0,33	19,74	x								
Habilitado	20	Cortar los hilos del bolsillo canguro	-		0,17	10,43	x								
	21	Unir bolsillo canguro al pecho	Recta		1,30	78,01	x								
Confección	22	Unir hombros	Remalladora		0,38	22,52	x								
	23	Pespuntar hombros	Recta		0,31	18,73	x								
	24	Unir mangas a sisas	Remalladora		0,90	54,13	x								
	25	Unir mangas a sisas (Pespuntar)	Recta		0,61	36,39	x								
Confección	26	Trasladar capuchas con ojajillos	-	3,4	0,01	0,34		x							
	27	Unir las dos caras de la capucha	Remalladora		0,29	17,11	x								
	28	Pespuntar capucha	Recta		0,32	19,14	x								
	29	Unir las dos caras del forro de la capucha	Remalladora		0,28	16,89	x								
	30	Unir 2 franjas (Tira de franela)	Remalladora		0,11	6,80	x								
	31	Unir franjas al forro	Remalladora		0,49	29,42	x								
	32	Unir capucha con el forro	Remalladora		0,53	32,02	x								
	33	Realizar 1er pespunte de capucha con el forro	Recta		0,65	39,14	x								
	34	Realizar 2do pespunte de capucha con el forro	Recta		0,49	29,50	x								
	35	Unir capucha al cuello de la polera	Remalladora		1,13	67,90	x								
	36	Realizar 1er pegado de cinta tül y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta		0,98	58,52	x								
	37	Realizar 2do pegado de cinta tül y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta		0,62	37,20	x								
	38	Unir cuerpo con capucha	Recta		0,54	32,17	x								
	39	Unir costados y mangas	Remalladora		0,84	50,48	x								
Habilitado	40	Traslado de rib puño	-	3,4	0,01	0,34		x							
	41	Unir los extremos de Rib puño	Recta		0,28	17,04	x								
Habilitado	42	Cortar hilos y doblar rib puños	-		0,12	7,00	x								
	43	Traslado de rib cintura	-	3,4	0,01	0,34		x							
Confección	44	Unir rib cintura	Remalladora		0,16	9,40	x								
	45	Unir rib puño con mangas	Remalladora		0,82	49,32	x								
	46	Unir rib cintura a la polera	Remalladora		0,89	53,11	x								
	47	Pespuntar rib cintura	Recta		0,53	31,84	x								
	48	Coser etiqueta de marca en rib cintura	Recta		0,29	17,18	x								
Control de Calidad	49	Trasladar Polera Clasica confeccionada a Control de Calidad	-	1,2	0,02	1,34		x							
	50	Cortar cordón 1.15 mts	-		0,25	14,96	x								
	51	Realizar corte de hilos, doblado y colocado de cordón	-		1,98	118,65									x
	52	Trasladar Polera Clasica doblado a Empaque	-	57,23	0,06	3,66		x							
Empaquetado	53	Colocar terminales metalicos en el cordón y Hantag	Remachadora		0,66	39,43	x								
	54	Embolsar Polera Clasica	-		0,29	17,20	x								
TOTAL					162,93	20,26	1215,56	34	12	0	0	0	0	8	

Nota: Se tiene un total de 54 actividades, de las cuales 34 son operaciones, 12 transportes y 8 actividades combinadas. El tiempo ciclo de corte hasta empaquetado es de 20.26 minutos

#### **4.3.3. Distribución actual del proceso**

Se muestra la distribución de la planta actual de la empresa textil, como se observa en la figura 23, cuenta con dos instalaciones actualmente; uno para producción y otro para ventas (tienda). Para la producción de *jogger rib* y polera clásica pasan los siguientes procesos como: corte, confección, control de calidad y empaquetado. Este último proceso de empaquetado se encuentra en la instalación de ventas, por temas de *marketing* del producto. La instalación de producción es un área abierta, se observa que almacén de materias primas está alejada del proceso de corte, así también los cortes de franela tienen que ser trasladados desde el otro extremo del taller hacia el proceso de confección.



*Figura 23. Distribución actual del proceso*

#### 4.3.4. Mapa de flujo del valor actual

Aplicar esta herramienta permitió detectar actividades que no generen valor al proceso, y ende, generar oportunidades de mejora. Se realizará 2 VSM, uno para cada producto. Las métricas necesarias son: Tiempo disponible, tiempo ciclo, demanda mensual, lead time, tiempo de valor agregado, tiempo de valor no agregado y *takt time*.

Se procede a calcular las siguientes métricas:

##### 4.3.4.1. Métricas generales

###### ➤ Días laborados

Se recopilaron datos de la empresa textil, con estos procederemos a determinar los días laborados y el tiempo disponible, como se observa en la tabla 30.

**Tabla 30. Días laborables**

Días laborables	N.º de días
Lunes a viernes	251
Sábados	52
Días laborados al mes	25,25
Dais laborados al mes - redondeado	25

Nota: Para este estudio se trabajó con un promedio de 25 días al mes

###### ➤ Cálculo del tiempo disponible

Antes de calcular el tiempo disponible, Jefe de producción brinda la siguiente información acerca del mantenimiento de las máquinas que en promedio es 3.75 horas al mes entre los cuales se tiene mantenimiento programado y no programado, ver tabla 31.

**Tabla 31. Tiempo de mantenimiento programado y no programado**

Mantenimiento programado y no programado	Total
Horas/mes	3,75
Horas/día	0,15

Determinado el dato de mantenimiento, se procede a calcular el tiempo disponible por día, ver tabla 32.

**Tabla 32. Cálculo del tiempo disponible**

Descripción	Símbolo	Und.	Total
Número de turnos	NT	Und.	1
Jornada laboral L-V	JL	h/turno	11
Jornada laboral sábados	JL	h/turno	8
1hr de descanso por turno	TI	h/turno	1
L-V año 2023			251
Sábados año 2023			52
Tiempo disponible	TD	Horas/día	9,58
Mantenimiento		Horas/día	0,15
Tiempo disponible real	TD	Horas/día	9,43
		Min/día	565,8

➤ **Número de máquinas**

La empresa cuenta en total con cinco rectas, cinco remalladoras, una recubridora, dos cortadores de tela vertical, una remachadora neumática y 4 remachadores manuales.

➤ **Número de operadores**

La empresa cuenta con un operador de corte, cuatro operadores de confección, un operador de control de calidad y un operador de empaquetado.

**4.3.4.2. Tiempo ciclo por proceso**

Para el cálculo de los tiempos ciclo por proceso, se apoya en del diagrama analítico de proceso.

➤ **Tiempo ciclo de Jogger rib**

Para esta información se apoya en del estudio de tiempos, ver tabla 33.

**Tabla 33. Tiempo ciclo de Jogger**

Procesos		Tiempo ciclo (min)
	Corte	1,39
Confección	Recta	2,75
	habilitado	0,77
	Remalle	6,21
	Control de calidad	1,64
	Empaque	0,94
	Total	13,70

➤ **Tiempo ciclo de polera clásica**

Para esta información se apoya en del estudio de tiempos, ver tabla 34.

**Tabla 34. Tiempo ciclo de polera clásica**

	Procesos	Tiempo ciclo (min)
Confección	Corte	1,68
	Recubridora + recta habilitado	7,74
	Remalle	6,82
	Control de calidad	2,29
	Empaque	0,94
	Total	20,26

**4.3.4.3. Cálculo de la demanda**

Según data histórica recopilada de 6 meses se tiene que la demanda mensual es de 4653 *Jogger rib* y de 1234 polera clásica, ver tabla 10. Promedio de la demanda mensual. Se procede a calcular la demanda diaria por producto.

➤ **Cálculo de la demanda *Jogger rib***

Como se observa en la tabla 35, la demanda diaria es de 186 *jogger rib* por día. porque, se tiene que programar la línea de producción para poder satisfacer esta demanda del cliente.

**Tabla 35. Demanda diaria de jogger**

Descripción	Símbolo	Valor	Und.
Demanda mensual	DM	4653	<i>Jogger</i> /mes
Días hábiles por mes	DH	25	Días/mes
Demanda diaria	DD	186	<i>Jogger</i> /día

➤ **Cálculo de la demanda polera clásica**

Como se observa en la tabla 36, la demanda diaria es de 49 poleras clásicas por día.

**Tabla 36. Demanda diaria de polera**

Descripción	Símbolo	Valor	Und.
Demanda mensual	DM	1234	poleras/mes
Días hábiles por mes	DH	25	Días/mes
Demanda Diaria	DD	49	poleras/día

**4.3.4.4. Cálculo del tiempo de valor no agregado**

El *lead time*, es el tiempo total que transcurre desde que se recibe la orden de compra del cliente hasta la entrega del pedido, estos tiempos son: tiempo de adquisición de materiales, tiempo de espera entre procesos o inventario entre proceso *WIP*, tiempos de despacho y entrega y tiempos ciclo de los procesos. Son los tiempos agregan valor y tiempos que no agregan valor al proceso.

➤ **Cálculo del tiempo de valor no agregado de jogger rib**

Esta determina por los WIP de cada proceso y el tiempo de abastecimiento, que da un TNVA de 5.4 días. Ver tabla 37.

**Tabla 37. Cálculo del tiempo de valor no agregado de jogger**

Descripción	Símb.	Und.	Corte	Proceso			C.C.	Empaque	Total
				Recta	Habilitado	Rem.			
Inventario	INV	Und.	168	56	56	56	56	56	
TNVA (días)	TNVA	Días	3,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	5,4
								TNVA (min)	3383.73

Nota: Rem: Máquina de remalle. C.C: Control de Calidad

➤ **Cálculo del tiempo de valor no agregado de polera clásica**

Se determina los WIP de cada proceso y el tiempo de abastecimiento, que da un TNVA de 9.2 días. Ver tabla 38.

**Tabla 38. Cálculo de tiempo de valor no agregado de polera**

Descripción	Símb.	Und.	Corte	Proceso			C.C.	Empaque	Total
				Rec. + Recta	Habilitado	Rem.			
Inventario	INV	Und.	114	38	38	38	38	38	
TNVA (días)	TNVA	Días	5,3	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	9,2
								TNVA (Min)	5731.60

Nota: Rec: Máquina Recubridora. Rem: Máquina Remalle. C.C: Control de Calidad

**4.3.4.5. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso (PCE)**

Para este apartado se necesita conocer:

- **Tiempo de valor agregado (TVA)**, que es igual a la sumatoria del tiempo ciclo de los procesos.
- **Tiempo de valor no agregado (TNVA)**, que es la sumatoria de inventarios en procesos y tiempos de demora en los procesos en días.
- **Lead Time (LT)**, es la suma de TVA y TNVA.
- **Eficiencia del Ciclo del Proceso**, resulta de la división de TVA y *Lead Time*.

**Tabla 39. Cálculo de PCE de jogger**

Descripción	Símbolo	Und.	Total
Tiempo de valor añadido	TVA	Min	13,70
Tiempo no valor añadido	TNVA	Min	3383.73
<i>Lead Time</i>	LT	Min	3397
Eficiencia del C. P.	PCE	%	0,40 %

**Tabla 40. Cálculo de PCE de polera**

Descripción	Símbolo	Und.	Total
Tiempo de valor añadido	TVA	Min	20.26
Tiempo no valor añadido	TNVA	Min	5731.60
<i>Lead Time</i>	LT	Min	5752
Eficiencias del C. P.	PCE	%	0,35 %

**4.3.4.6. Cálculo del Takt Time**

Para este apartado será necesario conocer el tiempo disponible y la demanda, estos datos deben ser mensuales o diarios.

➤ **Takt time de Jogger rib**

Para determinar el *takt time*, es la división tiempo disponible de 565.8 minutos y la demanda diaria de 186 *jogger rib*. Nos como resultado cada 3.04 minutos el cliente está comprando un *Jogger rib* (ver tabla 41).

**Tabla 41. Takt Time de Jogger**

Descripción	Símbolo	Und.	Valor
<i>Takt time</i>	TKT	Min/und	3,04

➤ **Takt time de polera clásica**

Para determinar el *takt time*, es la división tiempo disponible de 565.8 minutos y la demanda diaria de 49 poleras. Nos como resultado cada 11.46 minutos el cliente está comprando una polera (ver tabla 42).

**Tabla 42. Takt Time de polera**

Descripción	Símbolo	Und.	Valor
Takt time	TKT	Min/und.	11,46

#### 4.3.4.7. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso (PCE) gráfica VSM actual

A continuación, se presentan los mapas de flujo de valor actual del *jogger* y polera.

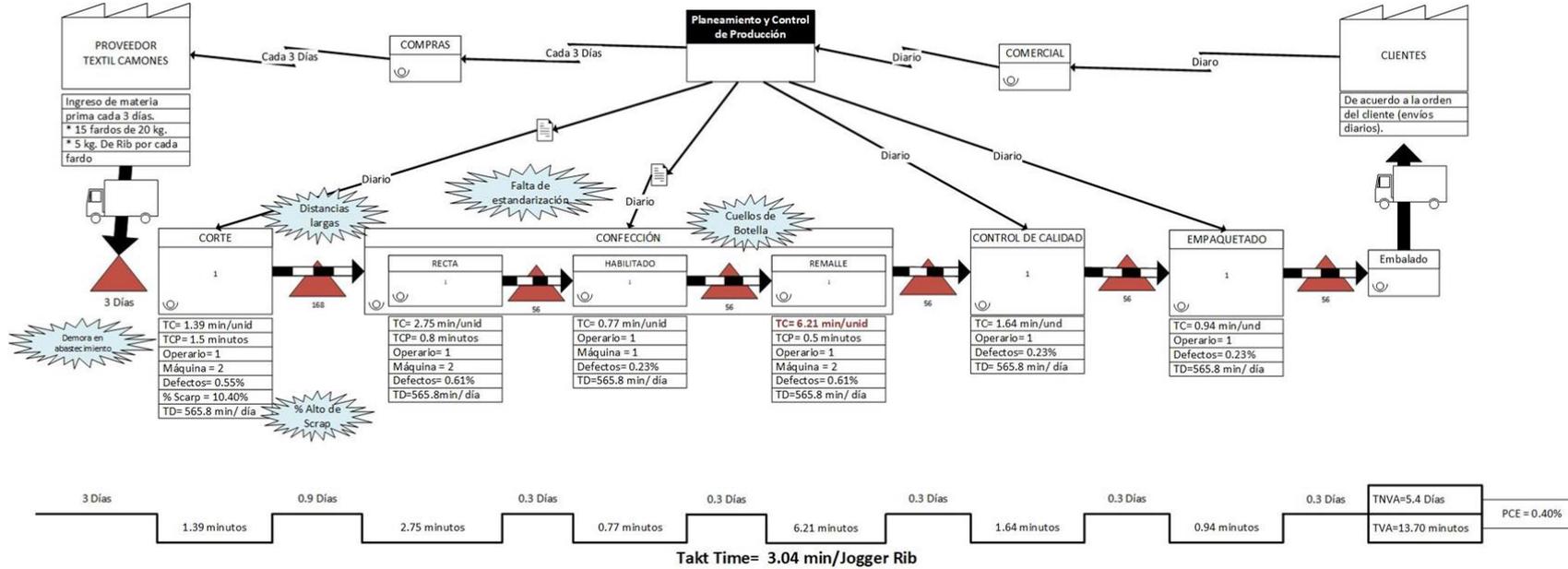


Figura 24. VSM actual de jogger

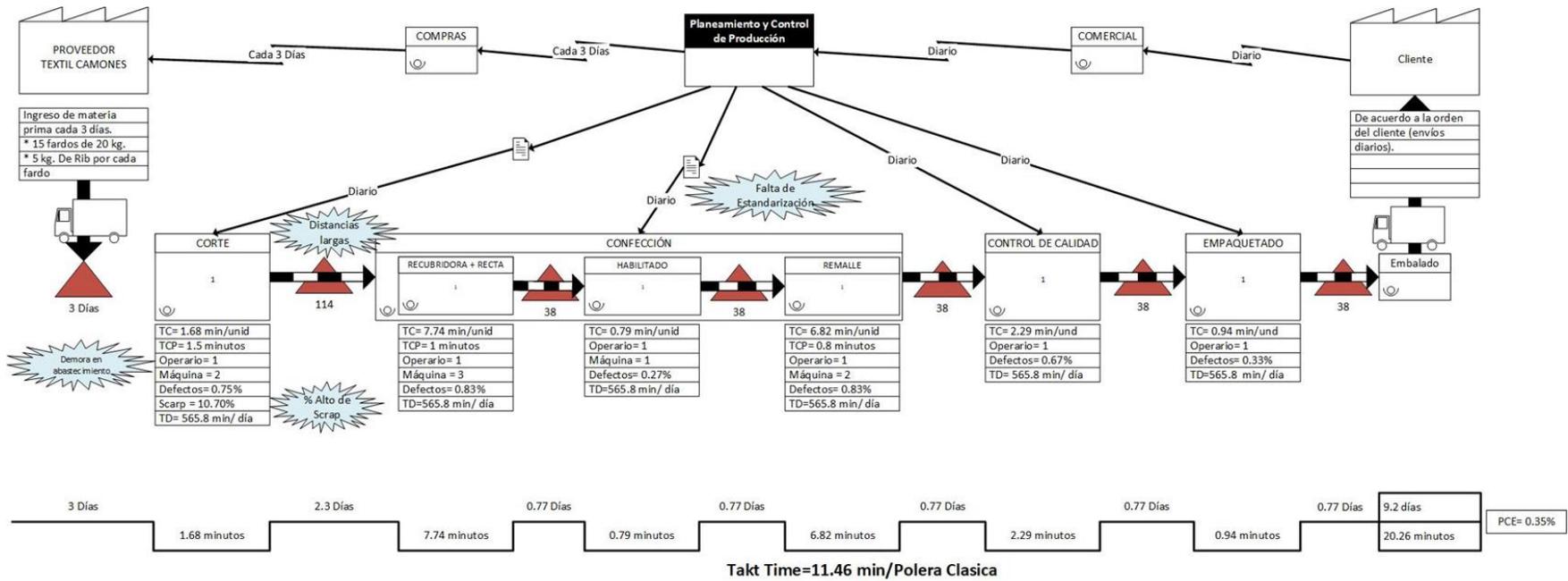


Figura 25. VSM actual de polera

#### 4.3.4.8. Resultados del VSM actual

##### ➤ Resultados VSM actual jogger

Se definen algunos planes de acción, como se observa en la tabla 43.

**Tabla 43. Planes de acción Jogger**

Eventos Kaizen	Proceso	Métrica	VSM Actual	Plan de Acción	Herramienta	Responsable
Cuello de botella	Confección - Remalle	TC>Takt Time	6,21 minutos > 3.04 minutos	Reducir el tiempo de TC	Balance de Línea	Jefe de Producción
Demora en abastecimiento	Corte	TNVA	3 días	Reducir el tiempo de almacenamiento	JIT	Jefe de Logística
Porcentaje alto de <i>Scrap</i>	Corte	%	10,40 %	Estandarizar el marcado de la franela	Capacitación al personal de corte	Jefe de Producción
Distancias largas entre procesos	Corte, confección, control de calidad y empaque	Metros	159,13 metros	Distribución de Planta	Planeación Sistemática de Distribuciones SPL	Jefe de Producción
Falta de estandarización	Confección	Cargas de trabajo recta y remalle	2,75 minutos y 6,21 minutos	Trabajo Estándar	Hoja de Trabajo Estándar	Jefe de Producción

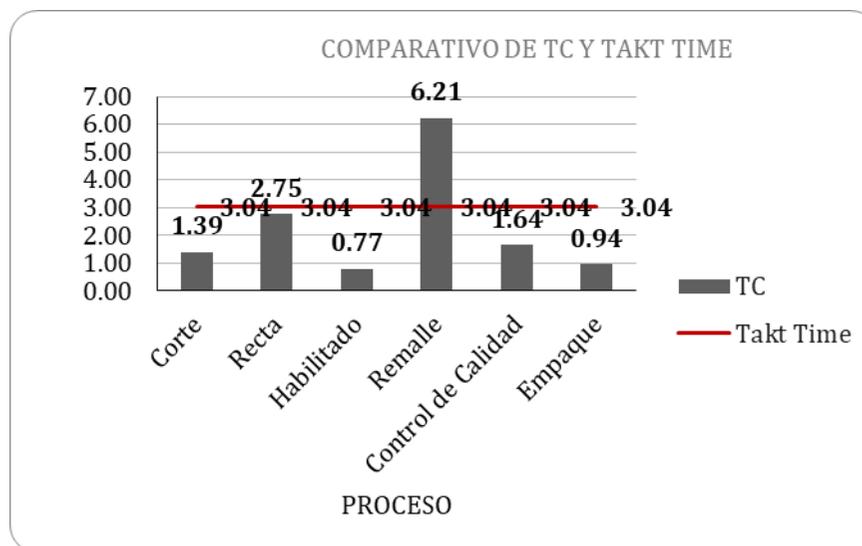


Figura 26. Comparativo tiempo ciclo y Takt Time Jogger AS IS

➤ **Resultados VSM actual polera**

Se definen algunos planes de acción, como se observa en la tabla 44.

Tabla 44. Planes de acción polera

Eventos Kaizen	Proceso	Métrica	VSM Actual	Plan de Acción	Herramienta	Responsable
Demora en Abastecimiento	Corte	TNVA	3 días	Reducir el tiempo de almacenamiento	JIT	Jefe de Logística
Porcentaje Alto de Scrap	Corte	%	10,70 %	Estandarizar el marcado de la franela	Capacitación al personal de corte	Jefe de Producción
Distancias largas entre procesos	Corte, confección, control de calidad y empaque	Metros	162,93 metros	Distribución de Planta	Planeación Sistemática de Distribuciones SPL	Jefe de Producción
Falta de Estandarización	Confección	Cargas de trabajo recta y remalle	7,74 minutos y 6,82 minutos	Trabajo Estándar	Hoja de Trabajo Estándar	Jefe de Producción

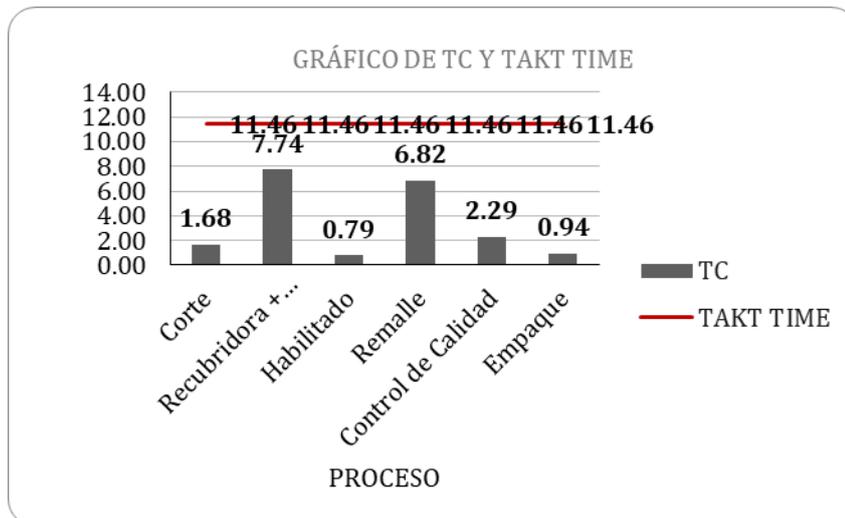


Figura 27. Comparativo tiempo ciclo y Takt time polera AS IS

#### 4.3.5. Conclusiones del diagnóstico

##### *Jogger rib*

- Se observa en el proceso de confección específicamente en remalle que tiene un tiempo ciclo de 6.21 minutos por unidad que excede el tiempo de compra del cliente que es de 3.04 minutos por *jogger*, este sería el cuello de botella y que marca el ritmo de trabajo de todo el proceso.
- En la parte de abastecimiento se tiene demoras en el ingreso de materia prima – fardos de tela que son cada 3 días. Esto hace incrementar el TNVA.
- En el proceso de corte se observa que la merma o *scrap* es del 10.40 %, esto se debe al marcado de la tela o picaduras en la tela.

##### **Polera clásica**

- El tiempo ciclo más largo es del proceso de confección, específicamente el recubridora y recta con un tiempo de 7.74 minutos por unidad y el tiempo *Takt* es de 11.46 minutos por polera. Por cual, si se satisface la demanda del cliente.
- Igualmente, que la línea de *jogger*, esta línea de polera tiene un incremento de TNVA por el ingreso de materia prima cada 3 días y el proceso de corte un porcentaje de merma o *scrap* del 10.70 %.

Según lo analizado y dato que proporciona jefe de producción se tiene que la línea de polera tiene que dar soporte a la línea de *jogger* al contar con las mismas máquinas, pese a ello no logran cumplir con la demanda del cliente, porque se tiene que mandar la producción fuera de la empresa (tercerizarlo).

La producción según registro de las dos líneas de producción es de 3095 *jogger* y 711 poleras al mes. Porque, al dar soporte a la línea de *jogger* también descuida su propia producción o ninguna de las dos líneas logra satisfacer la demanda que son 4653 *jogger* y 1234 poleras. En las dos líneas de producción se observa distancias largas entre procesos claves como almacén de materia prima (fardos de tela), corte y confección. Así mismo falta de estandarización de los procesos en confección, ya que se observa al operador no tener una secuencia establecida.

#### **4.4. Propuesta de solución**

Presentado los resultados del VSM Actual de las dos líneas *jogger* y polera y la distribución actual del proceso a la gerencia de la empresa, se presentó la siguiente propuesta de mejora:

Primeramente, se propone una «Nueva distribución de planta», con el fin de acercar los procesos claves y así disminuir la distancia entre dichos procesos, esto tendrá un impacto en la disminución del tiempo ciclo del proceso.

Seguidamente se «balancearán las líneas de producción», tanto para *jogger* como polera, en que los 4 trabajadores confeccionaran tanto *jogger* y polera, específicamente el proceso de confección, el impacto que se espera de esto es una mejorar distribución de las cargas de trabajo y un aumento de la producción y, por ende, un mejor margen de utilidad al no tercerizar el proceso de confección. Para este balanceo se propone trabajar con el tiempo disponible en porcentajes, aplicando los mismos porcentajes del Diagrama de (Producto – Cantidad) para estos dos productos más representativos, con que se trabajará al 80 % del tiempo disponible la línea de *Jogger* y 20 % para la línea de polera. Según la tabla 30. «Cálculo del tiempo disponible», se tiene 9.43 horas por día, por lo tanto, la línea de *Jogger* trabajara al 80 % con un tiempo disponible de 7.544 horas por día y polera trabajara al 20 % con un tiempo de 1.886 horas por día. Este cambio afectara al tiempo de compra del cliente –*Takt time*, pero no a la demanda mensual.

Por último, se estandarizará el proceso de confección con la implementación de una hoja de trabajo estándar.

##### **4.4.1. Distribución de planta futura – método SPL**

Para esta distribución de planta utilizaremos la «planeación sistemática de distribuciones o *Systematic Layout Planing* (SPL)», con que se busca áreas que tengan relación de proximidades necesarias entre ellas.

#### 4.4.1.1. Diagrama de relación

En esta etapa se procede a listar la totalidad de áreas para esta nueva distribución, conjuntamente con el responsable del proceso – jefe de producción. Informe de la creación de nuevas áreas, porque se adicionó a esta distribución, y se detallan a continuación:

- Almacén de tela
- Proceso de corte
- Proceso de confección
- Proceso de control de calidad
- Planeamiento y control de la producción – PCP
- Proceso de bordado
- Proceso de ploteado y horno (nuevo)
- Proceso de sublimado (nuevo)
- Recepción
- Servicios higiénicos – SSHH
- Sesión de fotos
- Comedor
- Almacén de avíos

Identificado la totalidad de las áreas, se procede a relacionarlas entre ellas, de manera subjetiva – información cualitativa de acuerdo con los requerimientos del jefe producción. Para lo que se apoya en de la tabla 4. Valores de relación.

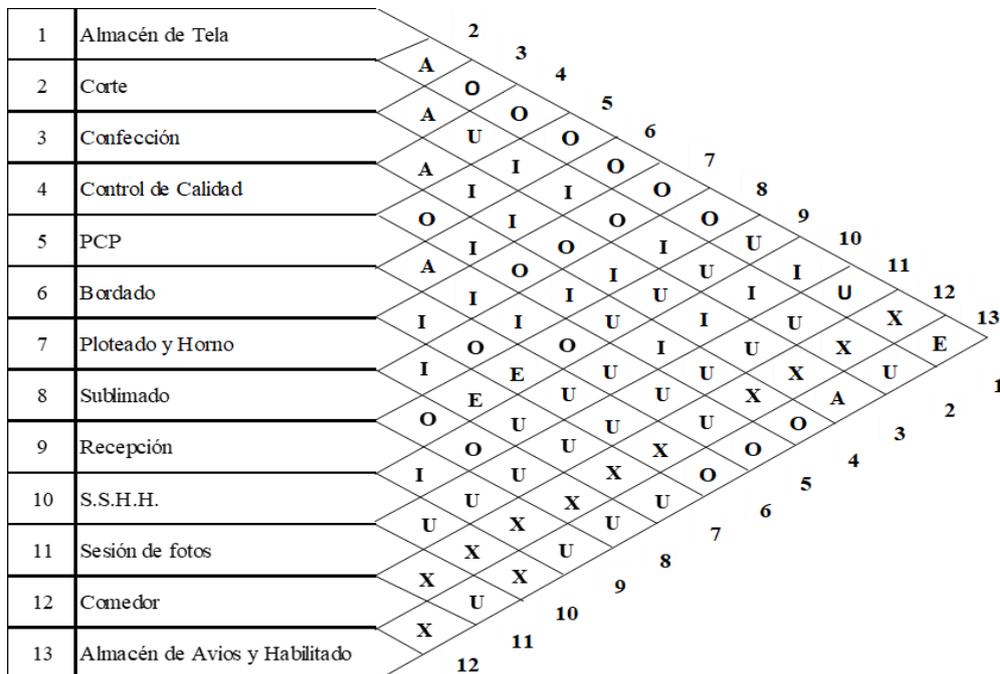


Figura 28. Diagrama de relación propuesto

En la figura 28. Se observa que la relación del área de almacén de tela y corte tiene valoración de «A», que es absolutamente necesaria y es necesaria su proximidad; así también la relación de área de control de calidad y comedor tiene una valoración de «X», lo que significa, no deseable la proximidad de dichas áreas y así sucesivamente con el resto de las relaciones.

#### 4.4.1.2. Hoja de trabajo de relación de actividades

Finalizado el diagrama de relaciones, se procede a tabular toda la información en la hoja de trabajo de relación de actividad. Ver tabla 45.

**Tabla 45. Hoja de trabajo de relación de actividades propuesto**

Hoja de trabajo de relación de actividades								
N.º	Áreas	A	E	I	O	U	X	
1	Almacén de tela	2	13	10	3, 4, 5, 6, 7, 8	9, 11		12
2	Corte	1, 3		5, 6, 8, 10	7	4, 9, 11, 13		12
3	Confección	2, 4, 13		5, 6, 8, 10	7, 1	9, 11		12
4	Control de calidad	3	–	6, 8, 10	5, 7, 13, 1	9, 11		12
5	PCP	6		7, 8, 3, 2	1, 4, 9, 13	10, 11, 12		
6	Bordado	5	9	7, 4, 3, 2	8, 13, 1	10, 11		12
7	Ploteado y horno		9	5, 6, 8	1, 2, 3, 4	10y 11		12
8	Sublimado			2, 3, 4, 5, 7	1, 6, 9, 10	11, 13		12
9	Recepción		6, 7	10	5, 8	1, 2, 3, 4, 11, 13		12
10	SS. HH.			1, 2, 3, 4, 9	8	5, 6, 7, 11		12, 13
11	Sesión de fotos					1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13		12
12	Comedor					5	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13	
13	Almacén de AVIOS y habilitado	3	1		4, 5 y 6	2, 7, 8, 9, 11		10, 12

Nota: En el área de corte tiene un valor de relación «A» de absolutamente necesaria con dos áreas que son: área de almacén de tela y área de confección, y así mismo, el área de corte tiene un valor de relación «O» de ordinaria con el área de ploteado y horno

#### 4.4.1.3. Diagrama adimensional de bloques

Completo el diagrama de relación y la hoja de trabajo de relación de actividades, se procede a la diagramación en bloques de cada una de las áreas. En este apartado solo se utilizaron los valores de relación (A, E, I, O y X) de la hoja de trabajo de relación.

Se inicia colocando en el centro del bloque el nombre del área y su respectiva numeración, seguidamente se toma la primera relación «A» de absolutamente necesaria para todos los bloques y progresivamente con las demás relaciones. Es tipo de diagramación con bloques es la que más se acerca a una distribución real. Ver figura 29.

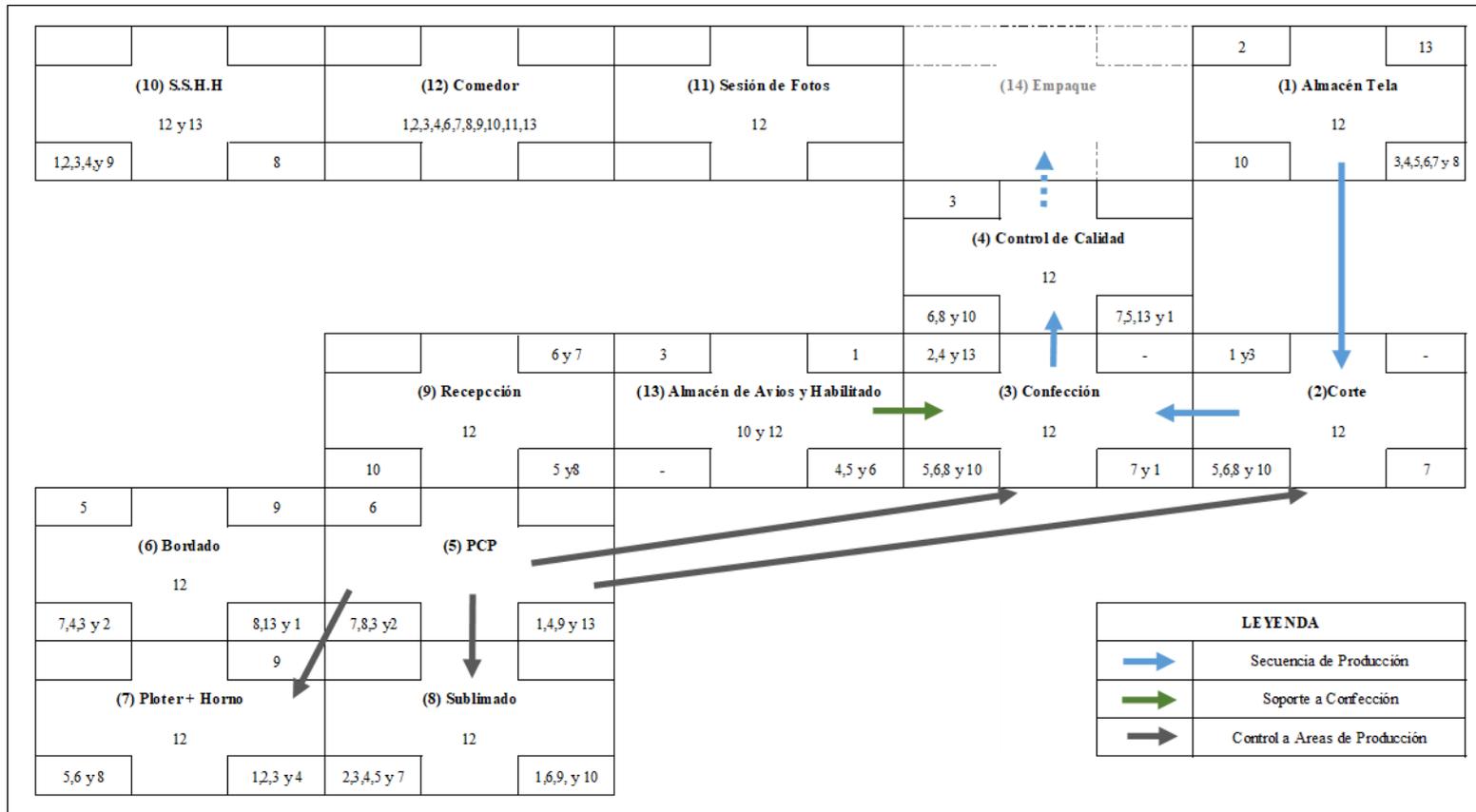


Figura 29. Diagrama adimensional de bloques propuesto

En la figura 29, se representa un bloque de líneas punteadas de color gris es el área de empaque, que por temas de *marketing* se mantiene en la otra instalación. Así mismo, si en un futuro se deseara esta área en esta instalación se propone su relación entre los bloques.

#### 4.1.4. Distribución futura del proceso

Se muestra en la figura 30, la distribución futura del proceso según el diagrama adimensional de bloques. Se observa la proximidad entre los procesos que es necesario su proximidad como almacén de materia prima, corte, confección y control de calidad.

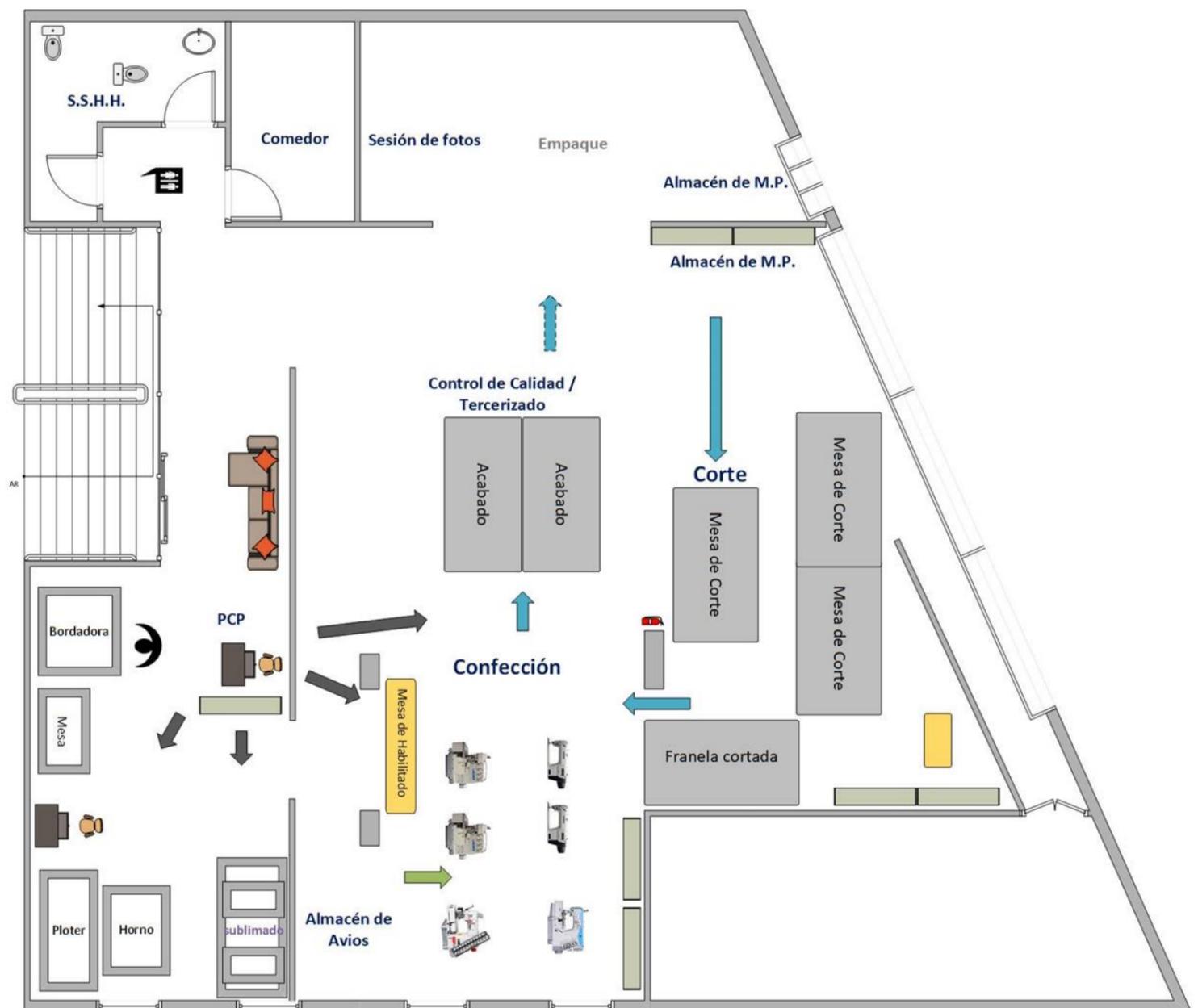


Figura 30. Distribución futura del proceso

#### 4.4.1.5. Diagrama analítico del proceso *To Be*

En estos diagramas analíticos del proceso *To Be*, se muestran los cambios en las distancias y tiempos que ocurrieron después de la implementación de la distribución de planta.

**Tabla 46. Comparativo DAP As Is y To Be - Jogger**

	<b>As IS</b>	<b>To Be</b>	<b>Disminución</b>	<b>Und.</b>
Tiempo estándar	13,70	13,20	0,50	minutos
Distancia	159,13	116,48	42,65	metros

En la tabla 46, se observa una disminución de 42.65 metros, al compararlo con la distancia As Is de 159.13 metros y *To Be* de 116.48 metros. Por lo tanto, se tiene un nuevo tiempo de 13.20 minutos al compararlo con el tiempo del DAP As Is que es de 13.70 minutos, esto representa una disminución de 0.50 minutos.

**Tabla 47. Comparativo DAP As Is y To Be – Polera**

	<b>As IS</b>	<b>To Be</b>	<b>Disminución</b>	<b>Und.</b>
Tiempo estándar	20,26	19,73	0,53	minutos
Distancia	162,93	131,43	31,5	metros

En la tabla 47, se observa una disminución de 31.5 metros, al compararlo con la distancia As Is de 162.93 metros y *To Be* de 131.43 metros. Por lo tanto, se tiene un nuevo tiempo de 19.73 minutos al compararlo con el tiempo del DAP As Is que es de 20.26 minutos, esto representa una disminución de 0.53 minutos.

**Tabla 48. Diagrama analítico del proceso To Be - Jogger**

Diagrama: N° 2		Hoja N° 1		RESUMEN								
OBJETO:	Determinar la secuencia completa del proceso actual			ACTIVIDAD		ACTUAL						
ÁREA:	Producción	PRODUCTO:	Jogger Rib	Operación	○							24
MÉTODO:	Diagrama de proceso actual			Transporte	→							12
LUGAR:	Taller de Producción			Espera	□							
Operario:				Inspección	▽							
Elaborado por:	Borja Rios Yuri Henry Condor Huarcaya Lucy			Almacenamiento	□							6
Aprobado por:	Jefe de Producción			Operación/Inspección	○							42
Fecha:	18/11/2023			TOTAL								116,48
				Distancia en metros		116,48						
Proceso	N°	Actividad	Máquina	Distancia en metros	Tiempo Estándar (minutos)	Tiempo Estándar (segundos)	○	→	□	▽	□	
Corte- Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 a lárea de Corte	-	9,85	0,01	0,53		x				
	2	Tender franela reactiva 1/20	-	0	0,56	33,66						x
	3	Márcar franela reactiva 1/20	-	0	0,24	14,60	x					
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora	0	0,30	18,05						x
	5	Trasladar aplicaciones al área de Habilitado (Colocar Ojalillo)	-	10,5	0,01	0,76		x				
Habilitado	6	Colocar ojallitos a las aplicaciones	Remachadora Neumática	0	0,47	28,11	x					
	7	Trasladar elástico	-	2	0,01	0,33		x				
	8	Cortar elásticos para cintura	-	0	0,05	2,96	x					
Corte- RIB	9	Trasladar fardo de Tela Rib al área de Corte	-	5,5	0,00	0,29		x				
	10	Tender Rib	-	0	0,04	2,23						x
	11	Márcar Rib	-	0	0,01	0,50	x					
	12	Cortar Rib 14 cm	Cortadora	0	0,02	0,96						x
	13	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a tala de la prenda	Cortadora	0	0,09	5,49						x
	14	Trasladar y almacenar rib cortado	-	10,5	0,01	0,76		x				
Confección	15	Recepcionar franela cortada	-	6,3	0,02	1,44		x				
	16	Unir tiro delantero	Remalladora	0	0,15	9,21	x					
	17	Unir 2 bolsillos con tiro delantero	Remalladora	0	0,37	22,23	x					
	18	Unir tiro posterior y etiqueta de talla	Remalladora	0	0,40	23,76	x					
	19	Pespuntar falso bolsillo y tiro delantero	Recta	0	0,44	26,50	x					
	20	Pespuntar tiro posterior	Recta	0	0,16	9,30	x					
	21	Unir 2 vistas con falso bolsillo (conformar bolsillos)	Remalladora	0	0,64	38,24	x					
	22	Unir costados y etiqueta de marca	Remalladora	0	1,00	59,84	x					
	23	Pespuntar costados	Recta	0	0,67	40,04	x					
	24	Remallar la entrepierna	Remalladora	0	0,48	28,54	x					
	25	Trasladar aplicaciones con ojallitos	-	3,4	0,00	0,23		x				
Habilitado	26	Trasladar rib cintura	-	3,4	0,00	0,23		x				
	27	Unir rib cintura y aplicación	Remalladora	0	0,40	23,87	x					
Habilitado	28	Trasladar elástico	-	3,4	0,00	0,23		x				
Confección	29	Pespuntar cinta elástica	Recta	0	0,12	7,29	x					
Confección	30	Unir rib cintura y elástico con Jogger	Remalladora	0	1,29	77,58	x					
Habilitado	31	Trasladar rib puño	-	3,4	0,00	0,23		x				
Confección	32	Unir los extremos de Rib puño	Recta	0	0,27	16,48	x					
Habilitado	33	Cortar hilos y doblar rib puños	-	0	0,12	7,00	x					
Confección	34	Pespuntar rib cintura	Recta	0	0,60	36,05	x					
	35	Unir rib puños a jogger	Remalladora	0	1,17	70,33	x					
	36	Pespuntar rib puños	Recta	0	0,47	28,26	x					
	37	Trasladar Jogger confeccionado a Control de Calidad	-	1	0,01	0,84		x				
Control de Calidad	38	Cortar cordón 1.15 mts	-	0	0,25	14,97	x					
	39	Realizar corte de hilos , doblado y colocado de cordón	-	0	1,35	80,95						x
	40	Trasladar Jogger doblado a Empaque	-	57,23	0,04	2,50		x				
Empaquetado	41	Colocar terminales metálicos en el cordón y Hantag	Remachadora	0	0,66	39,43	x					
	42	Embolisar Jogger	-	0	0,29	17,21	x					
<b>TOTAL</b>				<b>116,48</b>	<b>13,20</b>	<b>791,99</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>

Nota: Se observa una reducción en la distancia que es de 116.48 metros y un tiempo total de 13.20 minutos que es menor al Diagrama Analítico del Proceso AS IS – Jogger

Tabla 49. Diagrama analítico del proceso To Be – polera

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO TO BE												
Diagrama: N° 2		Hoja N° 1			RESUMEN							
OBJETO:	Determinar la secuencia completa del proceso actual			ACTIVIDAD	ACTUAL							
ÁREA:	Producción	PRODUCTO:	Polera Clásica	Operación	34							
MÉTODO:	Diagrama de proceso actual			Transporte	12							
LUGAR:	Taller de Producción			Espera								
Operario:				Inspección								
Compuas por:				Almacenamiento								
Boja Rico Yun Henry				Operación/Inspección	8							
Condón Fiancava Lucy				TOTAL	54							
Aprobado por: Jefe de Producción				Distancia en metros		131.43						
Fecha: 18/11/2023												
Proceso	N°	Actividad	Máquina	Distancia en metros	Tiempo Estándar (minutos)	Tiempo Estándar (segundos)	○	→	D	□	▽	⊗
Corte - Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 a área de Corte	-	9,85	0,01	0,75		x				
	2	Tender franela reactiva 1/20	-		0,77	46,51						x
	3	Marcar franela reactiva 1/20	-		0,29	17,10	x					
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora		0,29	17,69						x
	5	Trasladar capuchas al área de habilitado (Colocar ojajillos)	-	10,5	0,02	1,03		x				
Habilitado	6	Colocar ojajillos en la capucha	Remachadora Neumática		0,48	28,85	x					
Corte - RIB	7	Trasladar fardo de Tela RIB al área de Corte	-	5,5	0,00	0,29		x				
	8	Tender RIB	-		0,04	2,23						x
	9	Marcar RIB	-		0,01	0,50	x					
	10	Cortar RIB 14 cm	Cortadora		0,02	0,96						x
	11	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a talla de la prenda	Cortadora		0,06	3,39						x
	12	Trasladar y almacenar rib cortado	-	10,5	0,02	1,03		x				
Corte - Jersey	13	Trasladar fardo de Jersey 30/1 al área de Corte	-	9,85	0,00	0,05		x				
	14	Marcar Jersey 30/1	-		0,01	0,54	x					
	15	Tender Jersey 30/1	-		0,04	2,31						x
	16	Cortar Jersey 30/1	Cortadora		0,01	0,70						x
	17	Trasladar a almacén de Corte	-	10,5	0,02	1,03		x				
Confección	18	Recepcionar franela cortada	-	6,3	0,04	2,12		x				
	19	Recubrir bolsillo canguro	Recubridora		0,33	19,74	x					
Habilitado	20	Cortar los hilos del bolsillo canguro	-		0,17	10,43	x					
Confección	21	Unir bolsillo canguro al pecho	Recta		1,30	78,01	x					
	22	Unir hombros	Remalladora		0,38	22,52	x					
	23	Pespuntar hombros	Recta		0,31	18,73	x					
	24	Unir mangas a sisas	Remalladora		0,90	54,13	x					
	25	Unir mangas a sisas (Pespuntar)	Recta		0,61	36,39	x					
Habilitado	26	Trasladar capuchas con ojajillos	-	3,4	0,01	0,34		x				
Confección	27	Unir las dos caras de la capucha	Remalladora		0,29	17,11	x					
	28	Pespuntar capucha	Recta		0,32	19,14	x					
	29	Unir las dos caras del foro de la capucha	Remalladora		0,28	16,89	x					
	30	Unir 2 franjas (Tira de franela)	Remalladora		0,11	6,80	x					
	31	Unir franjas al foro	Remalladora		0,49	29,42	x					
	32	Unir capucha con el foro	Remalladora		0,53	32,02	x					
	33	Realizar 1er pespunte de capucha con el foro	Recta		0,65	39,14	x					
	34	Realizar 2do pespunte de capucha con el foro	Recta		0,49	29,50	x					
	35	Unir capucha al cuello de la polera	Remalladora		1,13	67,90	x					
	36	Realizar 1er pagado de cinta tui y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta		0,98	58,52	x					
	37	Realizar 2do pagado de cinta tui y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta		0,62	37,20	x					
	38	Unir cuerpo con capucha	Recta		0,54	32,17	x					
		39	Unir costados y mangas	Remalladora		0,84	50,48	x				
Habilitado	40	Traslado de rib puño	-	3,4	0,01	0,34		x				
Confección	41	Unir los extremos de Rib puño	Recta		0,28	17,04	x					
Habilitado	42	Cortar hilos y doblar rib puños	-		0,12	7,00	x					
	43	Traslado de rib cintura	-	3,4	0,01	0,34		x				
Confección	44	Unir rib cintura	Remalladora		0,16	9,40	x					
	45	Unir rib puño con mangas	Remalladora		0,82	49,52	x					
	46	Unir rib cintura a la polera	Remalladora		0,89	53,11	x					
	47	Pespuntar rib cintura	Recta		0,53	31,84	x					
	48	Coser etiqueta de marca en rib cintura	Recta		0,29	17,18	x					
	49	Trasladar Polera Clásica confeccionada a Control de Calidad	-	1	0,02	1,12		x				
Control de Calidad	50	Cortar cordón 1.15 mts	-		0,25	14,96	x					
	51	Realizar corte de hilos, doblado y colocado de cordón	-		1,98	118,65						x
	52	Trasladar Polera Clásica doblado a Empaque	-	57,23	0,06	3,66		x				
Empaquetado	53	Colocar terminales metálicos en el cordón y Hantag	Remachadora		0,66	39,43	x					
	54	Embolisar Polera Clásica	-		0,29	17,20	x					
TOTAL				131,43	19,73	1184,06	34	12	0	0	0	8

Nota: Se observa una reducción en la distancia que es de 131.43 metros y un tiempo total de 19.73 minutos que es menor al Diagrama Analítico del Proceso AS IS – polera

#### 4.4.2. Balanceo de línea

Determinado el proceso de confección donde se presenta el cuello de botella y, por ende, tener que tercerizar este proceso, para poder satisfacer la demanda del cliente, se procede a balancear la línea según lo especificado en la propuesta, el tiempo disponible de jogger al 80 % y polera al 20 %.

Para determinar el balanceo, se tiene la siguiente secuencia:

#### 4.4.2.1. Secuencia de actividades

Para la secuencia de las actividades o el orden que deben ser realizadas se llama relación de precedencia, Estas relaciones se detallan para cada producto, a continuación:

#### ➤ Relación de precedencia Jogger

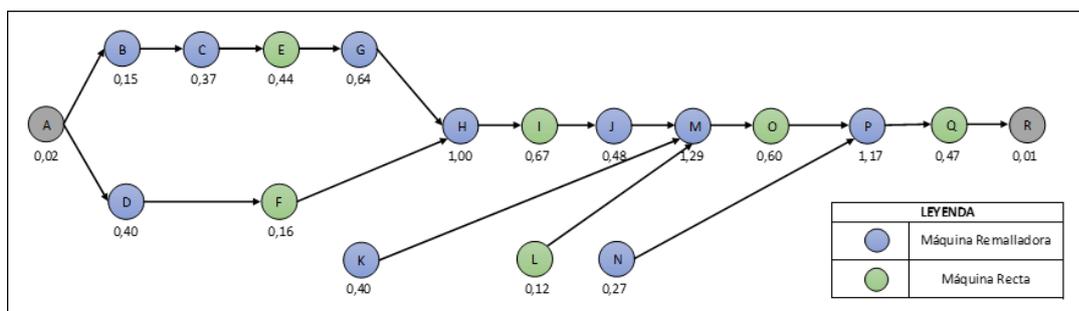
En la tabla 50, están todas las actividades del proceso de confección de *Jogger* con su respectiva precedencia.

**Tabla 50. Relación de precedencia Jogger**

TAREA	ACTIVIDAD	MÁQUINA	TIEMPO (Min)	PRECEDENCIA
A	Recepcionar franela cortada		0,02	-
B	Unir tiro delantero	Remalladora	0,15	A
C	Unir 2 bolsillos con tiro delantero	Remalladora	0,37	B
D	Unir tiro posterior y etiqueta de talla	Remalladora	0,40	A
E	Pespuntar falso bolsillo y tiro delantero	Recta	0,44	C
F	Pespuntar tiro posterior	Recta	0,16	D
G	Unir 2 vistas con falso bolsillo (conformar bolsillos)	Remalladora	0,64	E
H	Unir costados y etiqueta de marca	Remalladora	1,00	F,G
I	Pespuntar costados	Recta	0,67	H
J	Remallar la entrepierna	Remalladora	0,48	I
K	Unir rib cintura y aplicación	Remalladora	0,40	-
L	Pespuntar cinta elastica	Recta	0,12	-
M	Unir rib cintura y elástico con Jogger	Remalladora	1,29	J,K,L
N	Unir los extremos de Rib puño	Recta	0,27	-
O	Pespuntar rib cintura	Recta	0,60	M
P	Unir rib puños a jogger	Remalladora	1,17	N,O
Q	Pespuntar rib puños	Recta	0,47	P
R	Trasladar Jogger confeccionado a Control de Calidad		0,01	Q
<b>TOTAL</b>			<b>8,66</b>	

*Nota:* Las tareas A y R, están de color verde, por ser actividades que no sufren proceso de transformación, pero están inmersas en el proceso de confección y lo realizan los mismos operadores

Construido la tabla 50, relación de precedencia *jogger*, se procede a graficar su diagrama de precedencia como se observa en la figura 31.



**Figura 31. Diagrama de relación As Is Jogger**

#### ➤ Relación de precedencia polera

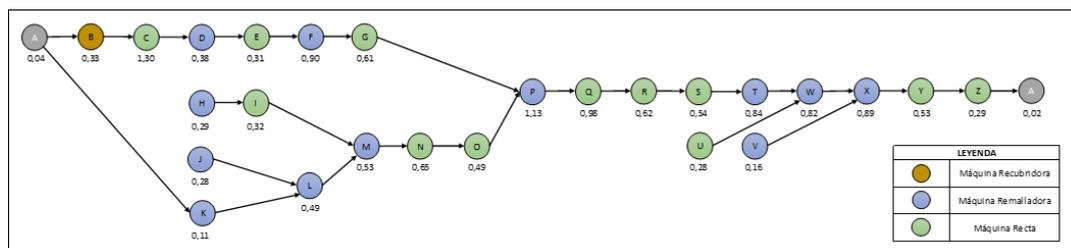
En la tabla 51, están todas las actividades del proceso de confección de poleras con su respectiva precedencia.

**Tabla 51. Relación de precedencia polera**

TAREA	ACTIVIDAD	MÁQUINA	TIEMPO (MIN)	PRECEDENCIA
A	Recepcionar franela cortada		0,04	-
B	Recubrir bolsillo canguro	Recubridora	0,33	A
C	Unir bolsillo canguro al pecho	Recta	1,30	B
D	Unir hombros	Remalladora	0,38	C
E	Pespuntar hombros	Recta	0,31	D
F	Unir mangas a sisas	Remalladora	0,90	E
G	Unir mangas a sisas (Pespuntar)	Recta	0,61	F
H	Unir las dos caras de la capucha	Remalladora	0,29	-
I	Pespuntar capucha	Recta	0,32	H
J	Unir las dos caras del forro de la capucha	Remalladora	0,28	-
K	Unir 2 franjas (Tira de franela)	Remalladora	0,11	A
L	Unir franjas al forro	Remalladora	0,49	JK
M	Unir capucha con el forro	Remalladora	0,53	IL
N	Realizar 1er pespunte de capucha con el forro	Recta	0,65	M
O	Realizar 2do pespunte de capucha con el forro	Recta	0,49	N
P	Unir capucha al cuello de la polera	Remalladora	1,13	G,O
Q	Realizar 1er pegado de cinta tül y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta	0,98	P
R	Realizar 2do pegado de cinta tül y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta	0,62	Q
S	Unir cuerpo con capucha	Recta	0,54	R
T	Unir costados y mangas	Remalladora	0,84	S
U	Unir los extremos de Rib puño	Recta	0,28	-
V	Unir rib cintura	Remalladora	0,16	-
W	Unir rib puño con mangas	Remalladora	0,82	U,T
X	Unir rib cintura a la polera	Remalladora	0,89	V,W
Y	Pespuntar rib cintura	Recta	0,53	X
Z	Coser etiqueta de marca en rib cintura	Recta	0,29	Y
AA	Trasladar Polera Clasica confeccionada a Control de Calidad		0,02	Z
			<b>TOTAL</b>	<b>14,12</b>

Nota: Las tareas A y AA, están de color verde, por ser actividades que no sufren proceso de transformación, pero están inmersas en el proceso de confección y lo realizan los mismos operadores

Construida la tabla 51, relación de precedencia polera, se procede a construir su diagrama de precedencia como se observa en la figura 32.



**Figura 32. Diagrama de relación As Is polera**

#### 4.4.2.2. Cálculo del tiempo ciclo de estaciones de trabajo

El tiempo ciclo de las estaciones de trabajo o el *Takt time*, permite conocer con que tiempo se debe producir un producto o cada que tiempo compran un producto. Para determinarlo se necesita conocer el tiempo disponible y la demanda, estos dos requisitos se deben manejar con las mismas métricas, pueden ser por día o por mes y deben dar el mismo resultado.

#### ➤ Tiempo ciclo Jogger

En la tabla 52, se trabajó con la métrica por mes. La fórmula para el tiempo ciclo es la división del tiempo disponible y la demanda, y da como resultado que el tiempo ciclo para las estaciones es de 2.43 minutos por jogger.

**Tabla 52. Tiempo ciclo para las estaciones de Jogger**

	14145	min/mes
<b>Tiempo disponible balanceo</b>	11316	min/mes - 80 %
<b>Demanda de Jogger</b>	4653	Demanda/mes
<b>Tiempo ciclo</b>	2,43	min/Jogger

➤ **Tiempo ciclo polera**

En esta tabla 53, se trabajó con la métrica por día. La fórmula para el tiempo ciclo es la división del tiempo disponible y la demanda, y da como resultado que el tiempo ciclo para las estaciones es de 3.82 minutos por polera.

**Tabla 53. Tiempo ciclo para las estaciones de polera**

	14145	min/mes
<b>Tiempo disponible</b>	2829	min/mes - 20 %
<b>Demanda de polera</b>	740	Demanda/mes
<b>Tiempo ciclo</b>	3,82	min/polera

**4.4.2.3. Cálculo de número mínimo de estaciones**

Para este apartado se utilizaron la sumatoria de los tiempos de las tareas que está en la tabla de relación de precedencia y el tiempo ciclo para las estaciones de trabajo, tanto para el *Jogger* y la polera.

➤ **Cálculo de número mínimo de estaciones de trabajo Jogger**

Se tiene que la sumatoria de tiempos de tareas de *jogger* es de 8.66 minutos y el tiempo ciclo de estaciones de trabajo es de 2.43 minutos por *jogger*. Para determinar el número mínimo de estaciones de trabajo, se usó la fórmula del apartado 2.2.7.3. que es la división de la  $\Sigma$  de tiempos de tarea y el tiempo ciclo de estaciones de trabajo.

$$Nt = \frac{8.66 \text{ minutos}}{2.43 \text{ minutos}}$$

$$Nt = 3.56 \cong 4 \text{ Estaciones}$$

Da como resultado, que se necesitan como mínimo 4 estaciones de trabajo para balancear la línea de *Jogger*.

➤ **Cálculo de número mínimo de estaciones de trabajo de polera**

Se tiene que la sumatoria de tiempos de tareas de *polera* es de 14.12 minutos y el tiempo ciclo de estaciones de trabajo es de 3.82 minutos por *polera*. Para determinar el número mínimo de estaciones de trabajo es la división de la  $\sum$  de tiempos de tarea y el tiempo ciclo de estaciones de trabajo.

$$Nt = \frac{14.12 \text{ minutos}}{3.82 \text{ minutos}}$$

$$Nt = 3.69 \cong 4 \text{ Estaciones}$$

Da como resultado, que se necesitan como mínimo 4 estaciones de trabajo para balancear la línea de *polera*.

**4.4.2.4. Elección de regla de asignación**

La regla de asignación que se usa para balancear la línea es «Número mayor de tareas subsiguientes», para esto se apoya en de los diagramas de precedencia de cada producto.

➤ **Balanceo *Jogger***

**Primero.** Se lista por número mayor de tareas, como se observa en la tabla 54.

**Tabla 54. Número de tareas subsiguientes *Jogger***

Tareas	N.º de tareas subsiguientes
A	12
B	11
C	10
D o E	9
F o G	8
H	7
I	6
J, K o L	5
M	4
N o O	3
P	2
Q	1
R	0

Nota: Tareas empatadas como D y E, se prioriza por el que tenga mayor duración

**Segundo.** Se equilibra la línea según la tabla 55, se respetan los requisitos de precedencia y el tiempo ciclo de las estaciones.

$$TC \text{ por Estación} = 2.43 \text{ minutos}$$

**Tabla 55. Equilibrado de línea Jogger**

Estación	Tarea	Tiempo (min)	Tiempo remanente no asignado
Estación 1	A	0,02	2,41
	B	0,15	2,25
	C	0,37	1,88
	E	0,44	1,44
	D	0,40	1,05
	G	0,64	0,41
	F	0,16	0,25
	H	1,00	1,43
Estación 2	I	0,67	0,77
	J	0,48	0,29
	L*	0,12	0,17
	K	0,40	2,03
Estación 3	M	1,29	0,74
	O	0,60	0,14
	N	0,27	2,16
Estación 4	P	1,17	0,99
	Q	0,47	0,51
	R	0,01	0,50

*Nota:* En las tareas L y K en caso de empate se prioriza la que tenga el mayor tiempo, pero en este caso K excede el tiempo ciclo por estación que es de 2.43 minutos. Por tal motivo, se elige arbitrariamente la tarea L

Seguidamente se hizo un resumen de las estaciones como se observa en la tabla 56.

**Tabla 56. Resumen estaciones Jogger**

Estaciones	Tarea	Tiempo (min)	Ocio	Utilización
Estación 1	A, B, C, E, D, G, F	2,18	0,25	95 %
Estación 2	H, I, J, L	2,26	0,17	99 %
Estación 3	K, M, O	2,29	0,14	100 %
Estación 4	N, P, Q, R	1,93	0,50	84 %
TOTAL		8,66	1,06	95 %

*Nota:* Ocio es el tiempo en que la estación no está trabajando

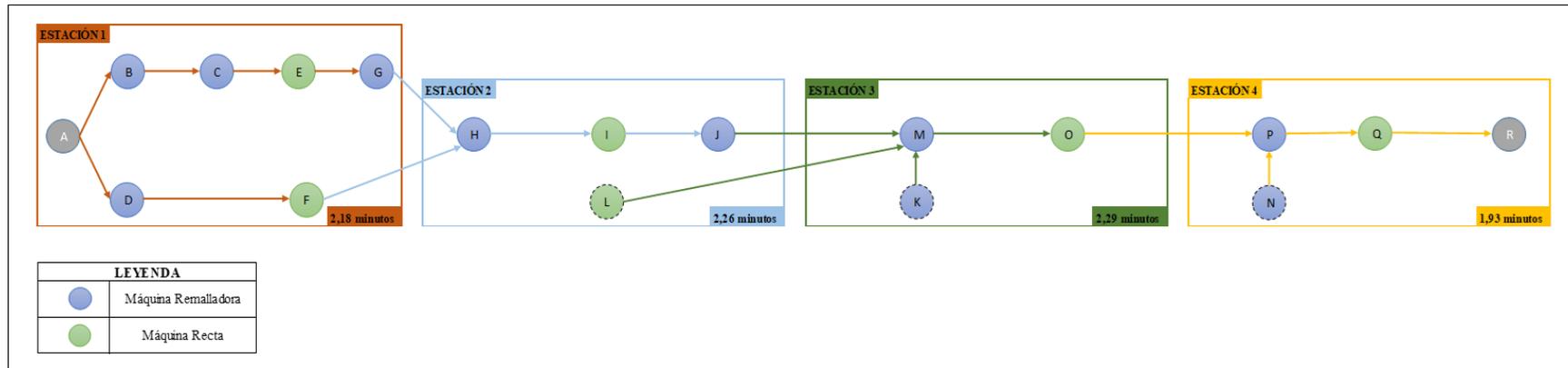
Se tiene un total de 4 estaciones de trabajo, de las cuales, la Estación 3, es la que tiene el mayor tiempo de 2.29 minutos esto significa que esta estación es la que marca el tiempo de producción de cada *Jogger* y su tiempo es menor al tiempo ciclo por estación que es de 2.43 minutos. Calculando la capacidad de producción de toda la línea se tiene que mensualmente se producirá 4938 *jogger*, con que satisfacemos la demanda del cliente.

**Tabla 57. Producción mensual al 100 % y 80 % Jogger**

<b>Producción mensual</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Producto</b>
Al 100 %	6190	<i>Jogger</i>
Al 80 %	4938	

Según lo establecido en la propuesta *Jogger* se trabajará al 80 % del tiempo disponible y se logra satisfacer la demanda del cliente.

En la tabla 56, se muestra la utilización de la estación, esto se determina con el tiempo de cada estación entre la estación que marca el ritmo de trabajo – Estación 3. Este porcentaje permite saber cuánto tiempo está siendo productiva la estación. Esta información servirá para poder validar si este balanceo es verídico mediante la simulación.



*Figura 33. Diagrama de relación To Be Jogger*

En la figura 33, es la representación de como quedarían conformadas las estaciones de trabajo con sus respectivas tareas. El objetivo de la creación de las estaciones de trabajo es la siguiente: La estación 1, inicia con la tarea A y culmina con la entrega de las tareas G y F a la estación 2. Terminada estas dos últimas tareas, inicia nuevamente con la tarea A, ya no espera como el método tradicional a que se culminen todas las tareas para volver a comenzar y así sucesivamente con las otras estaciones. Las tareas L, K y N son tareas sin precedente, porque pueden iniciar su actividad sin esperar la culminación de la estación anterior.

➤ **Balanceo polera**

**Primero.** Se lista por número mayor de tareas, como se observa en la tabla 58.

**Tabla 58. Número de tareas subsiguientes polera**

Tareas	N.º de tareas subsiguientes
A	24
B	15
C, H, J o K	14
D, I o L	13
E o M	12
F o N	11
G o O	10
P	9
Q	8
R	7
S	6
T o U	5
W o V	4
X	3
Y	2
Z	1
AA	0

**Segundo.** Se equilibra la línea según la tabla 59, se respetan los requisitos de precedencia y el tiempo ciclo de las estaciones.

$$TC \text{ por Estación} = 3.82 \text{ minutos}$$

**Tabla 59. Equilibrado de línea polera**

Estación	Ítems	Tiempo (min)	Tiempo remanente no asignado
Estación 1	A	0,04	3,79
	B	0,33	3,46
	C	1,30	2,16
	H	0,29	1,87
	J	0,28	1,59
	K	0,11	1,48
	L	0,49	0,99
	D	0,38	0,61
	I	0,32	0,29
Estación 2	M	0,53	3,29
	E	0,31	2,98
	F	0,90	2,07
	N	0,65	1,42
	G	0,61	0,82

	O	0,49	0,32
	P	1,13	2,69
Estación 3	Q	0,98	1,72
	R	0,62	1,10
	S	0,54	0,56
	T	0,84	2,98
	U	0,28	2,70
	W	0,82	1,88
Estación 4	V	0,16	1,72
	X	0,89	0,83
	Y	0,53	0,30
	Z	0,29	0,02
	AA	0,02	0,00

Seguidamente se hará un resumen de las estaciones como se observa en la tabla 60.

**Tabla 60. Resumen estaciones polera**

Estaciones	Tarea	Tiempo (min)	Ocio	Utilización
Estación 1	A, B, C, H, J, K, L, D, I	3,53	0,29	92 %
Estación 2	M, E, F, N, G, O	3,50	0,32	91 %
Estación 3	P, Q, R, S	3,26	0,56	85 %
Estación 4	T, U, W, V, X, Y, Z, AA	3,82	0,00	100 %
	Total	14,12	1,18	92 %

*Nota:* El tiempo de ocio de todas las estaciones es de 1.18 minutos

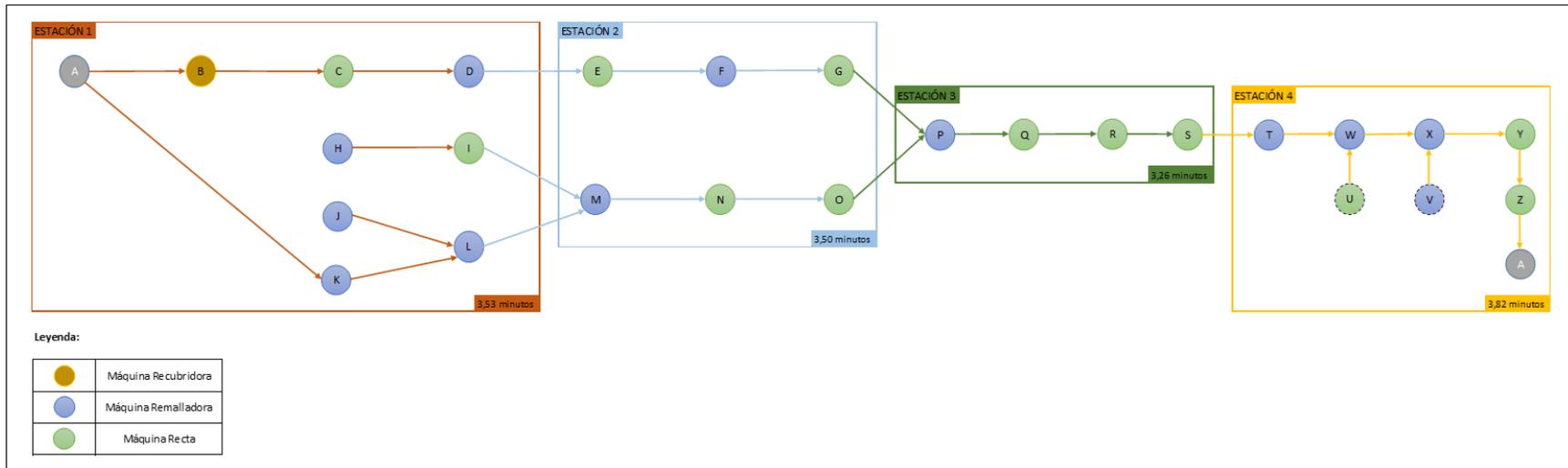
Se tiene un total de 4 estaciones de trabajo, de los cuales la Estación 4, es la que tiene el mayor tiempo de 3.82 minutos esto significa que esta estación es la que marca el tiempo de producción de cada Polera y su tiempo es igual al tiempo ciclo por estación que es de 3.82 minutos. Calculando la capacidad de producción de toda la línea se tiene que mensualmente se producirá 740 poleras, con que se satisface la demanda del cliente.

**Tabla 61. Producción mensual al 100 % y 20 %**

Producción mensual	Capacidad	Producto
Al 100 %	3698	Polera
Al 20 %	740	

Se resalta lo siguiente, la demanda mensual de poleras es de 1234, pero hacer un balance con esa capacidad lleva a crear **7 estaciones** de trabajo, que no es viable para este proyecto. Por tal motivo, se adaptó para que funcione al mismo número de estaciones que la línea de *Jogger*, ya que estas dos líneas cuentan con las mismas máquinas recta y remalle y

pueden producir ambos productos. Igualmente se validará mediante la simulación y se propondrá una solución para llegar a la demanda del cliente en apartamos más adelante.



**Figura 34. Diagrama de relación To Be Polera**

En la figura 34, se muestra cómo quedarían conformadas las 4 estaciones con sus respectivas tareas. Las tareas U y V son tareas sin precedente, porque pueden iniciar su actividad sin esperar la culminación de la estación anterior.

#### 4.4.2.5. Eficiencia del balanceo

Para la eficiencia del balanceo, se trabaja con la fórmula del apartado 2.2.7.6.

##### ➤ Eficiencia del balanceo *Jogger*

Para este apartado se trabaja con los siguientes datos:

✓ Suma de tiempos de las Tareas *Jogger* = 8.66 minutos

✓ Número de estaciones real *Jogger* = 4 estaciones

✓ Tiempo ciclo para estación de trabajo = 2.43 minutos

Se aplica en la fórmula:

$$Eficiencia = \frac{8.66 \text{ minutos}}{4 \text{ estaciones} * 2.43 \text{ minutos}}$$

$$Eficiencia = 89 \%$$

El balanceo de la línea de *Jogger* es del 89 %, lo que representa que solo se tiene un 11 % de inactividad de la línea.

##### ➤ Eficiencia del balanceo *polera*

Para este apartado se trabaja con los siguientes datos:

✓ Suma de tiempos de las tareas *polera* = 14.12 minutos

✓ Número de estaciones real *polera* = 4 estaciones

✓ Tiempo ciclo para estación de trabajo = 3.82 minutos

Se aplica en la fórmula:

$$Eficiencia = \frac{14.12 \text{ minutos}}{4 \text{ estaciones} * 3.82 \text{ minutos}}$$

$$Eficiencia = 92 \%$$

El balanceo de la línea de *polera* es del 92 %, lo que representa que logra el objetivo a comparación del 65 % inicial.

#### 4.4.3. VSM futuro

##### 4.4.3.1. Métricas generales

El tiempo disponible es de 565.8 minutos al día y las líneas de *jogger* y polera trabajaran a un 80 % y 20 %, respectivamente de este tiempo. Porque se tiene que la línea *Jogger* tendrá un tiempo disponible de 452.64 minutos al día y polera trabajará a 113.16 minutos al día.

##### 4.4.3.2. Tiempo ciclo *To Be* por proceso

Se disminuyó el tiempo de transporte para *Jogger* y polera, después de la implementación de la distribución de planta, con que se redujo el tiempo del ciclo de ambos productos.

##### ➤ Tiempo ciclo *To Be Jogger*

Para esta información se apoya en de la tabla 48. Diagrama analítico del proceso *To Be Jogger*. Su ciclo total de procesos es de 13.20 minutos, como se observa en la tabla 62.

**Tabla 62. Tiempo ciclo *To Be Jogger***

	Procesos	Tiempo ciclo (min)
Confección	Corte	1,30
	Estación 1	2,18
	Estación 2	2,26
	habilitado	0,66
	Estación 3	2,29
	Estación 4	1,93
	Control de calidad	1,64
	Empaque	0,94
	Total	13,20

##### ➤ Tiempo ciclo *To Be polera*

Para esta información se apoya en de la tabla 49. Diagrama analítico del proceso *To Be Polera*. Su ciclo total de procesos es de 19.73 minutos, como se observa en la tabla 63.

**Tabla 63. Tiempo ciclo *To Be polera***

	Procesos	Tiempo ciclo (min)
Confección	Corte	1,60
	Estación 1	3,53
	Estación 2	3,50
	habilitado	0,79
	Estación 3	3,26
	Estación 4	3,82
	Control de calidad	2,29
	Empaque	0,94
	Total	19,73

#### 4.4.3.3. Cálculo del tiempo de no valor agregado *To Be*

##### ➤ Tiempo de valor no agregado *To Be* Jogger

Después del balanceo de línea y de definir las estaciones de trabajo para tener una producción continua sin esperas, se tiene que el tiempo de no valor agregado es de 3.6 días para la línea de *Jogger*. Ver tabla 64.

**Tabla 64. Tiempo de valor no agregado *To Be* Jogger**

Descripción	Símbolo	Und.	Proceso							Total	
			Corte	Confección				C.C.	Empaque		
				Est. 1	Est. 2	Hab.	Est. 3				Est. 4
Inventario	INV	Und	56			20			20	20	
TNVA (días)	TNVA	Días	3,3			0,1			0,1	0,1	3,6
										TNVA (min)	1813,95

*Nota:* Est.: Estación. Hab.: Habilitado. C.C.: Control de calidad

##### ➤ Tiempo de valor no agregado *To Be* polera

El tiempo de valor no agregado *To Be*, para la línea de polera es de 6.3 días, ver tabla 65.

**Tabla 65. Tiempo de valor no agregado *To Be* polera**

Descripción	Símbolo	Und.	Proceso							Total	
			Corte	Confección				C.C.	Empaque		
				Est. 1	Est. 2	Hab.	Est. 3				Est. 4
Inventario	INV	Und	38			20			20	20	
TNVA (días)	TNVA	Días	4,3			0,67			0,67	0,67	6,3
										TNVA (Min)	789

#### 4.4.3.4. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso *To Be* (PCE)

Se tienen las siguientes eficiencias del ciclo del proceso *To Be* para *Jogger* y polera.

##### ➤ Eficiencia del ciclo del proceso *To Be* Jogger

Como se aprecia en la tabla 66, la PCE para *Jogger* es del 0.72 %.

**Tabla 66. Eficiencia del Ciclo del Proceso *To Be* Jogger**

Descripción	Símbolo	Und.	Valor min
Tiempo de valor añadido	TVA	min	13,20
Tiempo no valor añadido	TNVA	min	1813,95
<i>Lead Time</i>	LT	min	1827,15
Eficiencia del ciclo del proceso	PCE	%	0,72 %

➤ **Eficiencia del ciclo del proceso *To Be* polera**

Como se aprecia en la tabla 67, la PCE para polera es del 2.44 %.

**Tabla 67. Eficiencia del ciclo del proceso *To Be* polera**

Descripción	Símbolo	Und.	Valor min
Tiempo de valor añadido	TVA	Min	19,73
Tiempo no valor añadido	TNVA	Min	789,30
<i>Lead Time</i>	LT	Min	809,04
Eficiencia del ciclo del proceso	PCE	%	2,44 %

**4.4.3.5. Cálculo de *Takt Time To Be***

A continuación, se muestran los nuevos *takt time* de *Jogger* y polera.

➤ ***Takt time To Be Jogger***

Para determinar el *takt time*, es la división tiempo disponible de 452.64 minutos y la demanda diaria de 186 *jogger rib*. Da como resultado que cada 2.43 minutos el cliente está comprando un *Jogger*, ver tabla 68.

**Tabla 68. *Takt Time To Be Jogger***

Descripción	Símbolo	Und.	Valor
<i>Takt time</i>	TKT	min/und.	2,43

➤ ***Takt time To Be polera***

Para determinar el *takt time*, es la división tiempo disponible de 113.16 minutos y la demanda diaria de 30 poleras. Da como resultado que cada 3.82 minutos el cliente está comprando una polera, ver tabla 69.

**Tabla 69. *Takt Time To Be polera***

Descripción	Símbolo	Und.	Valor
TaKT time	TKT	min/und.	3,82

#### 4.4.4. Gráfica VSM futuro

A continuación, se presentan los mapas de flujo de valor futuro de *Jogger* y polera

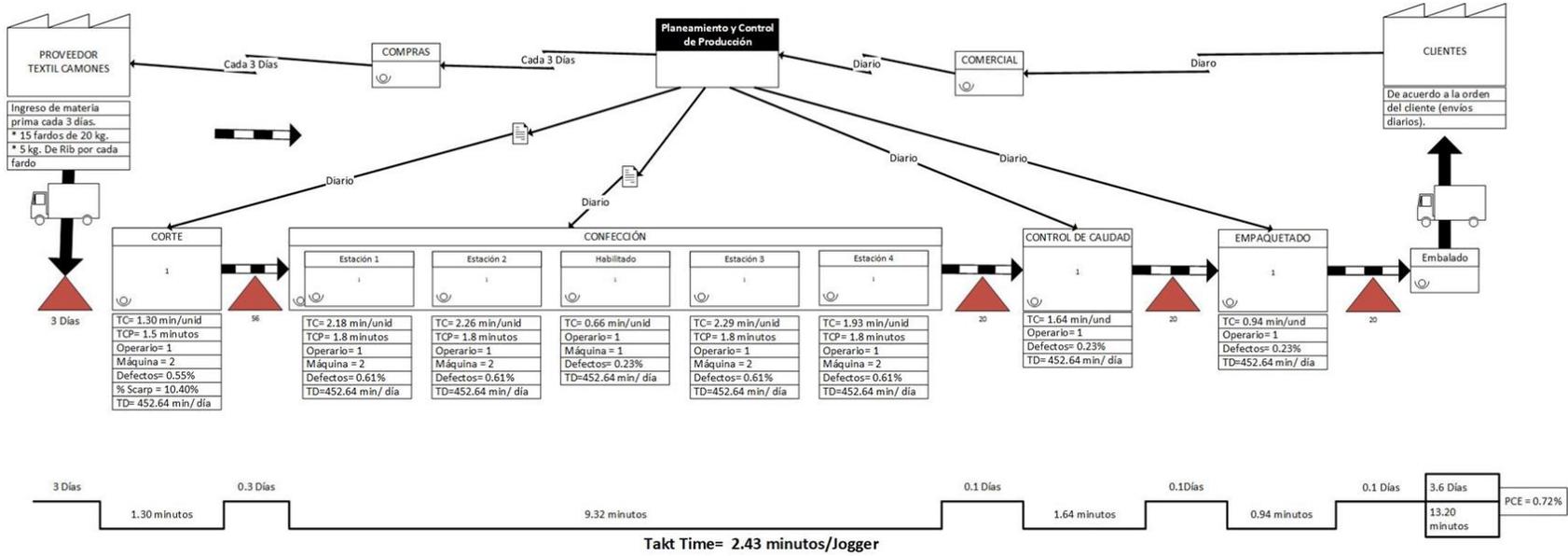


Figura 35. VSM futuro de Jogger

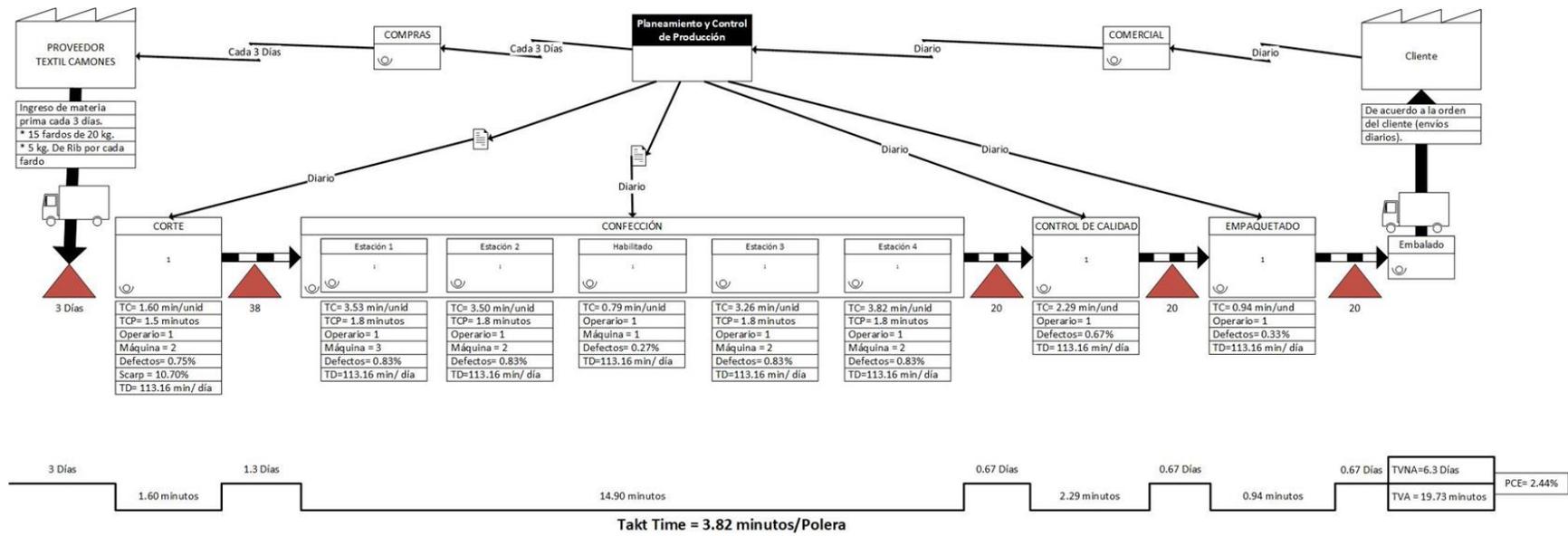


Figura 36. VSM futuro de polera

#### 4.4.5. Resultados de la propuesta

Después del balance de líneas del proceso de confección, se tiene que:

- **Resultados VSM futuro Jogger**

En el proceso de confección se dispone de un total de 4 estaciones de trabajo, cada estación contará con un trabajador polivalente manejo de máquina recta y remalle. Teniendo las cargas de trabajo balanceadas por estación (ver figura 35), se espera un flujo continuo de producción en el proceso de confección, sin esperas o tiempo de esperas entre máquinas, con que se aumenta la eficiencia del ciclo del proceso (PCE) que es 0.72 %, a comparación del anterior de 0.40 %, se tiene un incremento del 0.32 %.

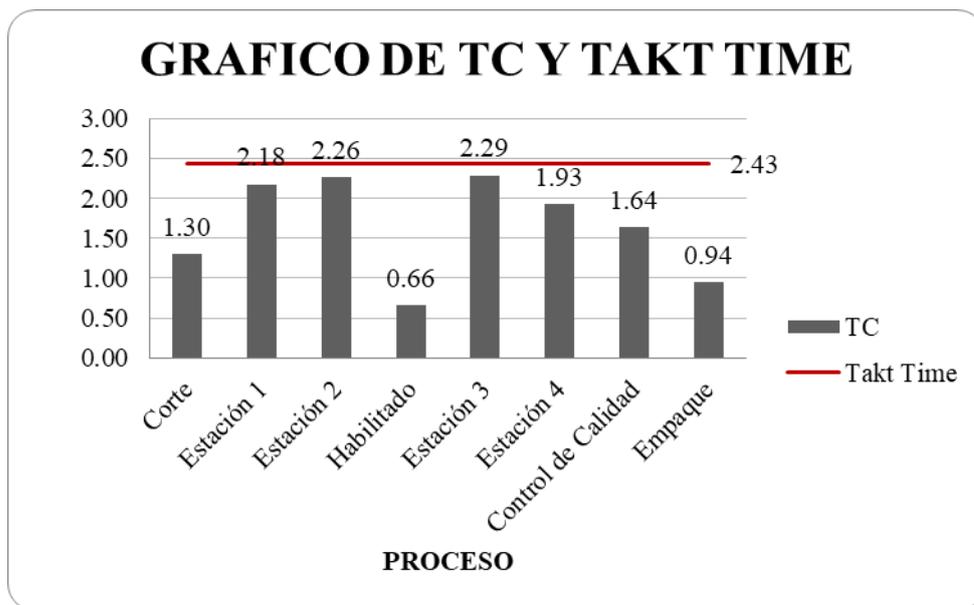


Figura 37. Comparativo tiempo ciclo y Takt Time Jogger To Be

Como se observa en la figura 37, el nuevo *takt time* es de 2.43 minutos por *jogger* y el tiempo ciclo de procesos y estaciones de trabajo son menores a este. Porque sí se satisface la demanda del cliente.

- **Resultados VSM futuro polera**

Equivalentemente, que la línea de *jogger*, la línea de polera consta de 4 estaciones de trabajo en el proceso de confección. Se está adaptando la línea de polera a 4 estaciones para poder utilizar al máximo los 4 operadores fijos que tiene la empresa. Se tienen las cargas de trabajo balanceadas, como se observa en la figura 36. La eficiencia del ciclo del proceso (PCE) anteriormente es de 0.35 % y tras el balanceo es de 2.44 %, con que se tiene un incremento del 2.09 %.

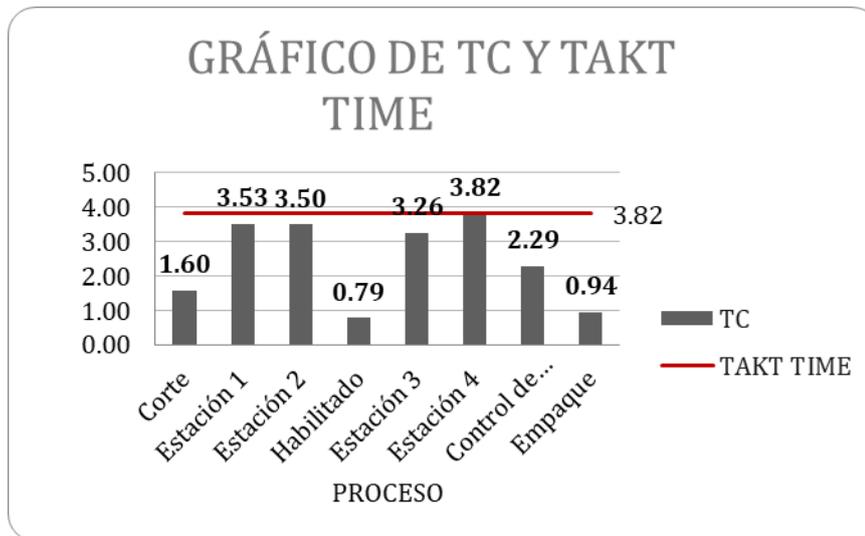


Figura 38. Comparativo tiempo ciclo y Takt Time polera To Be

Como se observa en la figura 38. El nuevo *takt time* es de 3.82 minutos por polera y los tiempos de los ciclos de los procesos son menores al *Takt time*, a excepción de la estación 4 que tiene el mismo tiempo que el *takt time* que es de 3.82 minutos.

#### 4.5. Validación de la propuesta con *software* Arena

Para validar la propuesta de balanceo de línea en el proceso de confección, se propone simularlo en el *software* Arena. Por lo tanto, los indicadores serán la cantidad de unidades producidas al mes y el porcentaje de utilización para las dos líneas *jogger* y polera como se observan en la tabla 56: Resumen Estaciones *Jogger* y la tabla 60: Resumen de estaciones de polera.

Se divide en las siguientes fases:

##### 4.5.1. Definir el problema, los objetivos y los requerimientos

###### ➤ Definición del problema

El balanceo de línea propuesto en el proceso de confección para *joggers* y poleras da como resultado la instalación de 4 estaciones de trabajo para ser eficiente las líneas de producción. El problema que se presenta es que la producción es constante, y no se puede detener las líneas para probar el modelo de las estaciones, que generaría retrasos en la entrega de pedidos al cliente.

###### ➤ Objetivo

Simular en el *software* Arena el balanceo de líneas del proceso de confección para validar que la propuesta es viable y en un futuro implementarla.

### ➤ **Requerimientos**

Nos apoyaremos en los indicadores que da el balanceo que son la producción mensual y la utilización de las estaciones para corroborarlo con la simulación.

#### **4.5.2. Diseño del modelo conceptual**

Para los modelos de *Jogger* y polera, comienzan desde el retiro de fardos de tela, *rib* o *jersey* de almacén hacia el proceso de corte donde son procesados de acuerdo con las tallas requeridas y cantidades, culminado este proceso es traslado al proceso de confección y un pequeño bloque (aplicación o capucha) para la colocación de ojalillos en habilitado y llevados a confección cuando el proceso lo requiera. Culminado la confección es trasladado al proceso de control de calidad y por ultimo enviado al proceso de empaquetado.

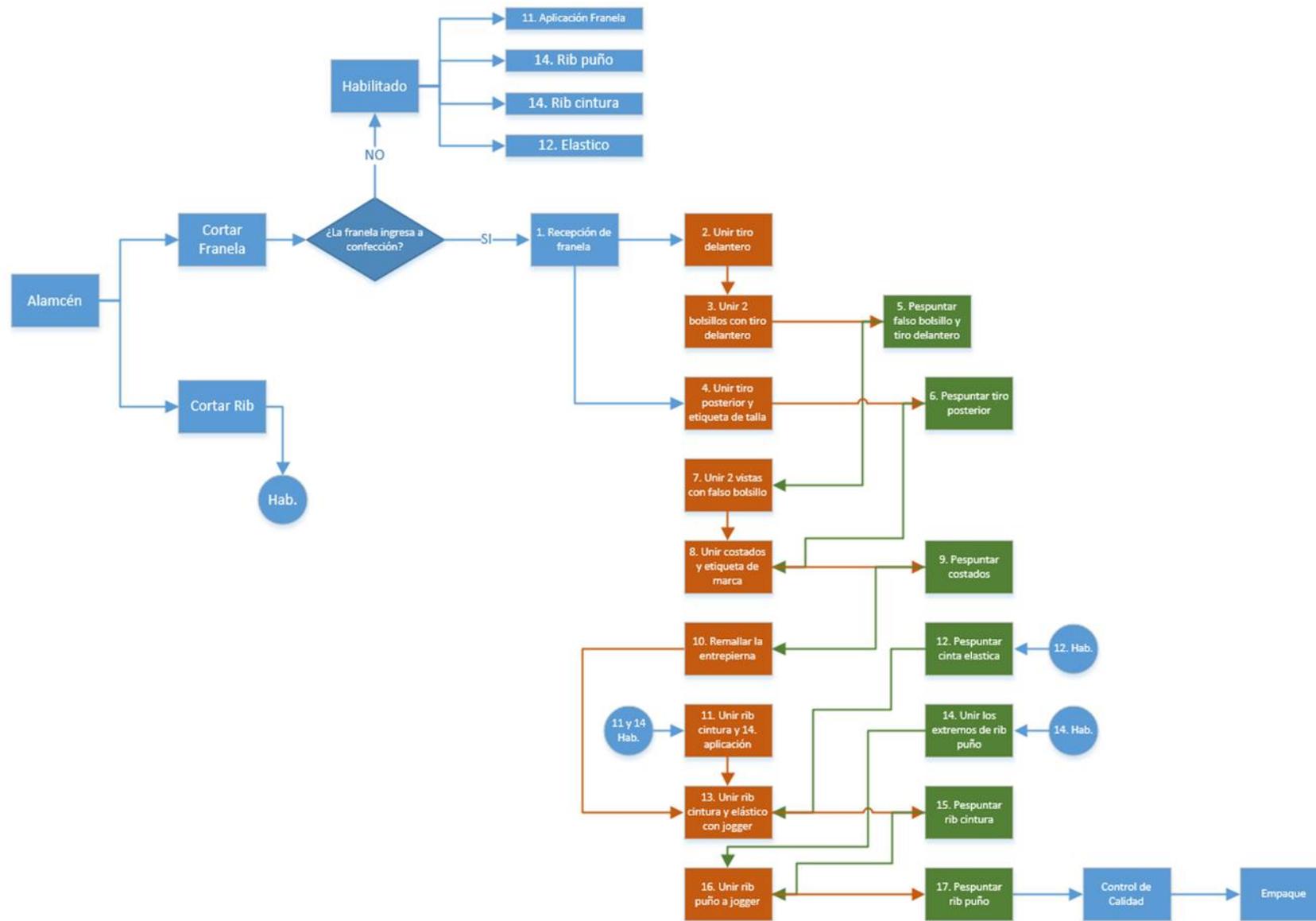


Figura 39. Modelo conceptual por simular Jogger

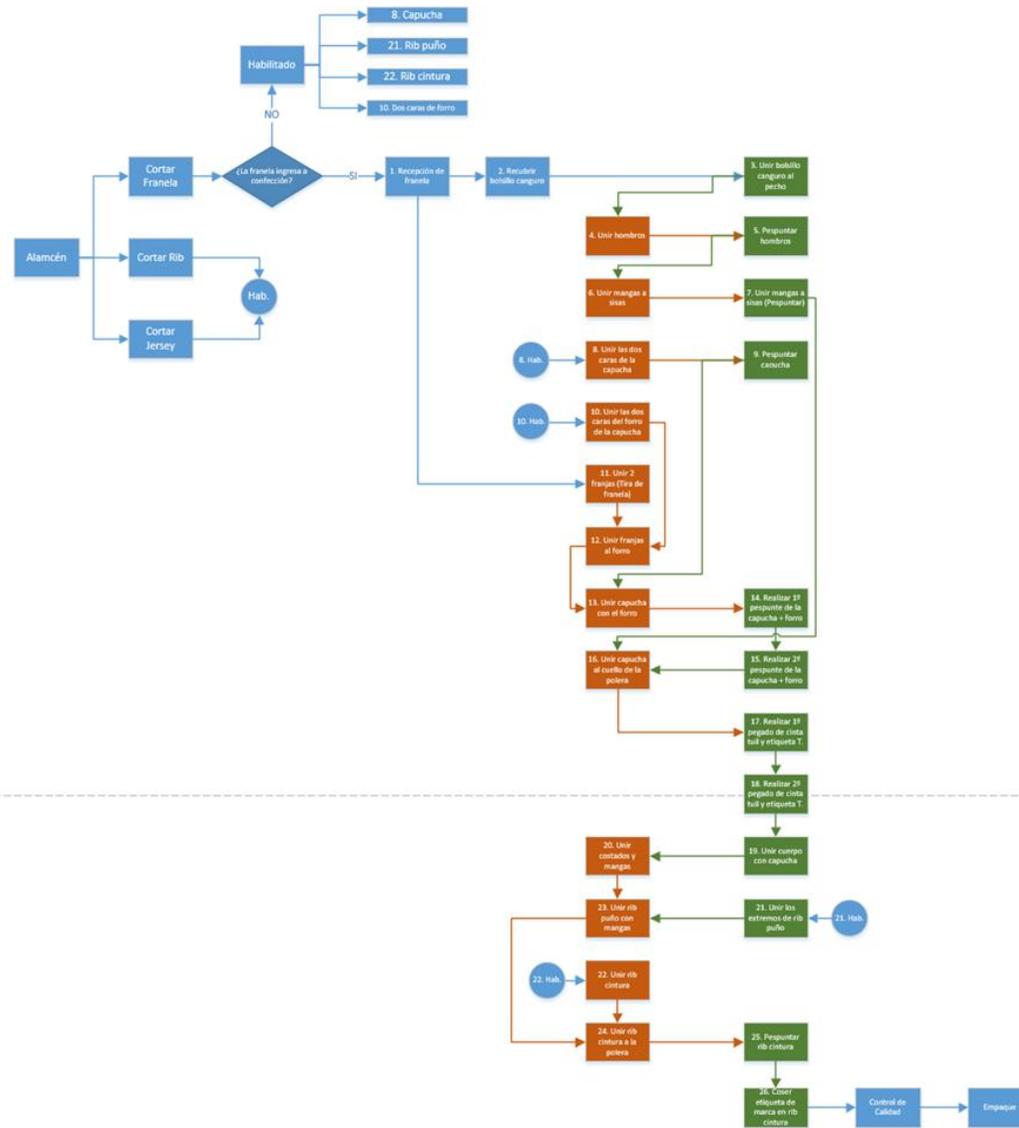


Figura 40. Modelo conceptual por simular polera

### 4.5.3. Obtención y análisis estadístico de los datos para el modelo

#### ➤ Tiempo de llegada entre órdenes del cliente

Se entrevistó al personal de ventas y brindó información del ritmo de llegadas de las órdenes del cliente, ya sean *Jogger* o polera, las cuales ingresan al *input analyzer*. La distribución obtenida es una exponencial de los datos ingresados es confiable, ya que el valor  $p$  del chi cuadrado y Kolmogórov-Smirnov es mayor al 0.05. El dato obtenido es **EXPO (75.4) minutos**, ver figura 41.

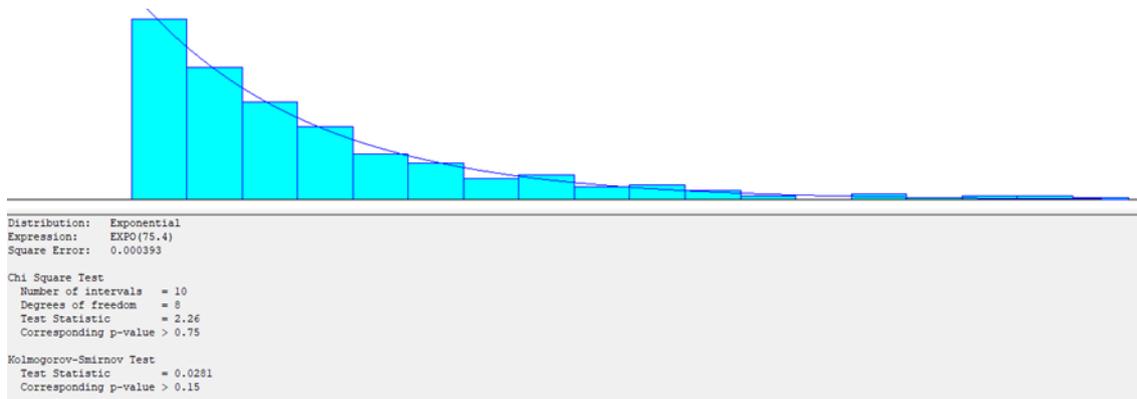


Figura 41. Tiempo de llegada entre órdenes del cliente

#### ➤ Tipo de orden de producción

Información de ventas de las cuales, si son ordenes de *Jogger* tienen este intervalo de 12 a 50 unidades y órdenes de polera son de 6 a 36 unidades. Las cuales representan un 80 % *Jogger* y 20 % polera.

#### ➤ Secuencia de fabricación

Para la secuencia de fabricación de estas órdenes, existe la guía del Diagrama analítico del proceso As Is y para la secuencia del proceso de confección de la figura 31: Diagrama de Relación As Is *Jogger* y figura 32: Diagrama de relación As Is polera.

#### ➤ Recursos

Los recursos para esta simulación se recolectan de la tabla 14: Caracterización de proceso de producción de *Jogger* y polera.

#### ➤ Tiempo de las actividades

La obtención de tiempos de confección y tiempo de traslados se toma de los diagramas analíticos del proceso As Is de las tablas 28 y 29, las cuales ingresan al *input analyzer* para su validación. En total se tiene 68 variables aleatorias entre *joggers* y poleras, ver tabla 70.

**Tabla 70. Lista de variables aleatorias**

N°	Variable Aleatoria - Actual	Unidades	Tipo de variable
1	Tiempo entre llegadas de las órdenes	minutos	continua
2	Tipo de prenda	-	discreta
3	Cantidad de unidades cuando la orden es de Joggers	unidades	discreta
4	Cantidad de unidades cuando la orden es de Poleras	unidades	discreta
5	Tiempo de traslado de un fardo al área de corte de franela	segundos	continua
6	Tiempo de corte de franela por unidad de Jogger	segundos	continua
7	Tiempo de corte de franela por unidad de Polera	segundos	continua
8	Tiempo de traslado de un fardo al área de corte de rib	segundos	continua
9	Tiempo de corte de rib por unidad de Jogger o Polera	segundos	continua
10	Tiempo de traslado de un fardo al área de corte de jersey	segundos	continua
11	Tiempo de corte de jersey por unidad de Polera	segundos	continua
12	Tiempo de recepción de franela por unidad de Jogger	segundos	continua
13	Tiempo de recepción de franela por unidad de Polera	segundos	continua
14	Tiempo de traslado de un fardo de franela hacia el habilitado cuando es para Jogger	segundos	continua
15	Tiempo de traslado de un fardo de franela hacia el habilitado cuando es para Polera	segundos	continua
16	Tiempo de habilitado de ojalillo franela por unidad para Jogger	segundos	continua
17	Tiempo de habilitado de franela por unidad para Polera	segundos	continua
18	Tiempo de traslado de un fardo de rib hacia el habilitado cuando es para Jogger	segundos	continua
19	Tiempo de traslado de un fardo de rib hacia el habilitado cuando es para Polera	segundos	continua
20	Tiempo de traslado de un fardo de jersey hacia el habilitado cuando es para Polera	segundos	continua
21	Tiempo para unir tiro delantero	segundos	continua
22	Tiempo para unir 2 bolsillos con tiro delantero	segundos	continua
23	Tiempo para pespuntar falso bolsillo y tiro delantero	segundos	continua
24	Tiempo para unir 2 vistas con falso bolsillo - Conformar bolsillos	segundos	continua
25	Tiempo para unir tiro posterior y etiqueta de talla	segundos	continua
26	Tiempo para pespuntar tiro posterior	segundos	continua
27	Tiempo para unir costados y etiquetas de marca	segundos	continua
28	Tiempo para pespuntar costados	segundos	continua
29	Tiempo para remallar entrepierna	segundos	continua
30	Tiempo para unir rib cintura y aplicación franela	segundos	continua
31	Tiempo para corte elástico por unidad	segundos	continua
32	Tiempo para pespuntar cinta elástica	segundos	continua
33	Tiempo para unir rib cintura y elástico con jogger	segundos	continua
34	Tiempo para pespuntar rib cintura	segundos	continua
35	Tiempo para unir los extremos del rib puño	segundos	continua
36	Tiempo para cortar hilos y doblar rib puños	segundos	continua
37	Tiempo para unir rib puños a jogger	segundos	continua
38	Tiempo para pespuntar rib puños	segundos	continua
39	Tiempo para recubrir bolsillo canguro	segundos	continua
40	Tiempo para cortar hilos del bolsillo canguro	segundos	continua
41	Tiempo para unir bolsillo canguro al pecho	segundos	continua
42	Tiempo para unir hombros	segundos	continua
43	Tiempo para pespuntar hombros	segundos	continua
44	Tiempo para unir mangas a sisas	segundos	continua
45	Tiempo para unir mangas a sisas - Pespuntar	segundos	continua
46	Tiempo para unir 2 franjas tira de franela	segundos	continua
47	Tiempo para unir las dos caras del forro de la capucha	segundos	continua
48	Tiempo para unir franjas al forro	segundos	continua
49	Tiempo para unir las dos caras de la capucha	segundos	continua
50	Tiempo para pespuntar capucha	segundos	continua
51	Tiempo para unir capucha con el forro	segundos	continua
52	Tiempo para realizar 1er pespunte de la capucha y el forro	segundos	continua
53	Tiempo para realizar 2do pespunte de la capucha y el forro	segundos	continua
54	Tiempo para unir capucha al cuello de la polera	segundos	continua
55	Tiempo para realizar 1er pegado de cinta tui y etiqueta de talla	segundos	continua
56	Tiempo para realizar 2do pegado de cinta tui y etiqueta de talla	segundos	continua
57	Tiempo para unir cuerpo con capucha	segundos	continua
58	Tiempo para unir costados y mangas	segundos	continua
59	Tiempo para unir los extremos de Rib puño	segundos	continua
60	Tiempo para cortar hilos y doblar rib puños	segundos	continua
61	Tiempo para unir rib puño con mangas	segundos	continua
62	Tiempo para unir rib cintura	segundos	continua
63	Tiempo para unir rib cintura a la polera	segundos	continua
64	Tiempo para pespuntar rib cintura Poleras	segundos	continua
65	Tiempo para coser etiqueta de marca en rib cintura	segundos	continua
66	Tiempo control de calidad unidad Jogger	segundos	continua
67	Tiempo control de calidad unidad Polera	segundos	continua
68	Tiempo de empaque por unidad	segundos	continua

De la tabla 70: Lista de variables, solo se muestran algunas variables con su respectivo análisis, por ser una gran cantidad de análisis.

### Variable 21: Tiempo para unir tiro delantero

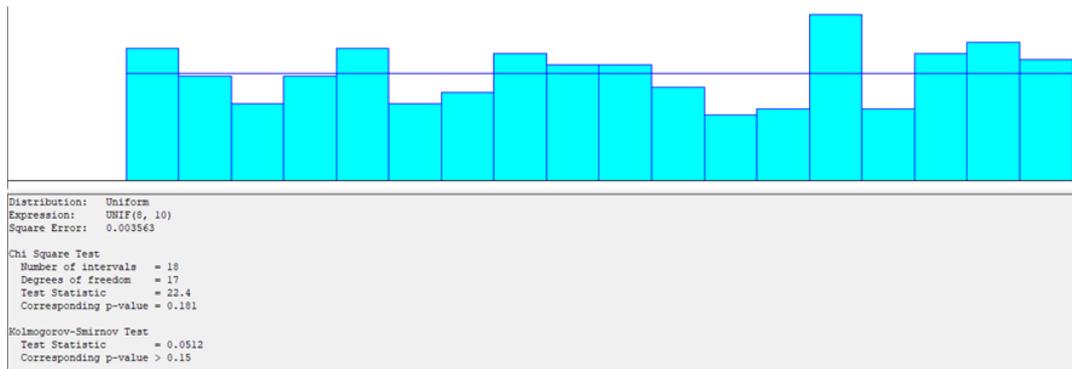


Figura 42. Tiempo de variable aleatoria 21

En la figura 42, se muestra una distribución uniforme, los tiempos ingresados son confiables, ya que el valor  $p$  del chi cuadrado y Kolmogórov-Smirnov es mayor al 0.05. El dato obtenido es **UNIF(8,10) segundos**.

### Variable 34: Tiempo para respuntar *rib* cintura

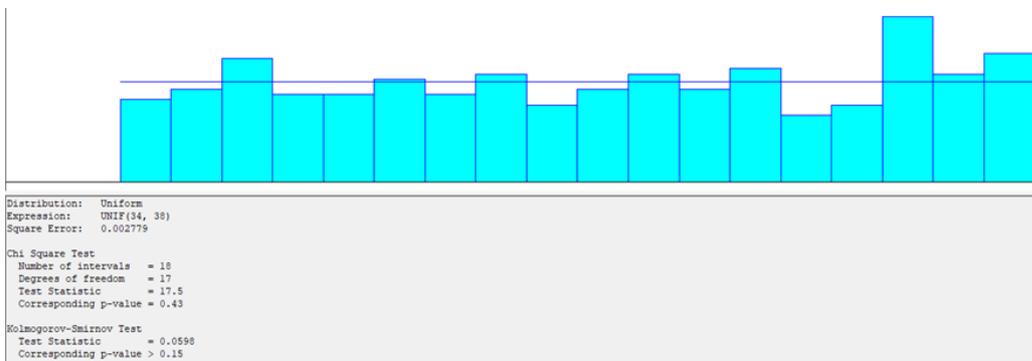


Figura 43. Tiempo de variable aleatoria 34

En la figura 43, muestra una distribución uniforme, los tiempos ingresados son confiables, ya que el valor  $p$  del chi cuadrado y Kolmogórov-Smirnov es mayor al 0.05. El dato obtenido es **UNIF(34,38) segundos**.

### Variable 57: Tiempo para unir cuerpo con capucha

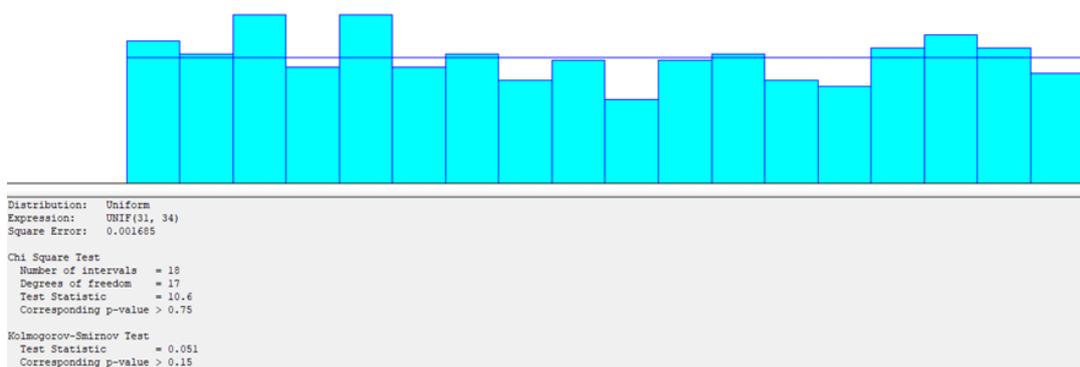


Figura 44. Tiempo de variable aleatoria 57

En la figura 44, se muestra una distribución uniforme, los tiempos ingresados son confiables, ya que el valor  $p$  del chi cuadrado y Kolmogórov-Smirnov es mayor al 0.05. El dato obtenido es **UNIF(31,34) segundos**.

#### **4.5.4. Construcción del modelo de simulación**

Analizado el tiempo de todas las variables aleatorias, se procede a construir el modelo  
As Is.

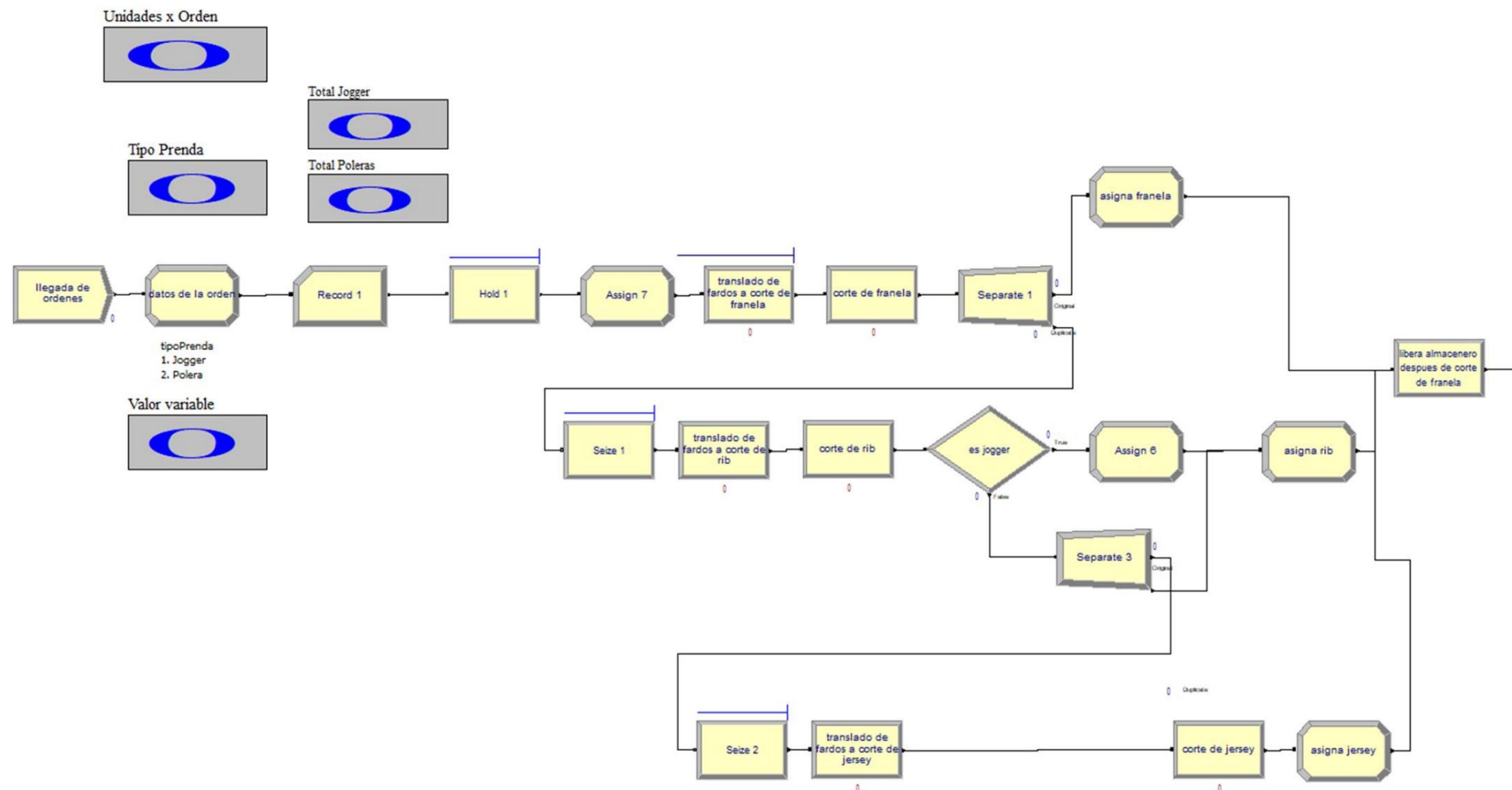


Figura 45. Simulación del proceso As Is – Parte 1

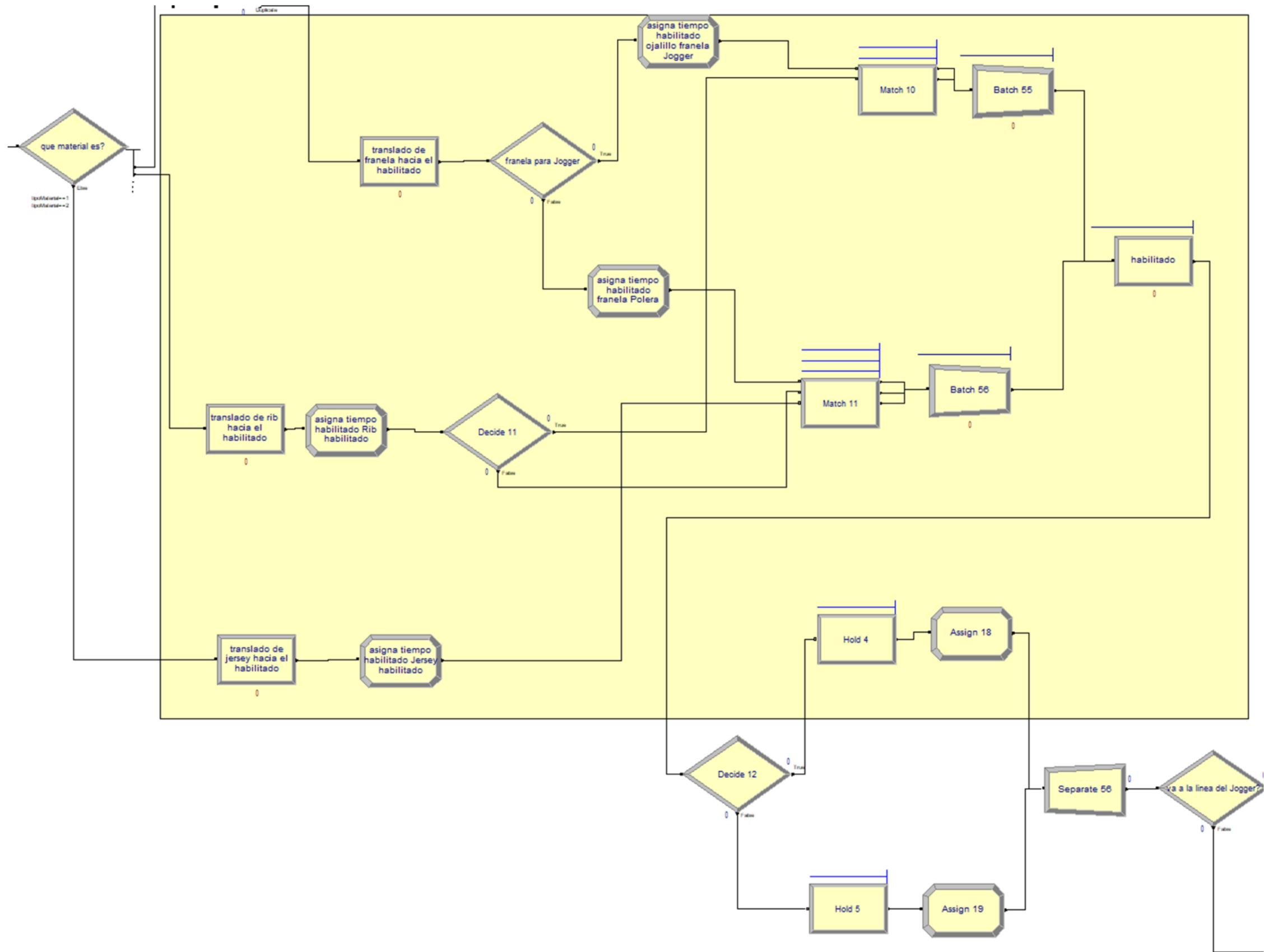
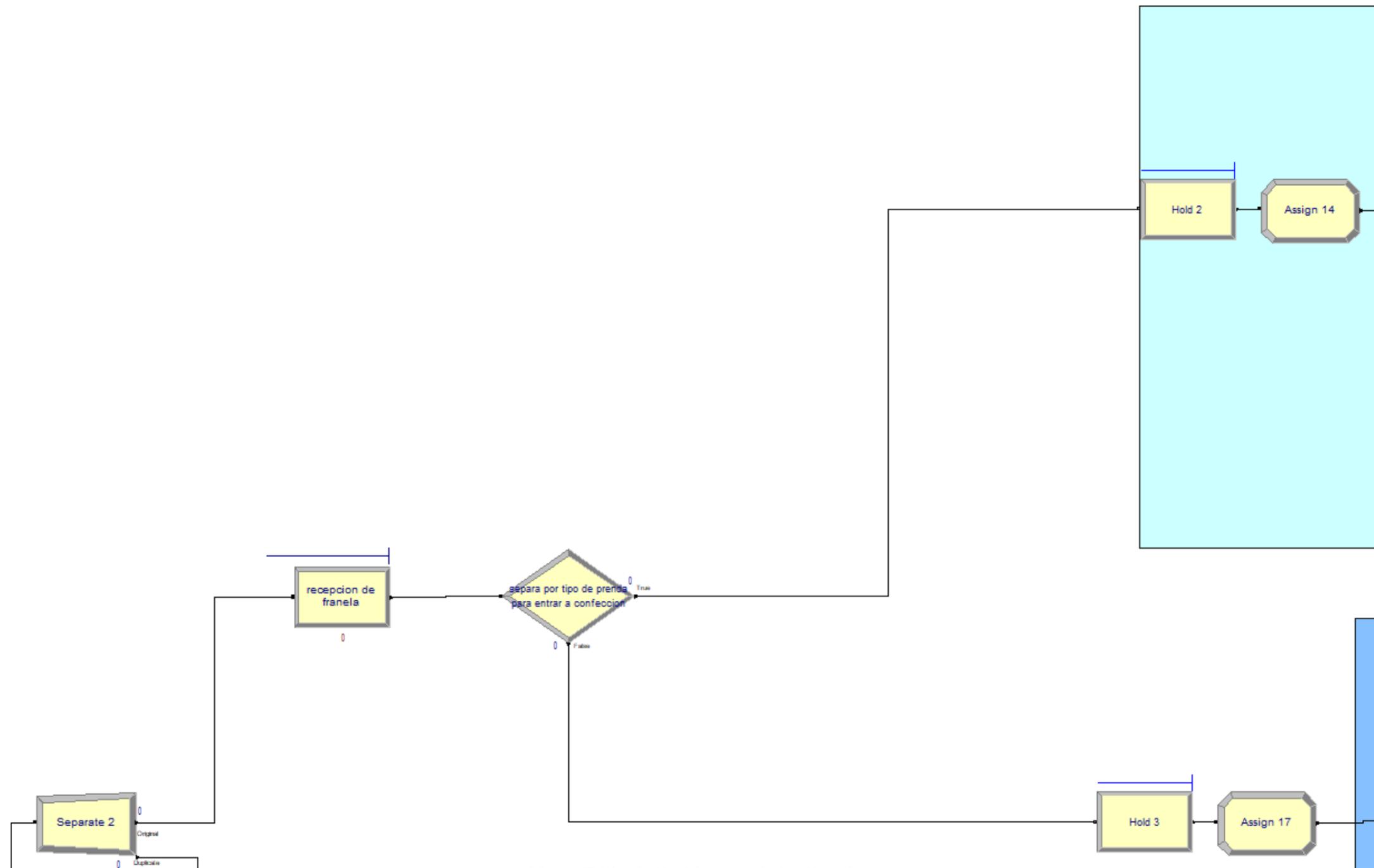


Figura 46. Simulación del proceso As Is – Parte 2



*Figura 47. Simulación del proceso As Is – Parte 3*

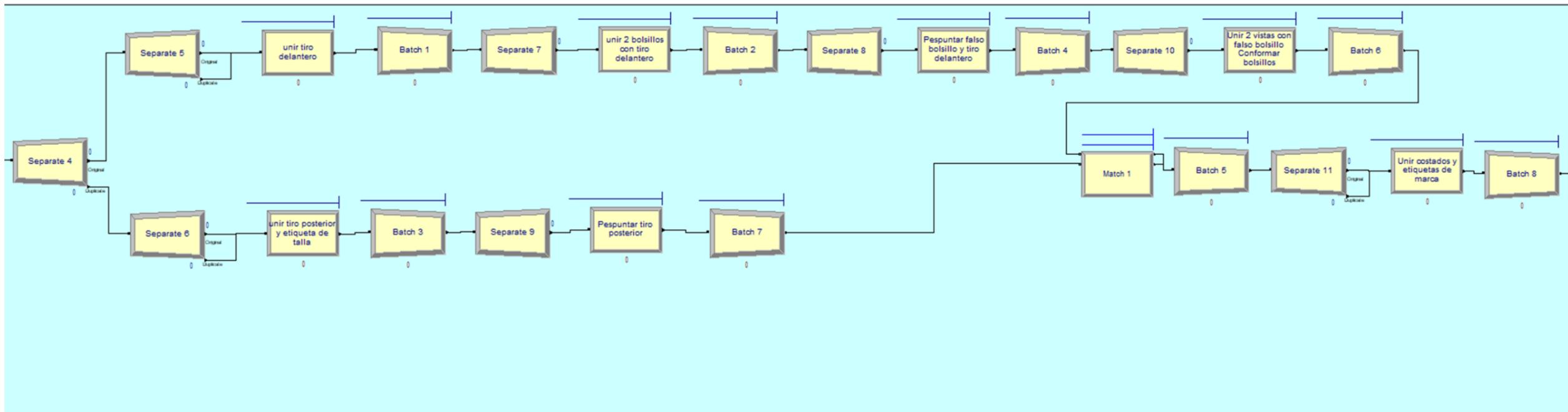


Figura 48. Simulación del proceso As Is – Parte 4

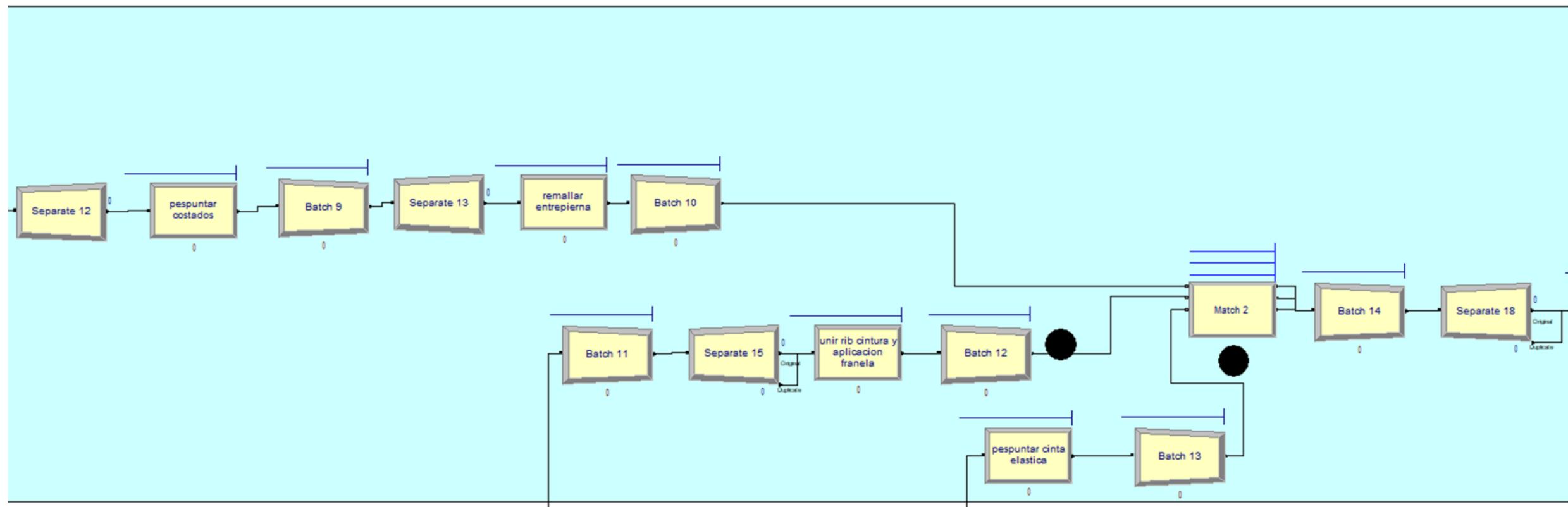
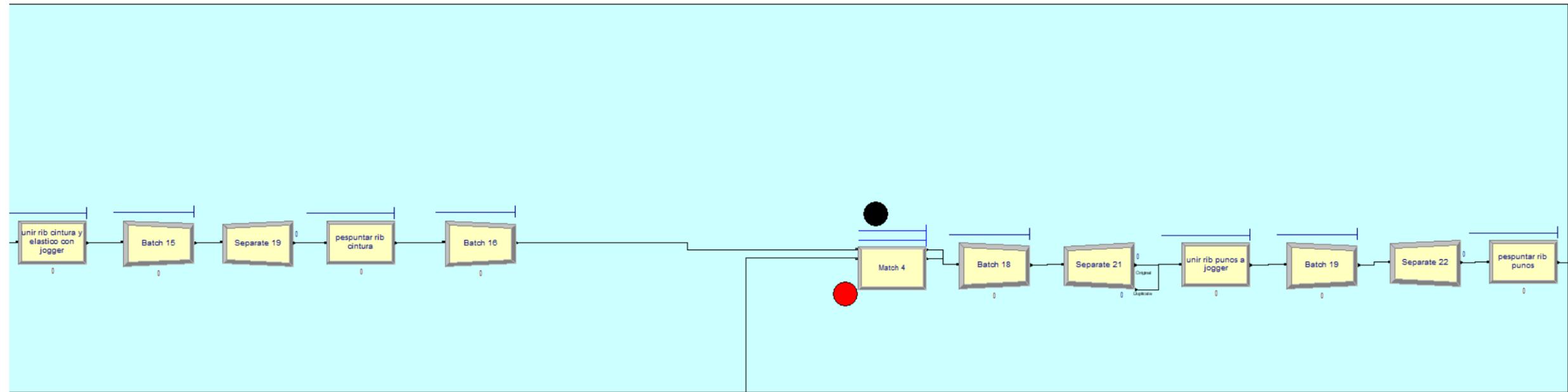


Figura 49. Simulación del proceso As Is – Parte 5



*Figura.50. Simulación del proceso As Is - Parte 6*

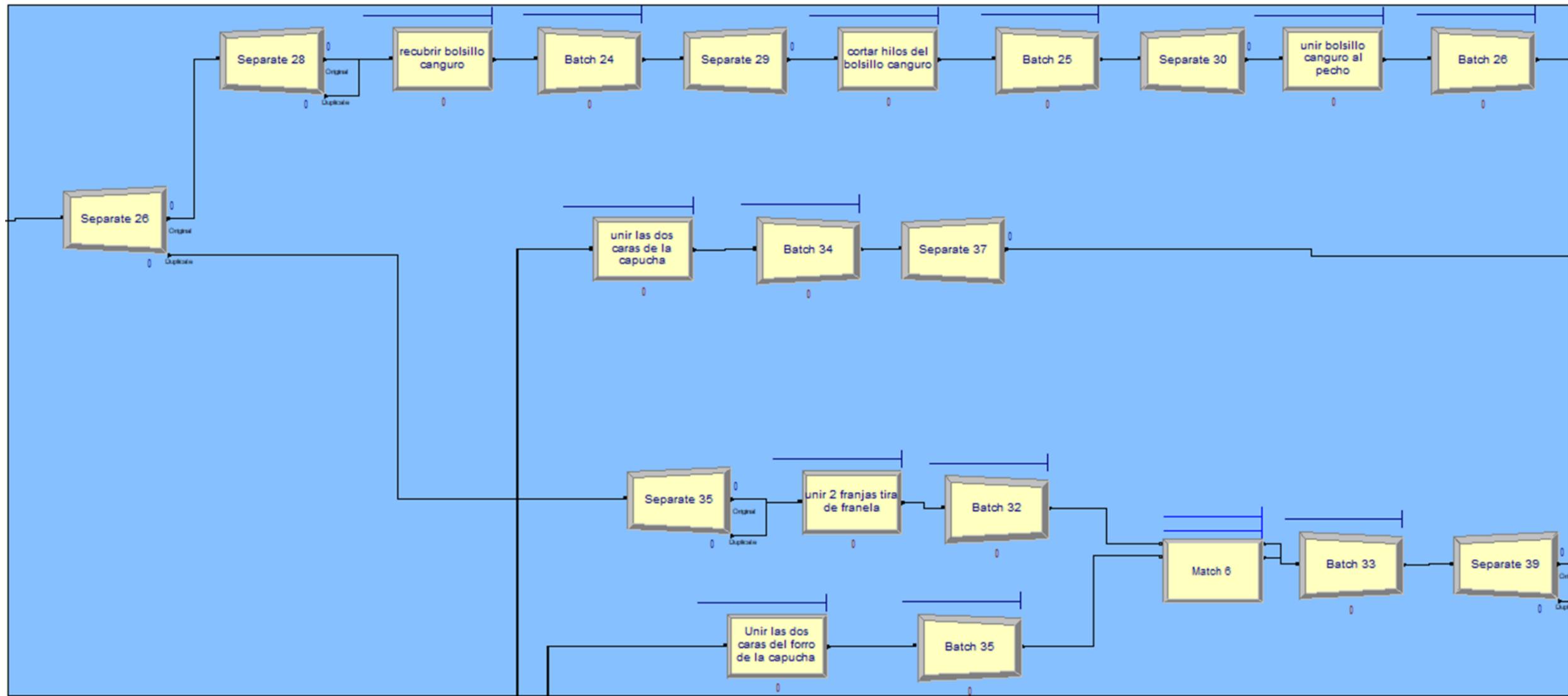
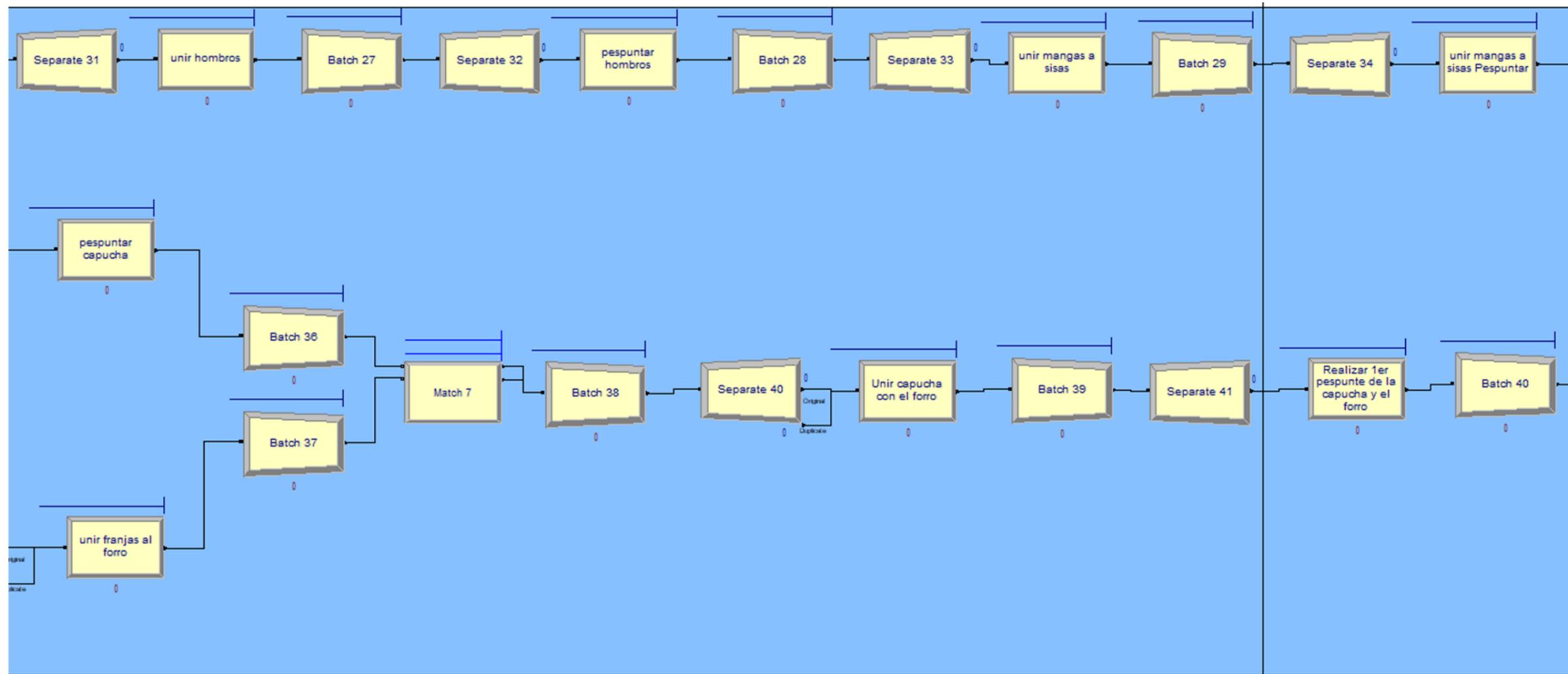
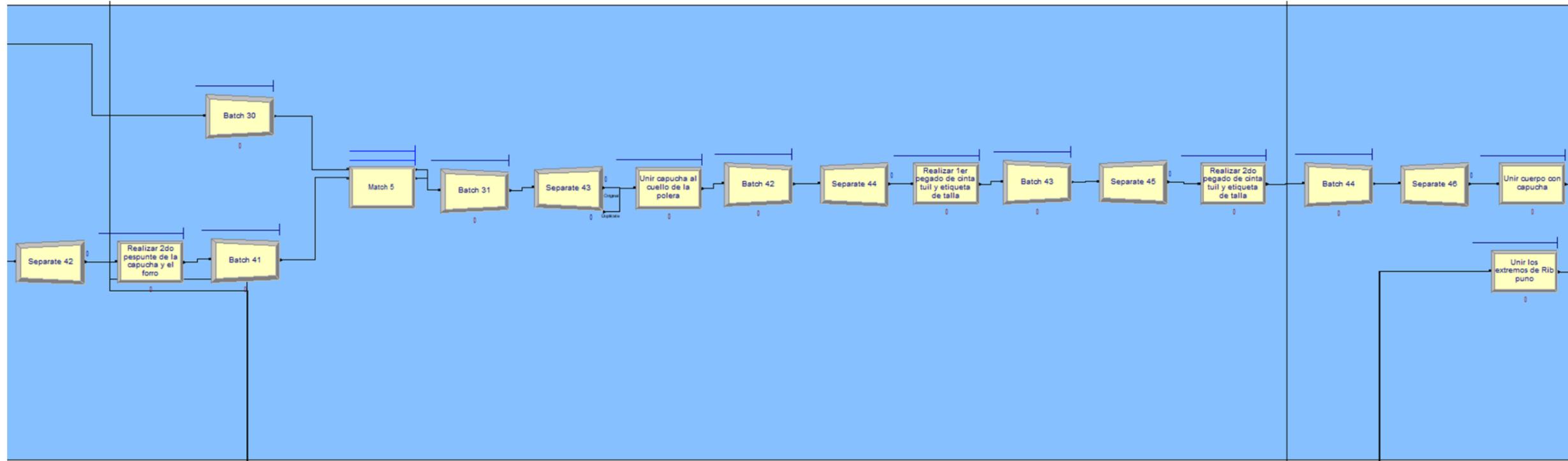


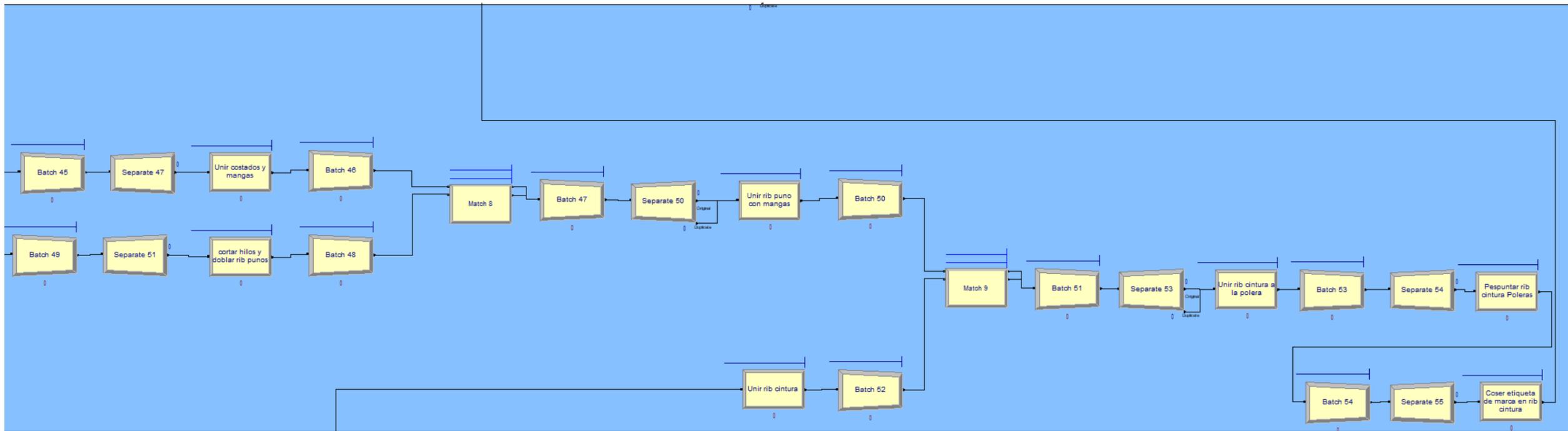
Figura 51. Simulación del proceso As Is - Parte 7



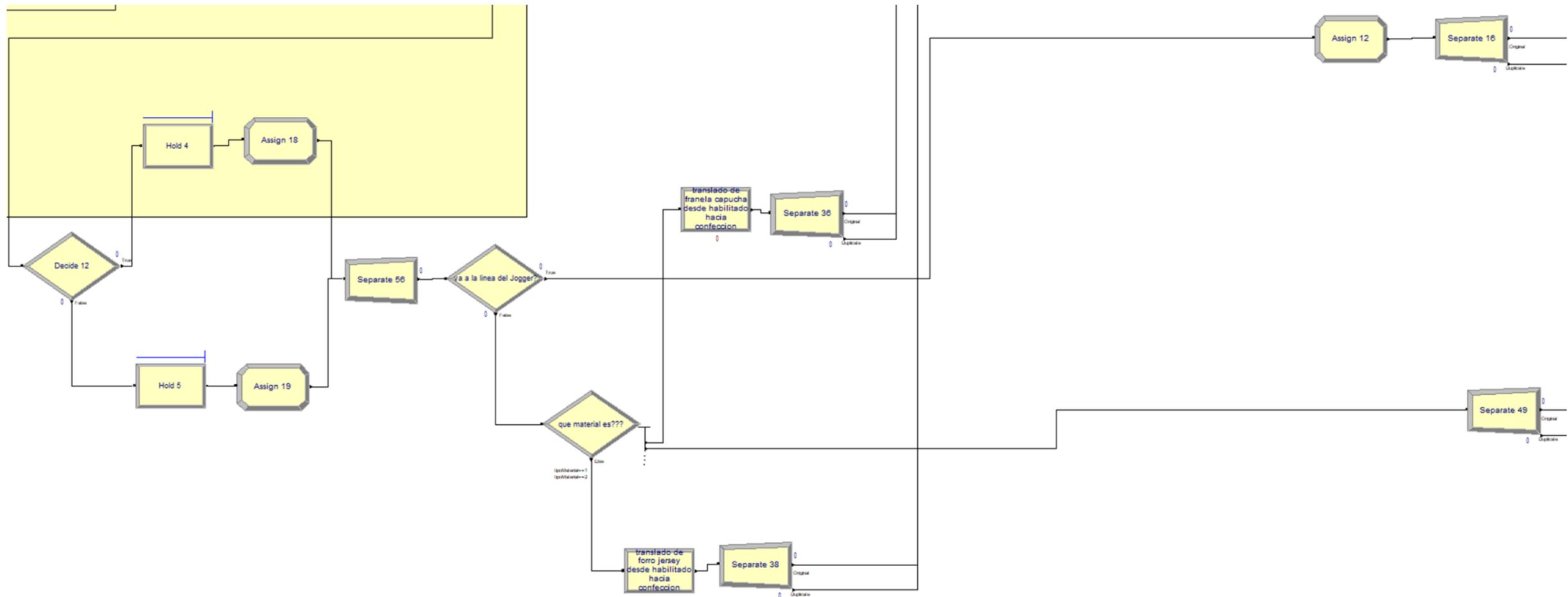
*Figura 52. Simulación del proceso As Is - Parte 8*



**Figura 53. Simulación del proceso As Is – Parte 9**



**Figura 54. Simulación del proceso As Is – Parte 10**



**Figura 55. Simulación del proceso As Is – Parte II**

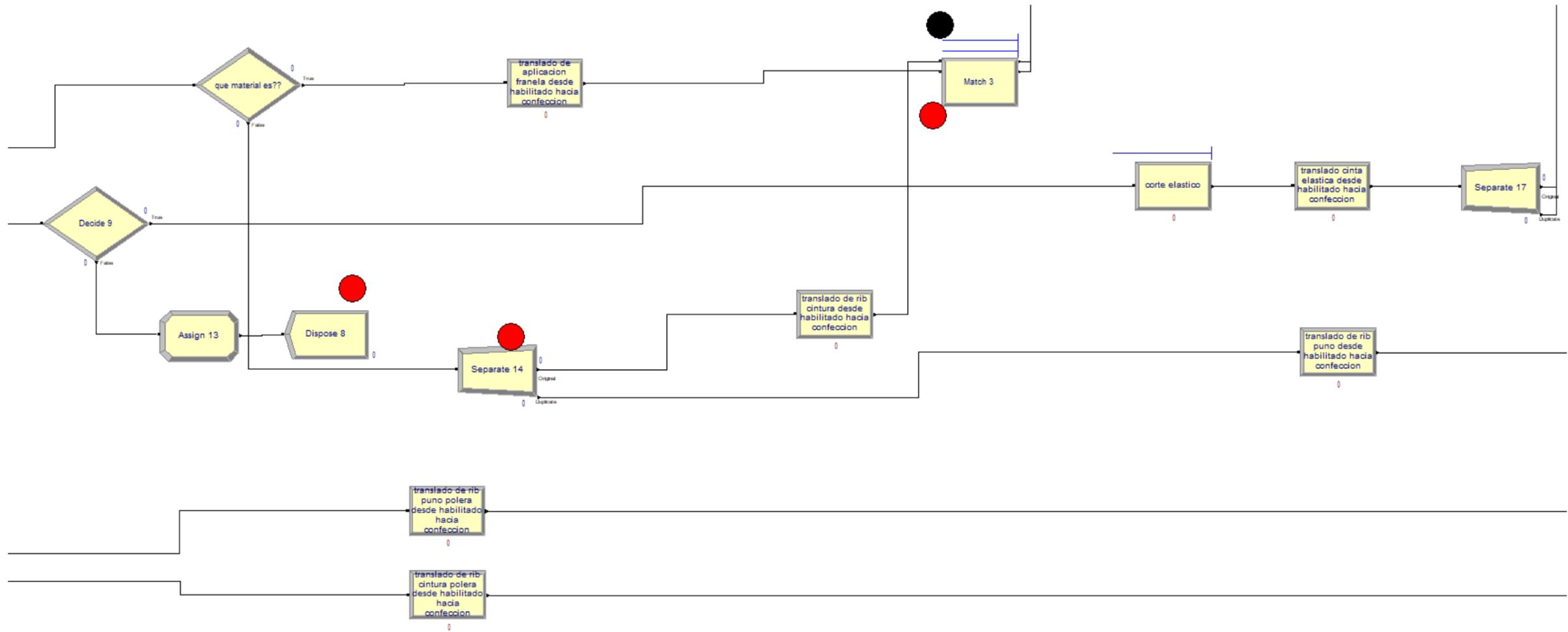


Figura 56. Simulación del proceso As Is – Parte 12

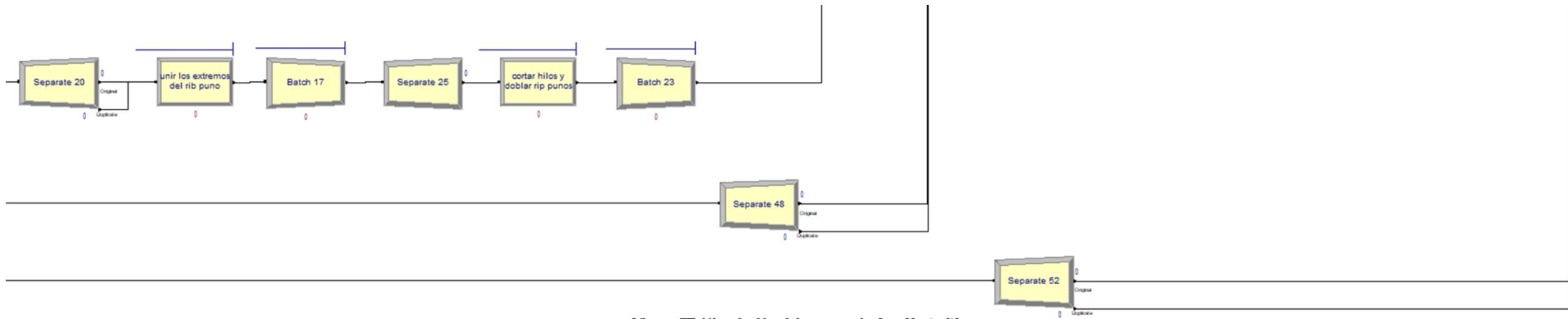
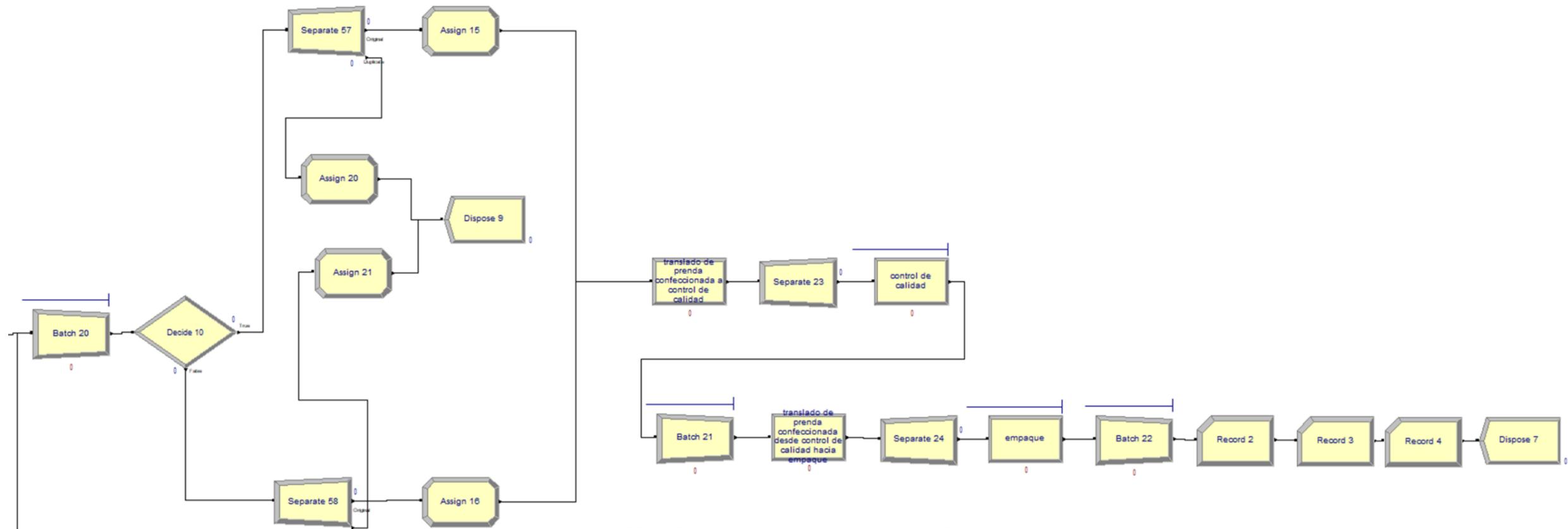


Figura 57. Simulación del proceso As Is – Parte 13



*Figura 58. Simulación del proceso As Is – Parte 14*

#### 4.5.5. Verificación del modelo

El modelo está simulado para que refleje al modelo conceptual, las dos líneas están construidas para que sigan la siguiente lógica, el 80 % de las órdenes que ingresan son de *jogger* y el otro 20 % son de poleras (ver figura 59), estas trabajan paralelamente en caso una línea no tenga órdenes apoyará a la otra en su producción, porque si no estaría parada y generaría tiempo de ocio, que dista de la realidad.

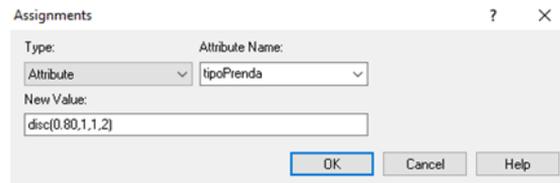


Figura 59. Assignments – Tipo de prenda

En la figura 59: Tipo prenda 1 es *Jogger* con un 80 % y tipo prenda 2 es polera con un 20 %.

#### 4.5.6. Validación del modelo As Is

Se procede a simular por un mes con los siguientes datos: se trabaja 25 días por mes, 9.43 horas por días. *A priori* se hizo 30 réplicas para determinar el número mínimo de réplicas necesarias. Lo cual, da como resultado que en el lapso de un mes se producen:

Tabla 71. Resultados simulación a priori a 30 réplicas

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
atendidas Jogger	99.83	1,32	93.0000	107.00
atendidas Poleras	33.7333	2,44	22.0000	49.0000
total Joggers	3068.40	37,04	2870.00	3245.00
total Poleras	711.63	54,29	470.00	1028.00
totalOrdenesJogger	150.17	3,01	133.00	168.00
totalOrdenesPoleras	34.6667	2,44	22.0000	50.0000

En la tabla 71, se muestran los resultados de la corrida de 30 réplicas, donde el indicador es el total de *jogger* y poleras confeccionados. De estos dos, se toma el que tenga el mayor *Half Width* o margen de error, para determinar el número mínimo de réplicas que se necesita para validar la simulación.

#### ➤ Determinación de número de réplicas

Se aplica la siguiente fórmula para validar el modelo:

$$N = N_0 * \left(\frac{h_0}{h}\right)^2$$

Donde:

**N** = número mínimo de replicar necesarias

**No** = número de réplicas iniciales

**ho** = *Half Width* o margen de error

**h** = margen de error deseado (lo determina el analista)

h = para este estudio se plantea un margen de error de  $\pm 27.145$  unidades.

Reemplazando se tiene lo siguiente:

$$N = 30 * \left(\frac{54.29}{27.145}\right)^2$$

$$N = 120 \text{ réplicas}$$

Para validar la simulación se necesitan un mínimo de 120 réplicas, con que se tiene el siguiente resultado:

**Tabla 72. Resultados de simulación As Is a 120 réplicas**

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
atendidas Jogger	99.53	< 0,72	89.0000	109.00
atendidas Poleras	36.5333	< 1,12	22.0000	55.0000
total Joggers	3059.53	< 15,07	2870.00	3245.00
total Poleras	759.90	< 23.65	441.00	1089.00
totalOrdenesJogger	151.93	< 2,16	128.00	185.00
totalOrdenesPoleras	37.5333	< 1,14	22.0000	56.0000

Para validar el *Half Width* de los resultados tiene que ser menor o igual al margen de error deseado o propuesto por el analista. Con que se tiene:

$$ho \leq h(\text{propuesto})$$

$$23.65 \leq 27.145$$

Con que, se concluye que 23.65 de *half width* es menor o igual al 27.145 planteado por el analista. Por lo tanto, con 120 réplicas observadas, se tiene datos representativos.

➤ **Resultados de simulación As Is**

**1.º indicador: producción mensual**

Con la simulación a 120 réplicas observadas tiene que la producción de *jogger* al mes es de 3059 unidades y polera con 759 unidades, este dato se compara con los datos reales de la tabla 11: Producción real y tercerizada

**Tabla 73. Producción real vs. simulada As Is**

Producto	Producción As Is	
	Real	Simulada
<i>Jogger</i>	3095	3059
Polera	711	759

En la tabla 73, se observa la comparación de la producción real de la empresa y la simulación, con que se valida que las proyecciones de la simulación no tienen mucha diferencia con la producción real.

**2.º indicador: utilización de recursos**

Igualmente se tiene el siguiente indicador que es el porcentaje de utilización de los recursos:

**Tabla 74. Porcentaje de utilización de recursos As Is**

Replications: 120 Time Units: Minutes

Resource				
Usage				
Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
almacenero	0.5422	0,01	0.4472	0.6431
operarioCCfinal	0.4645	0,00	0.4276	0.5032
operarioEmpaque	0.2524	0,00	0.2374	0.2651
operarioHabilitado	0.2333	0,00	0.1973	0.2702
operarioRecepcion	0.03166983	0,00	0.02590533	0.03795439
recta	0.4863	0,00	0.4239	0.5598
rectaPoleras	0.4862	0,00	0.4238	0.5600
recubridora	0.01736474	0,00	0.01031983	0.02501342
remalladora	0.8175	0,00	0.7639	0.8780
remalladoraPoleras	0.8174	0,00	0.7635	0.8780

Se observa en la tabla 74, que el porcentaje de utilización de los recursos del proceso de confección de las máquinas recta son de 48.63 %, remalladoras es de 81.75 % y en promedio son del 65 %, que representa que las cargas de trabajo no están balanceadas lo que genera tiempos que no generan valor al proceso y, por ende, baja productividad.

La verificación del modelo conceptual de *jogger* y polera, así como la prueba de unidad, es validada por un experto. En este caso, lo valida el jefe de producción, ya que tiene el conocimiento de la secuencia de producción. Se adjunta encuesta en **anexo 5**.

#### 4.5.7. Diseño del experimento de simulación, ejecución y análisis estadístico

Teniendo la simulación As Is validada, se procede a experimentar con la propuesta:

**Distribución de planta:** Después de la redistribución de planta se mejoraron los tiempos de transporte. Por lo tanto, se utilizó el Diagrama Analítico del Proceso *To Be* de *Jogger* y polera, esta información está en las tablas 48 y 49. Se trabajará con estos tiempos de transporte en la simulación *To Be*.

**Balaceo de línea:** Donde se propone la utilización de 4 estaciones de trabajo tanto para *jogger* como polera, se trabaja con la tabla 56 y figura 33 para *jogger* y para polera con la tabla 60 y figura 34. Se utiliza esta información para designar cada estación con sus respectivas actividades.

En la simulación As Is, las líneas de *Jogger* y polera trabajan paralelamente 2 operadores en línea de *jogger* y 2 operadores en línea de polera, que es ineficiente según los resultados de utilización de las líneas que es del 65 % en promedio. Por tanto, para la simulación *To Be* según el balanceo se optará que los 4 operadores trabajen cada uno en su estación en total 4 estaciones, tanto para la confección de *jogger* y polera, Porque, se trabajará en porcentajes, el 80 % del día se confeccionará *jogger* y el otro 20 % del tiempo, polera. El tiempo disponible total por día es de 9.43 horas.

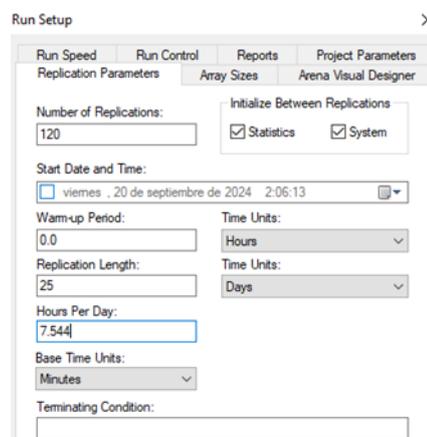
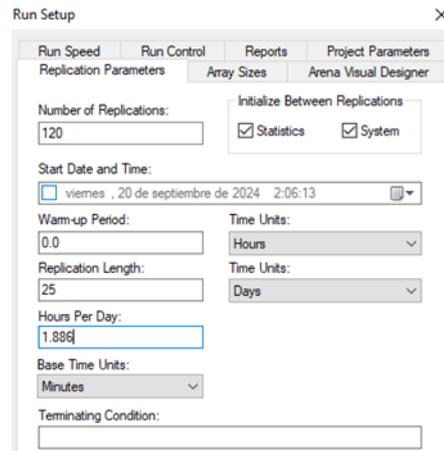


Figura 60. Tiempo disponible simulación *jogger To Be*



**Figura 61. Tiempo disponible simulación polera To Be**

Se harán corridas independientes tanto para *jogger* y polera, y se trabajará con 120 réplicas para cada una.

A continuación, se presenta la simulación *To Be*:

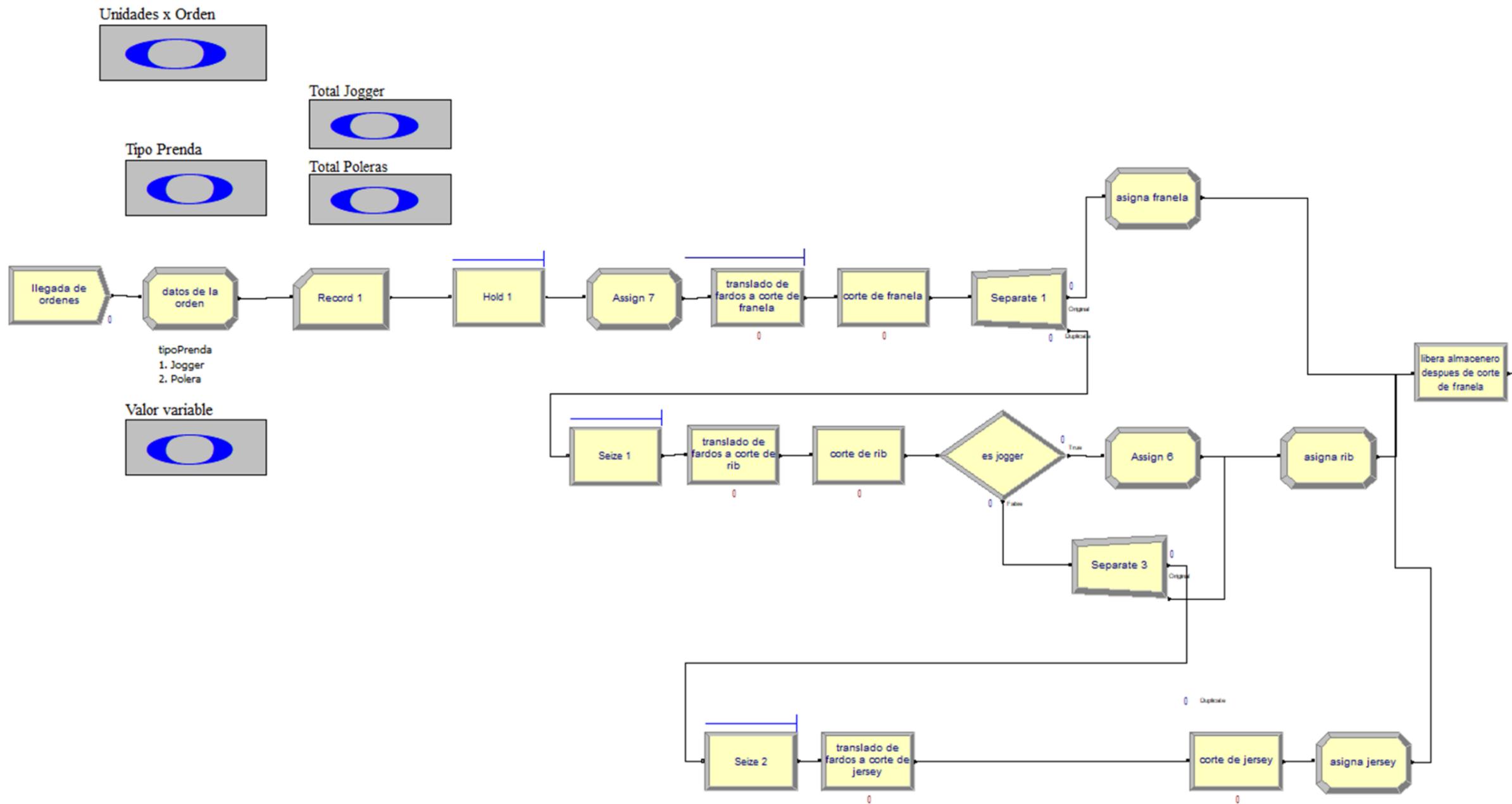


Figura 62. Simulación del proceso 10 Be - Parte 1

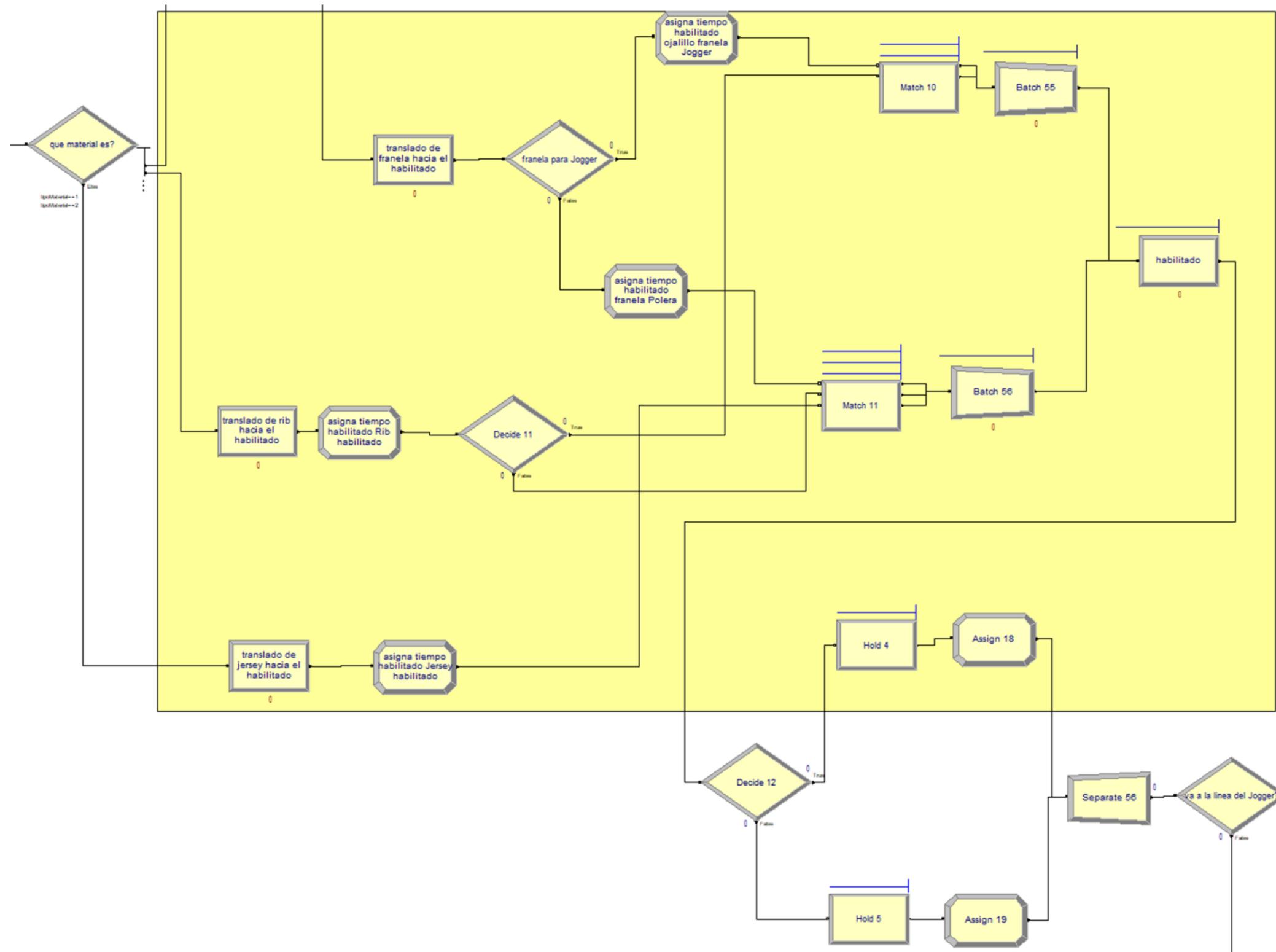


Figura 63. Simulación del proceso 1o Be - Parte 2

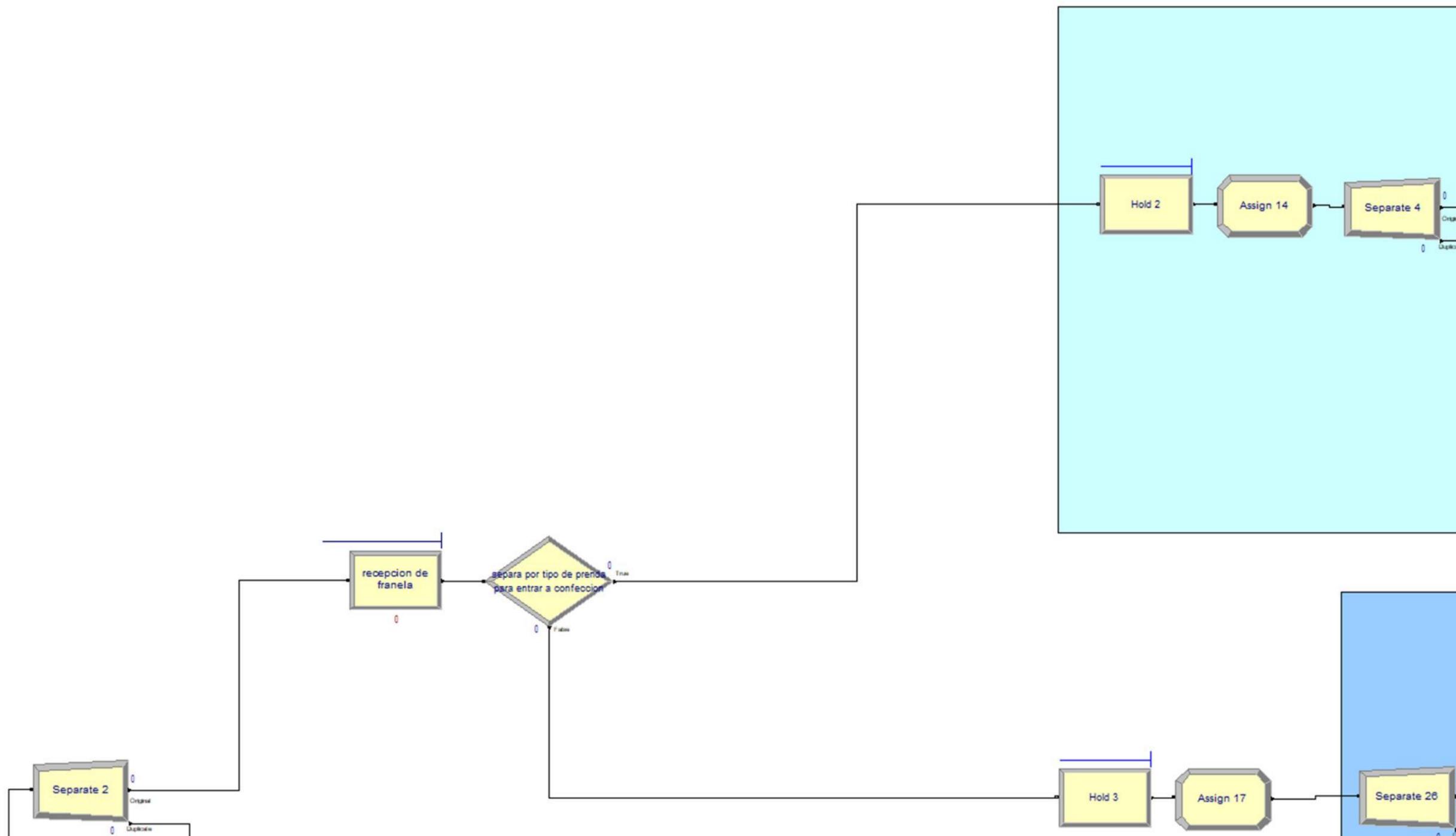


Figura 64. Simulación del proceso 10 Be - Parte 3

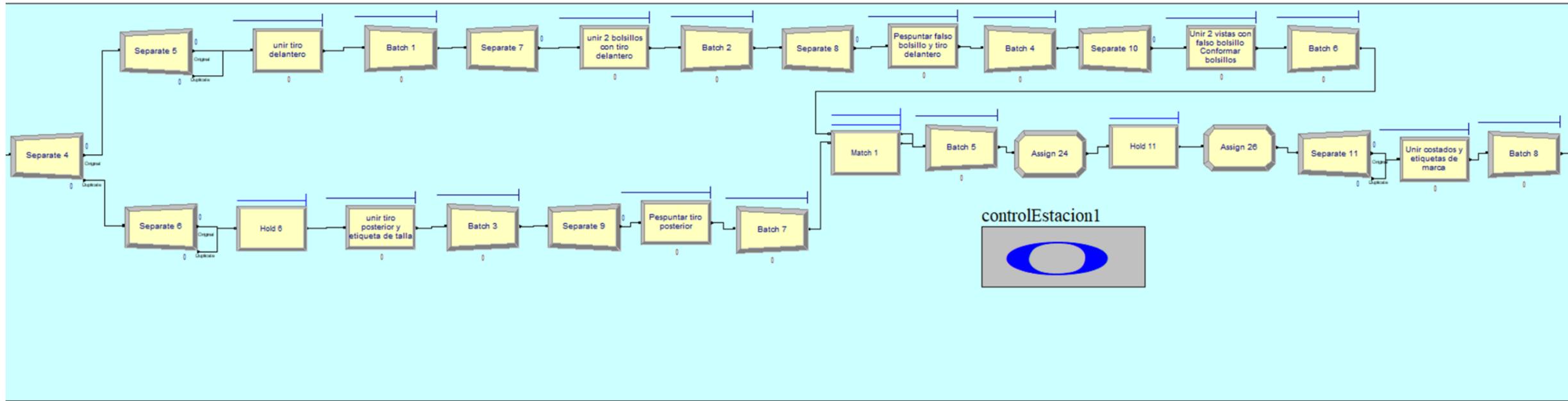


Figura 65. Simulación del proceso To Be – Parte 4

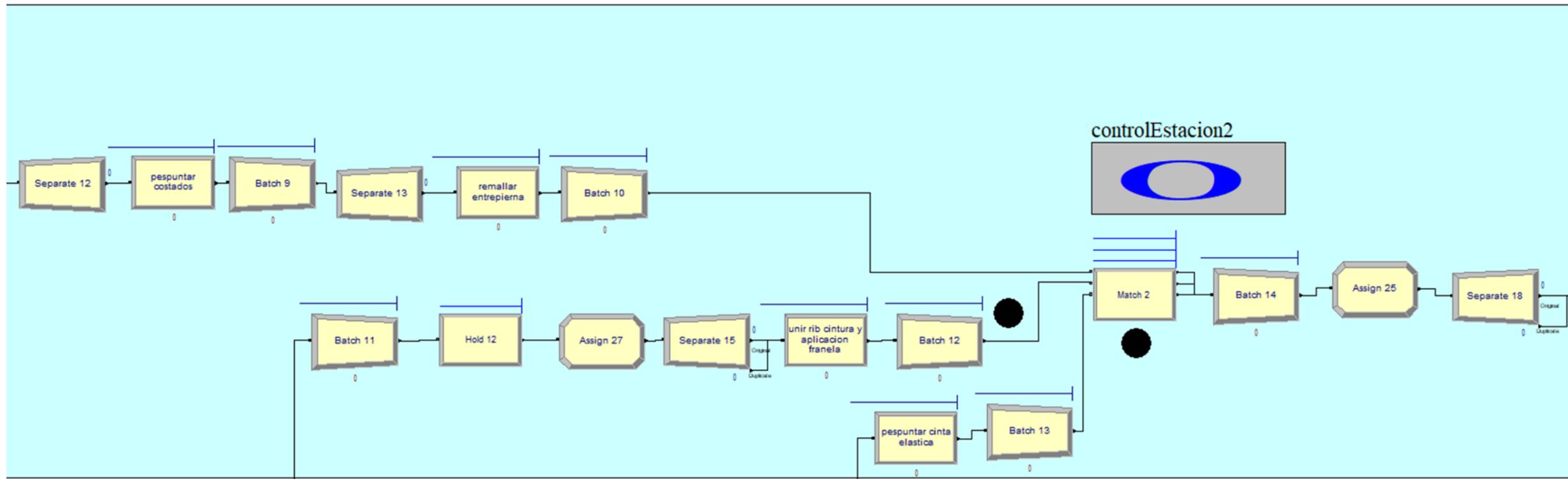
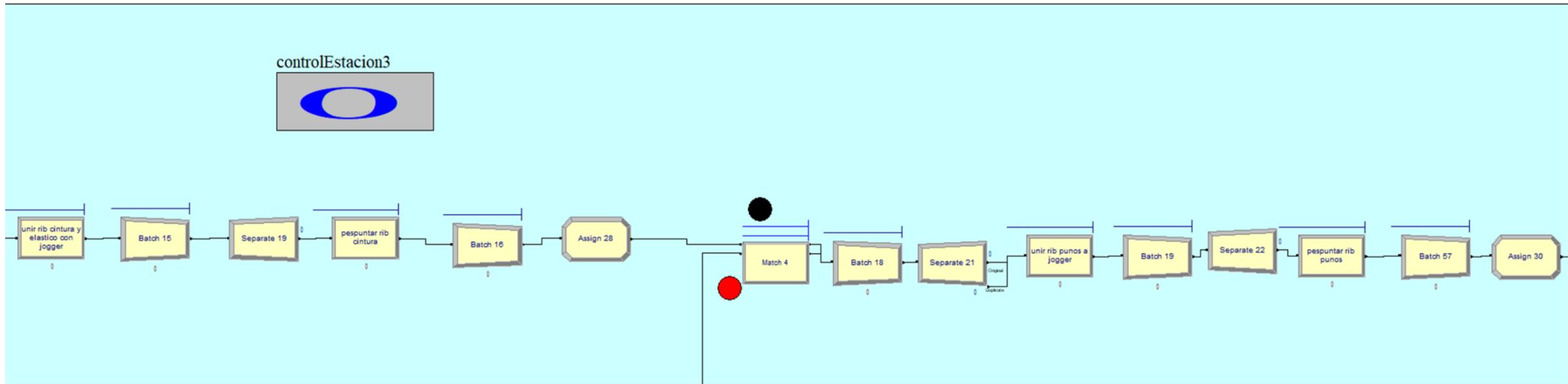
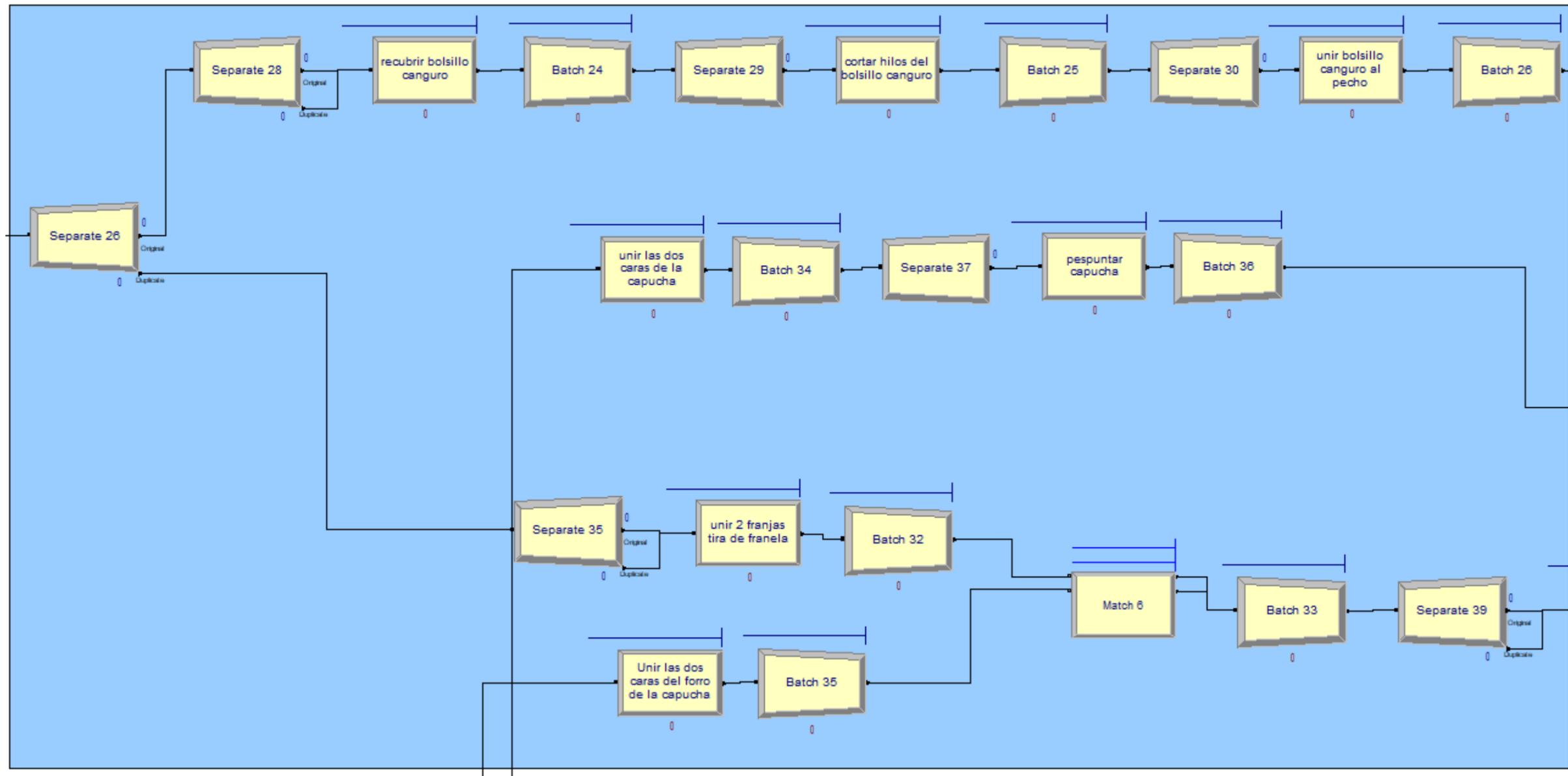


Figura 66. Simulación del proceso To Be – Parte 5



*Figura 67. Simulación del proceso 1o Be-Parte 6*



*Figura 68. Simulación del proceso To Be - Parte 7*

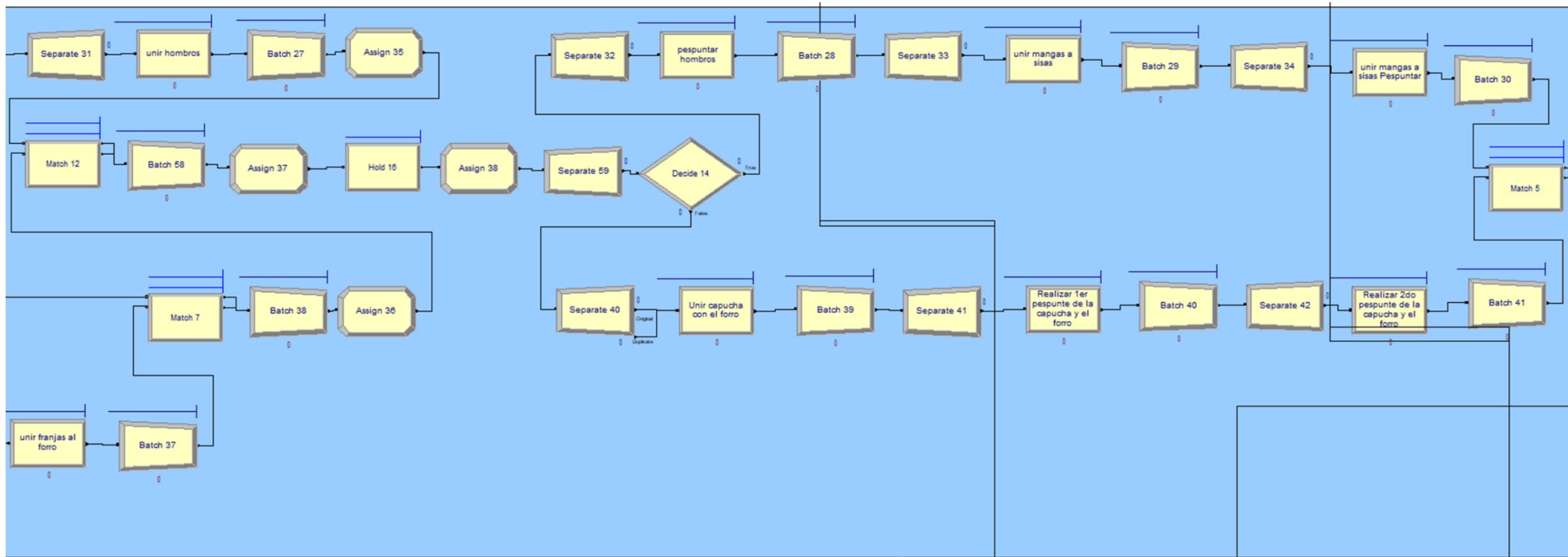


Figura 69. Simulación del proceso To Be - Parte 8

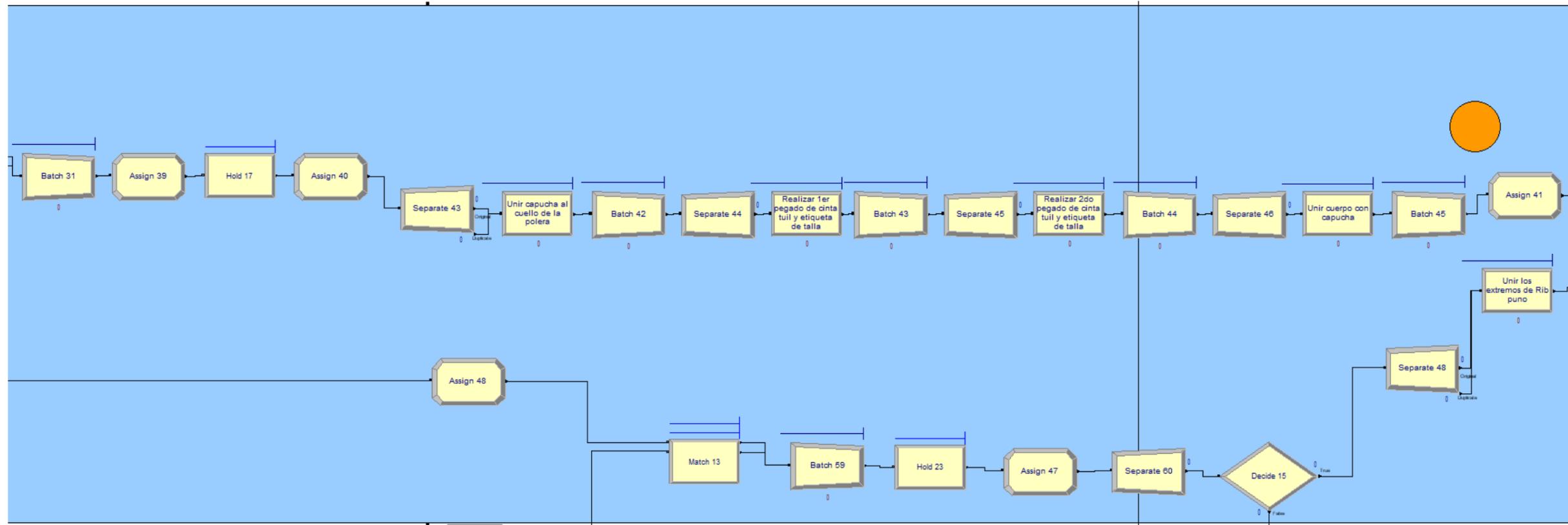


Figura 70. Simulación del proceso To Be - Parte 9

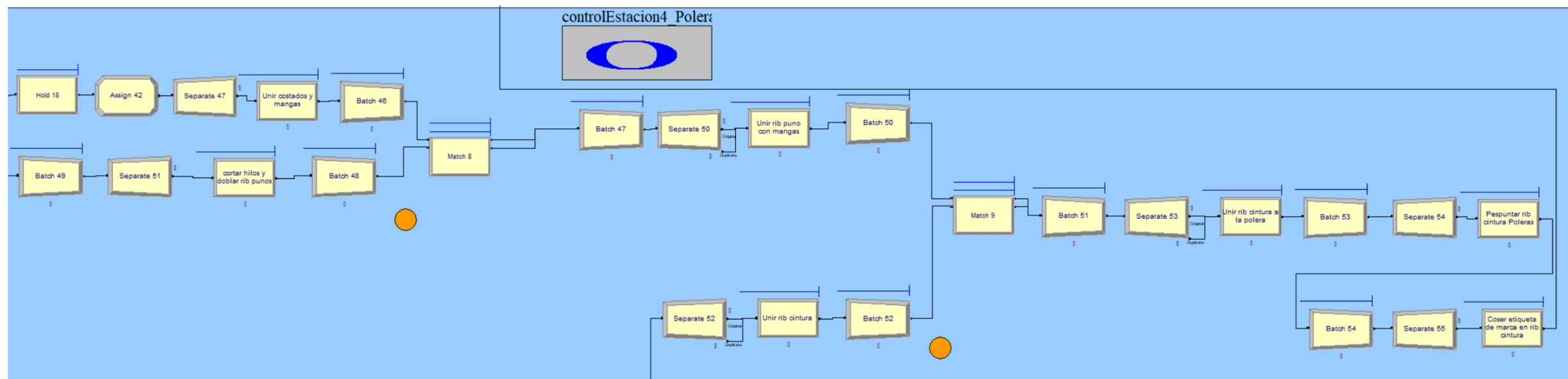
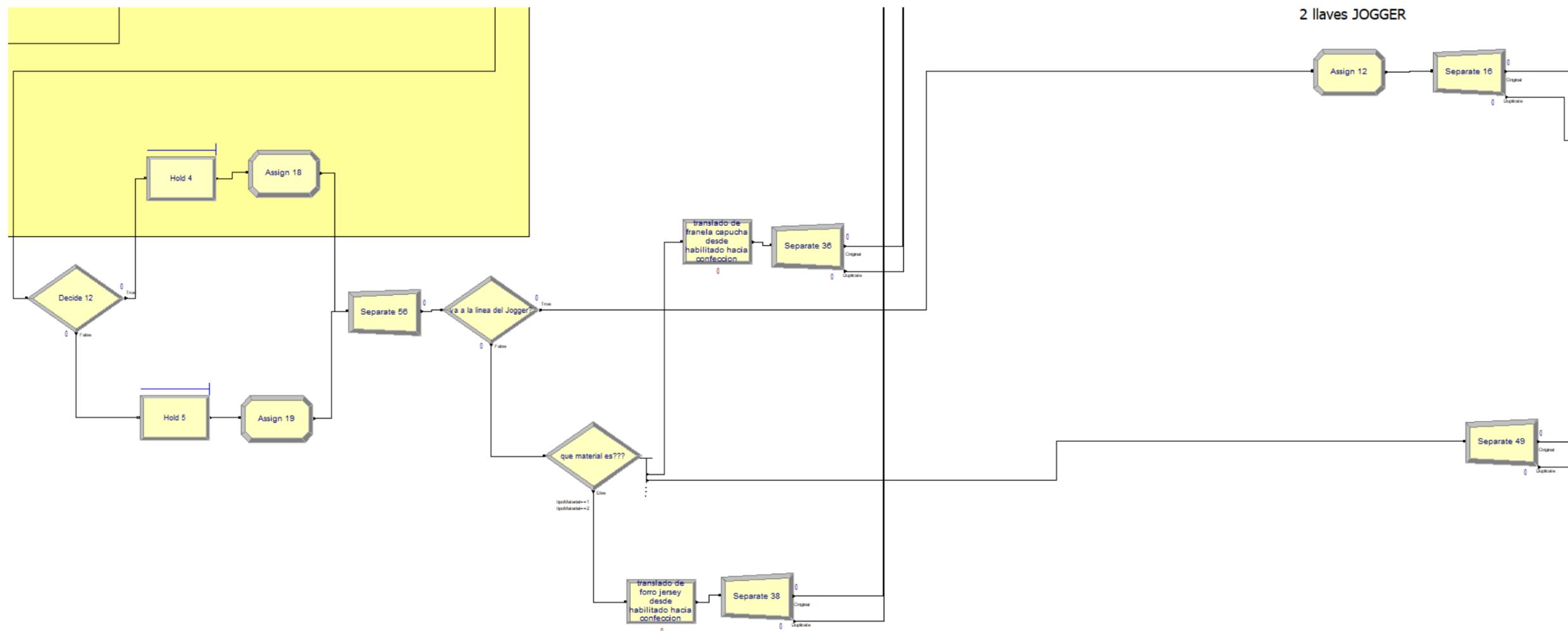


Figura 71. Simulación del proceso To Be - Parte 10



**Figura 72. Simulación del proceso To Be—Parte II**

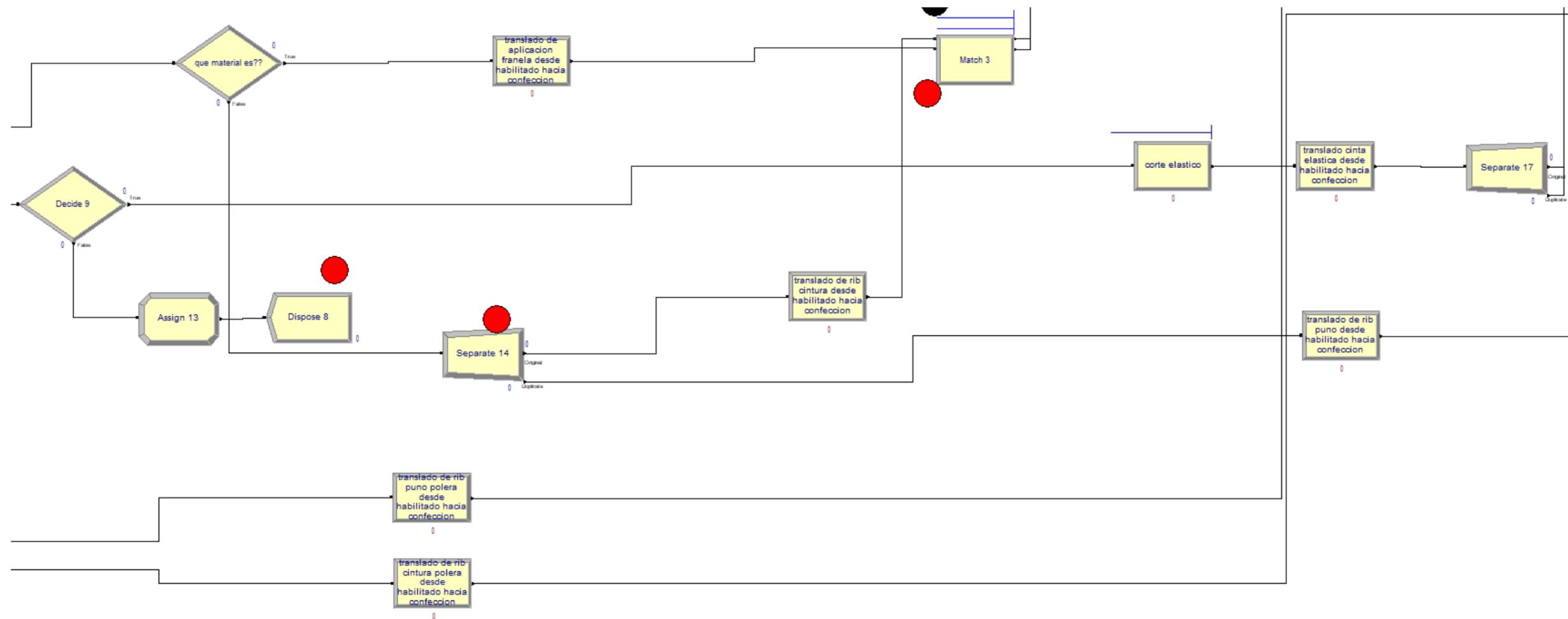


Figura 73. Simulación del proceso To Be—Parte 12

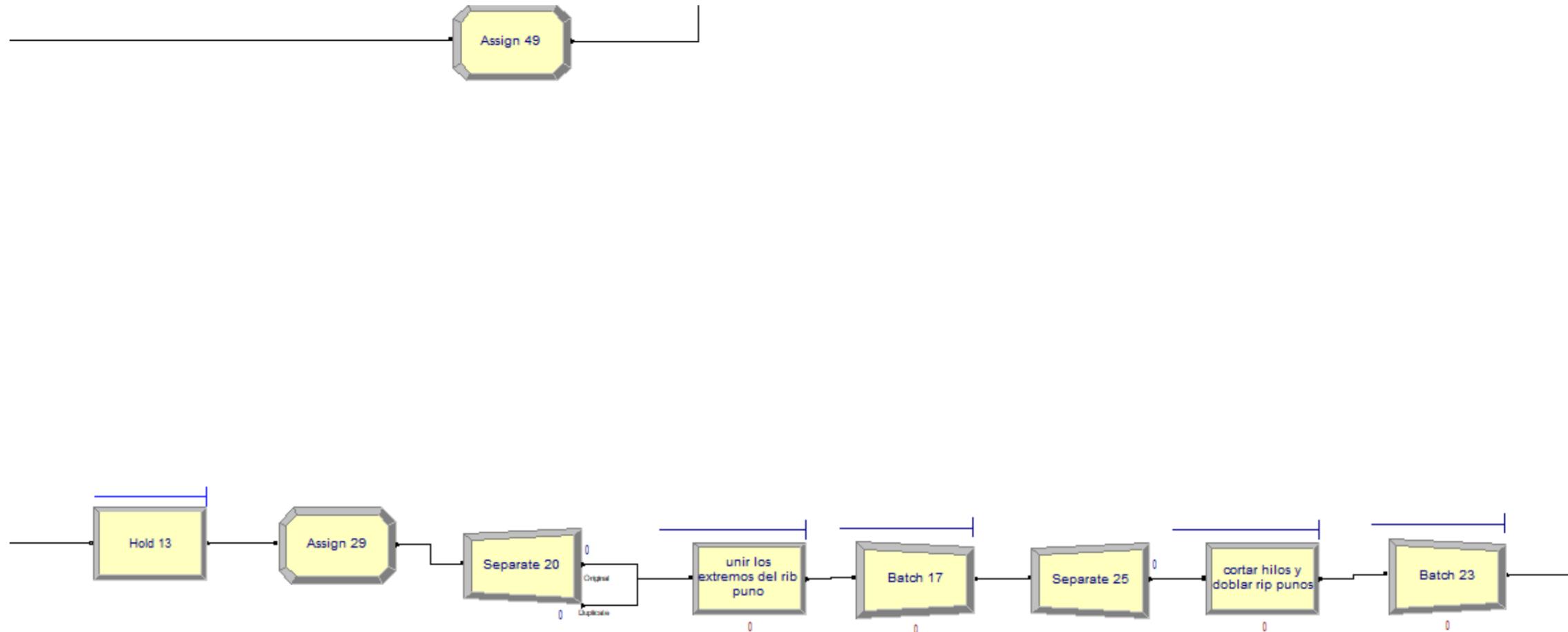


Figura 74. Simulación del proceso To Be-Parte 13

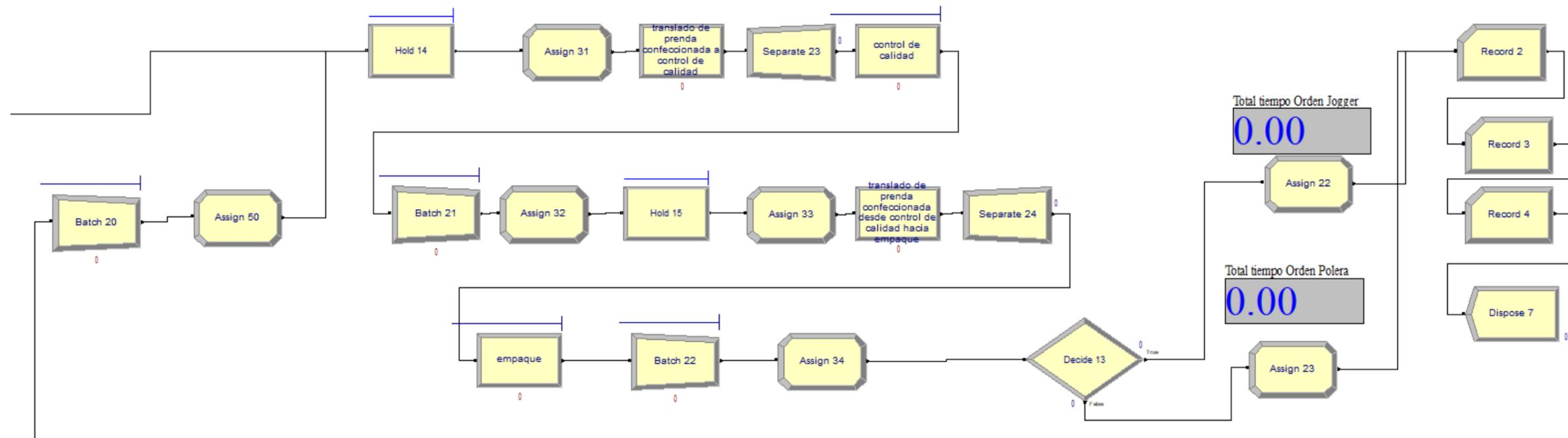


Figura 75. Simulación del proceso To Be-Parte 14

#### 4.5.8. Entrega de documentación y presentación de resultados

##### 1.º indicador: producción mensual

Para simulación de *jogger* trabajando al 80 % del tiempo disponible, se tiene que la producción mensual es de 4891 unidades y polera al 20 % es de 640 unidades.

**Tabla 75. Resultados simulación To Be Jogger**

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
atendidas Jogger	244.56	< 0,35	237.00	246.00
atendidas Poleras	0.00	< 0,00	0.00	0.00
total Joggers	4891.17	< 7,07	4740.00	4920.00
total Poleras	0.00	< 0,00	0.00	0.00
totalOrdenesJogger	303.24	< 3,03	259.00	348.00
totalOrdenesPoleras	0.00	< 0,00	0.00	0.00

**Tabla 76. Resultados simulación To Be polera**

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
atendidas Jogger	0.00	< 0,00	0.00	0.00
atendidas Poleras	32.0083	< 0,05	30.0000	33.0000
total Joggers	0.00	< 0,00	0.00	0.00
total Poleras	640.17	< 1,10	600.00	660.00
totalOrdenesJogger	0.00	< 0,00	0.00	0.00
totalOrdenesPoleras	78.2500	< 1,62	57.0000	99.00

Se observa en las tablas 75 y 76 que los *half width* son bajos están en  $\pm 7.07$  para *jogger*,  $\pm 1.10$  polera y son menores al  $\pm 27.145$  propuesto.

##### 2.º indicador: utilización de recursos

La utilización trabajando a 4 estaciones para la línea de *jogger* es en promedio del 94 % y línea polera es del 92 %. Es superior a la utilización de la simulación As Is del 65 %.

**Tabla 77. Porcentaje de utilización de recursos To Be Jogger**

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
almacenero	0.7209	0,01	0.6137	0.8240
estacion1	0.9880	0,00	0.9459	0.9980
estacion1_Polera	0.00	0,00	0.00	0.00
estacion2	0.9886	0,00	0.9605	0.9945
estacion2_Polera	0.00	0,00	0.00	0.00
estacion3	0.9672	0,00	0.9385	0.9739
estacion3_Polera	0.00	0,00	0.00	0.00
estacion4	0.8299	0,00	0.8059	0.8360
estacion4_Polera	0.00	0,00	0.00	0.00
operarioCCfinal	0.6900	0,00	0.6689	0.6953
operarioEmpaque	0.4036	0,00	0.3920	0.4063
operarioHabilitado	0.3179	0,00	0.2803	0.3538
operarioRecepcion	0.01334520	0,00	0.01134263	0.01543141

**Tabla 78. Porcentaje de utilización de recursos To Be polera**

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
almacenero	0.8861	0,01	0.6762	1.0000
estacion1	0.00	0,00	0.00	0.00
estacion1_Polera	0.9850	0,00	0.9289	0.9884
estacion2	0.00	0,00	0.00	0.00
estacion2_Polera	0.9605	0,00	0.9070	0.9637
estacion3	0.00	0,00	0.00	0.00
estacion3_Polera	0.8528	0,00	0.8037	0.8569
estacion4	0.00	0,00	0.00	0.00
estacion4_Polera	0.8928	0,00	0.8377	0.9037
operarioCCfinal	0.5099	0,00	0.4811	0.5151
operarioEmpaque	0.2118	0,00	0.1977	0.2179
operarioHabilitado	0.3458	0,00	0.2840	0.3814
operarioRecepcion	0.01651655	0,00	0.01255864	0.01910523

### Comparativo de resultados As Is y To Be

A continuación, se contrasta la situación actual de la empresa, la simulación As Is, la propuesta de balanceo de línea + distribución de planta y la simulación To Be de la propuesta. Ver tabla 79.

**Tabla 79. Cuadro comparativo de escenario real, simulación As Is, propuesta y simulación To Be**

Descripción	Und.	Confección			
		Situación actual	Simulación As IS	B. L. + Dist. planta	Simulación To Be
Jogger	Und	3095	3059	4938	4891
Polera	Und	711	759	740	640
% utilización Recursos Jogger	%		65 %	95 %	94 %
% Utilización Recursos polera	%		65 %	92 %	92 %

Nota: B. L: Balanceo de línea, Dist: Distribución

En la tabla 79, se observa lo siguiente:

**Primero**, que la simulación As Is refleja los datos recabados en la situación actual y la diferencia no es alta de 3059 unidades simulación As Is y de 3095 unidades situación actual, por lo tanto, valida el modelo de simulación As Is.

**En segundo lugar**, para mejorar la situación actual de la empresa se propone redistribución de la planta para disminuir los tiempos de transporte y balancear las líneas del proceso de confección para equilibrar las cargas de trabajo. Hecho lo anterior se tiene que la producción mensual es de 4938 unidades en Jogger y 740 unidades de polera. Las utilizaciones en las líneas de Jogger y polera superan el 85 %, con un 95 % para jogger y un 92 % polera.

**En tercer lugar**, para validar esta propuesta teórica de distribución y balanceo, lo simularemos y contrastaremos los resultados. Simulado la propuesta se tiene que no hay mucha variación de los datos obtenidos, simulado se tiene una producción mensual de 4891 unidades de *jogger* y 640 unidades de polera, y propuesta teórica de 4938 *joggers* y 740 poleras. La diferencia en *jogger* es de 47 unidades y en polera de 100 unidades. Esta simulación *To Be* valida la propuesta, ya que el producto principal de la empresa es el *jogger* que representa el **63 %** de sus ventas, con un incremento de 1796 *joggers* mensualmente.

Se resalta que para este incremento en la producción no se contrató más personal o recursos adicionales, al contrario, en un inicio 2 operadores confeccionaban *jogger* en una línea y en la otra línea independiente otros 2 operadores confeccionaban las poleras. Ahora en la propuesta y la simulación *To Be* estos mismos 4 operadores confeccionan conjuntamente *joggers* y poleras, por lo tanto, se está utilizando los mismos recursos (operadores) para producir más en el mismo periodo de tiempo, que hace más eficiente a la línea de producción.

La validación del modelo propuesto de *Jogger* y polera se realiza por el Jefe de Producción, quien verifica si los resultados son los esperados. Se adjunta encuesta en el **anexo 6**.

#### **Conclusiones de simulación *To Be***

La demanda del cliente es de 4653 *joggers* mensualmente y ahora se tiene la capacidad de producir 4891 *joggers*, con que se satisface la demanda del cliente.

**Tabla 80. Producción mensual al 80 % y 100 % *joggers***

<b>Producción mensual</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Producto</b>
Al 80 % del T. D.	4891	<i>Jogger</i>
Al 100 % del T. D.	6141	

*Nota:* T. D.: Tiempo disponible

La demanda del cliente en poleras es de 1234 unidades al mes y con lo propuesto llegamos a producir 640 unidades, esto se debe al porcentaje de tiempo disponible que se le está dando para producir. Se resalta que las poleras solo representan el **17 %** de las ventas. Porque se aconseja tercerizar la diferencia que son 594 unidades o caso contrario lo quieran producir en la empresa se recomienda trabajar tiempo extra que sería 1 hora con 40 minutos adicionales al día para satisfacer dicha demanda.

**Tabla 81. Producción mensual al 20 % y 100 % poleras**

<b>Producción mensual</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Producto</b>
Al 20 % del T. D.	640	Polera
Al 100 % del T. D.	3557	

*Nota:* T. D.: Tiempo disponible

Las tablas 80 y 81, muestran las capacidades de las líneas de *jogger* y polera si trabajaran independientemente al 100 % del tiempo disponible.

#### **4.6. Hojas de trabajo estándar**

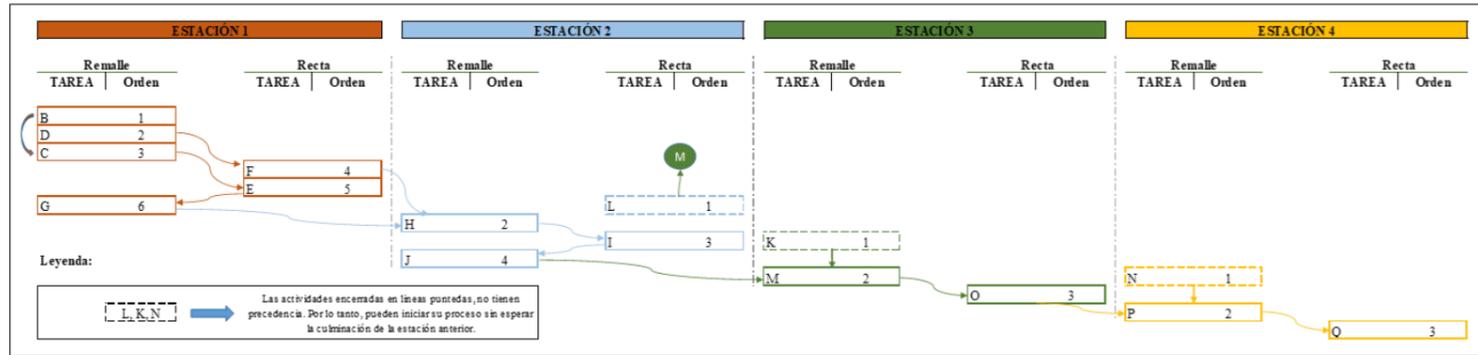
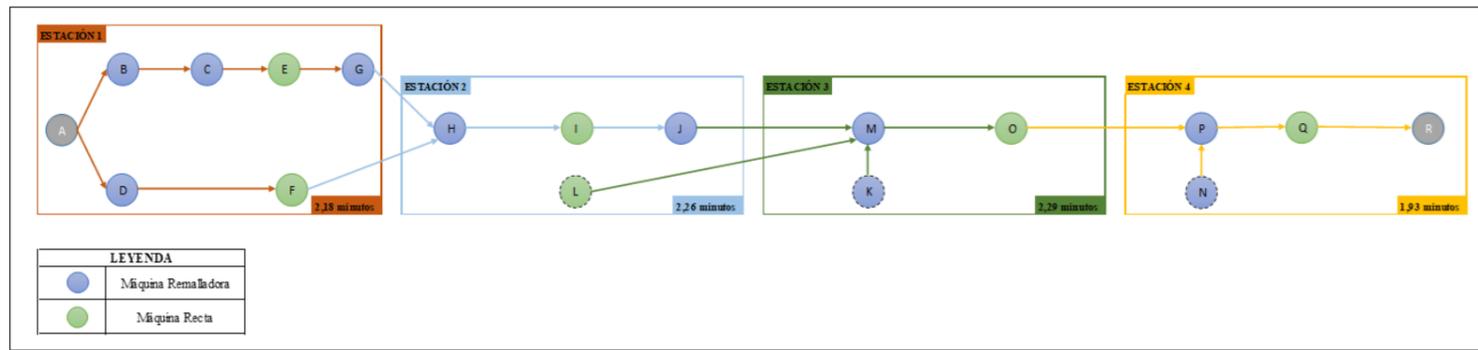
Culminadas las simulaciones de validación y para que sea efectiva la propuesta, se procede a presentar las hojas de trabajo estándar con la secuencia de fabricación por cada estación.

ÁREA:	CONFECCIÓN
FECHA DE ELABORACIÓN:	16 de agosto de 2024
REVISIÓN:	02 de Septiembre del 2024
ELABORACIÓN:	Boris Rios Yuri Henry Condoni Huarcaya Lucy Merly

# HOJA DE TRABAJO ESTANDAR - JOGGER

VERSIÓN	1
PAGINA	1 de 1

ESTACIÓN	TAREA	ACTIVIDAD	MÁQUINA	TIEMPO (Min)	PRECEDENCIA	DISTANCIA
ESTACIÓN 1	A	Recepcionar franela cortada		0.02	-	3,6
	B	Unir tiro delantero	Remalladora	0.15	A	
	C	Unir 2 bolsillos con tiro delantero	Remalladora	0.37	B	
	D	Unir tiro posterior y etiqueta de talla	Remalladora	0.40	A	
	E	Pespuntar falso bolsillo y tiro delantero	Recta	0.44	C	
	F	Pespuntar tiro posterior	Recta	0.16	D	
ESTACIÓN 2	G	Unir 2 vistas con falso bolsillo (conformar bolsillos)	Remalladora	0.64	E	
	H	Unir costados y etiqueta de marca	Remalladora	1.00	FG	
	I	Pespuntar costados	Recta	0.67	H	
	J	Remallar la entreperna	Remalladora	0.48	I	
ESTACIÓN 3	L	Pespuntar cinta elástica	Recta	0.40	-	
	K	Unir rib cintura y aplicación	Remalladora	0.12	-	
	M	Unir rib cintura y elástico con Jogger	Remalladora	1.29	J,K,L	
ESTACIÓN 4	O	Pespuntar rib cintura	Recta	0.27	M	
	N	Unir los extremos de Rib puño	Recta	0.60	-	
	P	Unir rib puños a jogger	Remalladora	1.17	N,O	
	Q	Pespuntar rib puños	Recta	0.47	P	
	R	Trasladar Jogger confeccionado a Control de Calidad		0.01	Q	1
				<b>8,66</b>		<b>4,6</b>



Tiempo Takt: 2,43 Minutos	Tiempo Ciclo: 8,66 Minutos	Distancia: 4,6 metros	N° de Operarios: 4	N° de Estaciones: 4	N° de Piezas por lote: 20	Cuello de Botella: Estación 3 con 2,29 Minutos
------------------------------	-------------------------------	-----------------------	--------------------	---------------------	---------------------------	--

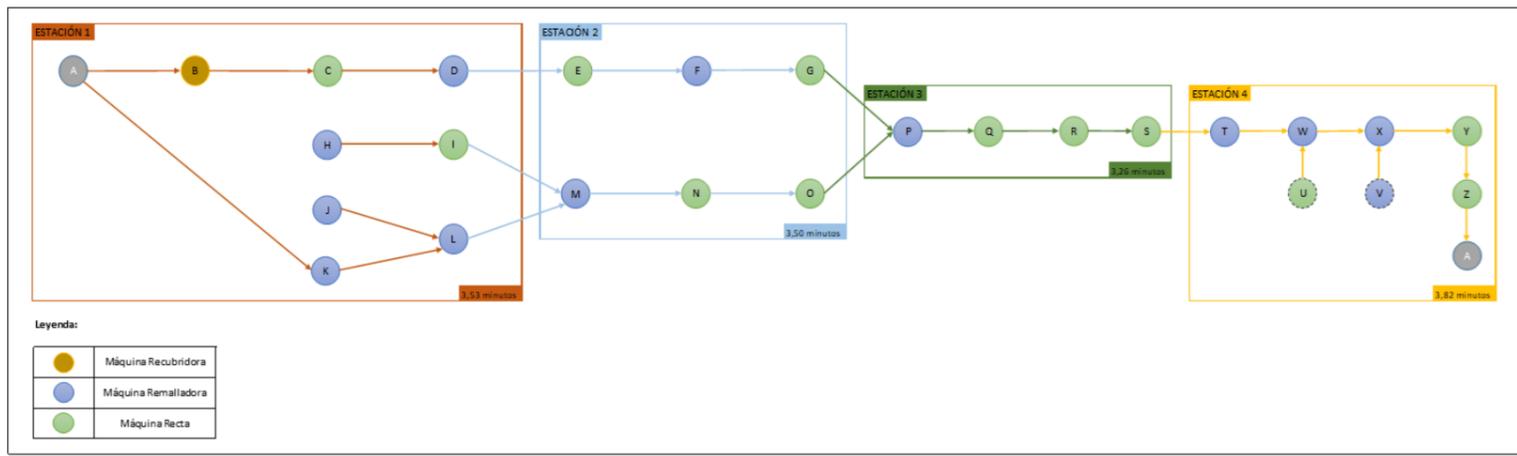
Figura 76. Hoja de trabajo estándar Jogger

ÁREA:	CONFECCIÓN
FECHA DE ELABORACIÓN:	26 de agosto del 2024
REVISIÓN:	02 de Septiembre del 2024
ELABORACIÓN:	Borja Ros Yust Henry Condori Huaracava Lucy Mary

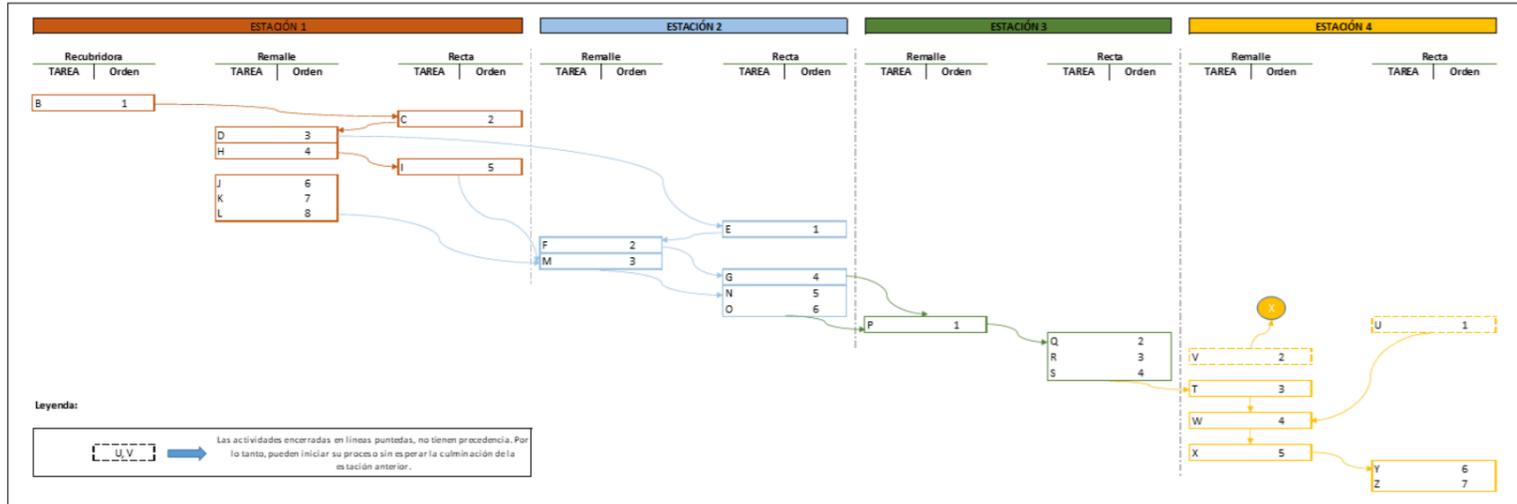
## HOJA DE TRABAJO ESTANDAR - POLERA

VERSIÓN	1
PÁGINA	1 de 1

ESTACIÓN	TAREA	ACTIVIDAD	MÁQUINA	TIEMPO (MIN)	PRECEDENCIA	DISTANCIA	
ESTACIÓN 1	A	Recepcionar franela cortada		0,04	-	6,3	
	B	Recubrir bolsillo canguro	Recubridora	0,33	A		
	C	Unir bolsillo canguro al pecho	Recta	1,30	B		
	D	Unir hombros	Remalladora	0,38	C		
	H	Unir las dos caras de la capucha	Remalladora	0,31	-		
	I	Pespuntar capucha	Recta	0,90	H		
	J	Unir las dos caras del forro de la capucha	Remalladora	0,61	-		
	K	Unir 2 franjas (Tira de franela)	Remalladora	0,29	A		
	L	Unir franjas al forro	Remalladora	0,32	J,K		
	E	Pespuntar hombros	Recta	0,28	D		
ESTACIÓN 2	F	Unir mangas a sisas	Remalladora	0,11	E		
	G	Unir mangas a sisas (Pespuntar)	Recta	0,49	F		
	M	Unir capucha con el forro	Remalladora	0,53	I,L		
	N	Realizar 1er pespunte de capucha con el forro	Recta	0,65	M		
	O	Realizar 2do pespunte de capucha con el forro	Recta	0,49	N		
	P	Unir capucha al cuello de la polera	Remalladora	1,13	G,O		
	Q	Realizar 1er pegado de cinta tulli y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta	0,98	P		
	R	Realizar 2do pegado de cinta tulli y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta	0,62	Q		
	S	Unir cuerpo con capucha	Recta	0,54	R		
	T	Unir costados y mangas	Remalladora	0,84	S		
ESTACIÓN 3	U	Unir los extremos de Ribpuño	Recta	0,28	-		
	V	Unir ribcintura	Remalladora	0,16	-		
	W	Unir ribpuño con mangas	Remalladora	0,82	U,T		
	X	Unir ribcintura a la polera	Remalladora	0,88	V,W		
	Y	Pespuntar rib cintura	Recta	0,53	X		
	Z	Coser etiqueta de marca en rib cintura	Recta	0,29	Y		
	AA	Trasladar Polera Clasica confeccionada a Control de Calidad		0,02	Z	1	
				14,12			7,3



Tiempo Takt: 3,82 Minutos	Tiempo Ciclo: 14,12 Minutos	Distancia: 7,3 metros	Nº de Operarios: 4	Nº de Estaciones: 4	Nº de Piezas por lote: 20	Cuello de Botella: Estación 4 con 3,82 Minutos
---------------------------	-----------------------------	-----------------------	--------------------	---------------------	---------------------------	--



**Figura 77. Hoja de trabajo estándar polera**

#### 4.7. Información de costos

Se analizó el proceso productivo en el orden de ejecución determinando las actividades y los recursos que consume cada actividad.

Las tablas 82 y 83 detallan las actividades y los tiempos estándar requeridos para la ejecución de cada actividad. En estas tablas, se pueden apreciar los tiempos antes y después de la mejora, lo que facilita la evaluación del beneficio económico de las optimizaciones implementadas.

##### 4.7.1. Identificación de actividades (Jogger)

Tabla 82. Actividades de fabricación de Jogger x CC

SUBPROCESO	#	ACTIVIDADES	MÁQUINA	AREA/ SUB ÁREA	CENTRO DE COSTO	T STD Min (AS IS)	T STD Min (TO-BE)
Corte- Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 a 1 área de Corte	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.02	0.009
	2	Tender franela reactiva 1/20	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.56	0.561
	3	Marcar franela reactiva 1/20	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.24	0.243
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora	Corte	PRODUCCIÓN	0.30	0.301
	5	Trasladar aplicaciones al área de Habilitado (Colocar Ojalillo)	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.03	0.013
Habilitado	6	Colocar ojalillos a las aplicaciones	Remachadora Newmatic	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.47	0.468
	7	Trasladar elástico	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.07	0.006
	8	Cortar elasticos para cintura	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.05	0.049
Corte- RIB	9	Trasladar fardo de Tela Rib al área de Corte	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.043	0.005
	10	Tender Rib	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.04	0.037
	11	Marcar Rib	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.01	0.008
	12	Cortar Rib 14 cm	Cortadora	Corte	PRODUCCIÓN	0.02	0.016
	13	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a talla de la prenda	Cortadora	Corte	PRODUCCIÓN	0.09	0.091
	14	Trasladar y almacenar rib cortado	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.04	0.013
Confección	15	Recepcionar franela cortada	-	Confección	PRODUCCIÓN	0.32	0.024
	16	Unir tiro delantero	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.15	0.154
	17	Unir 2 bolsillos con tiro delantero	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.37	0.371
	18	Unir tiro posterior y etiqueta de talla	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.40	0.396
	19	Pespuntar falso bolsillo y tiro delantero	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.44	0.442
	20	Pespuntar tiro posterior	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.16	0.155
	21	Unir 2 vistas con falso bolsillo (conformar bolsillos)	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.64	0.637
	22	Unir costados y etiqueta de marca	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	1.00	0.997
	23	Pespuntar costados	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.67	0.667
	24	Remallar la entrepierna	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.48	0.476
Habilitado	25	Trasladar aplicaciones con ojalillos	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.00	0.004
	26	Trasladar rib cintura	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.00	0.004
Confección	27	Unir rib cintura y aplicación	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.40	0.398
Habilitado	28	Trasladar elástico	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.05	0.004
Confección	29	Pespuntar cinta elastica	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.12	0.122
Habilitado	30	Unir rib cintura y elástico con Jogger	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	1.29	1.293
Habilitado	31	Trasladar rib puño	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.00	0.004
Confección	32	Unir los extremos de Rib puño	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.27	0.275
Habilitado	33	Cortar hilos y doblar rib puños	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.12	0.117
Confección	34	Pespuntar rib cintura	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.60	0.601
	35	Unir rib puños a jogger	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	1.17	1.172
	36	Pespuntar rib puños	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.47	0.471
	37	Trasladar Jogger confeccionado a Control de Calidad	-	Confección	PRODUCCIÓN	0.02	0.014
Control de Calidad	38	Cortar cordon 1.15 mts	-	Control Calidad	PRODUCCIÓN	0.25	0.249
	39	Realizar corte de hilos , doblado y colocado de cordón	-	Control Calidad	PRODUCCIÓN	1.35	1.349
	40	Trasladar Jogger doblado a Empaque	-	Control Calidad	PRODUCCIÓN	0.04	0.042
Empaquetado	41	Colocar terminales metálicos en el cordón y Hantag	Remachadora	Empaquetado	PRODUCCIÓN	0.66	0.657
	42	Embolsar Jogger	-	Empaquetado	PRODUCCIÓN	0.29	0.287
<b>TOTAL</b>						<b>13.70</b>	<b>13.20</b>

#### 4.7.2. Identificación de actividades (polera)

Tabla 83. Actividades de fabricación de polera x CC

SUBPROCESO	#	ACTIVIDADES	MÁQUINA	AREA/ SUB ÁREA	CENTRO DE COSTO	T STD	T STD
						Min (AS IS)	Min (TO-BE)
Corte - Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 al área de Corte	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.03	0.01
	2	Tender franela reactiva 1/20	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.77	0.77
	3	Marcar franela reactiva 1/20	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.29	0.29
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora	Corte	PRODUCCIÓN	0.29	0.29
	5	Trasladar capuchas al área de habilitado (Colocar ojajillos)	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.04	0.02
Habilitado	6	Colocar ojajillos en la capucha	Remachadora Neumática	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.48	0.48
Corte - RIB	7	Trasladar fardo de Tela Rib al área de Corte	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.04	0.00
	8	Tender Rib	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.04	0.04
	9	Marcar Rib	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.01	0.01
	10	Cortar Rib 14 cm	Cortadora	Corte	PRODUCCIÓN	0.02	0.02
	11	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a talla de la prenda	Cortadora	Corte	PRODUCCIÓN	0.06	0.06
	12	Trasladar y almacenar rib cortado	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.04	0.02
Corte - Jersey	13	Trasladar fardo de Jersey 30/1 al área de Corte	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.00	0.00
	14	Marcar Jersey 30/1	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.01	0.01
	15	Tender Jersey 30/1	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.04	0.04
	16	Cortar Jersey 30/1	Cortadora	Corte	PRODUCCIÓN	0.01	0.01
	17	Trasladar a almacén de Corte	-	Corte	PRODUCCIÓN	0.00	0.02
Confección	18	Recepcionar franela cortada	-	Confección	PRODUCCIÓN	0.47	0.04
	19	Recubrir bolsillo canguro	Recubridora	Confección	PRODUCCIÓN	0.33	0.33
Habilitado	20	Cortar los hilos del bolsillo canguro	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.17	0.17
Confección	21	Unir bolsillo canguro al pecho	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	1.30	1.30
	22	Unir hombros	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.38	0.38
	23	Pespuntar hombros	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.31	0.31
	24	Unir mangas a sisas	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.90	0.90
	25	Unir mangas a sisas (Pespuntar)	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.61	0.61
Habilitado	26	Trasladar capuchas con ojajillos	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.01	0.01
Confección	27	Unir las dos caras de la capucha	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.29	0.29
	28	Pespuntar capucha	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.32	0.32
	29	Unir las dos caras del forro de la capucha	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.28	0.28
	30	Unir 2 franjas (Tira de franela)	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.11	0.11
	31	Unir franjas al forro	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.49	0.49
	32	Unir capucha con el forro	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.53	0.53
	33	Realizar 1er pespunte de capucha con el forro	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.65	0.65
	34	Realizar 2do pespunte de capucha con el forro	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.49	0.49
	35	Unir capucha al cuello de la polera	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	1.13	1.13
	36	Realizar 1er pegado de cinta tuil y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.98	0.98
	37	Realizar 2do pegado de cinta tuil y etiqueta de talla (En la parte interior del cuello)	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.62	0.62
	38	Unir cuerpo con capucha	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.54	0.54
	39	Unir costados y mangas	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.84	0.84
Habilitado	40	Traslado de rib puño	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.01	0.01
Confección	41	Unir los extremos de Rib puño	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.28	0.28
Habilitado	42	Cortar hilos y doblar rib puños	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.12	0.12
	43	Traslado de rib cintura	-	Habilitado	PRODUCCIÓN	0.01	0.01
Confección	44	Unir rib cintura	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.16	0.16
	45	Unir rib puño con mangas	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.82	0.82
	46	Unir rib cintura a la polera	Remalladora	Confección	PRODUCCIÓN	0.89	0.89
	47	Pespuntar rib cintura	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.53	0.53
	48	Coser etiqueta de marca en rib cintura	Recta	Confección	PRODUCCIÓN	0.29	0.29
	49	Trasladar Polera Clasica confeccionada a Control de Calidad	-	Confección	PRODUCCIÓN	0.02	0.02
Control de Calidad	50	Cortar cordon 1.15 mts	-	Control Calidad	PRODUCCIÓN	0.25	0.25
	51	Realizar corte de hilos, doblado y colocado de cordón	-	Control Calidad	PRODUCCIÓN	1.98	1.98
	52	Trasladar Polera Clasica doblado a Empaque	-	Control Calidad	PRODUCCIÓN	0.06	0.06
Empaquetado	53	Colocar terminales metálicos en el cordón y Hantag	Remachadora	Empaque	PRODUCCIÓN	0.66	0.66
	54	Embolsar Polera Clasica	-	Empaque	PRODUCCIÓN	0.29	0.29
<b>TOTAL</b>						<b>20.26</b>	<b>19.73</b>

#### 4.7.3. Identificación inductores recursos

Se analizaron los mecanismos de absorción de los recursos para el costeo por cada actividad y se determinó el inductor más apropiado.

La tabla 84, informa los inductores por cada recurso que consume el proceso productivo de *joggers* y poleras.

**Tabla 84. Inductores de recursos**

Recursos	Inductores de recursos
Jefe de Producción	% CIF
Supervisora de producción	% CIF
Operarios de Confección	Horas hombre
Operarios de Corte	Horas hombre
Operarios de Habilitado	Horas hombre
Operarios Control de Calidad	Horas hombre
Operarios de Empaque	Horas hombre
Depreciación muebles y equipos de oficina de Fábrica	% CIF
Depreciación Maquinaria	% CIF
Servicio de vigilancia y Limpieza de Fábrica	% CIF
Alquiler del local y Servicios Básicos de Fábrica	% CIF
Electricidad	% CIF
Servicio de Internet	% CIF
Servicio de Telefonía Móvil- PROD	% CIF
Materia prima directa	Costo total
Avíos	Costo total

#### 4.7.4. Costo de fabricación de los productos

Se calcularon los costos por unidad de cada objeto de costo para, posteriormente, determinar los costos de cada actividad del proceso productivo de *joggers* y poleras.

Las tablas 85 y 86 presentan un «resumen» de los costos por actividad que involucra la fabricación anual de los productos. Este análisis se basa en un periodo de un año, facilitando la evaluación de los costos asociados a cada actividad.

##### 4.7.4.1. Análisis de costo AS IS

Se detallan los costos de producción de los productos *Jogger* y polera elaborados durante un periodo anual bajo el «proceso actual de producción». Además, se especifican los ingresos previstos por la venta de estos productos, calculados en función del precio que la empresa ha establecido en caso disponerlos en la fábrica.

Por último, se determina el beneficio estimado del año, que corresponde a la diferencia entre el costo de producción y los ingresos por ventas de ambos productos que asciende a S/ 225 333.85.

**Tabla 85. Análisis de costo y beneficio (proceso AS IS)**

<b>Proceso actual (Jogger)</b>	
Unidades producidas (mensual)	3059
Unidades producidas (anual)	36708
Costo CIF (anual)	S/ 47 809.52
Costo de procesos (anual)	
-Corte	
-Confección	
-Habilitado	S/ 36 098.79
-Control de calidad	
-empaquetado	
Materia prima directa (MPD) (anual)	S/ 629 856.84
Costo total (CIF+CP+MPD) (anual)	S/ 713 765.15
Ingresos por venta (en fábrica)	S/ 844 284.00
Beneficio anual AS IS	S/ 130 518.85

**Tabla 86. Análisis de costo y beneficio (proceso AS IS)**

<b>Proceso actual (polera)</b>	
Unidades producidas (mensual)	759
Unidades producidas (anual)	9108
Costo CIF (anual)	S/ 11 952.38
Costo de procesos (anual)	
-Corte	
-Confección	
-Habilitado	S/ 13 152.18
-Control de calidad	
-empaquetado	
Materia prima directa (MPD) (anual)	S/ 198 860.44
Costo Total (CIF+CP+MPD) (anual)	S/ 223 965.01
Ingresos por venta (en fábrica)	S/ 318 780.00
Beneficio anual AS IS	S/ 94 814.99

**Tabla 87. Beneficio proceso AS IS**

<b>Beneficio</b>	<b>Anual (S/)</b>
Beneficio proceso AS IS (Jogger)	S/ 130 518.85
Beneficio proceso AS IS (polera)	S/ 94 814.99
Beneficio proceso AS IS (anual)	S/ 225 333.85

**4.7.4.2. Análisis de costo To Be**

Se detallan los costos de producción de los productos *Jogger* y *polera* elaborados durante un periodo anual bajo el «proceso mejorado de producción». Además, se especifican los ingresos previstos por la venta de estos productos, calculados en función del precio que la empresa ha establecido en caso de disponerlos en la fábrica.

Por último, se determina el beneficio estimado del año, que corresponde a la diferencia entre el costo de producción y los ingresos por ventas de ambos productos que asciende a S/ 317 830.64.

**Tabla 88. Análisis de costo y beneficio (proceso TO BE)**

<b>Proceso To-Be (Jogger)</b>	
Unidades producidas (mensual)	4891
Unidades producidas (anual)	58 692
Costo CIF (anual)	S/ 47 809.52
Costo de procesos (anual)	
-Corte	
-Confeción	
-Habilitado	S/ 55 572.06
-Control de calidad	
-empaquetado	
Materia prima directa (MPD) (anual)	S/ 1 007 070.87
Costo Total (CIF+CP+MPD) (anual)	S/ 1 110 452.46
Ingresos por venta (en fábrica)	S/ 1 349 916.00
Beneficio anual <i>To-Be</i>	S/ 239 463.54

**Tabla 89. Análisis de costo y beneficio (proceso To Be)**

<b>Proceso To-Be (polera)</b>	
Unidades producidas (mensual)	640
Unidades producidas (anual)	7680
Costo CIF (anual)	S/ 11 952.38
Costo de procesos (anual)	
-Corte	
-Confeción	
-Habilitado	S/ 10 798.46
-Control de calidad	
-empaquetado	
Materia prima directa (MPD) (anual)	S/ 167 682.06
Costo Total (CIF+CP+MPD) (anual)	S/ 190 432.90
Ingresos por venta (en fábrica)	S/ 268 800.00
Beneficio anual <i>To-Be</i>	S/ 78 367.10

**Tabla 90. Beneficio proceso To Be**

<b>Beneficio</b>	<b>Anual (S/)</b>
Beneficio proceso <i>To Be (Jogger)</i>	S/ 239 463.54
Beneficio proceso <i>To Be (polera)</i>	S/ 78 367.10
Beneficio proceso <i>To Be (anual)</i>	S/ 317 830.64

#### 4.7.5 Evaluación del beneficio – costo

Para la implementación de las herramientas *Lean* propuestas en la investigación, se ha elaborado un presupuesto detallado que abarca todos los conceptos necesarios. El presupuesto total para la implementación asciende a S/ 18 090.00 soles. En la tabla 91 se detallan estos costos, que incluyen la capacitación del personal interno, los costos de investigación, los costos de implementación y seguimiento, entre otros.

**Tabla 91. Inversión del proyecto**

Concepto	Inversiones (soles)			Descripción	Total S/
	Cant. (Recursos)	P. unit S/	U. M.		
1. Capacitación de personal interno					
Jefe de producción	1	S/ 15.00	16	S/ (hora-hombre)	S/ 240.00
Operarios líderes	8	S/ 7.50	16	S/ (hora-hombre)	S/ 960.00
Supervisor	1	S/ 15.00	16	S/ (hora-hombre)	S/ 240.00
	Total				S/ 1440.00
2. Costos de Investigación					
Consultoría de Investigadores (análisis, propuesta de mejora y simulación)	2	S/ 3500.00	1	Salario por proyecto	S/ 7000.00
Internet y Materiales (útiles de escritorio, otros)	1	S/ 250.00	1	Costo total	S/ 250.00
	Total				S/ 7250.00
3. Costos de implementación y seguimiento					
Especialista PCP a cargo de implementación (2 meses)	1	S/ 3750.00	2	Salario mensual	S/ 7500.00
Materiales (útiles de escritorio, otros)	1	S/ 250.00	1	Costo total	S/ 250.00
	Total				S/ 7750.00
4. Otros					
Gastos adicionales del proyecto	1	S/ 1650.00	1	Costo total	S/ 1650.00
	Total				S/ 1650.00
	Inversión total				S/ 18 090.00

#### 4.7.6. Evaluación del beneficio – costo

El beneficio anual resulta de la diferencia entre el beneficio neto de los procesos **As Is** y **To Be** tras la mejora del proceso, que asciende a S/ 92 496.80. Esto se sustenta en las tablas 87 y 90 mencionadas anteriormente y se resume en la tabla 92.

**Tabla 92. Beneficio**

Beneficio	Anual (S/)
Beneficio proceso AS IS	S/ 225 333.85
Beneficio proceso To Be	S/ 317 830.64
Beneficio	S/ 92 496.80

La inversión del proyecto que asciende a S/ 18 090.00 el detalle de la inversión se muestra en la tabla 91.

La fórmula utilizada para el cálculo de B/C fue:

$$B/C = \frac{\text{Beneficio del proyecto} - \text{Inversión del proyecto}}{\text{Inversión del Proyecto}} \times 100 \%$$

**Tabla 93. Cálculo de B/C**

Cálculo del B/C	
Beneficios producidos	S/ 74 407
Inversión total	S/ 18 090
B/C	4.11

Finalmente, se observa que se tiene un B/C de 4.11, que se interpreta que por cada sol invertido se obtiene un beneficio 4.11 soles, por lo que el proyecto es viable.

#### 4.7.7. Evaluación de factibilidad de la propuesta

Se expone la evaluación de factibilidad del plan de propuesta de la implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* en la empresa donde se ha llevado a cabo el estudio.

- **Costo capital (Ke):**

Para calcular el costo de capital, se realiza el análisis mediante el Modelo CAPM (*Capital Asset Pricing Model*).

$$Ke = Rf + \beta \times (Rm - Rf)$$

**Tabla 94. Variables CAPM**

Datos	Valor
Rf (Tasa activo libre de riesgo) BCRP 2024	4.27 %
RM-RF (Prima de riesgo de Mercado)	7 %
$\beta$ no apalancado (Damodaran Apparel 2024)	0.87
D/E	18 %
T (Tasa sobre el impuesto de renta Sunat 2024)	30 %

Mediante los datos se calcula la  $\beta$ :

$$\beta_{apalancado} = \beta_{desapalancado} \times \left[ 1 + (1 - T) \times \frac{D}{E} \right]$$

$$\beta_{apalancado} = 0.87 \times [1 + (1 - 0.30) \times 0.18]$$

$$\beta_{apalancado} = 0.99$$

**Cálculo de tasa de descuento:**

$$Ke = 0.0427 + 0.99 \times (0.07)$$

$$Ke = 11.17 \%$$

**Cálculo de WACC:**

$$WACC = \frac{(E * Ke + D * Kd)}{E + D}$$

Donde D es deuda y E es capital propio para la inversión

$$WACC = 9.73 \%$$

- **Flujo de caja:**

En la tabla 91 se presenta el análisis de la inversión del proyecto. La tabla 95 muestra el flujo de caja durante un año a partir de la inversión incluyendo el análisis del flujo de caja y los indicadores VAN y TIR, que respaldarán la realización del proyecto.

**Tabla 95. Flujo de caja**

Concepto	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costo de Implementación	-S/ 18 090.00											
Beneficio de Implementación	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07
Flujo de Efectivo Neto	-S/ 18 090.00	S/ 7708.07	S/ 7708.07	S/ 7708.07								
<b>Indicador</b>										<b>Valores</b>		
Tasa de descuento (Ke CAPM)										11.17 %		
VAN										S/ 31 553.51		
TIR										42 %		
WACC										9.73 %		

- La tasa de descuento se aplicó con CAPM, considerando que la inversión será con capital propio de la empresa destinado a proyectos de mejora de sus procesos. Según la tabla anterior, el flujo de caja de la implementación tiene un VAN de S/ S/ 31 553.51 con un TIR de 42 %, lo que significa que la implementación es rentable.

## CONCLUSIONES

- Con la redistribución de las áreas de producción, utilizando la Planeación sistemática de distribuciones o Systematic *Layout* Planing (SPL) se tiene una reducción en las distancias en *Jogger* de 42.65 metros (antes 159.13 metros - ahora 116.48 metros) y polera disminuyó en 31.5 metros (antes 162.93 - ahora 131.43 metros). El tiempo también se disminuyó en 0.50 minutos en *Jogger* (antes 13.70 minutos – ahora 13.20 minutos) y polera disminuyo en 0.53 minutos (antes 20.26 minutos – ahora 19.73 minutos). Se logra el primer indicador del proyecto optimizar el tiempo ciclo de los productos.
- Tras el balanceo se redujo en la línea de *jogger* el TVNA de 5.4 días a 3.6 días y en la línea de polera el TNVA de 9.2 días a 6.3 días.
- Se incrementó la eficiencia del ciclo del proceso (PCE) de 0.40 % a 0.72 % en la línea de *jogger* y en la línea de polera de 0.35 % a 2.44 %.
- Se validó el balanceo de línea mediante la simulación con *software* Arena, obteniendo los siguientes resultados: en la línea de producción de *Jogger*, al 80 % del tiempo disponible, se logró una producción 4891 *joggers* al mes, con una utilización de recursos del 94 %. Esto permite satisfacer la demanda del cliente, que es de 4653 *joggers* al mes. De esta manera, se logra un incrementar la utilización de la línea que inicialmente estaba en un 65 % y ahora llega a un 94 %.
- La simulación de la línea de producción de la Polera opera al 20 % del tiempo disponible (T. D.), lo que resulta en una producción de 640 poleras, cifra menor a las 1234 polera mensuales requeridas por el cliente. Esto se debe a que solo se está trabajando al 20 % del T. D. Sin embargo, el balanceo es funcional, ya que la utilización de los recursos es del 92 %. Por lo tanto, se sugiere tercerizar la diferencia o, en caso de producirlo en planta, realizar horas extras, que serían de 1 hora con 40 minutos por día.
- Como resultado se tiene que la línea de Joogger trabaja al 80 % y la línea de polera a un 20 % del tiempo disponible, como se detalla anteriormente. Se resaltar que estas dos líneas trabajan con 4 estaciones cada una haciéndola optima utilizando todos los recursos de la empresa. Comparando la línea de *jogger* antes de la propuesta de mejora se tenía una producción de 3095 prendas y ahora después de la propuesta se llega a 4891 prendas, con que se tiene un incremento de 1796 *jogger* por mes utilizando los mismos recursos. El

comparativo de las dos líneas antes y después de la propuesta se pueden visualizar en la tabla 79.

- El proyecto tiene un impacto positivo en términos de beneficios, ya que se estima un beneficio de S/ 92 496.80 bajo el método mejorado. Para ello, se propone una inversión de S/ 18 090.00, lo que se traduce en un retorno de 4.11 soles por cada sol invertido. Por lo tanto, el proyecto es económicamente viable.
- El análisis financiero del proyecto muestra un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 31 553.51 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 42 %, lo que demuestra que la implementación del proyecto es rentable.
- Se valida que la simulación brinda grande aporte a la toma de decisiones, ya que al partir de una simulación actual As Is se puede generar diversos escenarios alternativos sin incurrir en altos costos ni riesgos innecesarios al implementarlos directamente en la realidad.

## RECOMENDACIONES

- El procesó de empaquetado se encuentra fuera de las instalaciones de producción y tiene una distancia de 57.23 metros, que aumenta el tiempo ciclo de la producción y los costos. Se recomienda trasladarlo a las instalaciones de producción como lo propuesto en la figura 29. Diagrama Adimensional de Bloques Propuesto.
- El tiempo de aprovisionamiento de materia prima es de 3 días, lo que provoca un incremento en el tiempo de valor no agregado (TVNA). Se sugiere implementar el Planeamiento de Requerimientos de Materiales (MRP) como estrategia para reducir el TVNA.
- Según lo propuesto, estas líneas trabajan al 80 % para *Jogger* y al 20 % para poleras. Sin embargo, si en el futuro la demanda aumenta, estas líneas pueden operar al 100 % cada una, alcanzando una producción de 6141 unidades mensuales para *jogger* y 3557 unidades mensuales para poleras. En caso la demanda del cliente supere la capacidad de producción al 100 %, se recomienda volver a balancear las líneas. Si no se supera la capacidad, se sugiere ajusta el tiempo disponible por línea de *jogger* o polera, pero no modificar ni las cargas de trabajo de las estaciones, ya que estas tienen una alta eficiencia.
- Se recomienda mantener un colaborador permanente como supervisor de producción, responsable del cumplimiento de los objetivos del proceso, que controle el cumplimiento de los estándares establecidos en la producción (tiempo, método, rendimiento, entre otros) y asegure la adecuada gestión de la producción.
- Se sugiere la sistematización del proceso productivo, así como la capacitación continua del personal encargado y la supervisión de su uso, ya que, en la actualidad, los registros son manuales, lo que conlleva riesgos de pérdida de integridad y disponibilidad de la información. Además, este enfoque retrasa la ubicación de los datos, dificulta el análisis de los indicadores y puede resultar en la omisión de resultados que podrían ayudar a tomar mejores decisiones en la gestión productiva.
- Se recomienda mantener capacitación constante a los operarios y supervisores en el cumplimiento de los estándares establecidos de producción (tiempo, método, rendimiento, entre otros) para asegurar la asimilación y aplicación de las mejoras. Además, se deben establecer relaciones contractuales sólidas con los colaboradores, de tal forma que se reduzcan los índices de rotación de personal, permitiendo una adecuada formación de este.

- Se recomienda involucrar a los operarios en la generación de ideas de mejora para el proceso productivo, ya que son ellos quienes forman parte de la operativa diaria. Este factor es importante, para fomentar el empoderamiento y el compromiso de los colaboradores.

## REFERENCIAS

1. **ATLAS GOV.** La industria textil en Perú: Un vistazo a su importancia y desarrollo. *Figueroa, Yered.* [En línea]. 2023. Disponible en:  
<https://welcome.atlasgov.com/es/blog/inteligencia-de-mercado/industria-textil/>
2. **SNI.** Industria Textil y Confecciones. *Instituto de Estudios Económicos y Sociales.* [En línea]. 2021. Industria Textil y confecciones, p. 38. Disponible en: <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>
3. **El Peruano.** La industria textil peruana aporta al PBI de 4 a 5 mil millones de dólares al año. *El Peruano.* [En línea]. 2023. Disponible en:  
<https://www.elperuano.pe/noticia/228662-la-industria-textil-peruana-aporta-al-pbi-de-4-a-5-mil-millones-de-dolares-al-ano>
4. **Ministerio de la Producción.** Desempeño de las Exportaciones e Importaciones Textil y Confecciones 2015-2023 - Observatorio PRODUCEmpresarial. *Reporte Sectorial.* [En línea]. 2024. Disponible en: <https://www.producempresarial.pe/desempeno-de-las-exportaciones-e-importaciones-textil-y-confecciones-2015-2023/>
5. **SEMINARIO CCORI, Katherine; TORRES ASENCIOS, Elenita.** *Diagnóstico del sector textil de las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) en el distrito de la Victoria – Lima Metropolitana.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.
6. **LARIOS FRANCIA, Rosa Patricia.** Estado actual de las mipymes del sector textil de la confección en Lima. *Ingeniería Industrial.* [En línea]. 2017. Vol. 35, n.º 1025–9929, p. 113–137. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337453922006.pdf>
7. **DÍAZ GARAY, Bertha; LÓPEZ SALDARRIAGA, Jorge.** *La fábrica que habla Manual de Lean Manufacturing.* 2023. ISBN 9789972456299.
8. **CARRANZA CÓRDOVA, Diego Alonso.** *Mejora y optimización de procesos mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en una línea de confección de una empresa textil.* Pontificia Universidad Católica del Perú, 2023.
9. **VILLAMAR CARBAJAL, Estefany anita.** *Mejora de procesos para el incremento de la productividad aplicando Lean Manufacturing, en una empresa de confecciones.* [En línea]. Universidad ESAN, 2021. Disponible en:  
<https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8dd90fa2-f282-4256-8e77-0a547b8b869c/content>
10. **CAPUÑAY SIFUENTES, Jesús Antonio.** *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de hilo acrílico en una empresa textil.* [En línea]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2020. Disponible en:  
[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/144/browse?type=author&value=Capuñay+Sifuentes %2C+Jesús+Antonio](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/144/browse?type=author&value=Capuñay+Sifuentes%2C+Jesús+Antonio)

11. **GODOY ALBORNOZ, Fiorella Lisette; MACHUCA ASTO, Brian Yofre.**  
*Herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la línea de ropa de cama de una empresa textil.* Universidad San Ignacio de Loyola, 2021.
12. **MORENO, Jesús.** *Fundamentos de la producción.* [En línea]. 2017. ISBN 9789585459663. Disponible en:  
<https://digitk.areandina.edu.co/server/api/core/bitstreams/835d7af7-e6ba-4aa0-b835-5f9c650cfc24/content>
13. **DOOFINDER.** Proceso productivo: qué es, etapas, tipos y ejemplos. *De Miguel Glavan, Javier.* [En línea]. Disponible en: <https://www.doofinder.com/es/blog/proceso-productivo#:~:text=fabricación de productos-,Eficiencia,control y la competitividad alta>.
14. **JARQUÍN ESTEBAN, Josué Misael.** *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing y de la calidad en la industria metal mecánica automotriz.* Universidad Nacional Autónoma de México, 2023.
15. **CARDONA MARTÍNEZ, Andrés Felipe.** *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.* Universidad Nacional de Colombia, 2022.
16. **CRUZ ALBARRACÍN, Alexis Gabriel.** *Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo en la empresa Valialbe Cia. Ltda.* [en línea]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2019. Disponible en:  
<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4186eea1-5d5b-4ada-8211-d91ded6b32b4/content>
17. **SUNTAXI COCANGUILLA, Ismael Bladimir.** *Propuesta de mejora de la productividad en la confección de pantalones para mujer aplicando herramientas Lean Manufacturing.* Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, 2022.
18. **VILLARREAL GARZA, Jorge Héctor.** *Aplicación de Manufactura Esbelta en el aumento de utilización de técnicos en una línea de producción mixta.* [En línea]. Tecnológico de Monterrey, 2019. Disponible en:  
[https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/636254/Aplicación de Manufactura Esbelta en el aumento de utilización de técnicos en una línea de producción mixta\\_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/636254/Aplicación de Manufactura Esbelta en el aumento de utilización de técnicos en una línea de producción mixta_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
19. **CHINCHAY MORALES, Gianella Natalia; LAURA ULLOA, Guillermo André.** *Propuesta de mejora para incrementar el cumplimiento de pedidos aplicando herramientas Lean Manufacturing en una MYPE del sector calzado en Perú.* [En línea]. 2022. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/660528>
20. **MARTÍNEZ SAAVEDRA, Juan David; ARBOLEADA ZUÑIGA, Jairo.** Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la

- empresa Suramericana de Guantes S. A. S. mediante herramientas de *Lean Manufacturing*. 2021.
21. **ORTIZ PORRAS, Jorge; BANCOVICH ERQUÍNIGO, Andrei; CANDIA CHÁVEZ, Taddy; HUAYANAY PALMA, Lisseth; SALAS BACALLA, Julio.** Método de aplicación de la herramienta *Value Stream Mapping* para aumentar la competitividad en una empresa textil y de confecciones. *Industrial Data*. 2023. Vol. 26, n.º 1, p. 33–61. DOI 10.15381/idata.v26i1.22874.
  22. **MARTEL VALVERDE, Beatriz; KEHUARUCHO CHAPARRO, Patricia; COLLAO DÍAZ, Martín; QUIROZ FLORES, Juan; FLORES PEREZ, Alberto.** Production model implementing lean manufacturing tools to increase order fulfillment in smes of the textile manufacturing sector. 2023.
  23. **VARGAS SANDERS, Angelica Christel; VELÁSQUEZ CAMARENA, Javier Arturo; QUIROZ FLORES, Juan Carlos; COLLAO DÍAZ, Martín Fidel.** Production Increase of a Peruvian Sleepwear Manufacturer SME through SLP, TPM, *Poka Yoke*; Work Standardization. 2023. P. 1178–1189.
  24. **HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos; VIZÁN IDOLPE, Antonio.** *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. 2013. ISBN 9788415061403.
  25. **PARDO ÁLVAREZ, José Manuel.** *Configuración y usos de un mapa de procesos*. 2012. ISBN 9788481437973.
  26. **ISO.** *Norma Internacional ISO 9000: 2015*. [En línea]. 2015. Disponible en: [www.iso.org](http://www.iso.org)
  27. **BAHAMÓN, José Hernando.** Construcción de indicadores de gestión bajo el enfoque de sistemas. 2006.
  28. **FURTERER, Sandra L.** *The ASQ Certified Quality Process Analyst Handbook*. 3ª ed. 2021. ISBN 9781951058388.
  29. **NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris.** *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12ª ed. 2009. ISBN 978-970-10-6962-2.
  30. **OIT.** *Introducción al estudio del trabajo*. 4ª ed. Kanawaty, George, 1996. ISBN 9789223071080.
  31. **KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj.** *Administración de Operaciones*. 8ª ed. 2008. ISBN 9789702612179.
  32. **HEIZER, Jay; RENDER, Barry.** *Dirección de la Producción y de Operaciones Decisiones Estratégicas*. 8ª ed. 2007. ISBN 9788483225332.
  33. **MUTHER, Richard.** *Planificación y proyección de la empresa industrial*. 1968.
  34. **FERNANDEZ AREVALO, Wladimir Enrique; RHENALS CASSIANI, Neila Cecilia.** *Diseño de una distribución de planta en la empresa Estibas y Carpintería Elguedo Ltda.* Universidad de Cartagena, 2011.
  35. **TORRES SOTO, Kelly Jhoana; FLÓREZ PEÑA, Laura Sofía; SÁNCHEZ, Carlos**

- William; CASTAÑEDA, Néstor Mauricio.** SLP Methodology for Plant Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) manufacturing companies. *Ingenieria (Colombia)*. 2020. Vol. 25, n.º 2, p. 103–116. DOI 10.14483/23448393.15378.
36. **PEÑA HERNÁNDEZ, Jaime.** Características y tipos de distribución. [En línea]. 2021. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/500576141/I-Caracteristicas-y-Tipo-de-Disenio-de-Instalaciones-Industriales>
37. **CHASE, Richard; JACOBS, F.** *Asministración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*. 13ª ed. 2014. ISBN 9786071510044.
38. **SOCONINI, Luis.** *Lean Manufacturing Paso a Paso*. [En línea]. 2019. ISBN 9789700919324. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=la+importancia+de+lean+manufacturing+&ots=DHHUvVDk7P&sig=Y3c-LoSmBXzs6Skc5kyGyeKrhEc#v=onepage&q&f=false>
39. **LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David P.** *El Talento Toyota*. 2008. ISBN 9789701063071.
40. **TORRES VEGA, Pedro J.** *Simulación de Sistemas con el Software Arena*. 2016. ISBN 9789972453212.
41. **SÁNCHEZ, B.** Implicancias del método de costeo ABC. *Quipukamayoc*. 2013. Vol. 21, n.º 39, p. 65–73.
42. **TORO LÓPEZ, Francisco J.** *Costos ABC y Presupuestos: Herramientas para la productividad*. [En línea]. 2010. ISBN 9789586486675. Disponible en: <https://n9.cl/3nsj9>
43. **ARROYO ALIAGA, Jacinto.** *¿Cómo ejecutar un plan de investigación?*. 2012.
44. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar.** *Metodología de la Investigación*. 6ª ed. Mc Graw Hill Education, 2014. ISBN 9781456223960.
45. **ARIAS GONZÁLES, José Luis.** *Diseño y metodología de la investigación*. [En línea]. 2021. ISBN 9786124844423. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352157132>
46. **CASTRO LEÓN, Eusebio Zenón.** *Toería y Práctica de la Investigación Científica*. 2016. ISBN 9786120022740.
47. **FERNÁNDEZ NOGALES, Ángel.** *Investigación y Tecnicas de mercado*. 2004. ISBN 9788473563925.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<u>General:</u>	<u>General:</u>	<u>General:</u>		X1: <i>Value Stream Mapping</i>	X1.1: <i>Takt Time</i> X1.2: OEE	Tipo y nivel de investigación:
			X0 Variable 1: <u>Herramientas de Lean Manufacturing</u>	X2: Balanceo de Línea	X2.1: % Eficiencia de estaciones de trabajo	Tipo: Investigación Aplicada Alcance: Explicativo
					X2.2: Cadencia de la Línea	Método de Investigación
¿En qué medida la propuesta de implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> mejorará la productividad del proceso de producción de una empresa Textil?	Determinar la mejora de productividad del proceso de producción de una empresa textil con la propuesta de implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> .	Mediante la propuesta de la implementación de herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> se mejorará la productividad del proceso de producción de una empresa textil.	Y0 Variable 2: <u>Productividad del proceso de producción</u>	Y1: Tiempo Ciclo del proceso de producción	Y1.1: $\sum$ Tiempos Estándar de las actividades para producción 1 unidad.	Enfoque Cuantitativo
				Y2: Eficiencia del proceso de producción	Y2.1: % Eficiencia de Estaciones de Trabajo del proceso productivo.	Diseño de Investigación: Tipo de Diseño:
				Y3: Costo del proceso de producción	Y3.1: Costeo Total del proceso Productivo.	Quasiexperimental
						Población y Muestra:
						P. Proceso productivo de la empresa textil de la ciudad de Huancayo-Perú. M. Proceso productivo de 2 productos con mayor demanda de la empresa textil de la ciudad de Huancayo-Perú. Técnicas de Recolección:
¿En qué medida la propuesta de implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> reducirá el tiempo ciclo del proceso de producción de una empresa textil?	Determinar la reducción del tiempo ciclo del proceso de producción de una empresa textil con la propuesta de implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> .	Mediante la implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> se optimizará el tiempo ciclo en el proceso de producción de una empresa textil.	X0 Variable 1: <u>Herramientas de Lean Manufacturing</u> Y0 Variable 2: <u>Tiempo ciclo del proceso de producción</u>	X1: <i>Value Stream Mapping</i> (Detección de evento Kaizen sobre desperdicio en transporte)	X1.1: Tiempo de recorrido	- Información histórica de la empresa. - Entrevista a los propietarios de la empresa. - Entrevista al propietario del proceso productivo. - Entrevista sobre proceso productivo a personal operativo. - Observación Cuantitativa
				Y1: Tiempo Ciclo	Y1.1: $\sum$ Tiempos Estándar de las actividades para producción 1 unidad.	
¿En qué medida la propuesta de implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> mejorará la eficiencia de del proceso de producción de una empresa textil?	Determinar la mejora de eficiencia del proceso de producción de una empresa textil con la propuesta de implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> .	Mediante la implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> se mejorará la eficiencia de las estaciones de trabajo del proceso de producción de una empresa textil.	X0 Variable 1: <u>Herramientas de Lean Manufacturing</u> Y0 Variable 2: <u>Eficiencia en estaciones de trabajo del proceso de producción</u>	X1: <i>Value Stream Mapping</i>	X1.1: <i>Takt Time</i>	Instrumentos: - Cuestionario - Ficha de Entrevista - Ficha de estudios de tiempo - Ficha de Análisis de proceso - Fichas de registro
				X2: Balanceo de Línea	X1.2: OEE	
				Y2: Eficiencia del proceso de producción	X2.1: Cadencia de la Línea	
					Y2.1: % Eficiencia de Estaciones de Trabajo del proceso productivo.	
¿En qué medida la propuesta de implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> reducirá los costos del proceso de producción de una empresa textil?	Determinar la reducción del costo del proceso de producción de una empresa textil con la propuesta de implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> .	Mediante la implementación de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> se reducirá el costo del proceso de producción de una empresa textil.	X0 Variable 1: <u>Herramientas de Lean Manufacturing</u> Y0 Variable 2: <u>costo del proceso de producción</u>	X2: Balanceo de Línea	X2.1: % Eficiencia de estaciones de trabajo	Técnicas de Procesamiento: - Gráficos estadísticos - Tabulación
				Y3: Costo del proceso de producción	Y3.1: Costeo Total del proceso Productivo	- Diagramas de análisis (Excel-minitab-Arena/Input Analyzer)



### Anexo 3. Análisis de Estudio de Tiempos Jogger

Procesos	N°	Descripción de la Actividad	Máquina	Tiempo Observado (min)										n	Tiempo Observado Adicional (min)						P. Tiempo Observado (min)	Valoración	Tiempo Normal	Suplemento %	Tiempo Estándar (min)				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16						17	18	19	20
Corte - Franela	1	Trasladar fardo franela reactiva 1/20 a l área de Corte	-	0,018	0,019	0,020	0,020	0,028	0,028	0,017	0,018	0,018	0,017	4	0,018	0,019	0,017	0,020							0,02	1	0,02	1,24	0,02
	2	Tender franela reactiva 1/20	-	0,401	0,400	0,398	0,407	0,408	0,396	0,409	0,391	0,393	0,387	1	0,393										0,40	1,21	0,48	1,16	0,56
	3	Marcar franela reactiva 1/20	-	0,180	0,171	0,178	0,164	0,175	0,170	0,160	0,177	0,161	0,168	3	0,179	0,171	0,167								0,17	1,21	0,21	1,18	0,24
	4	Cortar franela reactiva 1/20	Cortadora	0,204	0,206	0,202	0,220	0,213	0,213	0,218	0,210	0,207	0,215	2	0,204	0,216									0,21	1,21	0,25	1,18	0,30
	5	Trasladar aplicaciones al área de Habilitado (Colocar Ojalillo)	-	0,025	0,025	0,024	0,023	0,025	0,023	0,023	0,025	0,023	0,024	2	0,024	0,024									0,02	1	0,02	1,14	0,03
Habilitado	6	Colocar ojállos a las aplicaciones	Remachadora Neumática	0,330	0,337	0,331	0,322	0,315	0,327	0,323	0,338	0,321	0,338	1	0,328										0,33	1,19	0,39	1,2	0,47
	7	Trasladar elasticos	-	0,060	0,061	0,063	0,066	0,069	0,055	0,061	0,060	0,064	0,064	4	0,055	0,064	0,066	0,057							0,06	1	0,06	1,18	0,07
	8	Cortar elasticos para cintura	-	0,037	0,036	0,036	0,038	0,030	0,035	0,034	0,035	0,036	0,032	7	0,037	0,034	0,035	0,035	0,036	0,032	0,032				0,03	1,19	0,04	1,2	0,05
Corte - RIB	9	Trasladar fardo de Tela Rib al área de Corte	-	0,096	0,096	0,097	0,097	0,092	0,092	0,094	0,091	0,097	0,094	6	0,096	0,096	0,093	0,097	0,096	0,092					0,03	1	0,03	1,24	0,04
	10	Tender Rib	-	0,046	0,047	0,046	0,043	0,046	0,044	0,046	0,045	0,045	0,047	1	0,046										0,05	0,71	0,03	1,16	0,04
	11	Marcar Rib	-	0,010	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	2	0,011	0,010									0,01	0,71	0,01	1,18	0,01
	12	Cortar Rib 14 cm	Cortadora	0,018	0,021	0,019	0,021	0,017	0,019	0,019	0,017	0,019	0,020	7	0,019	0,019	0,021	0,019	0,019	0,019	0,020				0,02	0,71	0,01	1,18	0,02
	13	Cortar rib puño y cintura de acuerdo a tala de la prenda	Cortadora	0,109	0,110	0,107	0,108	0,107	0,107	0,110	0,111	0,111	0,110	1	0,110										0,11	0,71	0,08	1,18	0,09
	14	Trasladar y almacenar rib cortado	-	0,083	0,082	0,083	0,080	0,082	0,083	0,082	0,080	0,082	0,084	2	0,083	0,084									0,03	1	0,03	1,14	0,04
	15	Recepcionar franela cortada	-	0,268	0,277	0,274	0,271	0,266	0,253	0,264	0,273	0,289	0,289	3	0,267	0,271	0,277								0,27	1	0,27	1,18	0,32
	16	Unir tiro delantero	Remalladora	0,102	0,121	0,103	0,110	0,113	0,111	0,100	0,116	0,112	0,105	6	0,094	0,133	0,105	0,105	0,098	0,121					0,11	1,19	0,13	1,18	0,15
Confección	17	Unir 2 bolsillos con tiro delantero	Remalladora	0,257	0,281	0,305	0,255	0,287	0,246	0,277	0,276	0,279	0,269	6	0,279	0,276	0,226	0,233	0,226	0,250					0,26	1,19	0,31	1,18	0,37
	18	Unir tiro posterior y etiqueta de talla	Remalladora	0,269	0,287	0,296	0,289	0,270	0,294	0,296	0,270	0,282	0,267	3	0,273	0,283	0,288								0,28	1,19	0,34	1,18	0,40
	19	Pespuntar falso bolsillo y tiro delantero	Recta	0,318	0,308	0,306	0,317	0,317	0,315	0,316	0,319	0,320	0,317	1	0,310										0,31	1,19	0,37	1,18	0,44
	20	Pespuntar tiro posterior	Recta	0,113	0,109	0,113	0,113	0,109	0,109	0,109	0,110	0,112	0,109	1	0,109										0,11	1,19	0,13	1,18	0,16
	21	Unir 2 vistas con falso bolsillo (conformar bolsillo)	Remalladora	0,474	0,474	0,457	0,424	0,436	0,449	0,418	0,369	0,451	0,443	8	0,459	0,449	0,420	0,455	0,597	0,436	0,450	0,510			0,45	1,19	0,54	1,18	0,64
	22	Unir costados y etiqueta de marca	Remalladora	0,670	0,757	0,689	0,700	0,737	0,702	0,781	0,639	0,782	0,688	7	0,637	0,776	0,762	0,613	0,681	0,673	0,788				0,71	1,19	0,85	1,18	1,00
	23	Pespuntar costados	Recta	0,463	0,468	0,492	0,488	0,463	0,452	0,468	0,483	0,480	0,491	2	0,475	0,480									0,48	1,19	0,57	1,18	0,67
	24	Remallar la entrepierna	Remalladora	0,345	0,350	0,374	0,356	0,332	0,324	0,371	0,330	0,328	0,306	6	0,341	0,357	0,344	0,345	0,295	0,324					0,34	1,19	0,40	1,18	0,48
	Habilitado	25	Trasladar aplicaciones con ojállos	-	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	2	0,003	0,003									0,00	1	0,00	1,16	0,00
		26	Trasladar rib cintura	-	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	1	0,003										0,00	1	0,00	1,16	0,00
Confección	27	Unir rib cintura y aplicación	Remalladora	0,276	0,292	0,282	0,281	0,272	0,289	0,283	0,287	0,277	1	0,291										0,28	1,19	0,34	1,18	0,40	
	28	Trasladar elástico	-	0,043	0,042	0,042	0,042	0,041	0,042	0,042	0,042	0,042	1	0,043										0,04	1	0,04	1,18	0,05	
Confección	29	Pespuntar cinta elastica	Recta	0,088	0,083	0,084	0,089	0,086	0,089	0,085	0,086	0,090	0,086	1	0,087									0,09	1,19	0,10	1,18	0,12	
	30	Unir rib cintura y elástico con Jogger	Remalladora	0,918	0,876	0,792	0,881	0,963	0,861	0,887	0,923	0,937	0,954	5	0,974	0,913	0,993	0,964	0,976					0,92	1,19	1,10	1,18	1,29	
Habilitado	31	Trasladar rib puño	-	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	2	0,003	0,003									0,00	1	0,00	1,16	0,00	
Confección	32	Unir los extremos de Rib puño	Recta	0,200	0,198	0,196	0,202	0,198	0,196	0,197	0,193	0,192	0,189	1	0,191									0,20	1,19	0,23	1,18	0,27	
	33	Cortar hilos y doblar rib puños	-	0,083	0,081	0,082	0,082	0,081	0,082	0,081	0,082	0,080	0,082	1	0,082									0,08	1,19	0,10	1,2	0,12	
Confección	34	Pespuntar rib cintura	Recta	0,448	0,407	0,439	0,433	0,438	0,437	0,411	0,444	0,421	2	0,415	0,415									0,43	1,19	0,51	1,18	0,60	
	35	Unir rib puños a jogger	Remalladora	0,874	0,823	0,830	0,868	0,801	0,835	0,841	0,822	0,815	0,864	2	0,815	0,808								0,83	1,19	0,99	1,18	1,17	
	36	Pespuntar rib puños	Recta	0,318	0,354	0,334	0,327	0,334	0,333	0,332	0,330	0,340	0,333	2	0,347	0,324								0,34	1,19	0,40	1,18	0,47	
	37	Trasladar Jogger confeccionado a Control de Calidad	-	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,014	0,014	3	0,015	0,015	0,015							0,01	1	0,01	1,18	0,02	
	38	Cortar cordón 1.15 mts	-	0,212	0,224	0,234	0,239	0,241	0,238	0,209	0,228	0,196	0,209	8	0,215	0,211	0,226	0,236	0,206	0,200	0,201	0,212		0,22	1	0,22	1,14	0,25	
Control de Calidad	39	Realizar corte de hilos , doblado y colocado de cordón	-	1,233	1,155	1,198	1,190	1,176	1,146	1,128	1,209	1,202	1,185	2	1,173	1,207								1,18	1	1,18	1,14	1,35	
	40	Trasladar Jogger doblado a Empaque	-	0,087	0,085	0,086	0,087	0,087	0,088	0,084	0,087	0,087	0,085	2	0,086	0,088								0,04	1	0,04	1,15	0,04	
Empaqueado	41	Colocar terminales metálicos en el cordón y Hantag	Remachadora	0,576	0,576	0,588	0,545	0,545	0,588	0,546	0,586	0,540	2	0,639	0,607									0,58	1	0,58	1,14	0,66	
	42	Embolsar Jogger	-	0,255	0,237	0,258	0,254	0,263	0,235	0,260	0,239	0,250	0,255	3	0,252	0,250	0,263							0,25	1	0,25	1,14	0,29	
TOTAL																							10,33				13,70		

### Anexo 4. Análisis de Estudio de Tiempos Polera

Procesos	N°	Máquina	Tiempo Obsevado (min)										n	Tiempo Observado Adicional (min)										P. Tiempo Observado	Valoración	Tiempo Normal	Suplemento %	Tiempo Estandar
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
Corte- Franela	1		0,028	0,024	0,027	0,026	0,024	0,026	0,027	0,026	0,027	0,025	4	0,027	0,026	0,025	0,026							0,03	1	0,026	1,24	0,03
	2		0,569	0,569	0,552	0,549	0,545	0,539	0,529	0,556	0,522	0,567	2	0,549	0,554									0,55	1,21	0,665	1,16	0,77
	3		0,202	0,209	0,197	0,207	0,194	0,193	0,193	0,194	0,207	0,199	2	0,199	0,204									0,20	1,21	0,242	1,18	0,29
	4	Cortadora	0,219	0,198	0,207	0,218	0,202	0,199	0,201	0,209	0,217	0,203	3	0,202	0,206	0,208								0,21	1,21	0,250	1,18	0,29
	5		0,030	0,033	0,032	0,031	0,034	0,034	0,034	0,033	0,033	0,031	3	0,031	0,032	0,033								0,03	1	0,032	1,14	0,04
Habilitado	6	Remachadora Neumática	0,342	0,341	0,336	0,337	0,337	0,340	0,329	0,347	0,336	0,332	1	0,327										0,34	1,19	0,401	1,2	0,48
Corte- RIB	7		0,035	0,036	0,034	0,034	0,034	0,034	0,033	0,034	0,034	0,035	1	0,035										0,03	1	0,034	1,24	0,04
	8		0,044	0,047	0,044	0,046	0,043	0,047	0,046	0,045	0,045	0,044	2	0,045	0,045									0,05	0,71	0,032	1,16	0,04
	9		0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	1	0,010										0,01	0,71	0,007	1,18	0,01
	10	Cortadora	0,019	0,019	0,018	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,020	0,019	1	0,019										0,02	0,71	0,014	1,18	0,02
	11	Cortadora	0,065	0,069	0,068	0,066	0,067	0,067	0,068	0,068	0,068	0,069	1	0,067										0,07	0,71	0,048	1,18	0,06
	12		0,032	0,033	0,030	0,033	0,032	0,031	0,032	0,031	0,032	0,032	2	0,031	0,031									0,03	1	0,032	1,14	0,04
Corte - Jersey	13		0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	3	0,002	0,002	0,002								0,00	1	0,002	1,24	0,00
	14		0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	1	0,006										0,01	1,21	0,008	1,18	0,01
	15		0,028	0,029	0,026	0,026	0,028	0,028	0,026	0,027	0,027	0,028	3	0,027	0,028	0,028								0,03	1,21	0,033	1,16	0,04
	16	Cortadora	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	1	0,008										0,01	1,21	0,010	1,18	0,01
	17		0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	1	0,003										0,00	1	0,003	1,14	0,00
Confección	18		0,408	0,407	0,401	0,400	0,400	0,401	0,396	0,404	0,395	0,400	1	0,401										0,40	1	0,401	1,18	0,47
Habilitado	19	Recubridora	0,236	0,229	0,215	0,238	0,225	0,237	0,222	0,219	0,241	0,243	3	0,211	0,283	0,247								0,23	1,19	0,279	1,18	0,33
Confección	20		0,124	0,124	0,122	0,120	0,121	0,121	0,121	0,121	0,124	0,122	1	0,121										0,12	1,19	0,145	1,2	0,17
	21	Recta	0,911	0,946	0,941	0,936	0,922	0,928	0,916	0,907	0,926	0,907	1	0,947										0,93	1,19	1,102	1,18	1,30
	22	Remalladora	0,291	0,275	0,234	0,253	0,275	0,299	0,264	0,280	0,278	0,275	7	0,228	0,238	0,286	0,259	0,257	0,295	0,258				0,27	1,19	0,318	1,18	0,38
	23	Recta	0,230	0,223	0,232	0,221	0,215	0,215	0,226	0,219	0,223	0,221	1	0,222										0,22	1,19	0,265	1,18	0,31
	24	Remalladora	0,613	0,654	0,629	0,624	0,634	0,637	0,629	0,610	0,673	0,677	2	0,636	0,695									0,64	1,19	0,765	1,18	0,90
Habilitado	25	Recta	0,427	0,428	0,429	0,430	0,419	0,437	0,434	0,434	0,447	0,426	1	0,442										0,43	1,19	0,514	1,18	0,61
Confección	26		0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	2	0,005	0,005									0,00	1	0,005	1,16	0,01
	27	Remalladora	0,214	0,207	0,230	0,203	0,189	0,210	0,206	0,206	0,226	0,195	6	0,172	0,204	0,204	0,204	0,193	0,187					0,20	1,19	0,242	1,18	0,29
	28	Recta	0,227	0,237	0,227	0,222	0,231	0,228	0,226	0,228	0,223	0,226	1	0,223										0,23	1,19	0,270	1,18	0,32
	29	Remalladora	0,180	0,183	0,193	0,200	0,212	0,167	0,187	0,173	0,173	0,206	10	0,179	0,161	0,188	0,264	0,222	0,225	0,231	0,241	0,201	0,227	0,20	1,19	0,239	1,18	0,28
	30	Remalladora	0,088	0,090	0,087	0,092	0,089	0,098	0,092	0,089	0,080	0,090	4	0,064	0,059	0,054	0,059							0,08	1,19	0,096	1,18	0,11
	31	Remalladora	0,336	0,367	0,342	0,381	0,342	0,347	0,360	0,386	0,327	0,351	5	0,352	0,372	0,318	0,328	0,331						0,35	1,19	0,416	1,18	0,49
	32	Remalladora	0,416	0,455	0,426	0,413	0,402	0,374	0,361	0,433	0,384	0,366	9	0,373	0,380	0,366	0,338	0,350	0,381	0,341	0,340	0,326		0,38	1,19	0,452	1,18	0,53
	33	Recta	0,469	0,459	0,459	0,475	0,468	0,482	0,452	0,457	0,470	0,456	1	0,466										0,46	1,19	0,553	1,18	0,65
	34	Recta	0,335	0,350	0,335	0,359	0,352	0,360	0,343	0,352	0,359	0,355	1	0,352										0,35	1,19	0,417	1,18	0,49
	35	Remalladora	0,768	0,871	0,844	0,758	0,692	0,735	0,839	0,734	0,801	0,827	8	0,723	0,751	0,773	0,972	1,051	0,766	0,870	0,733			0,81	1,19	0,959	1,18	1,13
	36	Recta	0,706	0,682	0,697	0,710	0,694	0,691	0,674	0,679	0,692	0,708	1	0,708										0,69	1,19	0,827	1,18	0,98
	37	Recta	0,431	0,459	0,439	0,436	0,448	0,443	0,445	0,420	0,440	0,448	1	0,449										0,44	1,19	0,525	1,18	0,62
	38	Recta	0,384	0,381	0,391	0,381	0,384	0,398	0,375	0,382	0,379		1	0,379										0,38	1,19	0,454	1,18	0,54
	39	Remalladora	0,551	0,588	0,555	0,580	0,611	0,541	0,563	0,507	0,560	0,518	5	0,506	0,551	0,984	0,552	0,821						0,60	1,19	0,713	1,18	0,84
Habilitado	40		0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	2	0,005	0,005									0,00	1	0,005	1,16	0,01
Confección	41	Recta	0,216	0,203	0,212	0,203	0,210	0,196	0,196	0,206	0,202	0,196	2	0,194	0,196									0,20	1,19	0,241	1,18	0,28
Habilitado	42		0,083	0,083	0,080	0,082	0,082	0,080	0,083	0,080	0,082	0,083	1	0,080										0,08	1,19	0,097	1,2	0,12
Habilitado	43		0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	2	0,005	0,005									0,00	1	0,005	1,16	0,01
Confección	44	Remalladora	0,123	0,105	0,113	0,108	0,129	0,111	0,102	0,120	0,123	0,105	10	0,102	0,121	0,114	0,111	0,114	0,068	0,123	0,110	0,121	0,109	0,11	1,19	0,133	1,18	0,16
	45	Remalladora	0,615	0,576	0,547	0,578	0,544	0,553	0,612	0,566	0,552	0,624	4	0,632	0,591	0,604	0,600							0,59	1,19	0,697	1,18	0,82
	46	Remalladora	0,622	0,638	0,696	0,622	0,669	0,653	0,606	0,623	0,596	0,637	4	0,664	0,607	0,616	0,576							0,63	1,19	0,750	1,18	0,89
	47	Recta	0,375	0,371	0,390	0,371	0,378	0,391	0,374	0,372	0,374	0,378	1	0,386										0,38	1,19	0,450	1,18	0,53
	48	Recta	0,208	0,207	0,192	0,214	0,204	0,208	0,216	0,192	0,193	0,205	3	0,205	0,202	0,205								0,20	1,19	0,243	1,18	0,29
	49		0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	1	0,019										0,02	1	0,019	1,18	0,02
Control de Calidad	50		0,212	0,224	0,234	0,239	0,241	0,238	0,209	0,228	0,196	0,209	8	0,215	0,211	0,226	0,236	0,206	0,200	0,201	0,212			0,22	1	0,219	1	

Anexo 5. Ficha de Validación de Experto – Revisión Lógica del Modelo y Prueba de Unidad

**FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO**

**Título de Investigación:** Propuesta de implementación de herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad de una empresa textil

**Instrumento:** Cuestionario de Revisión Lógica del Modelo y Prueba de Unidad del Jogger y Polera

Criterios a Evaluar		Correcto	Incorrecto
1.	¿La secuencia de actividades en el proceso de Corte es coherente a lo real, tanto para Jogger y Polera?	X	
2.	¿La secuencia de actividades en el proceso de Confección es coherente a lo real, tanto para Jogger y Polera?	X	
3.	¿La secuencia de actividades en el proceso de Control de Calidad es coherente a lo real, tanto para Jogger y Polera?	X	
4.	¿La secuencia de actividades en el proceso de Empaquetado es coherente a lo real, tanto para Jogger y Polera?	X	
5.	¿Los flujogramas del Jogger y Polera tienen una estructura lógica, desde el proceso de corte hasta empaquetado?	X	
6.	¿Los resultados que nos brinda "Cristal Report" son coherentes con la producción real de la empresa?	X	
7.	¿En la simulación de prueba de unidad del Jogger y Polera, se observa que las unidades hacen todo el recorrido desde el proceso de corte hasta empaquetado?	X	

**Apreciación del experto sobre el instrumento:**  
El flujograma tiene secuencia lógica.

**Nombres y Apellidos del Experto:**  
KAWASAKI IZAGUIRRE SURICHAGUI

**Cargo:**  
 jefe de Producción

**DNI:** 73030926

  
 \_\_\_\_\_  
**FIRMA**

Anexo 6. Ficha de Validación de Experto – Validación del Modelo Propuesto

FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO		
<b>Título de Investigación:</b>	Propuesta de implementación de herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad de una empresa textil	
<b>Instrumento:</b>	Cuestionario de Validación del Modelo Propuesto de Jooger y Polera	
Criterios a Evaluar	Correcto	Incorrecto
1. ¿Se observa que el proceso de confección se distribuye en 4 estaciones de trabajo?	X	
2. ¿Se observa que la Estación 1, al terminar su actividad reinicia nuevamente con su primera actividad y no espera a que la unidad este terminada?	X	
3. ¿Se observa que la Estación 2, inicia su actividad al recibir los entregables de la Estación 1, y al terminar su actividad espera nuevamente los entregables de la Estación 1 para volver a comenzar su actividad?	X	
4. ¿Se observa que la Estación 3, inicia su actividad al recibir los entregables de la Estación 2, y al terminar su actividad espera nuevamente los entregables de la Estación 2 para volver a comenzar su actividad?	X	
5. ¿Se observa que la Estación 4, inicia su actividad al recibir los entregables de la Estación 3, y al terminar su actividad espera nuevamente los entregables de la Estación 3 para volver a comenzar su actividad?	X	
6. ¿Los nuevos resultados que nos brinda "Cristal Report" para este modelo propuesto de balanceo de línea de 4 estaciones de trabajo en el proceso de confección, logra satisfacer la demanda del cliente?	X	
7. ¿Los modelos propuestos aportan positivamente a resolver el problema principal de esta investigación?	X	
<b>Apreciación del experto sobre el instrumento:</b>		
<u>La Simulación llega a satisfacer la demanda del cliente.</u>		
<b>Nombres y Apellidos del Experto:</b>		
<u>KAWASAKI TRAGUIRE SURICHAQUI</u>		
<b>Cargo:</b>		
<u>Jefe de Producción</u>		
<b>DNI:</b>		
<u>73030926</u>		
 _____ <b>FIRMA</b>		