



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA LOGÍSTICO DE LA
EMPRESA RIO TEXTIL BASADO EN EL MODELO
SUPPLY CHAIN OPERATIONS REFERENCE –SCOR.”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTOR: MACAS SANCHEZ ELVIS ISRAEL
DIRECTOR: ING. ÁNGEL GEOVANNY GUAMÁN LOZANO**

Riobamba – Ecuador

2019

©2019, Elvis Israel Macas Sanchez


Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **MACAS SANCHEZ ELVIS ISRAEL**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de octubre de 2019



Macas Sánchez Elvis Israel
Cédula de Identidad: 060410562-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico “**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA LOGÍSTICO DE LA EMPRESA RIO TEXTIL BASADO EN EL MODELO SUPPLY CHAIN OPERATIONS REFERENCE –SCOR.**”, realizado por el señor **MACAS SANCHEZ ELVIS ISRAEL** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Homero Almendáriz Puente PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		<u>2019-11-07</u>
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		<u>2019-11-07</u>
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde MIEMBRO DE TRIBUNAL		<u>2019-11-07</u>

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación dedico en particular a mis padres quienes me apoyaron para el logro de este anhelo; el esfuerzo que puse para el desarrollo del presente trabajo, espero que algún día será valorado, el conocimiento adquirido, no únicamente servirá para beneficio personal, sino, para el logro de un mejor estilo de vida de mi familia y para quienes más pudiera ayudarlos.

A mis ñaños, Jhonny, Camila, William y David, quienes también fueron el fiel reflejo de la educación percibida de mis padres, de igual forma me ayudaron en todo momento.

Al resto de mis familiares, por los aprecio que me demostraron.

Elvis Israel Macas Sanchez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, por mantenerlos con vida y salud a mis padres y ñaños, y regalarnos sabiduría, la salud, capacidad de escuchar, observar y pensar.

A mis abuelos, primos, y tíos, quienes formamos parte de una familia humilde.

A los profesores de la Escuela de Ingeniería Industrial, en particular, al ingeniero Ángel Guamán Lozano y al ingeniero, Iván Acosta Velarde, quienes me guiaron en el desarrollo del presente trabajo de titulación, gracias por su excelente voluntad de enseñanza y excelente gentileza.

Finalmente, agradezco a los señores directores de la compañía Rio Textil, al ingeniero Milton Carrasco y a su esposa Rosita Sánchez, quienes me dieron la oportunidad de realizar el presente trabajo en su fábrica, y a su querida familia y personal de labores, quienes también me ayudaron toda vez que los he necesitado.

Elvis Israel Macas Sanchez

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	5
1.3.1. <i>Justificación teórica</i>	5
1.3.2. <i>Justificación metodológica</i>	5
1.3.3. <i>Justificación práctica</i>	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	7
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	7

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Sistema logístico.....	8
2.1.1 <i>Cadena de valor</i>	8
2.2 Logística.....	9
2.2.1. <i>Concepto de logística</i>	9
2.2.2. <i>Gestión logística</i>	9
2.2.3. <i>Fases de decisión en la cadena de suministro</i>	10
2.3. Cadena de suministro.....	11
2.3.1 <i>Concepto de cadena de suministro</i>	11
2.3.2. <i>Gestión de la cadena de suministro</i>	11
2.3.3. <i>Cadena de suministro flexible</i>	13
2.4. Modelo Supply Chain Operations Reference –SCOR versión 10.0.....	14

2.4.1. Antecedentes.....	14
2.4.2. Principios.....	14
2.4.3. Metodología.....	16
2.4.4. Componentes estándar.....	16
2.4.4.1. Rendimiento.....	16
2.4.4.2. Procesos.....	23
2.4.4.3. Prácticas.....	26
2.4.4.4. Personas.....	42

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.....	48
3.1 Enfoque de la investigación.....	48
3.2 Contexto de la investigación.....	48
3.3 Casos, población y muestra.....	48
3.4 Diseño.....	49
3.5 Procedimiento en la recolección de los datos.....	49
3.6 Procesamiento de los datos.....	50

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
4.1 Generalidades de la empresa.....	51
4.1.1 <i>Productos que fábrica Rio Textil</i>	51
4.1.2 <i>Layout con las áreas de trabajo de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010</i>	52
4.2 Desempeño actual de la cadena de suministro.....	53
4.2.1. <i>Flujo de materiales e información</i>	53
4.2.2. <i>Manejo de los pedidos de los clientes externos</i>	56
4.2.3. <i>Compras de la materia prima</i>	58
4.2.4. <i>Fabricación del producto</i>	59
4.2.5. <i>Entregas del producto terminado</i>	79
4.2.6. <i>Ventas</i>	81
4.3. Nivel I.....	83
4.3.1. <i>Alcance de la cadena de suministro</i>	83
4.3.2. <i>Hoja de trabajo estandarizado con la trayectoria del material y las personas en la línea de manufactura</i>	107
4.3.3. <i>Tiempo de paso</i>	108

4.4.	Instructivo de trabajo para el manejo de las tarjetas Kanban	111
4.4.1.	<i>Instructivo para el manejo de las tarjetas Kanban</i>	111
4.5.	Resultados de la mejora del desempeño de la cadena de suministro	112
4.5.1.	<i>Arribos de la materia prima</i>	112
4.5.2.	<i>Fabricación del producto</i>	112
4.5.2.1.	<i>Productividad del proceso de manufactura</i>	112
4.5.2.2.	<i>Beneficios económicos en el proceso de manufactura</i>	113
4.5.3.	<i>Inventarios y costos operacionales</i>	115
4.5.4.	<i>Flexibilidad del proceso de manufactura</i>	118
	CONCLUSIONES	120
	RECOMENDACIONES	122
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Indicadores y métricas para el diagnóstico de la cadena de suministro.....	17
Tabla 1-4: Hoja de control estratificada con las tareas de la actividad ensamblaje y pruebas estadísticas.....	65
Tabla 2-4: Tiempo estándar de las tareas de la operación ensamblaje.....	70
Tabla 3-4: Tiempo estándar de la operación diseño y corte.....	72
Tabla 4-4: Tiempo estándar de la operación empacado.....	73
Tabla 5-4: Resumen del cursograma de	73
Tabla 6-4: Distribución actual de la carga de trabajo del proceso de manufactura.	74
Tabla 7-4: Tiempo ocioso en el proceso de manufactura.	76
Tabla 8-4: Tiempo extra en la línea de fabricación.....	77
Tabla 9-4: Eficiencia de la operación ensamble parcial.....	77
Tabla 10-4: Margen de la utilidad neta por ventas del producto.....	81
Tabla 11-4: Propuesta de fabricación de una Familia de cinco diseños del tipo Short.....	85
Tabla 12-4: Propuesta de un contrato logística-producción.....	85
Tabla 13-4: Temáticas para la instrucción al personal operativo y administrativo.....	86
Tabla 14-4: Instructivo de trabajo para la fabricación del producto de forma segura.....	88
Tabla 15-4: Hoja de cálculo en Excel con el método promedio simple.....	90
Tabla 16-4: Hoja de cálculo en Excel con el método suavizamiento exponencial simple ($\alpha = 0,2$).	91
Tabla 17-4: Hoja de cálculo en Excel con el método suavizamiento exponencial simple ($\alpha = 0,5$).	92
Tabla 18-4: Hoja de cálculo en Excel con el método suavizamiento exponencial simple ($\alpha = 0,8$).	93
Tabla 19-4: Hoja de cálculo en Excel con el método promedio móvil ponderado.	94
Tabla 20-4: Hoja de cálculo en Excel con el método regresión ajustado estacionalmente.	95
Tabla 21-4: Hoja de cálculo en Excel con el método suavizamiento exponencial corregido por tendencia.	97
Tabla 22-4: Resultados de la evaluación de los cinco métodos de pronósticos.....	98
Tabla 23-4: Hoja de cálculo en Excel con la evaluación del inventario de seguridad de la materia prima dado la política de revisión continua.	98
Tabla 24-4: Simplificación del actual método de trabajo.	102
Tabla 25-4: Resultados de la simplificación del actual método de trabajo.....	102
Tabla 26-4: Tiempo ocioso del proceso de manufactura mejorado.	105
Tabla 27-4: Tiempo extra luego del balanceo de la línea.	106

Tabla 28-4: Resultados de los beneficios económicos luego de la mejora alcanzada.	113
Tabla 29-4: Resultados del análisis de los inventarios y costos operacionales.....	115
Tabla 30-4: Resultados del análisis de los inventarios en proceso.	116
Tabla 31-4: Resultados del análisis de los inventarios del producto terminado.	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Factores que caracterizaron el desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.....	4
Figura 1-2: Cadena de valor de un sistema logístico.....	8
Figura 2-2: Flujo de valor en una cadena de suministro manufacturera.....	12
Figura 3-2: Modelo de referencia para la gestión logística de la cadena de suministro.	14
Figura 4-2: Mapa de una cadena de valor.....	20
Figura 5-2: Símbolos del flujo de materiales e información.....	21
Figura 6-2: Niveles de procesos del modelo SCOR.	23
Figura 7-2: La calidad en el logro de la competitividad de una cadena de suministro.	30
Figura 8-2: Desempeño del sistema Pull mediante tarjetas Kanban y supermercados.	32
Figura 9-2: Inventario promedio en el estante del supermercado.....	33
Figura 10-2: Parámetros de evaluación del factor de calificación según el sistema Westinghouse.	39
Figura 1-4: Áreas de trabajo de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.	52
Figura 2-4: Mapa PEPSU con el actual desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.	54
Figura 3-4: Mapa de flujo de procesos con el manejo de los pedidos de los clientes externos.	57
Figura 4-4: Diagrama de recorrido del material durante la fabricación del producto.....	60
Figura 5-4: Evaluación del ritmo de trabajo por operaria de la operación ensamble parcial.....	63
Figura 6-4: Propuesta de un flujo continuo de valor para la cadena de suministro.	82
Figura 7-4: Alcance de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.	83
Figura 8-4: Propuesta de un método de gestión para la cadena de suministro.	84
Figura 9-4: Equipo de protección respiratoria.	88
Figura 10-4: Configuración de la cadena de suministro bajo el sistema Pull.	89
Figura 11-4: Esquema operativo con los factores de entrada para la gestión de la cadena de suministro estudiada.....	100
Figura 12-4: Mejores prácticas para la operatividad de la cadena de suministro.	101
Figura 13-4: Hoja de trabajo estandarizado con la trayectoria del material y las personas en la línea de manufactura.	107
Figura 14-4: Tarjetas Kanban de producción y transporte.....	109
Figura 15-4: Manejo de las tarjetas Kanban de transporte y producción entre los puestos: 14 y 18.....	110
Figura 16-4: Manejo de las tarjetas Kanban.	111

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Hoja de trabajo estandarizado.	42
Gráfico 1-4: Tipos de prendas que fabrica Rio Textil.....	51
Gráfico 2-4: Hoja de registro con factores de entrada y salida en las áreas de trabajo de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.	55
Gráfico 3-4: Hoja de control con los resultados de los arribos de la materia prima.	58
Gráfico 4-4: Tiempo de flujo del lote observado durante el proceso de manufactura.	61
Gráfico 5-4: La variabilidad del tiempo operacional y la cantidad producida por cada sublote al trabajar sin especificaciones.	67
Gráfico 6-4: Operaciones improductivas observadas en el trabajo del ensamblaje parcial.	68
Gráfico 7-4: Takt time de la línea de fabricación.	75
Gráfico 8-4: Hoja de registro con las entregas del producto terminado a los clientes externos.	79
Gráfico 9-4: Hoja de registro con las devoluciones del producto terminado a la fábrica.	80
Gráfico 10-4: Análisis de datos con la regresión lineal para el método de Holt.	97
Gráfico 11-4: Balance de la carga laboral del proceso de manufactura.	103
Gráfico 12-4: Tiempo de paso del proceso de manufactura.	108
Gráfico 13-4: Resultados de la mejora en los arribos de la materia prima.	112
Gráfico 14-4: Resultados de la flexibilidad del proceso de manufactura.	118

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Árbol de problemas con el caso “ejecución de los reabastecimiento de la materia prima con poca precisión en tiempos y cantidad”.
- Anexo B:** Árbol de problemas con el caso “deficiente control de la producción en el departamento de manufactura”.
- Anexo C:** Diagrama de Ishikawa nivel 1 con el caso deficiente control de la producción en la estación ensamble parcial.
- Anexo D:** Cursograma de operaciones del ensamblaje del producto.
- Anexo E:** Trayectoria del material durante el ensamblaje del producto.
- Anexo F:** Mapeo de la cadena de suministro Short Arrullos Unisex 15010 de Rio Textil, logística actual.
- Anexo G:** Diagrama de recorrido tipo material en la fabricación del Short Arrullos Unisex 15010, logística actual.
- Anexo H:** Diagrama de recorrido tipo material en la fabricación del Short Arrullos Unisex 15010, logística propuesta.
- Anexo I:** Instructivo de trabajo para la operación del proceso de manufactura.
- Anexo J:** Instructivo de trabajo para el manejo de las tarjetas Kanban.
- Anexo K:** Espacios de trabajo para la fabricación del producto.

LISTA DE ABREVIACIONES

SC	Supply Chain (Cadena de Suministro).
SCOR	Supply Chain Operations Reference (Modelo de referencia de las operaciones de la Cadena de Suministro).
TPS	Toyota Production System (Sistema de producción Toyota).
CEP	Cantidad Económica de Pedido.
Ss	Stock de seguridad.
CSL	(Cycle Service Level) Nivel de servicio de ciclo.
Fr	Tasa de satisfacción.
KPI's	(Key Performance Indicator) Indicadores clave de desempeño.
VSM	(Value Stream Mapping) Mapeo de la Cadena de Valor.
PEPSU	Proveedores, entradas, proceso, salidas y usuarios o SIPOC (Suppliers, inputs, process, outputs and customers) en inglés.
JIT	Just in Time (Justo a Tiempo).
ROP	Reorder Point (Punto de Reorden).
TT	Takt Time (Tiempo de ciclo).

RESUMEN

La presente investigación desarrolló la metodología del modelo SCOR versión 10.0 y el sistema Pull, cuyo propósito fue la optimización operacional logística de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 de Rio Textil; analizada esta, con la perspectiva de incremento del nivel de servicio y reducción de los costos operacionales, y caracterizada por las deficiencias operacionales en las compras, ventas y la fabricación. Para esto, se utilizaron varias técnicas: la observación directa, el análisis de contenido y bibliográfico, para la percepción de los flujos de la información y los materiales ocurridos de forma natural en las áreas de trabajo; la información se registró en hojas de control estratificadas, mapas de procesos, cursogramas analíticos, videograbaciones; específicamente, el proceso de manufactura fue evaluado con un lote de 421 piezas con la técnica del cronometraje y muestreo del trabajo, las unidades de análisis fueron seleccionados sistemáticamente del cálculo de tamaños de muestras para cada tarea; a diferencia de los arribos, envíos y devoluciones del material, se estudiaron a todos los sucesos. La aplicabilidad de ambas metodologías mejorará aproximadamente un 25% al desempeño operacional del sistema de la cadena: se evaluaron los pronósticos de demandas futuras con cinco métodos y se determinó la cantidad de inventario de seguridad de la materia prima, que permitirá reabastecimientos precisos en cantidad y tiempos; se podrá suministrar 242 unidades fabricadas diariamente para un conjunto de cinco diseños de prendas del mismo tipo, trabajando a un takt time de 105,92 segundos por unidad, con el esfuerzo de cinco personas y controlado el sistema por tarjetas Kanban. La mejora del método y tiempo actual de trabajo pueden generar un ahorro de \$257 por cada semana de gestión. La actualización de los datos en los estándares de trabajo garantizará un desempeño óptimo. La implementación del presente estudio lo ejecutarán los directores de la compañía Rio Textil luego de la presentación del trabajo.

Palabras clave: <CADENA DE SUMINISTRO>, <MODELO SCOR VERSIÓN 10.0>, <SISTEMA PULL>, <PRONÓSTICOS DE DEMANDA>, <INVENTARIO DE SEGURIDAD>, <ESTUDIO DEL TRABAJO>. <TRABAJO ESTANDARIZADO>.



Handwritten signature and date in blue ink over a circular stamp. The date is 01/11/2019.

ABSTRACT

The present investigation developed the methodology of the SCOR version 10.0 model and the Pull system, whose purpose was the logistic operational optimization of the supply chain of the “Short Arrullos Unisex” 15010 of “Rio Textil”; it has been analysed with the perspective of increasing the level of service and reducing operational costs and characterized by operational deficiencies in purchases sales and manufacturing. For this, several techniques were used: direct observation, content and bibliographic analysis, for the perception of information flows and materials naturally occurring in the work areas; the information was recorded in stratified control sheets, process maps, analytical courses, video recordings; specifically, the manufacturing process was evaluated with a batch of 421 pieces with the timekeeping and work sampling technique, the analysis units were systematically selected from the calculation of sample sizes for each task; unlike arrivals, shipments and returns of material, all events were studied. The applicability of both methodologies will improve approximately 25% to the operational performance of the chain system: the forecasts of future demands were evaluated with five methods and the quantity of safety inventory of the raw material was determined, which will allow precise replenishments in quantity and time; 242 units manufactured daily for a set of five designs of garments of the same type can be supplied, working at a takt time of 105.92 seconds per unit, with the effort of five people and controlled the system by Kanban cards. The improvement of the method and current working time can generate a saving of \$ 257 for each week of management. Updating the data in the work standards will guarantee optimum performance. The implementation of this study will be carried out by the directors of the “Rio Textil” company after the presentation of the work.

Key words: <SUPPLY CHAIN>, <SCOR VERSION 10.0 MODEL>, <PULL SYSTEM>, <DEMAND FORECAST>, <SAFETY INVENTORY>, <WORK STUDY>, <STANDARDIZED WORK>.



INTRODUCCIÓN

La aplicabilidad del modelo SCOR versión 10.0 es considerada como una herramienta de optimización operacional logístico de las cadenas de suministro manufactureras o de servicios, indistintamente del tipo de servicio o producto que ofrezcan estas organizaciones; este modelo de gestión, busca la mejora del desempeño de los procesos del nivel superior de la cadena de suministro: planificación, aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución, a partir de la ejecución de los siguientes componentes estándar: personas, procesos, prácticas y rendimiento; una de las mejores prácticas que propone dicho modelo, es la aplicabilidad de la filosofía del sistema Pull de la técnica del Justo a Tiempo, cuyo propósito es la generación de un flujo continuo de valor a lo largo de los procesos de la cadena de suministro, que empieza a partir de la demanda de los clientes externos, está involucrado con un conjunto de técnicas y dos herramientas fundamentales: Heijunka y Kanban, la primera para la nivelación y planificación, y la segunda para el control y programación de la producción; y para el mantenimiento del sistema eficiente, el diseño de instructivos de trabajo en hojas estándar son una alternativa para el desempeño coordinado del trabajo en las áreas de gestión de la cadena de suministro.

La aplicabilidad de las filosofías del modelo SCOR versión 10.0 y sistema Pull del Justo a Tiempo de Lean Manufacturing optimizó el desempeño operacional de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010; el actual desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 presentó descoordinación operacional.

La metodología de investigación de la presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo con un método no experimental y un diseño explicativo transversal; se trabajó de cierta manera, porque se buscó el establecimiento de la relación causa efecto de los reabastecimientos deficientes de la materia prima, fabricación del producto sin estándares de trabajo.

El reporte de la presenta investigación se escribió para ampliar un poco el conocimiento acerca del cómo gestionar las cadenas de suministro de manufactureras mediante la ejecución del modelo SCOR y PULL, para contextos académicos y de negocios en la industria de la confección o de algún otro tipo de producto.

La presente investigación se ejecutó con el propósito de reducir los costos operacionales, el manejo adecuado de los inventarios de materia prima, en proceso y terminados, mejora de la flexibilidad, confiabilidad y capacidad de respuesta de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 de la compañía Rio Textil; mediante, la aplicabilidad de técnicas y herramientas de probada eficiencia.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

La metodología del modelo SCOR fue desarrollada en Norteamérica en el año 1996, sin ánimo de lucro por la organización Supply Chain Council, varios tipos de negocios, lo han aplicado esta metodología, con la finalidad de evaluar el desempeño de sus cadenas de suministro y optimizarlas mediante la aplicabilidad de mejores técnicas, sistemas, métodos u herramientas ingenieriles.

Diferentes trabajos se han realizado utilizando el modelo SCOR, con el objetivo de optimizar el desempeño operacional logístico de las cadenas de suministro. Bailón; et al., (2015: pp. 218-222) realizaron una revisión de la literatura sobre los modelos operacionales para la gestión de la cadena de suministro, la finalidad de esta investigación, fue la definición de los factores comunes de desempeño, identificándolos, de un conjunto de modelos aplicables a la gestión de las cadenas de suministro; para lo cual, encontraron seis modelos logísticos, desarrollados por diferentes autores:

- Modelo de la Secretaría de Economía de México,
- Modelo SCOR–Model Supply Chain Council of North América,
- Modelo de Héctor Díaz, Rafael García y Néstor Porcell,
- Modelo de Carlos Gonzales, José Luis Martínez, Claudia Malcón y Judith Cavazos,
- Modelo de Andrés Velásquez, y
- Modelo de la Dirección General de Política de la PyME en España.

Los resultados de la investigación fueron los siguientes, los factores o las operaciones comunes en el desempeño de una cadena de suministro son: el servicio al cliente, el abastecimiento, las compras, la operación de almacén, la administración del inventario, el transporte, la distribución y producción; además, dedujeron que el modelo SCOR, es un referente para la gestión de las cadenas de suministro.

Un trabajo similar al presente estudio, lo realizó Altes (2017, pp. 1-7) en la industria textil, tratándose sobre un análisis de la cadena de suministro (CS) de una PYME de confección de ropa industrial en Lima, el estudio lo llevó a cabo basándose en el modelo SCOR, cuya característica de ejecución fue el inicio con un diagnóstico a través de indicadores clave de desempeño KPI's evaluando los factores más relevantes; como resultados, detectó que la falta de operación del

“proceso de planificación” incurrió en la descoordinación de las operaciones, la planificación de la oferta y demanda no se realizaron con precisión en tiempos ni cantidad, los proveedores de la materia prima, tuvieron escasa comunicación respecto al reabastecimiento a tiempo y cantidad; en el proceso de manufactura, detectaron deficiencias operacionales. En definitiva, aquel autor, detectó que el estudio realizado, a la unidad de observación, tuvo la característica de una cadena de suministro deficiente.

La confección es una actividad de la industria textil, comprende la fabricación de prendas de vestir en general, utilizando varios tipos de máquinas de coser, el esfuerzo humano capacitado, la materia prima y las instalaciones de trabajo adecuadas (Sánchez et al., 2015: p.139); el cantón Guano, es uno de los sectores productivos del país, su gente se dedica a la fabricación de una variedad de artículos de cuero y a la confección de todo tipo de prendas de vestir; a pesar, que la mano de obra calificada en el sector es escasa, sin embargo, la falta de organización de estos tipos de negocios en cadenas de suministros, han sido una de las mayores desventajas en el sector; la aplicabilidad de técnicas ingenieriles para la optimización del desempeño de las operaciones, en aquellos tipos de negocios, es muy escasa.

La compañía Rio Textil fabrica todo tipo de prendas de vestir ocasionales para niños y adultos como short, batas, pijamas, busos, sacos, línea blanca para el inicio de clases del sector costa y sierra del país, y bermudas; sus marcas más destacadas en el mercado costero del país. en los 10 últimos años fueron: Arrullos, Mujercitas, Suri Nicole, Dormilón y Cyclone Kids; la frase, “innovación continua” es el principio que ejecuta esta organización, antes de lanzar un nuevo diseño de producto al mercado; a partir de una prenda modelo, los diseñadores de prendas de esta compañía, tienen la particularidad de agregar o extraer pequeños detalles, como piezas o colores de tela.

La fábrica de Rio Textil se encuentra emplazada en el cantón Guano, sector Langos Panamericana Vía Principal a Los Elenes, sus principales clientes están ubicados en las siguientes ciudades: Guayaquil, Manabí, Machala, Babahoyo, El Triunfo, Machala; sin embargo, al sistema logístico de la compañía Rio Textil, aún hasta ahora, muy poco han realizado estudios, aplicando herramientas ingenieriles para una gestión eficiente de las cadenas de suministro; los resultados del presente estudio, expande un poco de conocimiento al respecto.

1.2 Planteamiento del problema

La optimización logística de una cadena de suministro manufacturera basada en la ejecución de la metodología del modelo SCOR 10.0 y sistema Pull, permiten el logro de una operatividad flexible, confiable, respuesta Justo a Tiempo de piezas terminadas y en proceso, con cantidades

perfectas, fabricación del producto, a bajos costos y con buena calidad. El modelo SCOR versión 10.0 estandariza cuatro componentes: rendimiento, procesos, prácticas y personas, su metodología integra tres niveles de procesos; el nivel I, agrupa a cinco procesos o áreas de trabajo: planificación, aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución, en conjunto definen el alcance de la cadena de suministro; el nivel II define un tipo de cadena para competir en el mercado, y el nivel III, lo descompone en elementos para explotar el desempeño de la cadena de suministro, en este caso ayudado de los principios del sistema Pull, y las herramientas: Kanban y Heijunka.

El actual desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 de la compañía Rio Textil, se caracterizó por la descoordinación de los flujos de los materiales y la información entre el reabastecimiento de la materia prima, la fabricación del producto y los envíos del producto terminado a los clientes externos; varias fueron las causas, se menciona a las más esenciales: el reabastecimiento de la materia prima se preparaba con poca anticipación en tiempos y precisión en cantidad, la fabricación del producto se ejecutaba, sin estándares de trabajo. Resultando, entregas del producto terminado al cliente externo y los arribos de la materia prima hasta la fábrica, fuera de tiempo; descontrol de la cantidad de inventarios de la materia prima, productos en proceso y terminados; desequilibrio de la línea de fabricación; los operarios de manufactura definieron su método y ritmo de trabajo; baja flexibilidad, eficiencia y confiabilidad de la cadena de suministro.

La mejora de la temática planteada, se logró a partir del desarrolló la metodología del modelo SCOR versión 10.0 y sistema Pull.

Un esquema visual acerca del anterior planteamiento de problema se presenta en la figura 1-2.

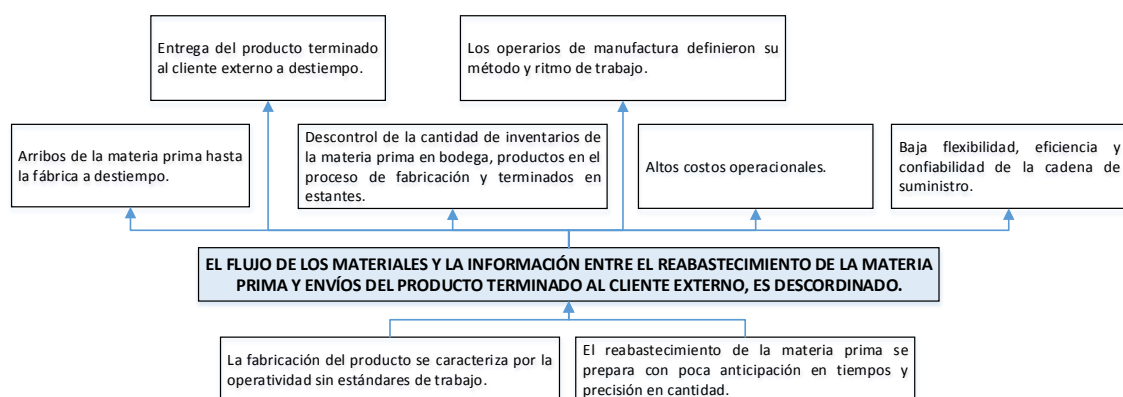


Figura 1-1: Factores que caracterizaron el desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010

Fuente: Elaboración propia

A partir de los factores antes expuestos, se planteó las siguientes preguntas de investigación para el presente estudio:

- Pregunta general.

¿Qué debe hacer la compañía Rio Textil para la mejora del desempeño de sus cadenas de suministro y la vez competir en el mercado nacional?

- Preguntas específicas.

¿Cuáles son las características operacionales de la actual cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 de Rio Textil?

¿Qué parámetros de desempeño debería disponer la actual gestión de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 de la compañía Rio Textil para la mejora de su desempeño?

¿Cómo se define una operatividad óptima para el logro de una gestión eficiente de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010?

¿Qué alternativas se podrían tomar para mantener la mejora alcanzada del desempeño logístico de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 de Rio Textil?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

La filosofía del modelo SCOR versión 10.0 y sistema Pull de la técnica del Justo a tiempo de Lean Manufacturing se utilizan para la optimización de las operaciones logísticas de las cadenas de suministro de manufactura. La presente investigación amplió un poco el conocimiento sobre el cómo se puede gestionar una cadena de suministro manufacturera basada en dos herramientas eficientes: el modelo SCOR 10.0 y el sistema Pull, los resultados al respecto, pueden orientar el aprendizaje en el ámbito académico y a la gestión los negocios de las industrias de la confección o el servicio de algún otro tipo de producto; ya que se demostró, que la aplicabilidad de ambas metodologías mejoran la eficiencia de la producción, confiabilidad y capacidad de respuesta de la cadena de suministro, reducción de costes operacionales, coordinación global de la cadena de suministro.

1.3.2. Justificación metodológica

Se ejecutó la metodología del modelo SCOR versión 10.0 y sistema Pull para optimizar el desempeño operacional logístico de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.

La filosofía del modelo SCOR se sustenta en tres niveles de procesos: el nivel I, definió el alcance de la cadena de suministro, para este caso de estudio fue: la optimización de la cadena de

suministro; el nivel II configuró la cadena de suministro para gestionar contra pedido; y, el nivel III, desarrolló la metodología del sistema Pull del Justo a Tiempo con las herramientas: Heijunka y Kanban.

Se ejecutó la filosofía de Heijunka para la nivelación y planificación de la producción; dependió del desarrollo de un conjunto de técnicas, como las siguientes: un flujo continuo, una célula flexible, un takt time; y, Kanban para la programación y control de la producción, de igual forma requiere de la aplicación de varias técnicas: contrato logístico con el ajuste de la demanda, la polivalencia de los operarios, relación con los proveedores externos.

1.3.3. Justificación práctica

La aplicabilidad del modelo SCOR versión 10.0 y el sistema PULL optimizaron el flujo de los materiales y de la información, en las áreas de trabajo de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 que se dedica a al reabastecimiento de la materia prima, la fabricación y las ventas del producto terminado a los clientes externos. Una vez conseguido la mejora para el sistema, se preparó instructivos de trabajo para el trabajo con facilidad, en las áreas de preparación de las órdenes de compra, la fabricación del producto y manejo de las tarjetas Kanban; cada instructivo de trabajo posee una hoja estándar.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Optimizar el sistema logístico de la empresa Rio Textil basado en el modelo Supply Chain Operations Reference –SCOR.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el desempeño actual de las actividades de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 de la compañía Rio Textil mediante indicadores del modelo SCOR.
- Configurar la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 mediante las filosofías del modelo SCOR versión 10.0 y sistema Pull con las herramientas Kanban y Heijunka.
- Evaluar una propuesta de mejora para el actual desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 mediante la técnica estudio del trabajo y análisis de inventarios.
- Definir el proceso ideal que ejecutarán las actividades de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 mediante instructivos de trabajo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema logístico

Un sistema logístico es una agrupación de varios subsistemas como colaboradores en el desempeño eficiente de la cadena de valor; es decir, apoyo en las siguientes áreas: la información, la gestión de las operaciones, la gestión del talento humano, la gestión de inventarios, etc., en conjunto configuran una cadena de valor, siendo su alcance la satisfacción al cliente interno y externo de una organización.

2.1.1 Cadena de valor

Una cadena de valor se organiza para coordinar las operaciones logísticas de un proceso en una cadena de suministro compuesta de elementos que sólo agregan valor, y los clientes finales son quienes valorarían el producto o servicio de acuerdo a lo percibido.

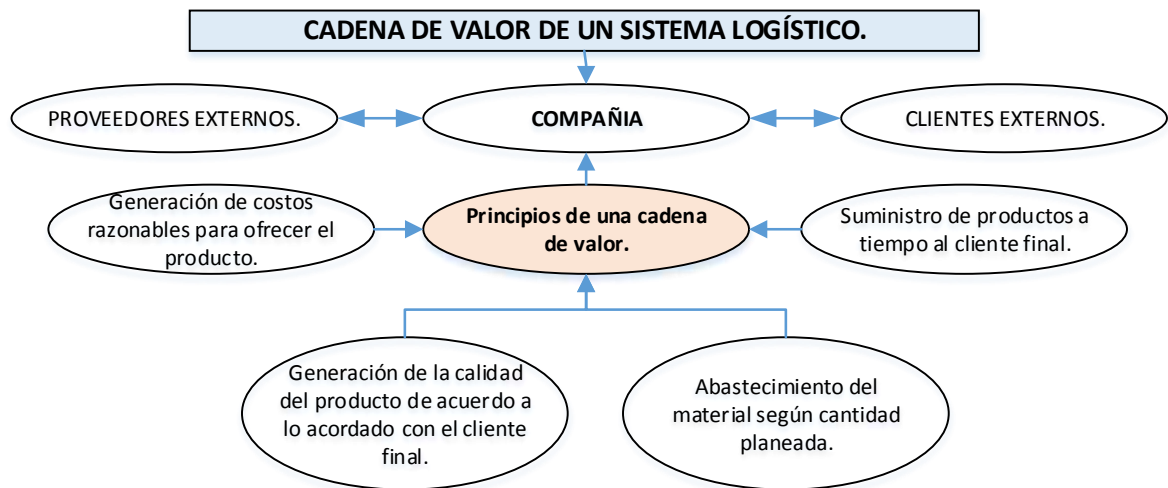


Figura 1-2: Cadena de valor de un sistema logístico

Fuente: Elaboración propia

Una cadena de valor que ofrece productos, los directores de esta organización, visualizan las características que el cliente final espera percibir al momento que recibe la orden de pedido. La figura 1-2 muestra los principales principios o características de una cadena de valor, enfocada al buen servicio con productos terminados al cliente final:

- El cliente final espera recibir un producto lo más pronto posible en el lugar ordenado, lo cual, implica a la cadena de valor, agilizar sus operaciones.
- Agilizar las operaciones en una cadena de valor significa, planificar y programar el desempeño global: abastecimiento eficiente de materiales, fabricación flexible del producto y envíos perfectos del producto terminado al cliente final.
- La dinamización de las operaciones en la cadena de valor para el cumplimiento de los suministros de materiales perfectos al cliente interno y externo, la calidad del producto debe mantenerla y a la vez, empezarla a mejorar.
- El cliente valorará el nivel de servicio y la calidad del producto recibido de acuerdo al esfuerzo que hizo la operatividad de la cadena de valor.

Una cadena de valor se direcciona a ayudar al cliente interno y externo gestionando sus operaciones óptimamente, integrando compañías u organizaciones y permitan la configuración de una cadena de valor flexible.

2.2 Logística

2.2.1. Concepto de logística

La logística se fundamenta en la filosofía del aplicar las mejores prácticas a las operaciones de los procesos de la cadena de valor, siendo la misión de las organizaciones o compañías, la satisfacción de los requerimientos de sus clientes internos y externos (Ocampo, 2009: p. 113-114).

2.2.2. Gestión logística

La gestión logística se entiende como el conjunto de actividades u operaciones coordinadas a lo largo de la cadena de suministro; su papel primordial es la garantía del flujo de valor entre sus participantes (cliente-compañía-proveedor): información, materiales, dinero, y optimización del esfuerzo humano. Propósitos de las operaciones logísticas (Ghassemi et al., 2018; citados en Baquero et al., 2018, p. 109):

- Control de la producción,
- Control de los procesos de servicio, y
- Control de las necesidades del cliente.

Por lo tanto, la toma de decisiones es crucial para el logro de un desempeño acorde a las expectativas de los clientes finales.

2.2.3. Fases de decisión en la cadena de suministro

A partir de las ideas de Chopra y Meindl (2013, pp. 6-7) se expone puntos decisivos para la gestión logística dentro de una cadena de suministro basados en la toma de decisiones en tres niveles o fases decisión: diseño o configuración, planeación, y operación de la cadena de suministro.

2.2.3.1 Diseño de la cadena de suministro.

El diseño de la cadena de suministro es el punto de partida de la toma de decisiones, tiene que ver con la configuración de la cadena de suministro para el desempeño operativo en los próximos períodos de gestión (probablemente en los siguientes dos o tres años); e, implica definir los siguientes parámetros de diseño (Chopra y Meindl, 2013: pp. 6-7):

- El gerente de la cadena de suministro define los procesos logísticos y la forma de asignación de los recursos incluyendo el esfuerzo humano a las áreas de trabajo.
- La compañía subcontratará alguna función o lo realizará en su propia casa; si el caso es operar con sus esfuerzos propios esfuerzos, corresponde la cuantificación de la capacidad operacional, ubicación de las plantas, áreas de trabajo, productos a fabricar o aprovisionar, métodos de envíos de la mercancía hasta el cliente externo, y el tipo de información con el cual desempeñará el sistema.
- En la fase de diseño corresponde la definición de las restricciones para tomarlas atención en la fase de la planeación de la cadena de suministro; una vez identificadas a aquellas, el siguiente nivel busca la flexibilidad en las operaciones para el ajuste de la variabilidad de la oferta y demanda del mercado, siendo la meta de la planeación, la maximización del superávit de la cadena de suministro.

2.2.3.2 Planeación de la cadena de suministro

La maximización del superávit es el alcance de la cadena de suministro, su marco de tiempo para la nueva toma de las decisiones, es trimestral; en esta fase, se deciden las siguientes particularidades (Chopra y Meindl, 2013: p.7):

- ¿Qué mercados serán abastecidos y desde qué lugares?,
- ¿Cuáles políticas gestionarán el inventario y qué tipo de método generará mejores pronósticos de demanda como una herramienta alterna ante la incertidumbre de la demanda del mercado?

2.2.3.3 Operación de la cadena de suministro

La atención a las restricciones operacionales del sistema, los planes a mediano plazo; en la fase de operación, se explota el desempeño de las operaciones de la cadena de suministro para el logro de la optimización operativa de la cadena de suministro, (Chopra y Meindl, 2013: p.7), exponen sus puntos de desarrollo para la presente fase:

- La toma de decisiones es semanal o a diario.
- Generación de políticas operacionales para el desempeño operacional.
- Optimización en el manejo de los pedidos entrantes de los clientes externos.
- Planteamiento de sistemas de fabricación definiendo fecha de suministro, y la forma de reabastecimiento del material en proceso y bruto mediante proveedores externos.
- Dado el lapso corto de tiempo de respuesta a los pedidos entrantes de los clientes internos y externos, en esta fase implica optimizar las operaciones para el alcance del éxito de la cadena de suministro.

Varias herramientas o modelos de optimización apuntan a la mejora del desempeño operacional logístico de una cadena de suministro, una de aquellas es el modelo “Supply Chain Operations Reference –SCOR 10.0” como herramienta de gestión estratégica.

2.3. Cadena de suministro

2.3.1 Concepto de cadena de suministro

Cadena de suministro (Supply Chain en inglés -SC) es una organización integral para generar valor a partir de la participación de los clientes, compañías, y proveedores; creando un sistema logístico para atender al cliente con bienes o servicios (Figura 2-2).

2.3.2. Gestión de la cadena de suministro

Es objetivo principal de la gestión de la cadena de suministro es “maximizar el superávit” o valor (\$) total generado para la cadena de suministro, sintetizándose en la siguiente expresión matemática:

$$\begin{aligned} &\text{Superávit de la cadena de sumi.} \\ &= \text{valor para el cliente} - \text{costo para la cadena de suministro.} \end{aligned}$$

Una parte del superávit queda con el cliente al momento que valora por el producto o servicio recibido, la otra parte pertenece para la compañía y al proveedor externo; mientras mayor resulte

la magnitud del valor generado en la cadena de suministro, mejor rentabilidad resultará para sus integrantes u elementos de la cadena de valor (Chopra y Meindl, 2013: pp. 3-4).

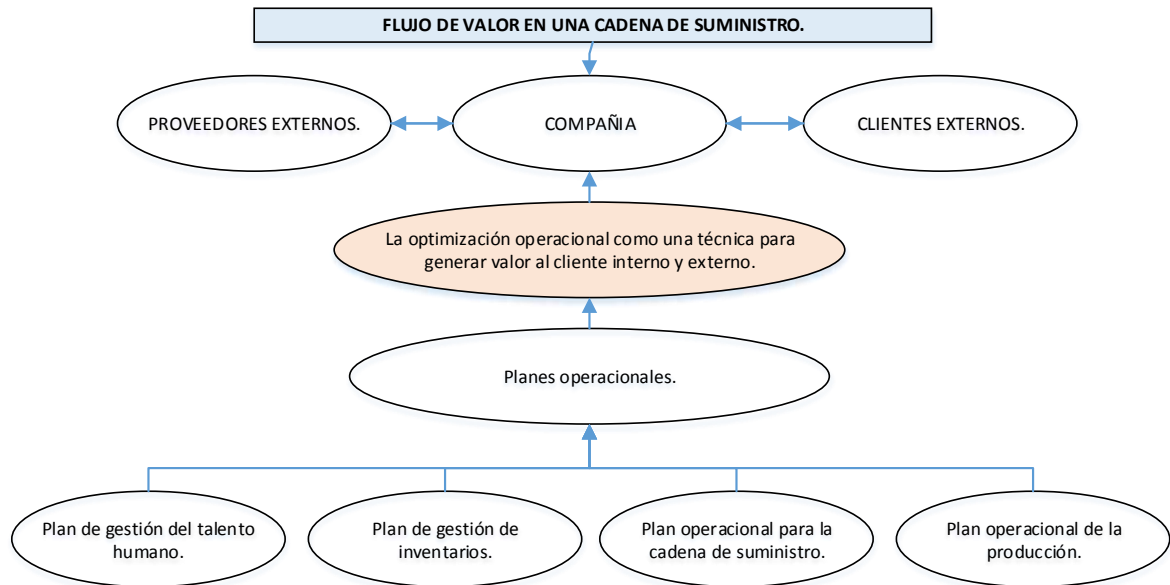


Figura 2-2: Flujo de valor en una cadena de suministro manufacturera
Fuente: Elaboración propia

Una compañía coordina sus operaciones logísticas enfocándose en la optimización; lo cual implica la generación de planes de varios tipos, por ejemplo, se menciona a algunos:

- Un plan operacional de la producción permite la ejecución coordinada de las operaciones programadas, y a la vez direccionada al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización global.
- Las políticas de inventarios planteadas por la compañía deciden si mantener el inventario en proceso (fabricación bajo pedido) o como producto terminado en bodegas a disposición del cliente.
- El esfuerzo humano es un requisito para el funcionamiento de una cadena de suministro; mediante el cual, se cumple los planes planteados, logrando satisfacer los requerimientos del cliente interno o externo de la compañía.
- Un plan operacional para la cadena de suministro se la considera como el plan macro para coordinar las operaciones logísticas de la cadena de suministro.

La característica principal de una cadena de suministro competente en el mercado actual es la flexibilidad.

2.3.3. Cadena de suministro flexible.

El abastecimiento, la fábrica de los productos, la respuesta eficiente a las demandas del mercado, implica configurar una cadena flexible. A partir de las ideas de Baquero et al. (2018: pp.104-107), se exponen las características de una cadena de suministro flexible:

- La configuración de la cadena de suministro de afuera hacia adentro de la compañía es clave para el logro del éxito; que significa, que desde la compañía líder (cabeza del sistema) gestione los procesos desde un nivel superior a un inferior. Un nivel superior comprende las relaciones entre proveedores y clientes externos; un nivel micro implica la gestión de las operaciones logísticas en sus áreas de trabajo: abastecimiento, manufactura, y ventas.
- La demanda de un buen servicio al cliente con productos o servicios implica sincronizar la oferta.
- La construcción de una cadena de suministro flexible parte con la ejecución de herramientas de optimización. La creación de valor para el cliente surge a partir de la reducción del tiempo de respuesta, menor costo operacional, y buena calidad del producto.
- La comunicación bidireccional entre compañía, clientes y proveedores externos resulta una cadena de suministro eficiente y eficaz.

En definitiva, el resultado de una cadena de suministro competente, es la flexibilidad de sus procesos. De acuerdo con Baquero et al. (2018: p. 108), se expone las siguientes características de una cadena de suministro competitiva, competente por la “forma de destacarse y mejorar su participación en el mercado”:

- Vinculaciones entre compañías generando alianzas estratégicas.
- Diseño de pronósticos cuantitativos para el logro de la reducción de la incertidumbre de la demanda.
- Practica de sistemas efectivos para el flujo de información, comunicación, producción de productos.

Uno de los modelos para la gestión logística es el SCOR 10.0 siendo su característica principal el monitoreo al desempeño de las operaciones de los componentes de la cadena de suministro con un alcance a un nivel detallado.

2.4. Modelo Supply Chain Operations Reference –SCOR versión 10.0

2.4.1. Antecedentes

El modelo “Supply Chain Operations Reference –SCOR” (por sus siglas en inglés) que en español significa modelo de referencia para la gestión de las operaciones logísticas de la cadena de suministro.

SCOR 10.0 fue desarrollado sin ánimo de lucro en el año 1996 por Supply Chain Council (SCC) resultando adecuado para el análisis, representación y, el diseño o configuración de la cadena de suministro a través de sus principios y cuatro técnicas estándar (Bolstorff y Rosenbaum, 2012; citados en Herrera y Herrera, 2016: pp. 552-553).

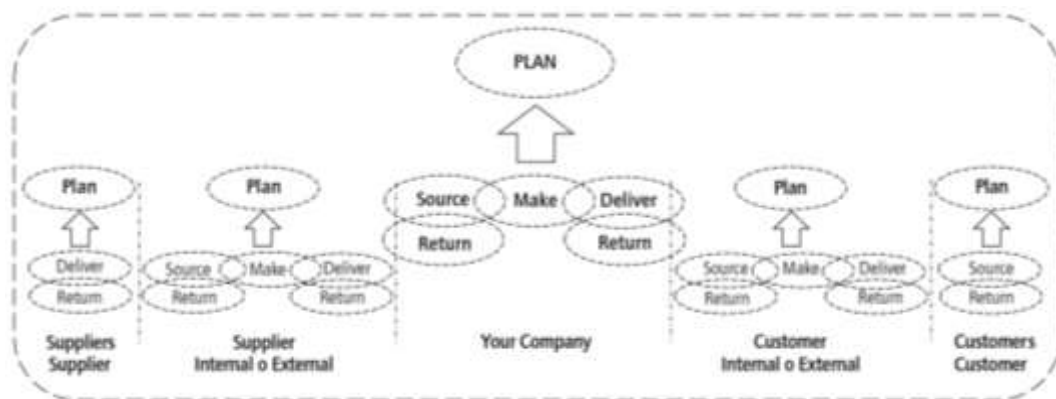


Figura 3-2: Modelo de referencia para la gestión logística de la cadena de suministro

Fuente: Campos et al. (2012; citados en Jassir et al, 2018: p.153)

La figura 3-2 muestra un esquema visual del cómo un plan global, puede sincronizar la gestión de la cadena de suministro. Los procesos del nivel superior (I) son la esencia del modelo SCOR 10.0 en el desempeño de la cadena de suministro (plan, source, make, deliver y return), este nivel caracteriza la operatividad del modelo; los procesos antes presentados, en español tienen el siguiente significado: planificación, aprovisionamiento, fabricación o manufactura, distribución y devolución, respectivamente, la finalidad de los procesos de nivel I es la generación de valor para la cadena de suministro; a pesar que el modelo integra dos niveles, otros autores lo han agregado un cuarto nivel, en conjunto permiten la mejora del desempeño de las cadenas de suministros.

2.4.2. Principios

El modelo SCOR se fundamenta en varios principios; Jassir et al., (2018: pp. 152-153) hicieron una revisión bibliográfica acerca de aquellos que sustentan a su ejecución en el campo de la

logística, en la revista de dichos autores, expusieron una gran variedad de principios, enseguida, se presenta a los más importantes:

- La toma de decisiones tipo estratégicas (mediante procesos del nivel I), selección de un tipo de cadena de suministro para competir en el mercado (nivel II), descomposición de procesos en operaciones (nivel III) para competir con el tipo de cadena definida; tienen como propósito, la satisfacción de los requerimientos de los clientes internos y externos.
- La coordinación de los procesos logísticos incluyendo indicadores clave de desempeño, (KPI's) dirigen hacia un mismo enfoque de satisfacción al cliente y la reducción de los costes operacionales.
- La elaboración de planes operacionales involucra fuentes, retornos, el hacer de cada proceso y el suministro; es decir, el planteamiento de buenas prácticas mediante sus componentes estándar: rendimiento, procesos, prácticas y personas, estableciendo metas y sus requerimientos; permiten, el logro de la perspectiva del modelo.

Sin embargo, Rivera et al., (2016, pp. 100-103) hicieron una revisión de la literatura para conceptualizar al “modelo SCOR”, definiendo que: el modelo SCOR es una herramienta de amplia aplicación en el control de la gestión de la cadena de suministro; de los cuales, a partir de las ideas de dichos autores, se agrega más características de dicho modelo:

- SCOR forma parte de un sistema que controla el comportamiento de gestión en las cadenas de suministros.
- Una herramienta de dirección que busca la mejora de la gestión de la cadena de suministro, coordinando y comunicando entre las operaciones principales de una compañía: abastecimiento, producción y suministro; sin embargo, su alcance permite involucrarse en detalles como la evaluación de las operaciones de los proveedores de los proveedores, y clientes de los clientes.
- SCOR “no provee ningún método de optimización, pero tiene como objetivo proporcionar una terminología estandarizada para la descripción de las cadenas de suministro “.
- SCOR, detecta problemas operacionales logísticos, identificándolos la relación causa-efecto (Vinajera Zamora, 2011; citado en Rivera et al, 2016: pp. 103).

Por lo tanto, el modelo SCOR 10.0 está conformado por cuatro componentes estándar: rendimiento, procesos, prácticas, y personas (talento humano), que hacen que el modelo se enfoque desde un nivel macro a detalles operacionales más pequeños de desempeño de la cadena de suministro.

2.4.3. Metodología

SCOR 10.0 como un modelo de referencia para la gestión operacional logística, permite el fluya de la información, los materiales, y el dinero, el esfuerzo humano a lo largo de la cadena de suministro; siendo la “compañía”, la organización líder de las demás organizaciones de la cadena.

A partir del anterior esquema (figura 4-2) se plantea las siguientes características para la ejecución del modelo SCOR en el campo logístico (Alzate y Boada, 2017: p. 13):

- El nivel I de procesos define el alcance de la cadena de suministro de acuerdo a los objetivos estratégicos de la compañía mediante los procesos del nivel superior.
- Los procesos del nivel I descomponen en categorías (nivel II) para el planteamiento de cómo funcionaría la cadena de suministro, bajo pedido, contra stock .
- La fase III se descomponen en elementos u operaciones para la ejecución de la cadena de suministro definida en el nivel II, aquellos elementos, representan, los indicadores de desempeño, fuentes de suministro, factores de entrada y salida, y las mejores prácticas operacionales como la técnica del Justo a Tiempo.
- La fase IV ejecuta o práctica del planteamiento operacional de los planes diseñados en el nivel III; sin embargo, este no es el alcance del modelo SCOR 10.0, sino, queda a consideración de la compañía en practicarlo de acuerdo a sus fines.

A continuación, se hace un detalle más minucioso respecto a los componentes del modelo SCOR 10.0.

2.4.4. Componentes estándar

2.4.4.1. Rendimiento

El diagnóstico a las operaciones logísticas de los procesos de la cadena de suministro mediante herramientas de medición y análisis, es la caracterización de este componente estándar. A continuación, se exponen varios tipos de herramientas para el alcance del diagnóstico, permitiendo, la evaluación de los síntomas del sistema logístico desde un nivel superior hasta un mínimo.

A. Indicadores tipo atributos y métricas.

Los indicadores tipo atributo y métricas tiene como finalidad medir cuantitativamente el desempeño de las operaciones logísticas de la cadena de suministro mediante el presente sistema, siendo posible la detección del grado de satisfacción de su cliente interno y externo.

Tabla 1-2: Indicadores y métricas para el diagnóstico de la cadena de suministro

INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO TIPO ATRIBUTOS Y MÉTRICAS DEL MODELO SCOR 10.0.			
		Nivel I	Nivel II
Indicadores tipo atributo.		Indicadores tipo métrica.	
	Definición.	Métrica.	Métrica.
Diagnóstico al cliente externo.	Confiabilidad. Evalúa el cumplimiento de entregas de pedidos de los clientes de acuerdo a características fijadas con el producto, la documentación y tiempos.	(cumplimiento satisfactorio según parámetros fijados)/(total de pedidos solicitados)	(entrega completa y a tiempo)/(total de entregas)*100
		(cumplimiento respecto a tiempos)/(total de pedidos solicitados)*100	(entrega fuera de tiempo)/(total de entregas)*100
		(pedidos no cumplidos)/(total de pedidos solicitados)*100	(no entregados)/(total de entregas)*100
Velocidad de atención.	Evalúa el tiempo de flujo desde que el cliente lanza una orden de pedido hasta que lo recibe.	tiempo de flujo promedio de entrega desde la fecha que lanza el cliente un pedido hasta que lo recibe.	(tiempos de flujo) tiempo que el pedido permanece como pendiente + tiempo de fabricación + tiempo de arribo al cliente.
		tiempo de flujo del suministro.	(tiempos de flujo) tiempo para definir una orden de compra + t. que tarda en aceptarla el proveedor + tiempo de arribo de la orden hasta la compañía.
Flexibilidad.	Capacidad de respuesta ante la variabilidad del abastecimiento de materiales por parte de los proveedores	Flexibilidad de aprovisionamiento de un pedido = # de órdenes de compra imprevistas recibidas del proveedor/total de pedidos imprevistos solicitados*100	tiempo promedio de arribo de un pedido hasta la fábrica debido a la variabilidad de entrega del proveedor.
Cliente interno.	Costes.	costos por gestión = costos laborales del personal administrativo y operativo + costos por almacenamiento.	costo por aprovisionamiento + costo por manufacturar + costo por enviar + costo por devolución.
	Gestión de inventarios.	Evalúa el retorno del capital de trabajo o activos fijos.	Tiempo de flujo cash.to.cash.

Fuente: Elaboración propia basado en la información de Spina et al., (2016: pp. 54-55)

De acuerdo a la Tabla 1-2, el modelo SCOR 10.0 estandariza cinco indicadores tipo atributos para la evaluación del desempeño operacional logístico de la cadena de suministro; mediante los tres primeros diagnostica al cliente externo, y con los dos últimos al cliente interno de la compañía:

- La confiabilidad o fiabilidad de la cadena de suministro mide las entregas de los pedidos de los clientes externos de forma completa y a tiempo.
- La velocidad de atención o capacidad de respuesta mide la rapidez con la que se puede atender al pedido del cliente externo.
- La flexibilidad evalúa el tiempo que tarda la cadena de suministro en recuperarse ante una variabilidad de oferta en el mercado, por ejemplo, es posible en algún momento del desempeño de la cadena de suministro se escasee la materia prima quedándose desabastecido el proceso de manufactura dando como resultado la pérdida de valor para toda la cadena de suministro.

- Los costes son el resultado de la ejecución de los procesos del nivel I, como el costo por fabricar, abastecer, enviar, en conjunto, resulta el costo total incurrido entre los clientes internos de la compañía debido a su desempeño operacional.
- Los activos o la gestión de los inventarios es el valor que fluye o se detiene a lo largo de los puestos de trabajo en el departamento de fabricación de la compañía, en bodegas como producto terminado o materia prima. Temporalmente se presente dos fórmulas para la evaluación de los activos de los clientes internos de la cadena de suministro:

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{costo de ventas}}{\text{inventario promedio}}$$

$$\text{Plazo promedio de inventarios} = \frac{360 \text{ días}}{\text{rotación del inventario}}$$

Un indicador tipo atributo despliega varias métricas; por ejemplo, las métricas del atributo “confiabilidad o fiabilidad de la cadena de suministro”, en sus dos niveles son las siguientes (Tabla 1-2):

- Métricas del nivel I del atributo confiabilidad de la cadena de suministro (CS).
 - = cumplimiento satisfactorio de los pedidos según parámetros fijados con el cliente / total de los pedidos solicitados * (100%).
 - = cumplimiento de los pedidos a tiempo / total de los pedidos solicitados * (100%).
 - = pedidos no cumplidos / total de los pedidos solicitados * (100%).
- Métricas del nivel II del atributo confiabilidad de la cadena de suministro (CS).
 - = entrega completa y a tiempo (perfectas) / total de entregas * (100%).
 - = entrega completa pero fuera de tiempo (imperfectas) / total de entregas * (100%).
 - Confiabilidad de la CS = no entregados (perfectas) / total de entregas * (100%).

Los indicadores del modelo SCOR es una herramienta inicial en un diagnóstico de un sistema logístico; pero para mostrar resultados en un nivel más detallado, SCOR 10.0 se ayuda de otros tipos de herramientas, como los siguientes tipos: definición, medición, análisis; enseguida se exponen a las más importantes de cada tipo.

A. Herramientas para la definición de operaciones en busca de una mejora.

- Diagrama SIPOC.

Los diagramas de procesos son herramientas visuales para identificar actividades o procesos que requieren mayor énfasis al momento del diagnóstico; el tipo SIPOC (PEPSU en español), tiene como objetivo analizar el entorno de un proceso, identificando cinco elementos:

- Los proveedores (P) son los suministrados de valor a lo largo de las áreas de trabajo en una compañía,
- Las entradas (E) pueden ser en forma de materiales, dinero, o información,
- El proceso (P) o el tratado que se le da a la entrada,
- Las salidas (S) son resultados del proceso, y
- Los usuarios (U) o clientes son quienes reciben las salidas (Gutiérrez y De La Vara, 2013: p.159).

Una vez visualizado el panorama mediante un diagrama SIPOC, luego la detección de áreas de operación clave, el siguiente paso, es la definición de la magnitud del problema; el diagrama de Pareto, ayuda en la detección de este último aspecto.

b. Diagrama de Pareto.

Pareto es el nombre de la herramienta estadística cuyo enfoque es la calidad, a la vez, este mecanismo fue conceptualizada por Juran (padre de la calidad); a partir de las ideas de Lopéz (2018, pp. 36-37) se hace una síntesis sobre sus principales características:

- De acuerdo a los conceptos de Juran, lo define como: pocos vitales de muchos útiles observados (Juran, 1988; citado en Lopéz, 2018, p. 36).
- El 80% de un desempeño operacional depende de un 20% del total de los factores o causas (Heizer y Render, 2009; citados en Lopéz, 2018, pp. 36-37).

Una vez definidos los factores de desempeño de una operación, la siguiente etapa es el diagnóstico del factor u operación.

B. Herramientas de diagnóstico.

a. Mapeo de la cadena de valor.

Value Stream Mapping (VSM) o mapeo de la cadena de valor es una representación visual del negocio para representar operaciones de procesos productivos, logísticos, y administrativos (Rajadell y Sánchez, 2010: p. 34). En la figura 4-2 se muestra un ejemplo de VSM.

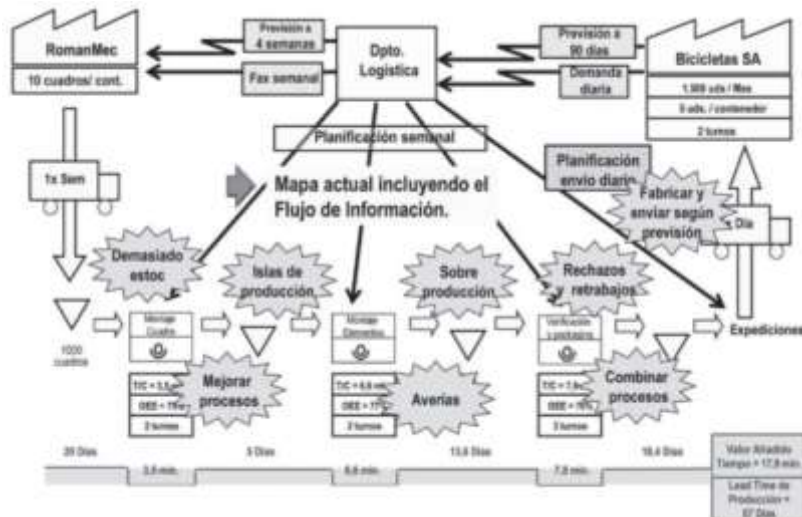


Figura 4-2: Mapa de una cadena de valor

Fuente: Rajadell y Sánchez, 2010

VSM es una herramienta de diagnóstico y de presentación de la cadena de valor en donde se muestra el flujo de los materiales, y la información, los componentes de la cadena de valor o suministro (proveedor externo –compañía -cliente externo). El beneficio de utilizarla es la facilidad de representar visualmente las oportunidades de mejora, los procesos operacionales, entre otro tipo de información (Hernández y Vidal, 2013: pp. 90-93); se adjunta su metodología de ejecución, basándose en las ideas de Hernández y Vidal:

- Elabore un VSM por cada familia de productos.
- Represente manualmente el esquema percibido del área a mejora, haciendo uso de componentes propios de VSM o a su vez utilizando softwares como el Microsoft Visio.
- Incluya tiempos (de ciclo y flujo) operacionales de actividades que agreguen o no valor a la cadena. Luego cuantifíquelos (lead time y el de valor). Agregue tiempos por descanso.
- Agregue flechas de comunicación.
- Incluya la cantidad de operarios que intervinieron durante la operación observada.
- Resalte las áreas con oportunidades de mejora.
- Agregue los sitios de donde proviene el inventario.
- Utilice el mismo esquema del mapa para rastrear y cuantificar el valor mediante mapas de proceso: estado actual, futuro, e ideal.

La figura 5-2 muestra dos tipos de símbolos para la configuración de la cadena de suministro:

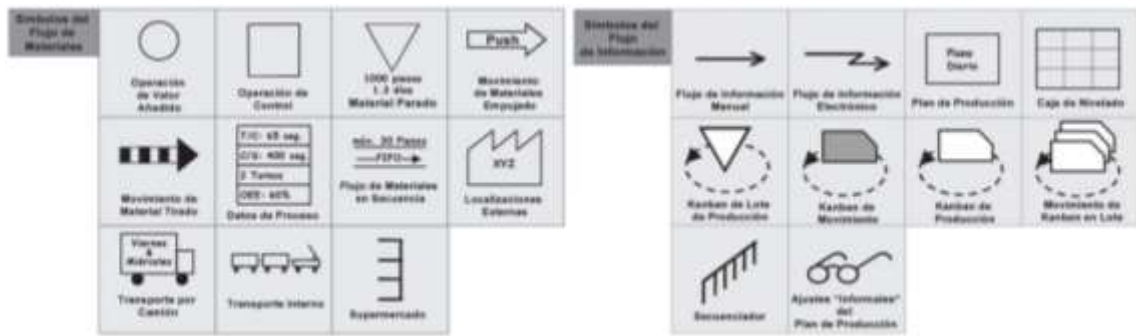


Figura 5-2: Símbolos del flujo de materiales e información
Fuente: Rajadell y Sánchez, 2010

Una vez identificadas las áreas conflictivas con oportunidades de mejora, el siguiente paso corresponde evaluar la magnitud de los problemas.

C. Herramientas de análisis.

a. Diagrama de flujo de procesos y mapeo de procesos.

De acuerdo con los puntos de vista de Gutiérrez y De La Vara (2013: pp. 158-160) se expone criterios importantes acerca de los diagramas de procesos:

- El diagrama de flujo de procesos: se trata de un panorama visual mucho más acercado a la realidad del cómo se gestiona las operaciones en los procesos, por ejemplo, usar dicha herramienta para evaluar el tratado que se da a una orden de pedido de un cliente individual hasta el instante que los recibe.
- El mapeo de procesos: es un mapa que muestra operaciones a un nivel micro que en un diagrama de flujo no se observa. La finalidad de esta herramienta es para detectar áreas de trabajo donde se ejecutan operaciones que agregan, o no valor al proceso.

Los problemas puntuales del desempeño de un proceso u actividad requieren una organización para un mejor entendimiento, el árbol de problemas es una herramienta que organiza las causas y los efectos de un problema dado.

b. Árbol de problemas.

El objetivo del uso de un árbol de problemas en el curso de diagnóstico a los procesos logísticos de una cadena de suministro, será para ahondar en la situación suscitada con mayor magnitud.

Hernández y Garnica (2015: pp. 38-40) llevaron a cabo una investigación usando como herramienta de diagnóstico al árbol de problemas para visualizar la problemática respecto al

diseño y desarrollo de productos; basado en la revisión de la literatura por aquellos autores, se expone las principales características de construcción de un árbol de problemas:

- Visualice la situación problemática con el fin de tener un análisis de las posibles causas, y sus consecuencias.
- La identificación de los factores más relevantes e impactos, sintetícelos a los más críticos.
- La esquematización del problema puede realzar de la siguiente forma: el problema principal ubicar en el tronco, las causas en las raíces, y en las ramas los efectos; Observe que el contenido del árbol de problemas esté interrelacionado con el planteamiento del problema.

Se recuerda que: como primera instancia de un diagnóstico, se empieza con un mapeo de los procesos, en un segundo nivel, se ayuda con un árbol de problemas, en una siguiente etapa es alcanzar un análisis detallado del problema, y se puede ahondar la temática, con una herramienta “5W’s+H” o cinco porqués.

c. Diagrama de Ishikawa y los 5W’s+H.

A partir de la revisión del análisis que hicieron Ovalles et al., (2017: pp. 1-6) en un proceso productivo mediante el uso del diagrama Ishikawa y los cinco porqués, se expone las características básicas de dichas herramientas:

- El diagrama de Ishikawa y los 5W’s+H, son herramientas para evaluar la causa raíz de los problemas operativos.
- La variación operacional de los factores 6M (máquinas, mano de obra, materiales, medio ambiente, método, y medición) se las soluciona mediante análisis de causa raíz.
- Detecta, reduce, o elimina, las causas de los problemas a partir de lo observado.
- Los cinco (5) porqués + uno (1) implica cuestionamiento de seis parámetros: ¿qué?, ¿por qué?, ¿dónde?, ¿quién?, ¿cuándo?, y ¿cómo?, los resultados deben ser capturados en hojas de trabajo.
- El diagrama de Ishikawa de detecta factores potenciales cada vez que se hace en análisis detallado.

Una vez expuesto las principales características del primer componente del modelo SCOR 10.0 (rendimiento), otro componente de su estructura son los procesos en sus tres niveles: procesos del nivel superior, configuración de los procesos del nivel superior, y las categorías descompuestas en elementos u operaciones.

2.4.4.2. Procesos

El componente procesos, integra a cinco procesos logísticos (o de nivel I): planificación, aprovisionamiento, manufactura, distribución, y devolución; además, dicho componente se descomponen de tres niveles de procesos (figura 6-4): (nivel I) nivel superior, (II) categorización de procesos, (III) descomposición de los procesos en elementos, involucrando indicadores clave de gestión (KPI's), mejores prácticas, fuentes, factores de entrada y salida.

	Nivel		Ejemplos	Contenido
	Número	Descripción		
Dentro del alcance de SCOR	1	 Tipos de procesos (alcance)	Planear, abastecer, producir, distribuir, retornar y habilitar	El nivel 1 define el alcance y contenido de la Cadena de Suministro. Aquí se definen las bases competitivas de los objetivos de performance
	2	 Categorías de procesos (Configuración)	Producir contra stock, contra pedido, contra proyecto, devolución de productos defectuosos, productos en exceso	El nivel 2 define las operaciones estratégicas. Aquí se establecen las categorías de los procesos para la cadena de suministro
	3	 Elementos de Procesos (pasos)	<ul style="list-style-type: none"> • Programar entregas • Recibir el producto • Verificar el producto • Transferir el producto • Autorizar el pago 	El nivel 3 define la configuración de los procesos individualmente. Aquí se establece la habilidad para ejecutar. El nivel 3 se enfoca en: <ul style="list-style-type: none"> • Procesos • Entradas y Salidas • Rendimiento del proceso • Prácticas • Capacidades tecnológicas • Habilidades del personal
No están en el alcance	4	 Actividades (implementación)	Industria, empresa, localización, tecnología específica.	El nivel 4 describe las actividades usadas dentro de la cadena de suministro. La empresa implementa procesos y prácticas específicas para lograr un rendimiento requerido.

Figura 6-2: Niveles de procesos del modelo SCOR

Fuente: Icarte G. (2016: p. 666)

A. Nivel I.

De acuerdo a Supply Chain Council (2004; citado en Herrera y Herrera, 2016: p.554), expone que en esta fase (nivel I) se define el alcance y el contenido de las operaciones logísticas; además, este nivel de procesos, establece objetivos estratégicos para la cadena de suministro (Alzate y Boada, 2017: p. 13); se detalla las funciones principales de los procesos integrantes del nivel I:

- El proceso de planificación visualiza la configuración la cadena de suministro para el logro de la competitividad en el mercado, define los productos y los lugares dónde se fabricarían, subcontrata alguna función, define los medios de envíos del producto terminado al cliente externo.
- El proceso de aprovisionamiento se encarga de la compra de materiales de acuerdo al requerimiento de manufactura, genera órdenes, fija plazos de entrega, recibe los materiales, para luego suministrar al proceso de fabricación.

- El proceso de manufactura se dedica a la fabricación del producto, traza fechas de entrega, define los costos operacionales por unidad, y se pone a orden del proceso de distribución para el flujo de valor.
- El departamento de ventas o distribución gestiona los pedidos de los clientes externos, envía los productos, maneja el flujo de dinero, suministra nuevas órdenes de pedido a manufactura.
- El proceso de devolución es el encargado de la gestión de los retornos de productos o documentos de los clientes externos que por defectos retornan a la compañía, además, controla que la materia prima cumpla con las características fijadas por la compañía, de lo contrario renviará al proveedor.

En un segundo nivel las operaciones son más centralizadas enfocándose a la maximización del valor para la cadena de suministro.

B. Nivel II.

Una vez definido un tipo de cadena de suministro, las estrategias de esta fase tienen como perspectiva el logro de la competitividad en el mercado, en donde el único quién valora es el cliente; los requerimientos de este último tienen que ver con la calidad de servicio o producto, el precio razonable y la agilidad de respuesta. Alzate y Boada (2017: p. 13) aclaran que en este nivel se define el tipo de cadena con la que se competirá en el mercado, política para el manejo de los inventarios y a qué lugares se abastecerá con el producto terminado.

La operación del modelo SCOR desde un tercer nivel coordina los elementos de la categoría seleccionada, enfocándose en la optimización.

C. Nivel III.

Este nivel comprende la descomposición de los procesos del nivel I o superior en elementos para competir en el mercado de acuerdo a tipo de cadena de suministro seleccionada, aquellos elementos hacen referencia a las fuentes de suministro, indicadores de desempeño, factores de entrada y salida, y las mejores prácticas; respecto a este último, el sistema de arrastre o Pull que funciona a partir de la demanda del cliente se apoya en particular de las herramientas Kanban y Heijunka, y un conjunto de técnicas, tales como: reducción de despilfarros, flujo de valor, entrega a tiempo, desarrollo de personas, célula flexible, contrato logística-producción con el propósito de optimizar el desempeño operacional logística de la cadena de suministro.

Sin embargo, Alzate y Boada (2017: p. 13) agregan que en este nivel se definan:

- Las entradas y salidas de cada operación del proceso,
- Métricas, y

- Mejores prácticas, para competir de forma exitosa en el mercado.

De acuerdo a Chase et al. (2009: pp. 168-170), exponen una variedad de indicadores para evaluar el desempeño de los procesos:

$$\text{Tiempo de operación} = \text{tiempo de preparación} + \text{tiempo de corrida.} \quad (1)$$

El tiempo de corrida es el tiempo que se requiere para producir un lote de piezas. Se calcula multiplicando el tiempo requerido para producir una unidad por el tamaño de lote.

El *tiempo de preparación* es el tiempo que se requiere para preparar las máquinas al momento de hacer un cambio de producto.

$$\text{Tiempo de procesamiento} = \text{tiempo promedio que una unidad tarda en pasar por el sistema.} \quad (2)$$

El tiempo de procesamiento es la suma del tiempo que transcurre mientras se opera sobre una unidad, y el tiempo que espera en una fila.

$$\text{Velocidad del proceso} = \frac{\text{Tiempo de procesamiento.}}{\text{Tiempo de valor agregado.}} \quad (3)$$

El *tiempo de valor agregado* es el tiempo que incurre mientras se trabaja de forma útil sobre una unidad. Al indicador *velocidad del proceso* también lo llaman “proporción del procesamiento”.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \text{tiempo promedio entre la terminación de unidades.} \quad (4)$$

El *tiempo de ciclo* es el tiempo que transcurre entre el inicio y fin de un trabajo.

$$\text{Trabajo estándar: Trabajo estándar} = \text{operación cuello de botella (segundos).} \quad (5)$$

Capacidad de la línea de fabricación:

$$\text{Capacidad de la línea} = \frac{\text{tiempo disponible (segundos)}}{\text{trabajo estándar (segundos)}} \quad (6)$$

$$\text{Índice de procesamiento} = \frac{1}{\text{Tiempo de ciclo.}} \quad (7)$$

El índice de procesamiento se refiere al porcentaje de productos que se espera que el proceso realice dentro de un período.

$$\text{Tiempo de procesamiento} = \frac{\text{Trabajo en proceso (unidades).}}{\text{Índice de procesamiento (unidades/minuto).}} \quad (8)$$

La ley de Little plantea una relación matemática entre el índice de procesamiento, el tiempo de procesamiento y la cantidad de inventario de trabajo en proceso.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real.}}{\text{Producción efectiva.}} \quad (9)$$

$$\text{Producción} = \frac{\text{cantidad producida}}{\text{tiempo invertido.}} \quad (10)$$

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Productos (\$ ventas).}}{\text{Insumos (\$ costos totales).}} \quad (11)$$

$$\text{Productividad parcial} = \frac{\text{Cantidad de partes.}}{\text{Minutos hombre máquina.}} \quad (12)$$

La productividad total de los factores se suele medir en unidades monetarias. La *productividad parcial* de los factores se mide con base en un insumo individual (materiales, trabajo o inversión de capital), donde el trabajo es el más común.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo activo}}{\text{Tiempo disponible}} \quad (13)$$

La *utilización* mide la activación real del recurso.

El último nivel del modelo SCOR 10.0 es la implementación, ejecución, o la práctica de los planes trazados en el nivel 3.

D. Nivel IV.

Este nivel ejecuta los planes propuestos en la fase tres; sin embargo, esta fase no está incluida dentro de sus principios o alcances del modelo, la compañía será la encargada de su práctica de acuerdo a sus características de gestión (Huan et al, 2004; citados en Herrera et al, 2016: p.554).

El componente “procesos” del modelo SCOR 10.0 integra al rendimiento para medir el desempeño de sus procesos y a las mejores prácticas para el logro de la optimización mediante una de tantas técnicas actuales, como la del Justo a Tiempo; a continuación, se hace una revisión bibliográfica respecto.

2.4.4.3. Prácticas

Practies (en español significa, prácticas) es otro componente del modelo SCOR 10.0 que hace referencia a la ejecución de las mejores herramientas y técnicas del Ingeniero Industrial que se podrían utilizar en la solución de problemas.

Este esta ocasión se hace una revisión bibliográfica al contenido filosófico del sistema Pull.

A. Lean manufacturing.

Lean Manufacturing es un sistema de gestión productivo enfocado a varios ámbitos de una compañía como, por ejemplo, a administración, ventas, etc. (Cuatrecasas, 2010, p. 16); siendo su principal objetivo la eliminación de despilfarros mediante el uso sus herramientas y técnicas, y uno de los pilares fundamentales de Lean Manufacturing (producción ajustada o también llamado sistema de producción Toyota –Toyota Production System) es el Just in Time (justo a tiempo), que implica la ejecución de principios de un sistema Pull apoyado por sus herramientas denominadas Heijunka y Kanban para el control y programación de la producción, respectivamente (Rajadell y Sánchez, 2010: pp. 1-2).

B. Justo a Tiempo.

Justo a Tiempo (JIT por sus siglas en inglés) es una de las técnicas de Lean Manufacturing (excelencia en fabricación o empresa de clase mundial); de acuerdo a los criterios de Hernández y Vizán (2013: pp. 13-15) se presentan sus principales características:

- Taicho Ohno (padre de Lean Manufacturing) definió bases para el sistema de gestión JIT-Just in time (justo a tiempo) surgido por la necesidad de reducir costos; y qué al JIT, Ohno lo estableció como el “sistema de ‘producción Toyota (TPS por sus siglas en inglés)”.
- Su fórmula es: “producir sólo lo que se demanda y cuando el cliente los necesita”.
- JIT se apoya del sistema Pull (flujo) o de halar, mediante: reducción de productos en proceso, flujo continuo, reducción de tiempos de entrega, reducción de tiempos de fabricación.
- JIT influyen positivamente a la productividad, costes, tiempo de entrega y en la diversidad de productos.
- De acuerdo con la figura de la “casa del sistema de producción Toyota” presentada en el libro de Hernández y Vizán (2013: p. 18), JIT es una de las dos columnas que soporta el techo de la casa, este último representa las metas perseguidas respectando al menor coste, buena calidad, y bajo tiempo de entrega; se estabiliza por la nivelación de la producción (Heijunka), mejora continua (Kaizen), estandarización, y la gestión del talento humano siendo clave el desarrollo de personas mediante la capacitación.

En un sistema de flujo continuo (Pull), el despilfarro es lo primero que se identifica para reducirlo o mejor eliminarlo.

a. Tipos de despilfarros.

Los despilfarros, desperdicios o mudas son característicos de un proceso lento, la combinación Lean y Seis Sigma procuran que un sistema productivo fluya siempre y cuando las operaciones innecesarias (desperdicios) sean mínimas, Ohno identificó siete (7) tipos de desperdicios que podrán presentarse en un proceso productivo por su mala calidad; sin embargo, Gutiérrez y De

La Vara (2013, p. 415) exponen que últimamente se ha agregado otro tipo, tratándose del talento humano respecto al desperdicio del esfuerzo en los procesos operacionales.

Mediante la colaboración de Drew (2004; citados en Gutiérrez y De La Vara, 2013: pp. 415-417) se expone principales características sobre aquellos tipos de desperdicios que la metodología Lean Seis Sigma busca aminorar en su metodología; de los siete tipos, sólo se menciona a algunos:

- La sobreproducción es el resultado de producir más pronto de lo que el cliente necesita, un principal síntoma son los altos tiempos de ciclo con pobres entregas, una de las causas debe a la producción en grandes lotes, la herramienta que tratará de eliminarla es el Justo a Tiempo.
- Los inventarios es el resultado de la sobreproducción como las partes producidas sin requerimiento del cliente, uno de los síntomas es el incumplimiento de los plazos de entrega, la causa es la sobreproducción, una herramienta que la eliminará es el JIT.
- Las esperas se deben a la inactividad de la gente y las máquinas, un síntoma es el retraso de la producción, una causa es la mala calidad o malos tiempos de entrega de los proveedores, las técnicas que tratarán de eliminar son: sincronizar los flujos, balance de la carga de trabajo, operador flexible y multidisciplinario, programación y control de la producción mediante Kanban.
- El Retrabajo es producto de la repetición de una tarea, una causa es la falta de capacitación el personal, las herramientas que lo eliminarán son: la mejora de los procesos, el control estadístico de procesos.
- Los movimientos en la ejecución del trabajo, representan a conocidos como, los micromovimientos de personas dentro de un área de trabajo: un síntoma de la falta de optimización es la baja productividad; una causa, es la pobre distribución de los puestos de trabajo; la herramienta que ayudará a mejorar, es la organización del área bajo el principio de flujo continuo.

b. Tiempo de flujo.

Es el período de tiempo que transcurre desde el momento que un cliente lanza un pedido hasta que lo recibe, el tiempo de flujo o lead time, excluye al tiempo por aprovisionar el material y el tiempo por entregar o distribuir. Si el tiempo de flujo es menor al plazo de entrega, la fábrica o el proceso puede operar “bajo pedido” (Rajadell y Sanchez, 2010: pp. 15-16).

c. La competitividad.

En el mundo actual de los negocios, líderes de una cadena de suministro direccionan sus esfuerzos en parejas de trabajo, con la finalidad de enfocarse al logro de la competitividad; por lo tanto, Cuatrecasas (2010, p.16) deduce que los clientes exigen debidamente el cumplimiento de varios requisitos: calidad, costes, rapidez de respuesta, variedad de productos o servicios y flexibilidad.

Sin embargo, la “calidad” es uno de los enfoques que persigue el JIT.

d. La calidad.

De acuerdo a los criterios de Deming y Medina (1989; citados en Cruz et al., 2017: p. 60) expusieron que de acuerdo a Deming; el concepto de la calidad puede estar definida en términos del agente: de quien la juzga, en la mente del operario, resultando válidos en el campo industrial de bienes o servicios aquellos criterios expuestos por dichos autores; además, agregan que para un director de un negocio significa obtención de resultados específicos, siendo su trabajo la mejora continua del desempeño de los procesos y las personas. La calidad en la actualidad se ha constituido como un requisito esencial en la gestión de las operaciones de una cadena de suministro siendo su objetivo esencial la satisfacción al cliente.

Si la ejecución de una operación dentro de una compañía implica altos costos podría ser resultado de una mala calidad en el servicio; en la búsqueda de soluciones, una pista que se podría encontrar en el campo real, sería la ocurrencia de operaciones innecesarias (despilfarros) o que no agregan valor a la cadena, recordando que el cliente no valora por los despilfarros que podrían incurrir en el proceso de recibir el servicio o el material ordenado.

Por lo tanto, es importante mencionar posibles factores que varíen el desempeño de un proceso por su mala calidad; de acuerdo con los criterios de Gutiérrez y De La Vara (2013, p. 6) se presenta a varios tipos de estos:

- Retrabajo y retrasos.
- Productos y servicios con defectos.
- Paros y fallas en el proceso.
- Despilfarros (desperdicio de operaciones innecesarias).
- Inspección excesiva a las tareas de una actividad.
- Reinspección y retraso de materiales o documentos.
- Más políticas para presión a los operarios.
- Gastos en la gestión de devoluciones de productos, materia prima o documentos con errores que el cliente reenvía.
- Problemas con proveedores externos o internos de la compañía.
- Clientes insatisfechos y pérdidas de ventas.
- Bajo desempeño del personal.

Es crucial enfocarse hacia la competitividad de un negocio en el mercado, si fallas o equivocaciones se presentan en las operaciones de la actividad. López (2018, p. 20) argumenta que el éxito de una organización depende de tres (3) componentes:

- De la calidad,
- La productividad resultada de una buena calidad, y el logro será
- La competitividad en el mercado debido a la productividad operacional.

La figura 7-2 muestra parámetros por cada componente del éxito de una compañía que practica la calidad.

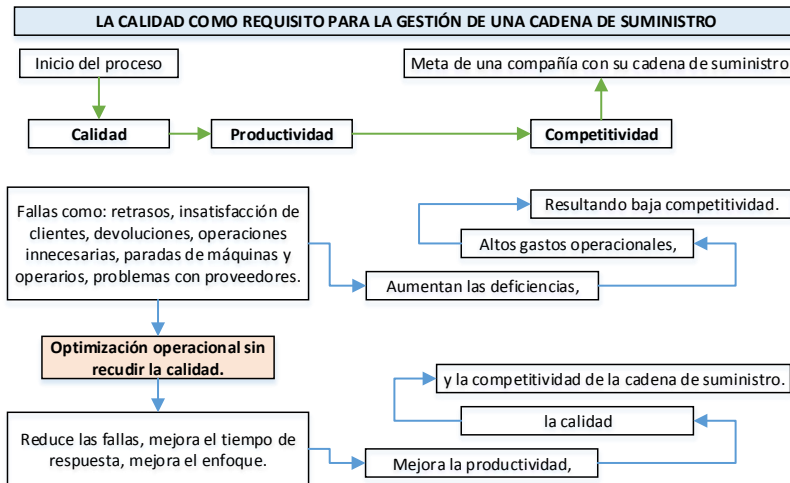


Figura 7-2: La calidad en el logro de la competitividad de una cadena de suministro
Fuente: Gutiérrez, 2014

Concepto de la Ingeniería de la calidad.

La ingeniería de la calidad es una disciplina que busca optimizar procesos productivos a partir del desarrollo de modelos robustos, ya que las operaciones de dichos procesos productivos, pueden resultar variables debido a factores de entrada, salida, o tipo ruido, teniendo como objetivo la minimización de tiempos y costos operacionales, que son principios de un sistema de gestión (Cruz et al., 2017: p. 61).

De acuerdo a las ideas de Gutiérrez y De La Vara (2008: pp. 7-8) exponen tres tipos de variables o factores:

- Variables de salida o respuesta: son los resultados (efectos) de un proceso operativo como, por ejemplo, características de la calidad de un producto (defectos), desempeño de operaciones (productos ensamblados en un determinado ciclo de tiempo) y operarios (ritmo de trabajo), el objeto de un consultor mediante su investigación es mejorarla.
- Variables de entrada o controlables: son variables de entrada en forma de información (documentos físicos, virtuales, etc.) o de materiales que son elementos fundamentales para el funcionamiento de un proceso operacional; independientemente del enfoque de un investigador, en su estudio podría manipular y controlar dichos factores de acuerdo a su finalidad.

- Variables no controlables o de ruido: son factores cuyas características están fuera de control de un director de una compañía como, por ejemplo: la temperatura, el ruido, las partículas dentro de una estación de trabajo, o la calidad del material que arriba a su fábrica para la fabricación de un material; sin embargo, mediante mecanismos tecnológicos controlaría.

C. *Sistema Pull.*

El enfoque del sistema Pull es la planificación y programación de la producción mediante el uso de dos herramientas: Heijunka y Kanban, haciendo que el flujo de los materiales e información fluya a lo largo del sistema productivo.

a. Herramienta Kanban.

Kanban es una herramienta específica del sistema Pull (figura 2-2) que tiene las siguientes características (Rajadell y Sánchez, 2010: pp. 94-96):

- Garantiza la alta calidad y producción de partes precisas en cantidad y tiempo corto.
- De acuerdo al contexto del sistema de producción Toyota o Lean Manufacturing, Kanban es una tarjeta de información, un contenedor, o una señal (en japonés) que significa la necesidad de producir.
- Esta señal entre procesos productivos informa el ¿qué? y ¿cuándo? fabricar el material.
- Se distinguen dos tipos: Kanban de producción y de transporte o movimiento. Un Kanban de producción indica qué y cuándo hay que fabricar para el proceso posterior, por ejemplo,

Sin embargo, Hernández y Vidal (2013, p. 35) argumentan las siguientes características sobre la herramienta Kanban:

- Kanban es un sistema de control y programación sincronizada para la producción basado en señales o tarjetas de dos tipos: Kanban de producción y de transporte o movimiento. Su ejecución implica el compromiso del director de la compañía, de la gente, y de la programación y control de tres métodos operativos: contrato logístico, relación con proveedores y polivalencia de la gente.
- El contrato logística-producción es la planificación de los productos a fabricar, en particular que pertenezcan a una misma familia de productos para un tiempo aproximado de una semana o mes; implicando nivelación de la demanda del cliente, capacidad de la producción debido a las restricciones de máquinas y esfuerzo humano.
- Es vital la relación con los proveedores internos y externos, el primero se refiere a una estación, proceso, operación, o tarea del proceso anterior en una fábrica. Respecto al segundo, son las empresas u organizaciones que abastecen el material en bruto para la

fabricación o producto terminado, mediante un método para la evaluación de pronósticos de compras, se podrá hacer un acercamiento cuantitativo para el abastecimiento del material.

- La polivalencia de los operarios es una competencia operacional para la compañía que consiste en gestionar el esfuerzo humano en varios ámbitos siendo el “desarrollo de personas” como el más esencial de los procesos de gestión de talento humano. La inversión en dicho componente del modelo SCOR 10.0 resulta ser un pilar para el desarrollo de la organización, la capacitación a las personas podría ser una alternativa para la mejora del desempeño operacional logístico de los procesos de la cadena de suministro (pp. 77-78).

De acuerdo a las ideas de Cuatrecasas, (2010, pp. 101-103) expone la metodología de las tarjetas Kanban de producción y transporte, para la programación y control de la producción mediante el sistema Pull

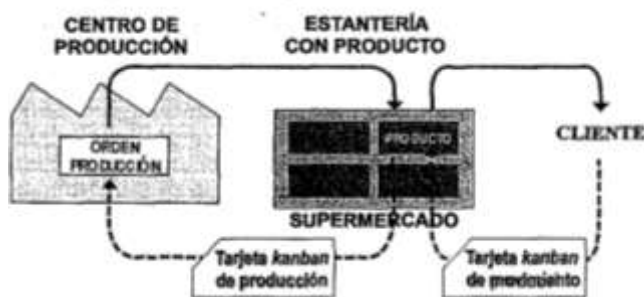


Figura 8-2: Desempeño del sistema Pull mediante tarjetas Kanban y supermercados

Fuente: Cuatrecasas, 2010

- Los supermercados (figura 8-4) son puntos concretos que se ubican a lo largo del flujo de valor que contienen cantidades limitadas de variedad de productos de una misma Familia, tratándose de un stock controlado con la finalidad evitar desabastecimiento a los clientes aguas abajo. El cliente toma el producto del estante o supermercado dejando huecos dando la señal al proceso anterior (o proveedor interno) que deberán rellenados de esa forma el suministro habrá ajustado a la demanda.
- El cliente toma un contenedor de productos terminados del estante o supermercado mediante una tarjeta Kanban de transporte indicando qué y cuanto material va a tomará.
- El hueco que deja el cliente al retirar un estante de producto terminado, da la señal al proceso anterior mediante una tarjeta de producción acerca del qué y cuánto debe producir para el proceso posterior; de esta forma se cierra el círculo cliente-proveedor.

D. Pronósticos cuantitativos de demanda.

Se muestran características principales de los pronósticos de demanda, orientados en los criterios de Chopra y Meindl (2013: pp. 178-193):

- Los pronósticos de demanda son una estrategia para hacer una aproximación a los eventos futuros; en el campo de la logística, un método de pronóstico es esencial para visualizar demandas o y ofertas venideras, aún más si la demanda es fluctuante en el tiempo. Uno de los métodos más utilizados a menudo por un director de una compañía son los tipos “series de tiempo”, cuya particularidad es hacer uso de los registros históricos; de aquel método, se derivan varios métodos como el estático y adaptativo.
- El método de pronóstico “series de tiempo” tipo adaptativo, integra a los siguientes métodos: promedio móvil, cuya particularidad es que la demanda a pronosticar no tiene tendencia ni estacionalidad; respecto al suavizamiento exponencial simple, su demanda no posee estacionalidad; suavizamiento exponencial corregido por tendencia o modelo de Holt, este método es adecuado cuando la demanda tiene tendencia, nivel, pero no estacionalidad; y, el modelo de Winter, la demanda a pronosticar tiene: nivel, tendencia y estacionalidad.

La evaluación de la demanda histórica con un método de pronóstico adecuado, provee demandas futuras aproximadas a la realidad, la evaluación del inventario de seguridad forma parte de los pronósticos; ambos, se combinan para ofrecer una mejor satisfacción del producto al cliente; resultando una cadena de suministro eficiente y flexible.

E. Inventario de seguridad.

Con la finalidad de hacer una revisión bibliográfica hacer una revisión bibliográfica sobre la importancia del inventario de seguridad en una cadena de negocios, de acuerdo las ideas de Chopra y Meindl, 2013 a continuación, se hace una recopilación de las características esenciales y fórmulas matemáticas para evaluar el inventario de seguridad:

- El inventario de seguridad es un indicador logístico cuya característica es mejorar la disponibilidad del material ante la variabilidad de la oferta y demanda del mercado, que se mantiene para satisfacer la demanda pronosticada; el director de una compañía, visualiza el próximo reabastecimiento de acuerdo a la cantidad de las ventas, con anterioridad lanza una nueva orden de pedido al proveedor con la finalidad de ordenar el nuevo material en sus estantes.

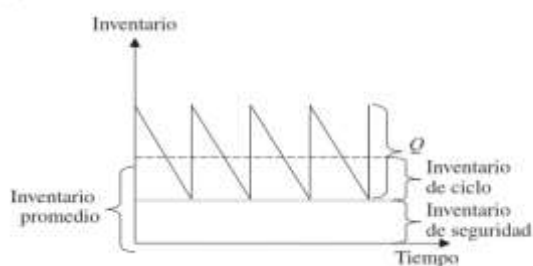


Figura 9-2: Inventario promedio en el estante del supermercado

Fuente: Chopra y Meindl, 2013

El lanzamiento de una nueva orden de compra de material al proveedor externo de tamaño Q para su próximo ciclo de ventas, mantiene la cantidad del inventario de seguridad y compensa el inventario de ciclo; tomando en cuenta que la demanda, es independiente con el pasar del tiempo y está normalmente distribuida con una media de D y una desviación estándar σ_D .

$$D_L = D * L \quad \sigma_L = \sqrt{L} * \sigma_D \quad (14)$$

- Las medidas sobre la disponibilidad del inventario: la tasa de satisfacción del producto (fr), cuantifica la proporción de la demanda del producto cubierta con el producto en inventario; la tasa de satisfacción de los pedidos, mide la cantidad de pedidos atendidos al cliente usando la disponibilidad del producto; el nivel de servicio del ciclo (o CSL, siglas en inglés), mide cíclicamente atención a la demanda del cliente al finalizar un lapso de operación.
- Las políticas de reabastecimiento es un conjunto de maneras para controlar el desabastecimiento del inventario, a un cliente se satisface cuando encuentra en cantidades necesarias el producto que busca en una tienda; un gerente de un negocio puede usar tres alternativas para evitar escases de material: mediante la revisión continua, consiste en basarse en un indicador denominado ROP o punto reorden conforme se suministra el producto al cliente; con una política de revisar periódica, se ejecuta cada cierta tiempo en función.

Las siguientes fórmulas permiten el diagnostico a los inventarios del material:

$$\text{Rotación del inventario} = \frac{\text{cantidad de producto utilizado}}{\text{inventario promedio}} \quad (5)$$

$$\text{Período del inventario} = \frac{360 \text{ días}}{\text{rotación del inventario}} \quad (6)$$

F. CSL óptimo para artículos de temporada con un solo suministro.

El CSL o el nivel de servicio del producto a los clientes externos es fundamental cuyas características definen la disponibilidad del producto de tamaño óptimo, un principio es que los productos que no se vendieron durante la temporada pierden valor para una próxima, varios factores de entrada se definen para tal particular, se mencionan a los más principales: costo por escasez de inventario, exceso de inventario, CSL óptimo (CSL*) y el tamaño óptimo de pedido (o O*); según los fundamentos teóricos de Chopra y Meindl (2013, pp. 362-365), se presenta un conjunto de fórmulas para evaluar el impacto de la escasez o exceso del producto en una cadena de suministro de manufactura:

- El costo por exceso de inventario por cada unidad: costo por unidad (c) y valor residual (s):

$$C_o = c - s \quad (17)$$

- El costo por escasez de inventario por cada unidad: precio de venta (p): $C_u = p - c$ (18)

- El nivel de ciclo óptimo (CSL*): $CSL^* = \frac{p - c}{p - s} = \frac{C_u}{C_u + C_o}$ (19)

- La cantidad de pedido óptima (O*): $O^* = F^{-1}(CSL^*, \mu, \sigma) = NORMINV(CSL^*, \mu, \sigma)$ (20)

- Las utilidades esperadas: $= (p - s)\mu NORMDIST[(O - \mu)/\sigma, 0, 1, 1] - (p - s)\sigma NORMDIST\left[\frac{O - \mu}{\sigma}, 0, 1, 1\right] - O(c - s)NORMDIST(O, \mu, \sigma, 1) + O(p - c)[1 - NORMDIST(O, \mu, \sigma, 1)]$ (21)

- Exceso de inventario esperado: $= (O - \mu)NORMDIST[(O - \mu)/\sigma, 0, 1, 1] + \sigma NORMDIST[(O - \mu)/\sigma, 0, 1, 0]$ (22)

- Escasez de inventario esperada: $= (\mu - O)[1 - NORMDIST[(O - \mu)/\sigma, 0, 1, 1] + \sigma NORMDIST[(O - \mu)/\sigma, 0, 1, 0]]$ (23)

Ante incertidumbre de la demanda del cliente externo; la técnica Heijunka, tiene como finalidad nivelar la demanda fluctuante cada determinado tiempo de suministro de material.

G. Heijunka.

Heijunka es una herramienta para llevar a cabo el flujo continuo en el sistema Pull, planifica y nivela la producción mediante cuatro técnicas: takt time, célula flexible, nivelación, y flujo continuo; de acuerdo a las ideas de Rajadell y Sánchez (2010: pp. 68-90) se exponen las características de las técnicas de Heijunka:

- Capacidad de la línea:

$$\text{Capacidad de la línea} = \frac{\text{producción requerida}}{\text{tiempo disponible de trabajo}} \left(\frac{\text{cantidad}}{\text{horas}} \right). \quad (25)$$

- Takt time (TT) es el tiempo de ritmo en el cual se debe ejecutar las operaciones de producción a una pieza de acuerdo a la capacidad instalada mediante pequeños lotes de piezas; por lo tanto, fabricar según el takt time significa sincronizar el ritmo de producción con el de las ventas obteniendo una velocidad para evitar la sobreproducción:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{tiempo de trabajo (jornada de trabajo-hogura por descaso)}}{\text{producción requerida}} \left(\frac{\text{min.}}{\text{unidad}} \right). \quad (26)$$

$$\text{Eficiencia de la línea (\%)} = \frac{\sum \text{de los tiempos de todas las tareas (segundos)}}{\# \text{ de estaciones de trabajo} * \text{takt time (segundos)}}. \quad (27)$$

El tiempo de paso es el tiempo de paso que necesita un puesto de trabajo aguas arriba para producir y entregar una cantidad conjunta de trabajo al puesto de trabajo aguas abajo:

$$\text{Tiempo de paso} = \text{takt time} * \text{cantidad conjunta a entregar (minutos)} \quad (28)$$

La línea de fabricación que no está nivelada podría representar pérdidas económicas por la falta de balanceo debido a que varias tareas de una operación consumen más tiempo que el resto mientras disponen de un tiempo ocioso, detalle matemático para la aplicación del balanceo:

$$\text{Pérdidas por falta de balanceo (\%)} = \frac{(\text{t. más largo} * \# \text{ op.}) - (\text{t. de ciclo})}{(\text{t. más largo} * \# \text{ operarios})} \quad (29)$$

- Una célula flexible de trabajo ordena varias máquinas en una estación donde mediante el esfuerzo humano se operará pequeños lotes de prendas garantizando el flujo continuo y ajustar la demanda del cliente, la célula puede tener la forma de una U, C, L, S, o V, el número de personas necesarias se puede calcular con el siguiente detalle:

$$\text{Número de teórico de operarios necesario} = \frac{\text{tiempo de ciclo de una pieza}}{\text{takt time}} \quad (30)$$

La capacidad (C) es el volumen de producción (ensambles o productos) que se puede suministrar al cliente interno dentro del departamento de manufactura en un tiempo específico (Manobanda, 2017; citado en Páez A., 2018: pp. 22-23):

$$\text{Productividad} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{minutos hombre trabajados}} \quad (31)$$

$$\text{índice de productividad} = \frac{\text{productividad mejorada} - \text{productividad actual}}{\text{productividad actual}} * 100\% \quad (32)$$

$$\text{Eficiencia del balanceo} = \frac{\sum \text{tiempos de todas las tareas}}{\# \text{ real de estaciones de trabajo} * \text{tiempo de ciclo más grande}} \quad (33)$$

La nivelación tiene como objetivo nivelar la producción para reducir el nivel de stock debido al tiempo ocioso que se convierte en sobreproducción y luego en inventarios en proceso; mediante la programación de pequeños lotes, de los diseños más valorados de una familia de productos, con la finalidad de abastecer toda la demanda de los clientes facilitando el envío frecuente a pesar de la variabilidad de la demanda que podría suscitar a lo largo del tiempo.

Flujo continuo suavizado en pequeños lotes bajo la política de “mover uno del flujo aguas abajo, producir uno para el cliente aguas abajo” en tres ámbitos: (uno) con flujo de información normalizado se dispone la información necesaria mediante tarjetas Kanban de transporte (retiro del material aguas abajo) y producción (producción para el cliente aguas abajo), (2) flujo de materiales mediante la reducción o eliminación del despilfarro mediante una de las herramientas “organización multiproceso”, y (3) flujo de operarios (trabajo normalizado) para ello requiere

Heijunka sincronizar la producción de acuerdo al takt time, creación de células flexibles y operación multidisciplinario de los operarios.

H. Ingeniería de métodos y tiempos.

a. Estudio del trabajo.

Correa et al., (2012: pp. 89-102) llevaron a cabo una investigación que tuvo como finalidad plantear un contexto sobre el cómo La Ingeniería de Métodos y Tiempos puede implantarse en la cadena de suministro para la mejora de su desempeño operacional logístico; para lo cual, dichos autores hicieron una revisión bibliográfica al respecto; de los cuales, a partir de sus puntos de vista, se expone las características más esenciales sobre ambas disciplinas (Ingeniería de Métodos e Ingeniería de Tiempos):

- La Ingeniería de Métodos y Tiempos implantado en la cadena de suministro se convierte en un factor que define, configura, permite adecuada representación, estandariza, asigna operarios, establece condiciones adecuadas de trabajo y medición de tiempos para mejorar la planeación y control de las operaciones logísticas siendo su enfoque principal la productividad.
- De acuerdo a sus antecedentes (Barbier, 1960; citado en Correa et al., 2012: p. 98) la Ingeniería de Métodos es el enfoque de la Ingeniería Industrial, su origen se asocia a la aplicación del método científico en la organización que hace indagación al uso de la indagación como instrumento de análisis buscando respuestas pertinentes al: qué, por qué, dónde, cuándo, y cómo ocurre el proceso u operación en el puesto o área de trabajo de la compañía.
- Niebel y Freivalds (2001; citados en Correa et al., 2012: pp. 98-99) exponen que la Ingeniería de Métodos es una disciplina que encierra un procedimiento sistemático para el análisis detallado de las operaciones con el objetivo de registrar, mejorar, estandarizar y convertir el trabajo en una actividad: sencilla y fácil, con menor grado de esfuerzo y fatiga, y óptimo respecto al tiempo invertido. Las técnicas que usa para el análisis operacional son varias, pero se menciona a algunas: diagrama de procesos, diagrama de operaciones, diagrama de recorrido, análisis de operaciones.
- Respecto a la ingeniería de tiempos (British Standards Institute Staff, 1992; citados en Correa et al., 2012: p.99) es la técnica que se aplica al trabajo para determinar el tiempo que incurre un operario calificado para ejecutar una operación según una norma de rendimiento establecido. Para su desarrollo se expone algunas técnicas: muestreo del trabajo que consiste en estimar un porcentaje de observaciones de tiempos realizadas al

azar sobre una actividad que realiza una persona para luego analizarlo estadísticamente (Vaughn, 2000; citado en Correa et al., 2012: pp.100); otra técnica es el cronometraje usando un cronómetro para medir el tiempo sobre un operario calificado que realiza el trabajo a ritmo normal (OIT (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra), 2006; citado en Correa et al., 2012: p. 100).

- La ingeniería de Métodos y Tiempos tiene varios campos de aplicación (Maynard, 1991; Meyers, 2000; García R., 1998; Mundel, Motion and time study, 1960; citados en Correa, et al., 2012: pp. 101-102), se menciona algunos de estos: análisis de puestos de trabajo para reducir la fatiga y el esfuerzo físico, documentación de proceso mediante diagramas de la Ingeniería de Métodos, control de la calidad mediante el diseño de los puestos de las inspecciones para su control, definición de salarios de acuerdo a un sistema de salarios al destajo o funciones; en el campo productivo para hacer comparaciones entre métodos de trabajo y mejora de la producción mediante la distribución del esfuerzo humano de acuerdo al análisis del trabajo y las máquinas, y como una referencia para planear la producción de acuerdo a su capacidad; para el control de los costos, tiempos de cada tarea y proceso en general, cálculo de costos variables y mano de obra, determinación de tiempos estándar para fijar un precio; en la cadena de suministro para la configuración de los puestos de trabajo de ejecución de operaciones logísticas como garantía en el flujo de los materiales.

b. Factor de calificación.

Uno de los métodos que propone Jananía (2008, pp. 107-109) para determinar de forma clara y real el factor de calificación (F_c) a partir de la observación del analista en campo real acerca del ritmo de trabajo que adopta el operario en la ejecución de las operaciones logísticas, un F_c ideal es uno (1) que significa una operación de un trabajador a un ritmo normal (ni rápido ni lento); de los cuales se expone las características de los cuatro factores que compone dicho sistema (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) (figura 10-2):

Habilidad			Esfuerzo		
+ 0.15	A1	Superhábil	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Superhábil	+ 0.12	A1	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.09	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.08	C1	Buena	+ 0.06	C1	Buena
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
- 0.05	E1	Regular	- 0.04	E1	Regular
- 0.10	E2	Regular	- 0.08	E2	Regular
- 0.16	F1	Pobre	- 0.12	F1	Pobre
- 0.22	F2	Pobre	- 0.17	F2	Pobre
Condiciones			Consistencia		
+ 0.06	A	Ideal	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelente	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buena	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
- 0.03	E	Regular	- 0.02	E	Regular
- 0.07	F	Pobre	- 0.04	F	Pobre

Figura 10-2: Parámetros de evaluación del factor de calificación según el sistema Westinghouse
Fuente: Jananía, 2008

- La habilidad es la destreza de sus manos o mente que adquirió el trabajador debido a su esfuerzo.
- El esfuerzo es la voluntad que pone el operario a su trabajo y que requiere de la habilidad para obtener una rapidez considerable en sus operaciones.
- Las condiciones se refieren al ambiente de trabajo a partir de la evaluación de los siguientes factores: ruido, luz, temperatura, ventilación.
- La consistencia es la regularidad del trabajo resultado de la ejecución de métodos de operación; qué en la práctica, podría variar considerablemente.

c. Tiempos estándar.

De acuerdo a Niebel y Frievalds (2009: pp. 340-344) exponen parámetros para el cálculo de tiempos estándar a partir de los observados del tiempo:

- La evaluación de los ciclos de tiempo sobre el tiempo de ciclo de una tarea o actividad, se puede establecer estadísticamente bajo la técnica del “muestreo del trabajo” mediante la siguiente fórmula: $n = \left(\frac{t*s}{k*\bar{x}}\right)^2$, t representa a la distribución normal t-student a 95% de confianza para muestras ($n > 30$), s es la desviación estándar muestral, \bar{x} es la media muestral, y k fracción aceptable de \bar{x} .
- Factor de calificación (Fc) evaluado de acuerdo a la efectividad del desempeño del operario calificado, expresado en decimal o porcentaje.
- Tiempo normal (TN) es el ajuste entre el Fc y el tiempo medio observado (TO) que requeriría un operario calificado para ejecutar el mismo trabajo: $TN = TO * Fc$ (decimales).

- Tiempo suplementario u holgura para por el descanso del operario a lo largo de su jornada de trabajo de 8 horas debido a aspectos: necesidades personales, fatiga, y los retrasos inevitables como la interferencia a varias máquinas.
- Tiempo estándar (TE) es el tiempo requerido por un operario calificado y capacitado que ejecuta sus actividades a un ritmo o paso normal realizando un esfuerzo promedio: $TE = TN * (1 + \text{holgura})$.

A partir del tiempo estándar de una operación se puede llevar a cabo un estudio de métodos y tiempos siendo el punto de partida para el análisis de la teoría de restricciones (TOC),

d. Teoría de restricciones.

Reyes et al. (2017: pp. 239-241) realizan una investigación sobre el desarrollo de un modelo de planeación y programación de la producción para el troquelado de cuero en la industria de calzado con el objetivo de generar una carga uniforme de trabajo basado en la teoría de restricciones (TOC) y la herramienta TAC, TAC (tambor-amortiguador-cuerda) representa a las siglas de los componentes del modelo productivo; de los cuales, se expone las principales características del modelo:

- El tambor representa al proceso de manufactura nivelado de acuerdo a la demanda del cliente marcando un ritmo productivo, en el sistema Pull del JIT de Lean Manufacturing se le conoce como Heijunka para la nivelación del proceso productivo.
- El amortiguador hace referencia la capacidad instalada y esfuerzo humano, en el sistema Pull representa a la célula flexible que es una técnica de Heijunka usado para la planificación de la producción.
- La cuerda hace referencia a la variación de la demanda del cliente, en el modelo Lean manufacturing (manufactura esbelta) el sistema Pull planifica y programa la producción con la finalidad de ajustar la demanda.

En definitiva, aquellos autores (Reyes et al., 2017) iniciaron su investigación identificando las restricciones del proceso productivo “troquelado de cuero” mediante la TOC y el modelo TAC, que según la filosofía del sistema de producción Toyota son características del modelo Lean Manufacturing. La teoría de las restricciones de acuerdo a las ideas de Goldratt (1993, citado en Pilco y Álvarez, 2016: p. 4) es todo un proceso de mejora continua basado en el pensamiento sistemática que tiene por objetivo maximizar el superávit para la compañía a través de la identificación de restricciones que hacen que detenga el flujo del valor en el sistema.

Las restricciones pueden ser de varios tipos como los siguientes: de recurso internos (por ejemplo, el esfuerzo humano, las máquinas, áreas de trabajo), de mercado, o políticas (inversión en conocimiento técnico); en el campo productivo, en un proceso de optimización de tiempos y

movimientos de una actividad se requiere identificarlas a aquellas que detienen el flujo de los materiales debido a su alto contenido de trabajo interrumpiendo al proceso posterior, luego ejecutar cambios necesarios, y en los mejores casos eliminarlas para el desarrollo de un sistema de fabricación haciendo que se incremente el throughput (utilidades) (Ortiz y Caicedo, 2015; citados en Reyes et al., 2017).

Identificar la (s) restricción (s) del sistema.

- Decidir cómo explotarla.
- Subordinar todo lo demás a la decisión anterior.
- Elevar la (s) restricción (s) del sistema.
- Si se ha roto la limitación, identifique la nueva restricción del sistema.

e. Estandarización de operaciones.

La estandarización tiene como objetivo controlar que una actividad se ejecute bajo un mismo método descrito para mejorar la capacidad de respuesta, flexibilidad, y confiabilidad de un proveedor interno y externo; con las ideas de Páez C. (2018, p. 9), se presenta las siguientes características operacionales:

- Está contemplada en un instructivo de trabajo, claro, concreto y conciso, de manera que facilite la utilización del contenido.
- Una hoja de control o estándar es el documento donde se hace una representación de los pasos consecutivos para realizar las operaciones necesarias en un puesto de trabajo.
- Esta técnica permite detectar despilfarros, cuantifica el esfuerzo humano y los recursos necesarios para realizar lo encomendado.

En la siguiente gráfica se muestra un esquema de una hoja de control estandarizada.

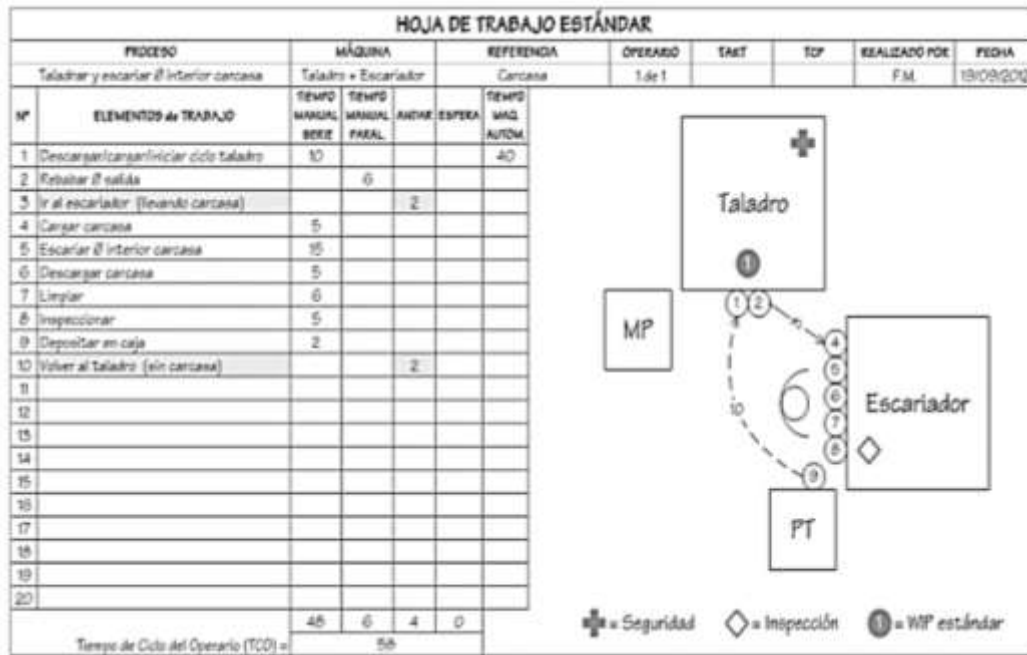


Gráfico 1-2: Hoja de trabajo estandarizado

Fuente: Madariaga, 2013

El esfuerzo humano dentro de una organización también requiere de gestión para el logro de los objetivos estratégicos de la cadena de suministro.

2.4.4.4. Personas.

El modelo SCOR en su versión 10.0 incluyó un componente denominado personas (people), una compañía gestiona este pilar para el desarrollo operacional de la cadena de suministro. En los siguientes apartados se presentan las particularidades esenciales de la gestión del talento humano.

A. Concepto.

La gestión del talento humano es una disciplina que se encarga de optimizar el esfuerzo humano en una organización se considera un factor necesario para llevar a cabo actividades de un negocio que ofrece servicios o fabrica algún tipo de producto. La gestión del talento humano se lleva a cabo mediante la planeación, selección, evaluación, seguridad e higiene, sistema de compensación, y dependiendo de las estrategias operacionales de la compañía (productividad, rentabilidad del negocio, calidad del servicio o producto, etc.) (Chiavenato, 2002; citado en Restrepo y Arias, 2015: pp. 23-24).

B. Modelos de gestión para la gestión del talento humano.

Un modelo de gestión de talento humano es una referencia a seguir para llevar a cabo las competencias gerenciales de una compañía respecto a la administración del esfuerzo humano, constituyéndose esencial para el alcance de los objetivos estratégicos de la organización; Esterilla (2019), para el desarrollo de su trabajo de titulación denominado diseño de un modelo de gestión de talento humano para la empresa Petroamazonas, hizo una revisión de la literatura al respecto, de acuerdo al contenido bibliográfico realizado por aquel autor, se expone los siguientes modelos de gestión (Werther, 2016; Zayas, 2016; Chiavenato, 2002; Chiavenato, 1014; citados en Esterilla, 2019, pp. 12-17):

- De Werther y Davis (1991): este autor en su modelo plantea cinco (5) procesos: fundamentos y desafíos, preparación y selección, desarrollo y evaluación, compensación y protección, relaciones con el personal y evaluación.
- De Zayas (1996): este autor establece que existe una interferencia entre tres (3) procesos: organización, selección, y desarrollo de personal; partiendo de la misión, los objetivos, y la estructura de dirección de la compañía en la cadena de suministro.
- Según Chiavenato (2000): su modelo se enfoca en seis (6) procesos: admisión, aplicación, compensación, desarrollo, mantenimiento, y monitoreo.
- Modelo de gestión por competencias (Alles, 2005): la ejecución de este modelo se ha caracterizado en el campo operacional logrando eficiencia y eficacia desde los puestos de trabajo de la gente, a partir del “desarrollo de personas” que es una competencia del departamento de dirección de una compañía.

a. Características del modelo gestión por competencias.

Las principales características del modelo “gestión de talento humano por competencias” según los criterios de Mejía et al. (2013, pp. 7-8), se muestran a continuación:

- La competencia del esfuerzo humano hace referencia a sus habilidades, saberes, técnicas, formas de pensamiento, permitiendo a las personas desempeñarse óptimamente en su cargo debido a la adquirida mediante la capacitación.
- De acuerdo a los criterios de Rodríguez (2007; citados en Mejía et al., 2013: p.8) se expone los principales beneficios de una capacitación al personal en el ámbito de la gestión por procesos: (uno) mejora el conocimiento del puesto de trabajo de la persona, (2) eleva la moral del personal, (3) el personal visualiza la responsabilidad con la compañía, (4) mejora la relación entre directores y el personal, (5) en la compañía dinamiza la toma de decisiones en la solución de problemas, (6) contribuye a la formación

de líderes de áreas de trabajo y directores, (7) eleva la productividad operacional, (8) reduce los costos operacionales.

- El diagnóstico acerca del inventario de necesidades en las áreas de trabajo de una compañía es el punto de partida para la formación del personal.

C. Competencias gerenciales para la gestión del talento humano.

De acuerdo a los resultados de la investigación de García et al. (2017: pp. 139-140) acerca del “análisis de las políticas de gestión del talento humano en el desarrollo de competencias gerenciales en empresas metalmecánica”, se expone sus cuatro competencias:

- Desarrollo del personal: los directores la compañía o supervisores del talento humano deberán optimizar el esfuerzo humano mediante integración de operaciones como el promover las iniciativas que tiene el personal para la mejora de su desempeño (Benavides y Quintana, 2003; citados en García et al, 2017: p. 140).
- Dirección del personal: se orienta a la capacidad de comunicar a los demás acerca de lo que se va hacer a partir de la adquisición del conocimiento para el desarrollo de sus habilidades que agregarán valor a las operaciones que se ejecutan en la compañía, siendo ésta última que ha invertido con anticipación para la gestión de su cadena de suministro (Benavides y Quintana, 2003; citados en García et al, 2017: p. 140).
- Trabajo en equipo y cooperación: implica la capacidad de un líder en la gestión del talento humano de trabajar de igual forma que su personal, resultando una colaboración mutua; siendo clave la comunicación mediante ideas en mejora del aprendizaje del equipo e incurriendo al logro de los objetivos estratégicos de la compañía (Benavides y Quintana, 2003; citados en García et al, 2017: p. 140).
- Liderazgo: se refiere a la capacidad de liderar un equipo de trabajo mediante la orientación, el ejemplo, resultando ser evidenciable su comportamiento (Benavides y Quintana, 2003; citados en García et al, 2017: p. 140).

La característica principal de un modelo es la gestión de sus procesos, pero este (gestión por competencias) hace referencia que se trata de indicadores de gestión; sin embargo, su enfoque es el mismo.

D. Procesos generales para la gestión del talento humano.

En este apartado de igual forma que en el anterior, se hace referencia a los resultados que obtuvieron García et al. (2017, pp. 137-139) en su investigación acerca de los indicadores de gestión del talento humano; a partir de dichos autores, se presenta políticas de cada indicar:

- Admisión: se refiere a la selección o reclutamiento de personas debido a una vacante que podría presentarse en la compañía mediante avisos por redes sociales o algún otro medio eficaz. Sin embargo, Chiavenato (2009; citado en García et al., 2017: pp.137-138) expone que estas políticas incluyen fuentes de reclutamiento dentro y fuera de la compañía.
- Aplicación: esta fase tiene que ver con las políticas de la planeación, distribución, y la evaluación de su desempeño respecto a la actividad encomendada (Wherter y Davis, 2014; citados en García et al, 2017: p. 138). Además, estas políticas implican para la compañía, que en el puesto de trabajo de disponga de buenas condiciones ambientales y psicológicas.
- Mantenimiento: abarcan políticas de remuneración, mantenerlos motivado mejorando el clima organizacional, y para la seguridad e higiene industrial en la compañía (Wherter y Davis, 2014; citados en García et al., 2017: p. 138).
- Desarrollo: tiene que ver con las políticas de preparación, programación, y rotación del puesto de trabajo del personal en la compañía, resultando una excelente operación organizacional (Wherter y Davis, 2014; citados en García et al., 2017: p. 138).
- Control: corresponde al análisis de sus datos con la finalidad de adecuar nuevas operaciones para los procedimientos relacionados a la gestión del talento humano (Wherter y Davis, 2014; citados en García et al., 2017: p. 139).

A partir de la revisión bibliográfica antes expuesta, resulta esencial para la dirección del talento humano, la fase “desarrollo del talento humano” como punto clave en la gestión de una cadena de suministro.

E. Parámetros para la capacitación a las personas.

La capacitación a quienes operan en estaciones de trabajo para fines productivos o administrativos de una compañía, implican una inversión que a largo plazo resultará rentable haciendo que suba el nivel de productividad de sus operaciones, tomando en cuenta, que aquel particular, es el propósito de la capacitación (López et al, 2017: pp. 19-20).

Pérez y Torrealba (2017, pp. 60-64) desarrollaron una investigación respecto a la gestión del talento humano basado en el modelo “gestión por competencias” para los obreros de la Zona Educativa Cojedes; dichos autores, diseñaron modelos de ejecución para los procesos de la gestión del talento humano; de los cuales, a partir de los criterios de dichos autores, se presenta un modelo para el proceso de la capacitación:

a. Pasos para la ejecución de la capacitación.

Según Chiavenato (2007; citados en Pérez y Torrealba, 2017: p. 62) propone etapas o pasos a seguir, para aquel fin antes expuesto:

- Selección del inventario: el inventario, representa las necesidades de la capacitación evidenciado en el análisis de datos, por ejemplo: el desempeño operacional de los procesos logísticos de la cadena de suministro de una compañía, análisis de métodos y tiempos de la actividad de ensamblaje del proceso de fabricación de un producto, o los resultados de un análisis del desempeño de los operarios respecto a su ritmo de trabajo en una actividad.
- Diseño de la capacitación: es el plan y la programación para llevar a cabo la capacitación, dese luego deberá contener los siguientes enfoques: objetivos (¿qué tema impartir?), motivo ¿para qué?, características (¿cómo?), y principios del instructor (¿quién lo va impartir?)
- Implementación del diseño: es la ejecución del plan.
- Evaluación de los resultados: se puede medir las siguientes magnitudes: resultados de la producción (si el tema pertenece al campo productivo, por ejemplo, piezas ensambladas en un determinado momento), comportamiento de la persona en el ámbito laboral (por ejemplo, el trabajo en equipo), el aprendizaje del personal (mediante la observación se puede evaluar el ritmo de trabajo), o las reacciones del personal (por ejemplo, el nivel de motivación en determinadas situaciones de la jornada); es decir, se valora las características del comportamiento de los operarios en sus puestos de trabajo.

b. Formas de evaluación de los resultados.

Un analista evalúa de las características del desempeño del personal, en función de los datos estadísticos, por ejemplo: el tiempo de ciclo de una operación después de la capacitación, antes y después de la capacitación, o antes y después de la capacitación comparado con un grupo de control (grupo de personas que no asistieron a la capacitación); respecto a este último, resulta más complejo, debido a que implica ejecutar un análisis de experimentos, sin embargo los resultados serán más confiables porque se detectará nuevas variables de estudio.

c. Métodos de capacitación.

De Cenzo y Robbins (2008; citados en Pérez y Torrealba, 2017: pp. 62-63) proponen dos métodos de ejecución para ejecutar la capacitación a las personas, fuera o dentro del puesto de trabajo; de los cuales, se exponen las siguientes alternativas:

- Discurso en un salón de clases.
- Videos y películas: es un método moderno e implica costos por preparación.
- Ejercicios de simulación: se puede llevar a cabo la enseñanza de forma virtual.
- Mediante una computadora.
- Capacitación de vestíbulo: se refiere a un puesto de trabajo aislado del campo real.

En definitiva, la finalidad del desarrollo a personas mediante capacitación, tiene como objetivo incursionar a la gente a la adquisición del conocimiento de acuerdo a las perspectivas operacionales de la compañía u organización.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación fue desarrollada con un enfoque cuantitativo, caracterizado por la cuantificación de los sucesos de arribos de la materia prima a la fábrica, envíos del producto terminado a los clientes externos, la operatividad de la fabricación del producto y los retornos del producto inconforme a la fábrica.

3.2 Contexto de la investigación

El contexto de la presente investigación pertenece a la gestión operacional logística de una cadena de suministro que se dedica a la manufactura de prendas de vestir, integrada por tres elementos básicos: proveedores externos de la materia prima, compañía manufacturera Rio Textil y los clientes externos de dicha compañía.

Los directores de compañía Rio Textil facilitaron el acceso a sus áreas de trabajo para el levantamiento necesario de la información, a sus archivos electrónicos con los registros de las ventas históricas de varios tipos de productos incluido el tipo estudiado.

Además, se dedicó a evaluar los flujos de los materiales y de la información suscitados en su forma natural a lo largo de los puestos de trabajo de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, para luego describir las características esenciales de su comportamiento operacional y explicar las causas y efectos de las ocurrencias deficientes percibidas.

3.3 Casos, población y muestra

El levantamiento de la información se realizó durante tres meses de estancia en la compañía Rio Textil, ocurrieron: 12 arribos de la materia prima, la fabricación de 22 lotes de piezas de distintos diseños del tipo short incluido en caso estudiado, 84 entregas del producto terminado a los clientes externos y 9 devoluciones del producto terminado a la fábrica.

Las unidades de análisis de los arribos de la materia prima, envíos del producto y las devoluciones del producto, representaron el total de ocurrencias observadas por cada operación mencionada

antes, se valoraron a todos elementos de la población con la finalidad de presentar resultados aproximados a la realidad, este procedimiento se exceptuó para la operatividad de la fabricación del producto.

La fabricación del producto fue evaluada con mayor precisión, para esto, un lote de los 22 suscitados en aquel entonces, fue seleccionado aleatoriamente en la segunda semana del último mes de diagnóstico, los días de labores de aquella semana fueron enumerados, luego con el lanzamiento de un dado fue definido a un lote cuyo tamaño tuvo 421 piezas.

El estudio del trabajo al proceso de manufactura se llevó a cabo mediante dos técnicas: el cronometraje para la evaluación de las operaciones de diseño y corte, selección de insumos y empaclado del producto; y, la técnica del muestreo del trabajo, se llevó a cabo para la operación ensamblaje.

Los tamaños de muestra de las tareas de la operación ensamblaje, fueron calculados con la siguiente fórmula, $n = \left(\frac{t*s}{k*\bar{x}}\right)^2$, el valor del cálculo del tamaño de muestra de una tarea varió respecto de otra, por la desviación estándar muestral, se optó cumplir que cada tarea alcance un coeficiente de variabilidad (Cv) menor del 20%; los parámetros de la fórmula antes presentada son los siguientes: t, probabilidad t-student al 95% (1,96); s, desviación estándar muestral; K, límite de aceptación del error muestral, 5%; \bar{x} , media muestral observada. Las unidades de análisis (o los tiempos en segundos/tarea) fueron seleccionados del tamaño de muestra calculado y seleccionados sistemáticamente con el lanzamiento de dos dados a partir de un intervalo K ($K = N/n$).

3.4 Diseño

La presente investigación se ejecutó con un diseño no experimental transversal explicativo con la finalidad de evaluar las causas y efectos de los sucesos ocurridos de forma natural, respecto a los flujos de los materiales y la información en la gestión de las áreas de compras, fabricación, ventas y devoluciones del producto, en la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 de la compañía Rio Textil.

3.5 Procedimiento en la recolección de los datos

Las siguientes técnicas fueron utilizadas para el levantamiento de la información: la observación directa, hojas de control estratificadas, revisión documental, videograbaciones, para el registro de las características de los arribos de la materia prima, del flujo de los materiales e información por los puestos de trabajo del proceso de manufactura, envíos del producto terminado a los

clientes externos mediante transporte subcontratado, y las devoluciones del producto terminado a la fábrica que realizaron los clientes externos. La información se registró en hojas de cálculo Excel, cursogramas analíticos, diagramas de proceso, tablas, mapas, para el posterior análisis de los datos.

3.6 Procesamiento de los datos

Una vez preparada la información en documentos estandarizados, el siguiente paso fue el procesamiento de la información recabada; para lo cual, se utilizaron diagramas de Pareto e Ishikawa de segundo nivel, la estratificación, el VSM, la técnica del análisis de contenido, el software estadístico Minitab y las hojas de cálculo de Excel para el análisis estadístico.

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo del presente capítulo está compuesto por las siguientes fases: reporte de los resultados del desempeño actual de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, los resultados de la propuesta de una configuración de la cadena de suministro, los resultados de la evaluación de una mejora operacional para el sistema logístico de la cadena de suministro, y los resultados de hojas estándar para el control del desempeño del sistema.

4.1 Generalidades de la empresa

4.1.1 Productos que fábrica Rio Textil

La compañía Rio Textil fabrica con frecuencia cinco tipos de prendas de vestir: shorts, pijamas, línea blanca, batas y bvds, estos productos fueron vendidos en grandes cantidades por casi todos los meses del año.

TIPOS DE PRODUCTOS QUE FABRICA LA COMPAÑÍA "RIO TEXTIL" CON FRECUENCIA Y EN GRANDES CANTIDADES.						
	Short's	Pijamas	Línea blanca	Batas	BVD's	Total.
Plan de ventas (cantidad)/mes.	3500	1950	1300	1950	1300	10000
Líneas de ensamble.	Línea 1	Línea 2		Línea 3		
Capacidad (cantidad) teórica de producción por línea.	3500	3250		3250		
Capacidad (%) teórica de producción por línea.	35%	33%		33%		

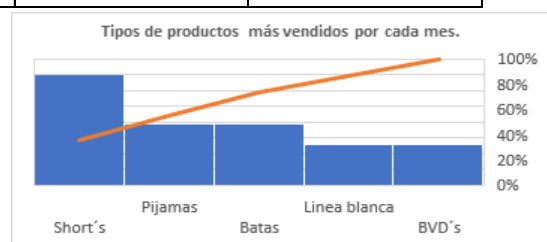


Gráfico 1-4: Tipos de prendas que fabrica Rio Textil

Fuente: Elaboración propia

La estación de manufactura de la fábrica Rio Textil estuvo organizada por varias estaciones de trabajo, la más importante fue la del ensamblaje de piezas, porque estuvo integrada por tres líneas de ensamble, cada una de éstas teóricamente tiene una capacidad de 3300 unidades; es decir, cada línea puede suministrar 3300 unidades fabricadas de algún tipo de producto (o 33% de capacidad) por cada mes.

El diagrama de Pareto de nivel 1 del gráfico 1-4, reconoce que el 20% (shorts y pijamas) del total de las prendas que vende la compañía Rio Textil, representó un 80% de las ventas mensuales; sin embargo, el tipo Short tuvo mayor impacto.

4.1.2 Layout con las áreas de trabajo de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010

La figura 1-4 representa las principales áreas de trabajo utilizadas para la gestión de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, además, los puestos de trabajo por donde circuló el material en la fabricación del producto.

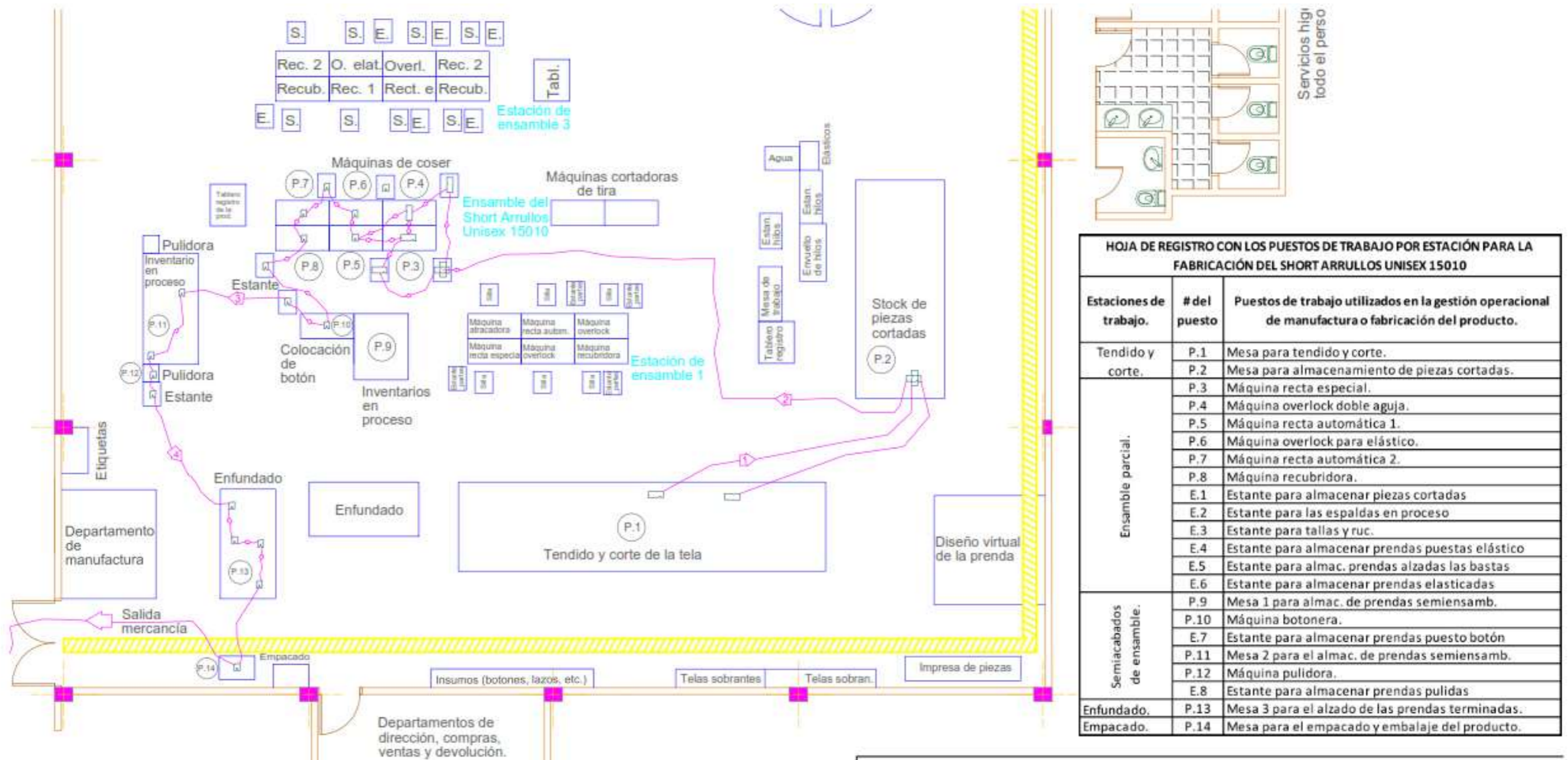


Figura 1-4: Áreas de trabajo de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010

Fuente: Elaboración propia

Las áreas de trabajo de la cadena de suministro de la prenda Short Arrullos Unisex 15010 fueron las siguientes: aprovisionamiento, producción, distribución y devolución; las operaciones de compras, ventas y retornos se ejecutaron en un mismo lugar. La estación de manufactura estuvo agrupada por las siguientes estaciones de trabajo: diseño del producto y corte de la tela, ensamble, semiacabados de ensamble, enfundado, y empaçado del producto; sin embargo, no hubo un área de trabajo para el control global del desempeño de la cadena de suministro, como las funciones que ejecuta el proceso de planificación de una cadena de suministro.

El epígrafe siguiente contiene los resultados más importantes de la actual gestión operacional logística de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, en particular, los resultados del flujo de los materiales e información cursado por las áreas de trabajo.

4.2 Desempeño actual de la cadena de suministro

Las principales características del actual desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 se presentan enseguida:

4.2.1. Flujo de materiales e información

La figura 2-4 muestra las principales características del flujo de los materiales y la información utilizada para la operatividad de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.

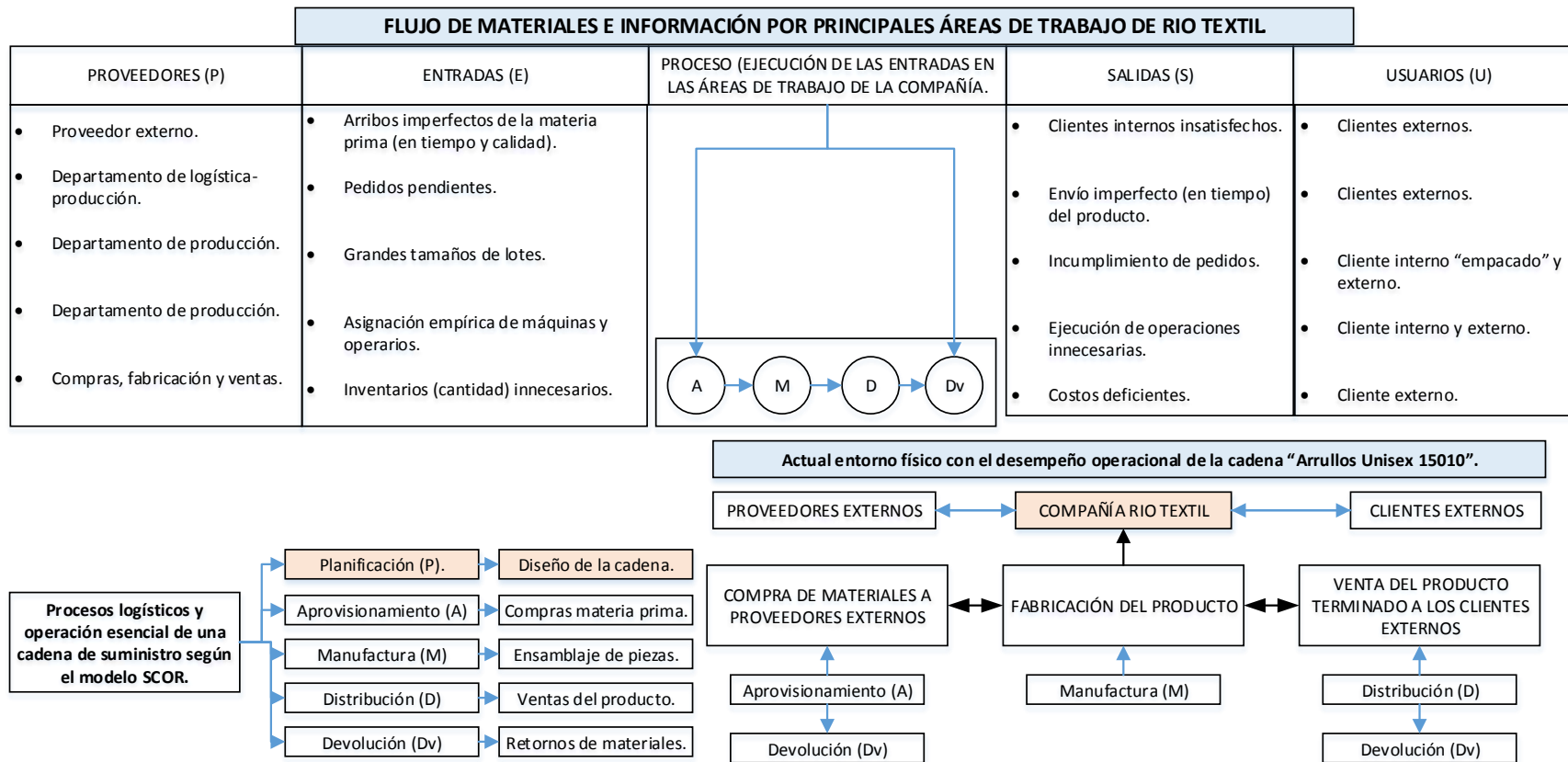


Figura 2-4: Mapa PEPSU con el actual desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010

Fuente: Elaboración propia

Un esquema visual con los procesos y factores se presenta en la figura 2-4, los directores de Rio Textil muy poco se dedicaron a la configuración eficiente de la cadenas de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, se detectó los siguientes factores de entrada: arribos imperfectos de la materia prima, pedidos pendientes,

fabricación del producto en grandes tamaños de lotes, selección de personas y máquinas de forma empírica, y descontrol de la cantidad de inventarios en los estantes de la fábrica, resultando, descoordinación en todas las áreas de trabajo de la cadena de suministro e insatisfacción de los clientes internos y externos.

El gráfico 2-4 muestra un conjunto de factores comunes de entrada y salida percibidos en las áreas de trabajo durante la gestión de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.

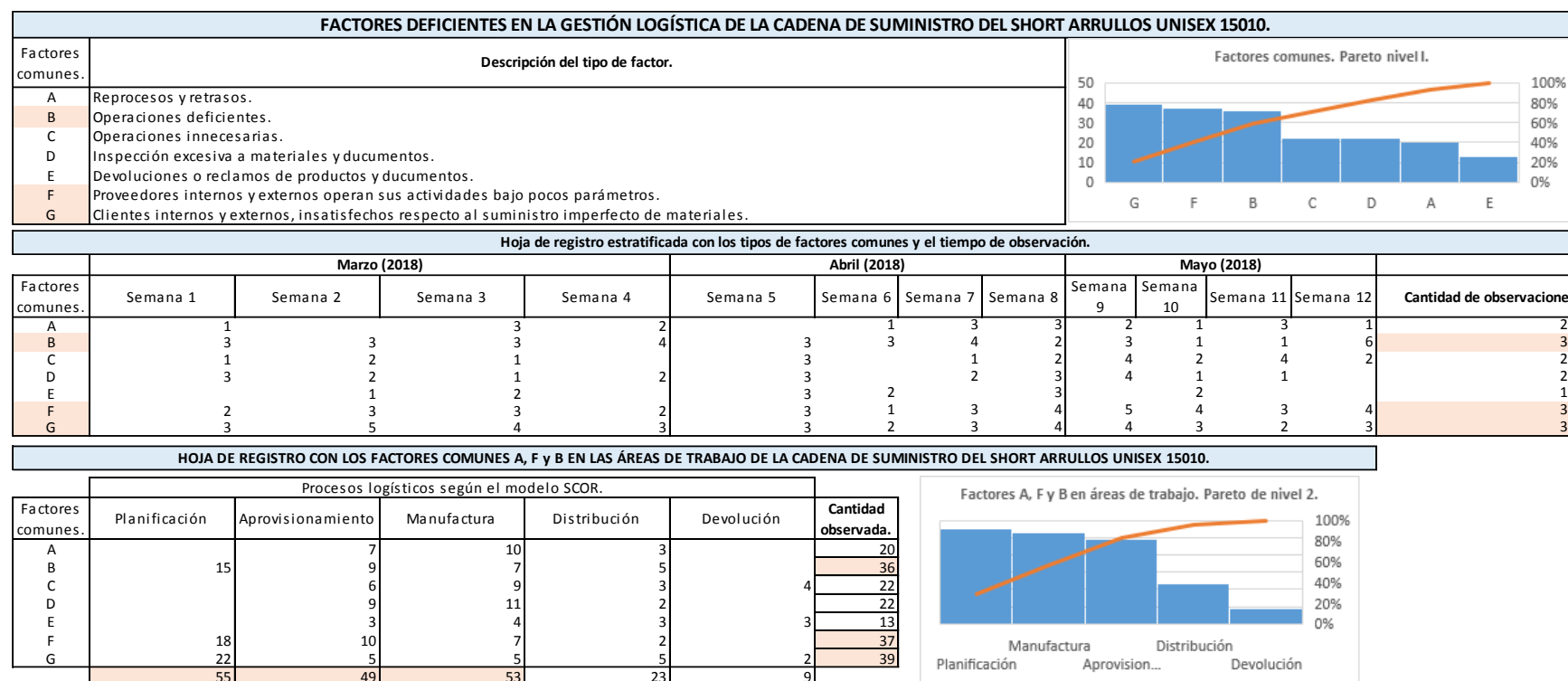


Gráfico 2-4: Hoja de registro con factores de entrada y salida en las áreas de trabajo de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Pareto de nivel 2 del gráfico 2-4 muestra que en el 20% de las áreas de trabajo (Planificación, Aprovisionamiento y Manufactura) de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 se presentaron tres tipos de factores (tipo B, F, y G), generando éstos un 80% de impacto deficiente al desempeño de toda la cadena de suministro. Las siglas B, F y G, corresponden a los siguientes factores, operaciones deficientes (B), los proveedores internos y externos operaron sus actividades con pocos parámetros (F) claros, y clientes externos y externos insatisfechos respecto a los suministros imperfectos de los materiales (G).

Ideas para mejorar de la logística operacional de la cadena de suministro: Una mejor coordinación del flujo de los materiales y la información se puede lograr a través de la configuración eficiente de la cadena de suministro, en conjunta decisión con los directores del departamento de dirección, logística y producción, y a la vez, enfocados al planteamiento de los objetivos estratégicos de la cadena de suministro global.

4.2.2. Manejo de los pedidos de los clientes externos

El mapa de flujo de procesos de la figura 3-4 representa la forma del cómo se llevó a cabo el manejo de los pedidos de los clientes externos en las áreas de aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010.

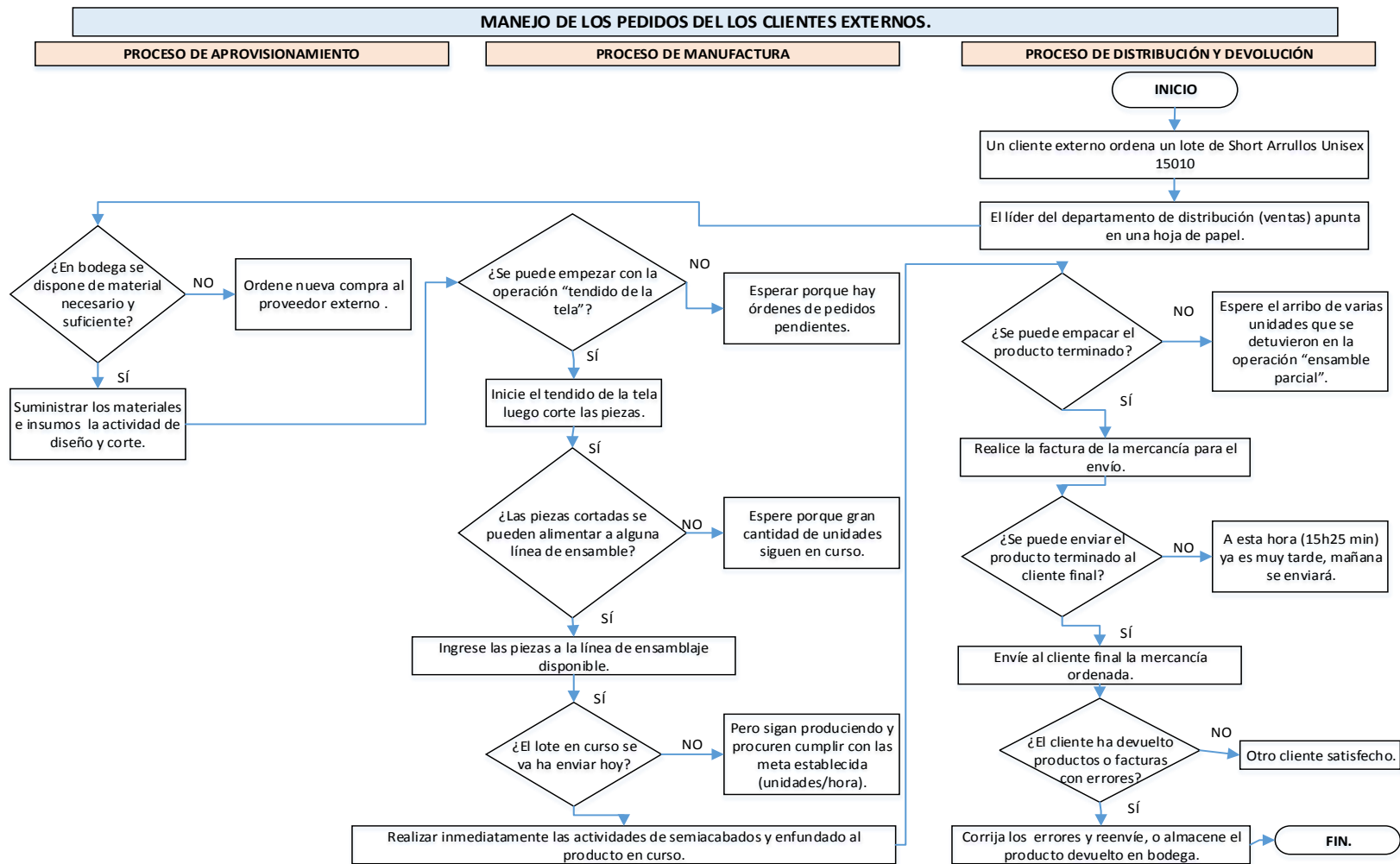


Figura 3-4: Mapa de flujo de procesos con el manejo de los pedidos de los clientes externos

Fuente: Elaboración propia

La figura 3-4 resalta las deficiencias operacionales al momento de gestionar los pedidos de los clientes externos, se visualiza el descontrol del inventario de la materia prima en la bodega del proceso de aprovisionamiento, las esperas del material en proceso en las áreas de manufactura, la dificultad al momento de la preparación de los pedidos para los envíos, y la insatisfacción de los clientes externos respecto a la calidad del servicio recibido.

4.2.3. Compras de la materia prima

El esquema de un árbol de problemas (anexo A) se utilizó para la representación de las causas y efectos más importantes respecto a los reabastecimientos imprecisos de la materia prima.

La principal causa del reabastecimiento impreciso en cantidad y tiempos de la materia prima fue por lo Rio Textil preparaba las órdenes de compras de forma empírica. La gráfica 3-4 muestra las características de los arribos de la materia prima que los proveedores externos suministraron a la fábrica.

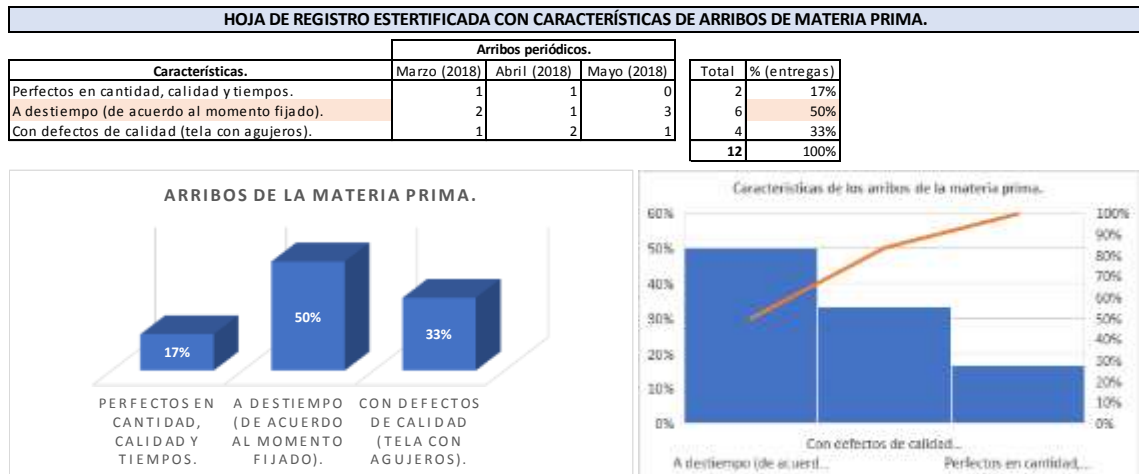


Gráfico 3-4: Hoja de control con los resultados de los arribos de la materia prima

Fuente: Elaboración propia

La hoja de control del gráfico 3-4 muestra el registro de tres tipos de características respecto a los arribos de la materia prima: arribos perfectos en cantidad y tiempos, arribos fuera de tiempo (de acuerdo al momento fijado), y arribos con desperfectos de calidad (tela con agujeros); de los cuales, el 50% del total de los arribos de la materia prima (12 arribos) llegaron a destiempo, el 33% presentaron defectos de calidad y el 17% fueron perfectos en cantidad, calidad y tiempos; los arribos fuera de tiempo (20% de las características), impactaron en un 80% en aquel entonces al desempeño eficiente de las operaciones de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, resultando una fabricación descoordinada, un aumento a la cantidad de inventarios de materia prima, en proceso y terminados, se evidenció pedidos pendientes y atrasados.

Ideas y herramientas para la mejora del reabastecimiento de la materia prima: Los arribos de la materia prima a tiempo y en cantidad aproximada de acuerdo a las demandas de los clientes externos, van a depender de la generación de los pronósticos de las demandas futuras a partir de las ventas históricas del producto y la evaluación a la cantidad de inventario de seguridad de la materia prima, ambas técnicas, mejorarían a aquel particular percibido.

4.2.4. Fabricación del producto

El árbol de problemas del anexo B muestra que la principal causa del problema “fabricación del producto sin estándares de trabajo” fue la falta de control de la producción, resultando efectos significativos, tales como: el operario definió su método de trabajo, no se cumplieron con la planificación de la producción, y el tiempo de flujo del lote fabricado fue alto.

La figura 4-4 representa un esquema visual del conjunto de puestos de trabajo agrupados por cada estación y el recorrido del lote de 421 piezas, en el proceso de la fabricación.

El material cursó por catorce puestos de trabajo (figura 4-4) durante la fabricación del producto y la distancia total recorrida fue de 38,18 metros; de los cuales, solo cuatro desplazamientos fueron mayores de 1,50 metros, los demás correspondieron a los micromovimientos; gran cantidad de este último tipo de operación, se observó en la estación de ensamblaje parcial (B). El proceso de manufactura estuvo organizado por cinco estaciones de trabajo, y fueron las siguientes: diseño y corte (A), ensamble parcial (B), semiacabados de ensamble (C), enfundado (D) y empacado (E); las estaciones B, C y D, podrían integrarse en una sola y denominarse ensamblaje, cuyo propósito sería ahorrar segundos de dos distancias.

La fabricación del lote de 421 piezas tardó 40,50 horas con el esfuerzo de 11 personas; de esta cantidad de operarios, sólo 3 personas operaron la jornada completa en la estación de ensamble parcial (gráfico 4-4), los demás, trabajaron parcialmente.

TIEMPO DE FLUJO DE LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO (LOTE DE 421 UNIDADES).												
Estación de trabajo.	Operaciones de manufactura.	Tiempo de flujo (horas)/estación	Total (%)	Tiempo (horas) de flujo/operación.	Total (%)	Número de operarios.	Los operario operaran la jornada completa o parcialmente.	Tiempo (horas) que el material permaneció como inventario.	%	Tiempo productivo (horas).	%	Tiempo (horas) de flujo/operación
Diseño y corte.	Diseño del producto, tendido y corte de la tela.	14,5	36%	14,5	36%	2	Parcialmente.	11,5		3		14,5
	Ensamble parcial.			16	40%	3	Jornada completa.	1		15		16
Ensamblaje.	Semiabados de ensamble.	25,5	63%	8,5	21%	1	Parcialmente.	5,5		3		8,5
	Enfundado.			1	2%	2	Parcialmente.	0		1		1
Empacado.	Empacado.	0,5	1%	0,5	1%	3	Parcialmente.	0		0,5		0,5
		40,50	100%	40,50	100%	11		18	44%	22,50	56%	40,5

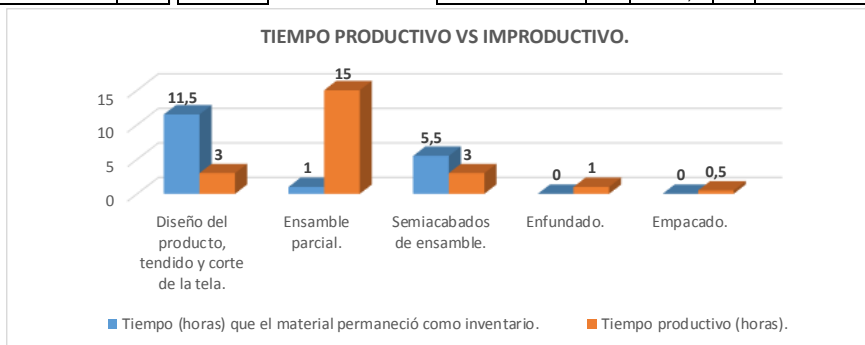
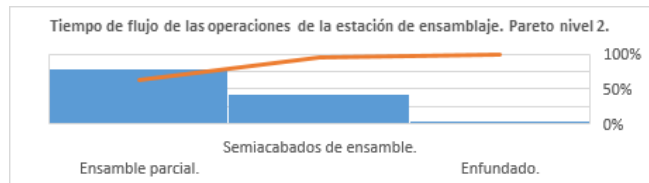
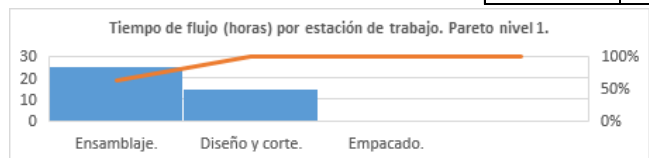


Gráfico 4-4: Tiempo de flujo del lote observado durante el proceso de manufactura

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Pareto del gráfico 4-4 muestra que el material del lote de 241 piezas se detuvo en la estación de ensamblaje por la operación ensamblaje parcial; es decir, la estación de ensamble parcial detuvo en un 80% al tiempo de flujo de los materiales en el proceso de fabricación.

El 44% del tiempo total de flujo (o 18 horas de improductividad), el material de 421 piezas permaneció como inventario en proceso; de los cuales, 11,5 horas, el material se detuvo como inventario en la estación de diseño y corte. El 56% del tiempo total de flujo (o 22,50 horas) representó al tiempo productivo, por lo tanto, 15 horas el material se detuvo por la operación ensamble parcial.

Los resultados del indicador productividad parcial (unidades fabricadas por unidad de tiempo) se presentan enseguida:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{insumos}}. \quad (10)$$

$$\text{Productividad en el proceso de manufactura} = \frac{421 \text{ unidades.}}{40,50 \text{ horas.}} = 10 \text{ unidades/hora.}$$

$$\text{Productividad en el área de diseño y corte} = \frac{421 \text{ unidades.}}{14,50 \text{ horas.}} = 29 \text{ unidades/hora.}$$

$$\text{Productividad en el área de ensamblaje parcial} = \frac{421 \text{ unidades.}}{16 \text{ horas.}} = 26 \text{ unidades./hora.}$$

$$\text{Productividad en el área de semiacabados de ensamblaje} = \frac{421 \text{ unids.}}{8,50 \text{ horas.}} = 49 \text{ unidades./hora.}$$

Ideas y herramientas para mejorar el proceso de fabricación: la mejora del desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 depende del desempeño eficiente de la fabricación del producto, el sistema Pull de la técnica del Justo a Tiempo es una alternativa de ejecución, cuya característica es la nivelación de la demanda de los clientes externos, para los suministros de las partes en proceso y terminados a los clientes internos y externos, respectivamente, a tiempo, en cantidades exactas y a costos razonables.

Enseguida se muestra resultados operacionales del ensamble parcial, debido a que su contenido de trabajo productivo por unidad, es alto.

4.2.4.1 *Método actual de trabajo de la operación ensamble parcial*

El diagrama de Ishikawa de nivel 1 (anexo C) muestra un esquema visual de los factores que influenciaron en el control de la producción en la estación de ensamblaje parcial, el factor más significativo fue la ejecución del trabajo sin estándares o especificaciones.

A. Ritmo de trabajo de la operación ensamble parcial.

Los cuatro parámetros del sistema de Westinghouse se utilizaron para la cuantificación del factor de calificación de los operarios de la operación ensamble parcial (figura 5-4).

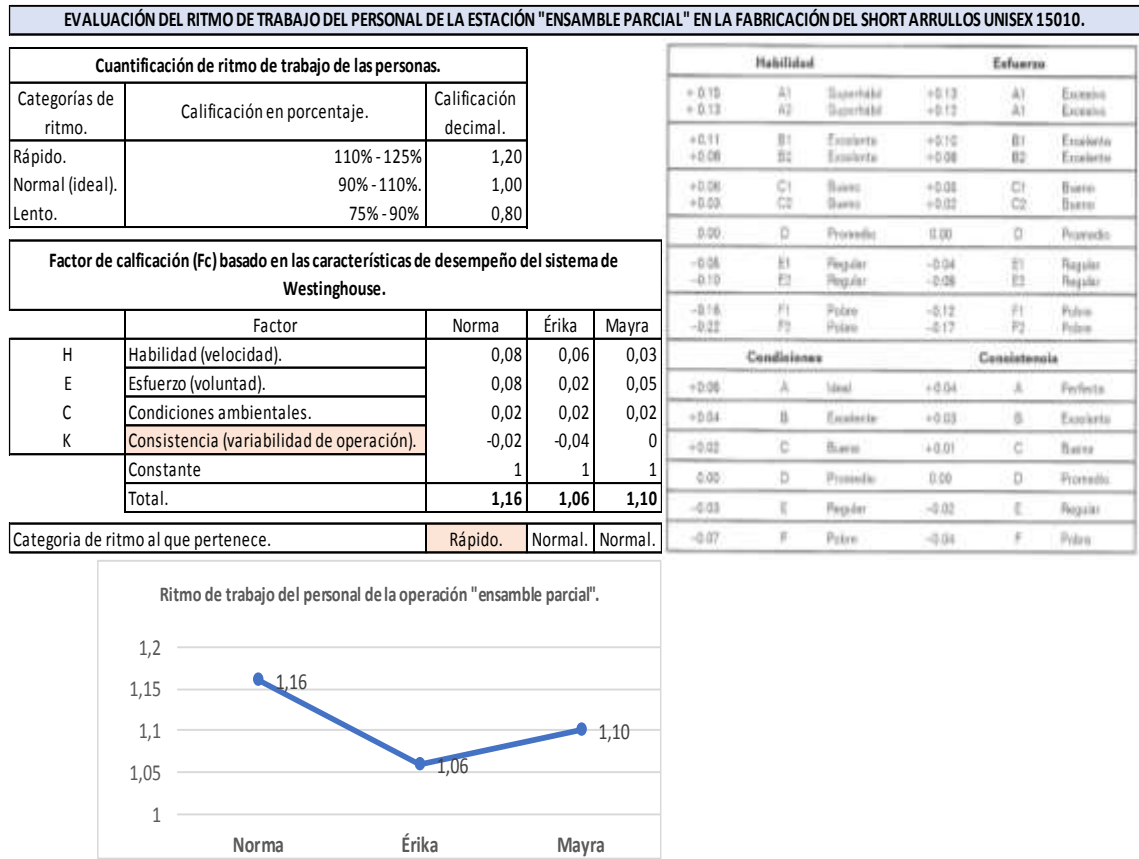


Figura 5-4: Evaluación del ritmo de trabajo por operaria de la operación ensamble parcial

Fuente: Elaboración propia

La observación directa fue la técnica empleada para la cuantificación del factor de calificación (Fc) por cada operaria durante la ejecución del ensamblaje parcial del producto estudiado: Norma trabajó con un factor de calificación (o Fc) de 1,16, aquel valor, representa a un ritmo de trabajo rápido; Érika trabajó con un Fc de 1,06 y Mayra con un Fc de 1,10, estos dos últimos ritmos pertenecen a un trabajo normal; es decir, las tres operarias antes presentadas, ejecutaron el trabajo con un ritmo desequilibrado.

El ritmo de trabajo de Norma resultó muy alto, por su habilidad o la rapidez en el uso de máquinas de coser para la realización de varias tareas encargadas, se la asignó un valor de 0,08, según la tabla estándar del sistema de Westinghouse, corresponde a una habilidad excelente (B2); al esfuerzo demostrado o la voluntad de trabajo se definió un valor de 0,08 (B2, excelente); por las condiciones ambientales de trabajo se asignó un valor de 0,02 (C, bueno); por la consistencia o el mantener el ritmo de trabajo de una pieza a otra, se la valoró con -0,02 (E, regular); y, el valor de

1, por la constante según la fórmula; en conjunto resultó un ritmo de 1,16, cuyo valor pertenece a la categoría de un operario rápido; un trabajo a ritmo normal, es lo ideal.

La operatividad del ensamblaje parcial a un ritmo variable, dificultó la medición del trabajo durante el proceso del levantamiento de la observación; ya que elevó al tamaño de muestra de cada tarea observada, debido a la alta magnitud de la desviación estándar muestral, y por ende ascendió el coeficiente de variabilidad (Cv), por ejemplo, el Cv de la tarea F (en el día 1 o jueves) que del 34%, y el segundo día resultó el Cv de 16,9 % (tabla 1-4).

Tabla 1-4: Hoja de control estratificada con las tareas de la actividad ensamblaje y pruebas estadísticas

TAREAS DE LA ACTIVIDAD ENSAMBLE DEL SHORT ARRULLOS UNISEX 15010.																			
Ensamble parcial.										Semiacabados de ensamble.									
A	Pespunte de delanteros (m. recta especial).	L	Pegado de elástico (m. overlock para elástico).	AA	Pega botón (máquina botonera).														
B	Pespunte de costados (m. recta automática 1).	L'	Inspecciona la tarea realizada "pega elástico".	BB	Pule la prenda (máq. pulidora).														
C	Pespunte de delanteros y espaldas (m. recta automática 1).	M	Vira innecesariamente la prenda (deja en posición virada).	CC	Coloca la etiqueta de cartón (usa una pistola manual).														
D	Bragueta sobre los delanteros (m. recta especial).	N	Remata el elástico (m. recta automática 2).	DD	Dobla la prenda (manual).														
E	Pegado de una bandera (m. recta automática 1).	O	Remata el elástico y vira la prenda (deja en posición normal).	EE	Enfunda en grupo de tres unidades (manual).														
F	Coge tiro delantero (m. overlock doble aguja).	P	Alzado de bastas (m. recta auto. 2)	FF	Pega cinta adhesiva en el paquete (manual).														
G	Cierra los costados + una bandera (m. overlock).	Q	Elasticado la cintura.	GG	Enfunda cuatro grupos de paquetes y amarra (manual).														
H	Cierra los costados (m. overlock).	R	Rematado de elástico y alzado de bastas.																
I	Coge tiro de la espalda + talla + ruc (m. overlock)	S	Vira la p. (p. normal), remata elástico y alza bastas.																
J	Coge tiro de la espalda + talla + ruc + cerrado de entrepier. (m. overl.)	T	Vira la prenda a la p. normal y alzado de bastas																
K	Cerrado de entropiernas (m. overlock).	U	Pega lazo (para el Short 15010 niña)																

MEDIDA DE TIEMPOS (EN SEGUNDOS) (DÍA UNO). USANDO LA TÉCNICA MUESTREO DEL TRABAJO.																				
Tareas o elementos	Norma					Érika					Mayra									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
# observaciones.	181	143	149	164	169	173	4	173	129	13	116	116	40	41	66	102	125	4	56	
T. de muestra.	n	55	42	30	91	80	208	71	66	166	54	68	37	53	166	61	102	288	3	13
Media.	μ	16,96	16,59	18,77	15,74	7,49	13,44	33,75	21,57	16,25	28,15	11,62	27,40	3,74	8,15	9,41	61,02	34,10	67,75	59,42
D. estándar.	σ	3,19	2,70	2,63	3,59	1,73	4,56	7,27	4,51	5,14	5,27	2,49	4,23	0,69	2,60	1,88	15,45	14,13	2,87	5,42
C de variabilidad.	Cv	19%	16%	14%	23%	23%	34%	22%	21%	32%	19%	21%	15%	18%	32%	20%	25%	41%	4%	9%

MEDIDA DE TIEMPOS.							
Mariuxi							
AA	BB	CC	DD	EE	FF	GG	
40	40	40	40	40	40	40	
9,87	24,72	4,94	5,98	5,72	5,86	8,67	
Obtención de éstos datos (en segundos) con la técnica de cronometraje.							

MEDIDA DE TIEMPOS (EN SEGUNDOS) (DÍA DOS). USANDO LA TÉCNICA MUESTREO DEL TRABAJO.																						
Tareas o elementos	Norma					Érika					Mayra											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	L'	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
# observaciones.	129	162	177	116	161	228	10	183	185	19	208	139	175	0	62	33	38	173	2	73	35	50
T. de muestra.	n	81	22	26	35	61	86	17	19	35	5	43	64	99	161	83	31	33	5	20	21	74
Media.	μ	16,66	16,06	20,50	14,14	8,44	8,94	27,30	20,31	15,22	25,54	11,18	21,60	6,13	7,11	10,09	50,34	26,74	60,50	68,89	57,94	18,02
D. estándar.	σ	1,5913	0,78	0,85	1,12	0,988	1,512	2,869	0,59	0,99	0,65	0,81	2,127	0,69	2,147	2,35	7,137	1,36	3,54	5,134	6,817	3,951
C de variabilidad.	Cv	9,6%	4,9%	4,2%	7,9%	11,7%	16,9%	10,5%	2,9%	6,5%	2,6%	7,2%	9,8%	11,3%	30,2%	23,3%	14,2%	5,1%	5,8%	7,5%	11,8%	21,9%

Tareas que no alcanzaron el tamaño de muestra calculado respecto a la cantidad observada o contienen muy pocas observaciones para el cálculo del estadístico t-student (mínimo 30 observaciones).

Conjunto de tareas (tiempos observados en segundos) de la actividad ensamblaje de Short Arrulllos Unisex para los próximos análisis.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 1-4 muestra resultados estadísticos para cada tarea de la actividad ensamblaje del Short Arrulllos Unisex 15010 (se recuerda que la actividad de ensamblaje forma parte de dos operaciones: ensamble parcial y semiacabados de ensamble); las tareas resaltadas con el color rosado, mostraron tamaños de muestras muy altos respecto a la cantidad observada, Por ejemplo, el tamaño de muestra de la tarea F (realizada por Érika en el día uno)

Resultó 208 unidades a pesar que se realizó 173 observaciones, para alcanzar el tamaño de muestra calculado, se debió agregar la medición del tiempo operacional en segundos de 35 piezas; sin embargo, no se logró por la escasez de datos, a pesar que el tamaño del lote estudiado fue de 421 unidades, a muchos de estos no se los midió porque, Érika no mantuvo un mismo punto de inicio y fin al momento de realizar cíclicamente la tarea.

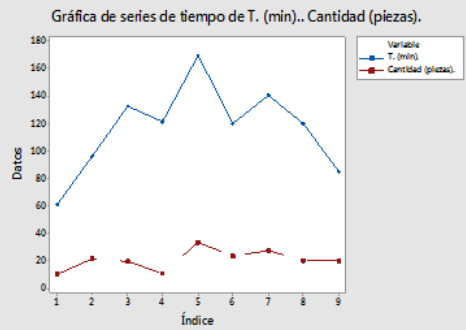
B. Despilfarros de la operación ensamble parcial.

a. Sobreproducción e inventarios.

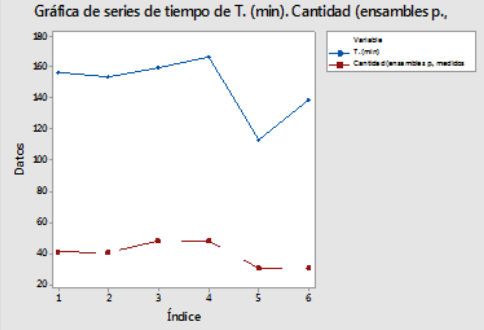
La siguiente gráfica presenta el resultado de la falta de trabajar la operación ensamble parcial con una misma cantidad de sublote.

LA SOBREPDUCCIÓN E INVENTARIOS DEBIDO A LA VARIABILIDAD DE LOS TAMAÑOS DE SUBLOTES.

Hoja de registro estratificada con la cantidad de unidades registradas parcialmente y el tiempo incurrido. DÍA JUEVES.					
# de sub lote	Rango de tiempo (hora) del sub lote.	Receso	Color de prenda	T. (min).	Cantidad (ensambles p., medidos en la última máquina).
1	9h58_11h08	Mañana (9min)	Turquesa	61	10
2	10h06_11h51			96	21
3	10h20_12h41			132	19
4	11h09_13h10	Tarde (48min).	Azul marino	121	11
5	11h14_14h51			169	33
6	12h48_15h36			120	23
7	13h08_16h16			140	27
8	14h46_16h46			120	20
9	16h01_17h19 + 8h25_8h32			85	20
				1044	184



Hoja de registro estratificada con la cantidad de unidades registradas parcialmente y el tiempo incurrido. DÍA VIERNES.					
# de sub lote	Rango de tiempo (hora) del sub lote.	Receso	Color	T. (min)	Cantidad (ensambles p., medidos en la última máquina).
1	16h22 + 8h25_8h43_11h26	Mañana (9min)	Azul	157	41
2	10h12_13h01		154	40	
3	11h52_15h27	Tarde (48min).	Rojo	160	48
4	14h22_16h15		167	48	
5	14h59_17h18		113	30	
6			139	30	
				890	237



La sobreproducción (cantidad) por cada sub lote y el tiempo perdido en el sistema. Día jueves.					
# Sublote.	Registro de cantidad producida en la primera máquina.	Registro de cantidad producida en la última máquina.	Sobreproducción (piezas).	Observaciones: El método de trabajo incurrido en la primera máquina produjo pérdida de tiempo (minutos) al sistema.	Total de tiempo (min.) perdido.
	Norma.	Mayra.		Método operacional de Norma.	
1	50	10	40	Produjo continuamente.	
2	0	21	-	Ya no produce, antes ya lo hizo.	
3	0	19	-	Ya no produce, antes ya lo hizo.	
4	11	11	0	Produjo continuamente.	
5	33	33	0	Primero operó a 20 partes luego a 13.	7
6	23	23	0	Primero operó 8 partes luego a 15.	3
7	27	27	0	Primero operó 15 partes, luego 4 y después 8.	3
8	20	20	0	Primero operó 7 partes, luego 11 y después 2.	12
9	20	20	0	Produjo continuamente.	
			40		25

La sobreproducción (cantidad) por cada sub lote y el tiempo perdido en el sistema. Día viernes.					
# Sublote.	Registro de cantidad producida en la primera máquina.	Registro de cantidad producida en la última máquina.	Sobreproducción (piezas).	Observaciones: El método de trabajo incurrido en la primera máquina produjo pérdida de tiempo (minutos) al sistema.	Total de tiempo (min.) perdido.
	Norma.	Mayra.		Método operacional de Norma.	
1	41	41	0	Produjo continuamente.	
2	40	40	30	Primero operó 10 partes luego 30.	14
3	48	48	0	Produjo continuamente.	
4	48	48	0	Produjo continuamente.	
5	30	30	0	Produjo continuamente.	
6	30	30	0	Primero operó 5 partes luego 25.	19
			30		33

Gráfico 5-4: La variabilidad del tiempo operacional y la cantidad producida por cada sub lote al trabajar sin especificaciones
 Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados cuatro tipos de despilfarros en la operatividad del ensamble parcial del producto: las esperas de personas y máquinas, la inspección excesiva, la sobreproducción y los inventarios; a continuación, se presenta el tiempo estándar del proceso de manufactura.

B. Tiempos estándar de las operaciones de manufactura.

Las siguientes tablas contienen datos de tiempos estándar por cada tarea de cada operación del proceso fabricación.

Tabla 2-4: Tiempo estándar de las tareas de la operación ensamblaje

TIEMPOS ESTÁNDAR DEL ENSAMBLAJE DEL SHORT ARRULLOS UNISEX 15010.													
Tareas del ensamble parcial.										Tareas de semiacabados de ensamble.			
1	A	Pespunte de delanteros (m. recta especial).	8	C	Pespunta de delanteros y espaldas (m. recta automática 1).	12	AA	Pega botón (máquina botonera).					
2	F	Coge tiro delantero (m. overlock doble aguja).	9	L	Pegado de elástico (m. overlock para elástico).	13	BB	Pule la prenda (máquina pulidora).					
3	D	Bragueta sobre los delanteros (m. recta especial).		L'	Inspecciona la tarea realizada "pega elástico".		CC	Coloca la etiqueta de cartón (usa una pistola manual)					
4	E	Pegado de bandera (m- recta automática 1).	10	M	De forma manual vira la prenda innecesariamente (deja en posición virado).	14	DD	Dobla la prenda (manual).					
5	H	Cerrado de costados (m. overlock).		O	Remata el elástico en la maq. recta automática 2 y vira la prenda a la posición normal.		EE	Enfunda en grupo de tres unidades (manual).					
6	B	Pespunte de costados (m. recta automática 1).	P	Alzado de bastas (máquina recta automática 2)	FF		Pega cinta adhesiva en el paquete (manual).						
7	I	Coge tiro de la espalda + talla + ruc (m. overlock)	11	Q	Elasticado la cintura.		GG	Enfunda cuatro grupos de paquetes y amarra (manual).					
	K	Cerrado de entrepiernas (m. overlock).											

Orden secuencial del trabajo.	Norma				Érika				Mayra				Mariuxi										
	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	L'	M	O	P	Q	AA	BB	CC	DD	EE	FF	GG	
Media observada (segundos).	16,66	16,06	20,50	14,14	8,44	8,94	20,31	15,22	11,18	21,60	6,13	3,74	9,41	50,34	26,74	9,87		24,72	4,94	5,98	5,72	5,86	8,67
Tiempo normal (seg.).	18,49	17,83	22,75	15,69	9,37	9,93	22,54	16,90	12,41	23,98	6,80	4,16	10,45	55,88	29,68	10,96		27,44	5,48	6,64	6,35	6,50	9,62
Tiempo estandar (seg.).	20,53	19,79	25,26	17,42	10,40	11,02	25,02	18,75	13,77	26,61	7,55	4,61	11,59	62,02	32,94	12,16		30,46	6,09	7,37	7,05	7,22	10,68
Tareas que detienen el flujo de valor.	20,53	19,79	25,26	17,42	10,40	11,02	25,02	32,53	34,16			78,23	32,94	12,16			30,46				38,40		
Tiempo estándar (seg./operaria).	93,39					102,73							111,17						81,03				
Tiempo estándar (seg./unidad).	388,32																						

Factor de calificación (Fc).					
Símb.	Parámetros.	Norma	Érika	Mayra	Mariuxi
H	Habilidad	0,06	0,06	0,06	0,06
E	Esfuerzo	0,02	0,02	0,02	0,02
C	Condiciones	0,02	0,02	0,02	0,02
K	Consistencia	0,01	0,01	0,01	0,01
	Constante	1	1	1	1
	Total	1,11	1,11	1,11	1,11

Tiempo suplementario.	
Necesidades personales.	4%
Fatiga	4%
Holgura especial (interferencia a máquinas).	2%
Holgura especial (carga y descarga del carretel en la máquina).	1%
Total (%)	11%
Valor decimal.	0,11
Total min./jornada	480
Minutos disponibles/jornada.	427,20
Tiempo (min.) para el descanso por jornada (holgura máxima).	52,80

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2-4 muestra que el tiempo de ciclo estándar por unidad ensamblada del producto estudiado, fue aproximadamente de 388,32 segundos por unidad. La operación estuvo compuesta por 14 tareas y varias de éstas agruparon a otras o conocidas como subtareas; la primera tiene el nombre de pespunte de los delanteros (tarea A) y la última, enfundado de cuatro paquetes y amarrado de la funda (subtarea GG); trabajaron cuatro personas, tres de estas personas, operaron la jornada completa en la estación de ensamble parcial y una persona parcialmente en la estación de semiacabados de ensamble; por cálculos del tiempo estándar de cada tarea, se definió un mismo factor de calificación (Fc) por operaria (1,11) ya que en la práctica hubo variabilidad (figura 5-4).

A los cuatro parámetros del Fc del sistema de Westinghouse (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia), se definió la característica de buena, debido a la experiencia demostrada en la manipulación de piezas del producto para el proceso de costura usando máquinas de coser. El tiempo normal de cada tarea se obtuvo del producto de la media observada (tiempo operacional en segundos) y el Fc. El tiempo estándar de cada tarea se obtuvo del producto del tiempo normal (TN) y la adición de la holgura por descanso (de 11% o 0,11 en decimal) o tiempo suplementario más una unidad (1).

El valor de 11% por holgura, en tiempos es 52,80 minutos (11% x 480 minutos de trabajo diario = 52,80 min.) y está compuesta por los siguientes parámetros parciales: 4% por las necesidades personales, 4% por fatiga, 2% por interferencia a las máquinas asignadas, y 1% por carga y descarga del carretel de la máquina.

Un ejemplo de cálculo del tiempo normal y estándar se demuestra para la tarea A:

$$TN = T. \text{ observado} * Fc \text{ (decimales).}$$

$$TN \text{ del elemento A} = 16,66 \text{ segundos} * 1,11 = 18,49 \text{ segundos.}$$

$$TE = TN * (1 + \text{hogura en decimales}).$$

$$TE \text{ del elemento A} = 18,49 \text{ seg.} * (1 + 0,11) = 20,53 \text{ segundos.}$$

En las siguientes tablas se agrega el tiempo estándar de tres operaciones: diseño y corte (1), selección de insumos (2) y empacado (3).

La siguiente tabla presenta el conjunto de tareas involucradas en las operaciones: diseño y corte de la tela y selección de los insumos, la media en segundos se obtuvo con un cronómetro y fue definida de un promedio de 20 observaciones.

Tabla 3-4: Tiempo estándar de la operación diseño y corte

TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN DE DISEÑO Y CORTE.								
Estación. Operaria.	Símbolo.	Tareas que agregan valor al producto.	Media (seg.)	Fc.	T. normal (seg.)	T. estándar (seg.)	T. (seg.) estándar/ operaria.	
Diseño y corte.	Paola	a	Apunta en su cuaderno la orden de producción.	2	1,11	2,22	2,47	41,77
		b	Diseña las piezas de la prenda virtualmente (en una computadora).	6	1,11	6,67	7,40	
		c	Verifica el proceso de impresión de las piezas en la máquina ploter.	2	1,11	2,22	2,47	
		d	Tendido de la tela sobre la mesa.	3	1,11	3,21	3,56	
		e	Separa con tijera la tela que une entre la tela tendida y la de rollo.	1	1,11	1,09	1,21	
		f	Registra en el Kardex físico de la tela la cantidad de tela utilizada.	2	1,11	2,22	2,47	
		g	Descarga el papel impreso del ploter.	1	1,11	1,11	1,23	
		h	Tiende el papel impreso sobre la tela tendida.	6	1,11	6,67	7,40	
		i	Rosea sprite sobre un pliego de papel.	1	1,11	1,11	1,23	
		j	El papel roseado sprite lo pega sobre la tela tendida.	1	1,11	1,11	1,23	
		k	Registra en un cuaderno la cantidad de tela tendida.	2	1,11	2,22	2,47	
		l	Corta los dos delanteros de la prenda.	3	1,11	3,33	3,70	
		m	Corta las dos espaldas de la prenda.	3	1,11	3,33	3,70	
		n	Los datos del cuaderno registra en una hoja de cálculo de Excel.	1	1,11	1,11	1,23	
Diseño y corte.	Cecilia	o	El área de tendido de la tela delimita con clavos.	5	1,11	5,56	6,17	30,83
		p	La área delimitada es cubierta con un papel base antes del tendido.	6	1,11	6,67	7,40	
		q	Organiza los delanteros cortados.	4	1,11	4,44	4,93	
		r	Organiza las espaldas cortadas.	4	1,11	4,44	4,93	
		s	Las piezas cortadas son llevadas a la mesa de piezas cortadas.	6	1,11	6,67	7,40	
Insumos.	Susana	t	Selección de una talla.	1	1,11	1,11	1,23	33,30
		u	Selección de una etiqueta con el ruc.	1	1,11	1,11	1,23	
		v	Selección de una imagen bordada.	1	1,11	1,11	1,23	
		w	Selección de una bandera.	1	1,11	1,11	1,23	
		x	Selección de una etiqueta de cartón.	1	1,11	1,11	1,23	
		y	Selección de hilos que combinan con la tela cortada.	2	1,11	2,22	2,47	
		z	Selección de tres botones.	3	1,11	3,33	3,70	
		aa	Selección de una porción de elástico.	12	1,11	13,33	14,80	
		bb	Las piezas cortadas y los insumos son llevados al área de manufactura.	5	1,11	5,56	6,17	
105,90								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3-4 muestra el tiempo estándar de cada tarea de dos operaciones: diseño del producto virtualmente, tendido y corte de la tela y la segunda operación, selección de insumos como: botones, hilos, elástico para la cintura, entre otros. El tiempo estándar por realizar las dos operaciones antes presentadas, fue de 105,90 segundos por unidad, operado con el esfuerzo de tres personas.

La siguiente tabla presenta las tareas más comunes de la operatividad empaquetado del producto, este trabajo fue un caso similar al anterior, cada vez que el producto enfundado llegaba a la estación de María, ésta persona dedicaba parcialmente su tiempo a empaquetarlo, el resto de tiempo de la jornada trabajaba en otras áreas.

Tabla 4-4: Tiempo estándar de la operación empaçado

		TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN DE EMPACADO						
Estación.	Operaria.	Símbolo.	Tareas que agregan valor al producto.	Media (seg.)	Fc.	T. normal (seg.)	T. estándar (seg.)	T. (seg.) estándar/operaria.
Empacado	María.	cc	Moviliza el producto de la mesa de enfundado a la de empaçado.	7	1,11	7,78	8,63	50,56
		dd	Adecua un cartón para el contenido del producto enfundado..	10	1,11	11,11	12,33	
		ee	Acomoda los paquetes del producto en el interior del cartón.	4	1,11	4,44	4,93	
		ff	Prepara el cartón para sellarlo.	3	1,11	3,33	3,70	
		gg	Lleva la guía de envío y la factura del área de ventas a la de empaçado.	2	1,11	2,22	2,47	
		hh	Coloca la factura en el interior del cartón.	2	1,11	2,22	2,47	
		ii	Sella el cartón con cinta de embalaje.	5	1,11	5,56	6,17	
		jj	En el cartón apunta el nombre del cliente y el lugar de destino.	4	1,11	4,44	4,93	
		kk	Toma el cartón y deja sobre un coche transportador.	2	1,11	2,22	2,47	
		ll	El producto empaçado lo llevan al área de espera del transporte.	2	1,11	2,22	2,47	
							50,56	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4-4 indica que el tiempo estándar para realizar el empaçado del producto fue aproximadamente de 50,56 segundos por unidad del producto estudiado.

El cálculo del tiempo estándar fue el principal requisito para la elaboración de cursogramas analíticos en particular para las operaciones con alto contenido de trabajo, en los siguientes apartados se presentan algunos resultados.

a. Cursograma de operaciones del ensamblaje del producto.

La siguiente tabla presenta detalles operacionales del trabajo ensamblaje del producto.

Tabla 5-4: Resumen del cursograma de Operaciones de la operación ensamblaje

RESUMEN DEL CURSOGRAMA DE OPERACIONES:
LOGÍSTICA ACTUAL.

Símbolo	Número	Tiempo (seg.) estándar.	
● Máquina	13	337,57	380,59
		43,02	
□ Inspección.	1	7,75	
Operaciones total	14		
Tiempo total de ciclo.		388,32	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5-4 muestra el resumen de los resultados de un cursograma de operaciones del ensamblaje del producto; el anexo D, muestra un esquema completo con aquel trabajo y requirió de catorce (14) operaciones, 13 agregan valor al producto, incurrieron en conjunto un tiempo operacional estándar total de 380,59 segundos, a pesar que se puede simplificar el método de trabajo; sólo una operación pertenece al tipo de inspección y de acuerdo a la filosofía del Justo a tiempo, no agrega valor y tuvo un tiempo estándar de 7,75 segundos, por lo tanto, a esta operación se debería eliminarla.

C. Distribución actual de la carga laboral de trabajo en el proceso de manufactura.

La siguiente tabla muestra los resultados del balance actual de la carga de trabajo durante la ejecución de la fabricación del producto.

Tabla 6-4: Distribución actual de la carga de trabajo del proceso de manufactura

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO DEL PROCESO DE MANUFACTURA.																			
Nombre de la estación de trabajo.	Diseño y corte		Insumos	Ensamblaje.														Empacado	
Nombre de la operación.	Diseño y corte		Insumos	Ensamble parcial.							Semiacabados de ensamble.							Empacado	
Nombre de la operaria.	Paola	Cecilia	Susana	Norma				Érika			Mayra		Mariuxi			María			
Orden secuencial del trabajo.				1	6	8	3	4	2	5	7	9	10	11	12	13	14		
Nombre de la tarea.	a - n	o - s	t - bb	A	B	C	D	E	F	H	I+K	L + L'	M + O + P	Q	AA	BB	CC+DD+EE+FF+GG		cc - ll
Tiempo estandar en segundos)/tarea.				20,53	19,79	25,26	17,42	10,40	11,02	25,02	32,53	34,16	78,23	32,94	12,16	30,46	37,07		
Tiempo de ciclo (segundos) estándar/operaria.	41,77	30,83	33,30	93,39				102,73				111,17		79,69			50,56	543,44	
Tiempo de ciclo (segundos) estándar/operación.	72,60		33,30	307,29									79,69			50,56			
Factores de entrada del método actual de trabajo.			Parámetros del balanceo según Heijunka.																
Tiempo total de la jornada de t. (min.).	480		Pérdidas por falta de balanceo de la línea.													39%			
T. (min.) planificado (disponible)/día.	427,20		Producción requerida (cantidad fabricada)/jornada.													242			
T. (seg.) planificado (disponible)/día.	25632		Takt time en minutos/unidad.													1,77			
Holgura/día (minutos).	52,8		Takt time en segundos/unidad.													105,92			
# operarios asignados.	8		Número teórico de operarios necesarios.													5,13			

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6-4 muestra que la línea de fabricación del producto estudiado organizada en cuatro estaciones de trabajo, la fabricación del producto estuvo compuesta por cinco operaciones y cada una de aquellas, agrupó varias tareas y subtareas. El actual método de trabajo integró a 8 personas, únicamente las operarias de la operación ensamble parcial trabajaron la jornada completa, las demás, parcialmente.

Un conjunto de indicadores productivos se utilizó para la evaluación del desempeño actual del proceso de manufactura, a continuación, se muestran sus resultados:

a. **Tiempo de ciclo o estándar por unidad cada fabricada.**

$$\text{Tiempo de ciclo} = \text{tiempo promedio entre la terminación de unidades.} \quad (4)$$

Tiempo de ciclo de la fabricación del producto = 543,44 segundos o 9,05 min por unidad.

b. **Trabajo estándar**

$$\text{Trabajo estándar} = \text{operación cuello de botella (segundos).} \quad (5)$$

Trabajo estándar = 111,17 segundos o 1,85 minutos.

c. **Capacidad de la línea de fabricación**

$$\text{Capacidad de la línea} = \frac{\text{tiempo disponible (segundos)}}{\text{trabajo estándar (segundos)}} \quad (6)$$

$$\text{Capacidad de la línea} = \frac{25632 \text{ seg.}}{111,17 \text{ segundos}} = 231 \frac{\text{unidades}}{\text{jornada}} \text{ o } 29 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

d. **Pérdidas de valor por falta de balanceo.**

$$\text{Pérdidas por falta de balanceo (\%)} = \frac{(\text{t. más largo} * \#\text{oper.}) - \left(\text{tiempo de } \frac{\text{ciclo}}{\text{unidad}}\right)}{(\text{tiempo más largo} * \#\text{oper.})} \quad (3)$$

$$\text{Pérdidas por falta de balanceo (\%)} = \frac{(111,17 \text{ seg.} * 8 \text{ personas}) - (543,44 \text{ seg.})}{(111,17 \text{ seg.} * 8 \text{ personas})} = 39\%$$

El valor 39% significa que aún todavía puede ser mejorada la distribución actual de la carga laboral del proceso de manufactura, es decir, aquel valor evidencia que existe pérdidas de valor por la falta de redistribución del trabajo.

e. **Takt time o tiempo de ciclo de la línea de fabricación.**



Gráfico 7-4: Takt time de la línea de fabricación

Fuente: Elaboración propia

La gráfica 7-4 indica de forma visual el desequilibrio de la carga de trabajo de la línea de fabricación del producto, el takt time requerido para el cumplimiento de la demanda diaria (242 unidades) es 105,92 segundos por unidad.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{tiempo de trabajo (jornada de trabajo-holgura por descanso)}}{\text{producción requerida}} \left(\frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}\right) \quad (26)$$

$$\text{Takt time} = \frac{28800 \text{ segundos} - 3168 \text{ segundos}}{242 \text{ unidades}} = 105,92 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}} = 1,76 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}$$

f. Eficiencia de la línea de fabricación.

$$\text{Eficiencia de la línea (\%)} = \frac{\sum \text{ de los tiempos de todas las tareas (segundos)}}{\# \text{ de estaciones de trabajo} * \text{takt time (segundos)}} \quad (27)$$

$$\text{Eficiencia de la línea (\%)} = \frac{543,44 \text{ segundos}}{8 \text{ personas} * 105,92 \text{ segundos}} = 64\%$$

g. Trabajadores requeridos.

$$\text{Número teórico de operarios necesarios} = \frac{\text{tiempo de ciclo de una pieza}}{\text{takt time}} \quad (30)$$

$$\text{Número teórico de operarios necesarios} = \frac{543,44 \text{ segundos}}{105,92 \text{ segundos}} = 5,13 \text{ personas} = 5 \text{ personas.}$$

f. Tiempo ocioso en el proceso de manufactura.

Tabla 7-4: Tiempo ocioso en el proceso de manufactura

TIEMPO OCIOSO.									
Nombre de los operarios.	Orden secuencial.	Tarea	Tiempo estándar (segundos)/tarea	Tiempo estándar (segundos)/puesto de trabajo	Tiempo estándar (segundos)/operaria.	Takt time (segundos)	Tiempo ocioso (segundos)/unidad	Producción requerida/jornada.	Tiempo ocioso (segundos)/242 ensambles.
Paola		a - n			41,77	105,92	64,15	242	15524,30
Cecilia		o - s			30,83	105,92	75,09	242	18171,78
Susana		t - bb			33,30	105,92	72,62	242	17574,04
Norma	1	A	20,53	20,53	93,39	105,92	12,53	242	3032,08
	6	B	19,79	19,79					
	8	C	25,26	25,26					
	3	D	17,42	17,42					
	4	E	10,40	10,40					
Érika	2	F	11,02	11,02	102,73	105,92	3,19	242	772,70
	5	H	25,02	25,02					
	7	I	18,75	32,53					
		K	13,77	34,16					
	9	L	26,61	34,16					
Mayra	10	M	4,61	78,23	111,17	105,92	---	---	---
		O	11,59						
		P	62,02						
		Q	32,94						
Mariuxi	12	AA	12,16	37,08	79,70	105,92	26,22	242	6345,18
	13	BB	30,46						
		CC	6,09						
		DD	7,37						
		EE	5,72						
	FF	7,22							
	GG	10,68							
María		cc - ll			50,56	105,92	55,36	242	13397,12
Tiempo total (seg.).					543,45		309,16		74508,05
Tiempo total (min).					9,06		5,15		1241,80
Tiempo total (horas).									20,70
Tiempo total (días).									2,59

Fuente: Elaboración propia

La tabla 7-4 muestra un esquema cuantificado del tiempo ocioso de la operatividad actual del proceso de manufactura, por cada unidad resultó un tiempo ocioso de 309,16 segundos y por la cantidad de demanda planificada (242 unidades) incurrió un tiempo de 74508,05 segundos (o 1241,80 minutos, o 20,70 horas).

g. Tiempo extra en el proceso de manufactura.

Tabla 8-4: Tiempo extra en la línea de fabricación

TIEMPO EXTRA.										
Operación.	Nombre de los operarios.	Orden secuencial.	Tarea	Tiempo estándar (segundos)/tarea	Tiempo estándar (segundos)/puesto de trabajo	Tiempo estándar (segundos)/operaria.	Takt time (segundos)	Tiempo extra (segundos)/unidad	Producción requerida/jornada.	Tiempo extra (segundos)/242 ensambles.
Operación.	Paola		a - n			41,77	105,92	---	---	---
	Cecilia		o - s			30,83	105,92	---	---	---
	Susana		t - bb			33,30	105,92	---	---	---
Ensamblaje parcial.	Norma	1	A	20,53	20,53	93,39	105,92	---	---	---
		6	B	19,79	19,79					
		8	C	25,26	25,26					
		3	D	17,42	17,42					
		4	E	10,40	10,40					
	Érika	2	F	11,02	11,02	102,73	105,92	---	---	---
		5	H	25,02	25,02					
		7	I	18,75	32,53					
			K	13,77						
		9	L	26,61	34,16					
	L'		7,55							
	Mayra	10	M	4,61	78,23	111,17	105,92	5,25	242	1270,78
			O	11,59						
			P	62,02						
		11	Q	32,94	32,94					
Mariuxi	12	AA	12,16	12,16	79,70	105,92	---	---	---	
	13	BB	30,46	30,46						
	14	CC	6,09	37,08						
		DD	7,37							
		EE	5,72							
		FF	7,22							
		GG	10,68							
Maria					50,56	105,92	---	---	---	
Tiempo total (seg.).						543,45		5,25		1265,53
Tiempo total (min).						9,06		0,09		21,09

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8-4 muestra que el tiempo extra por cada unidad fabricada fue de 5,25 segundos y por la demanda planificada diaria (242 unidades), el tiempo extra fue de 1265,53 segundos o 21,09 minutos.

D. Eficiencia de la operación ensamblaje parcial.

Tabla 9-4: Eficiencia de la operación ensamble parcial

EFICIENCIA DE LA OPERACIÓN ENSAMBLE PARCIAL.			
	Día 1	Día 2	Total.
Producción observada (cantidad).	184	237	421
Eficiencia (producción/estándar).	76%	98%	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9-4 muestra la cantidad de piezas ensambladas parcialmente durante la operatividad del lote estudiado (421 piezas), sin embargo, la demanda planificada diaria fue de 242 unidades. El primer día de trabajo se observó una producción de 184 ensambles parciales y el segundo día, 237 unidades; los resultados de la eficiencia, fueron los siguientes:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real.}}{\text{Producción efectiva}} \cdot \quad (9)$$

$$\text{Eficiencia (día 1)} = \frac{184 \text{ ensamb. parciales.}}{242 \text{ unidades.}} = 76\%.$$

$$\text{Eficiencia (día 2)} = \frac{237 \text{ ensamb. parciales.}}{242 \text{ unidades.}} = 98\%.$$

Enseguida se muestra los resultados de las entregas del producto terminado a los clientes externos.

4.2.5. Entregas del producto terminado

Las entregas del producto fueron gestionadas por el proceso de distribución o área de ventas, enseguida se muestra los resultados del análisis de los datos, a partir de la información asimilada en dicha área.

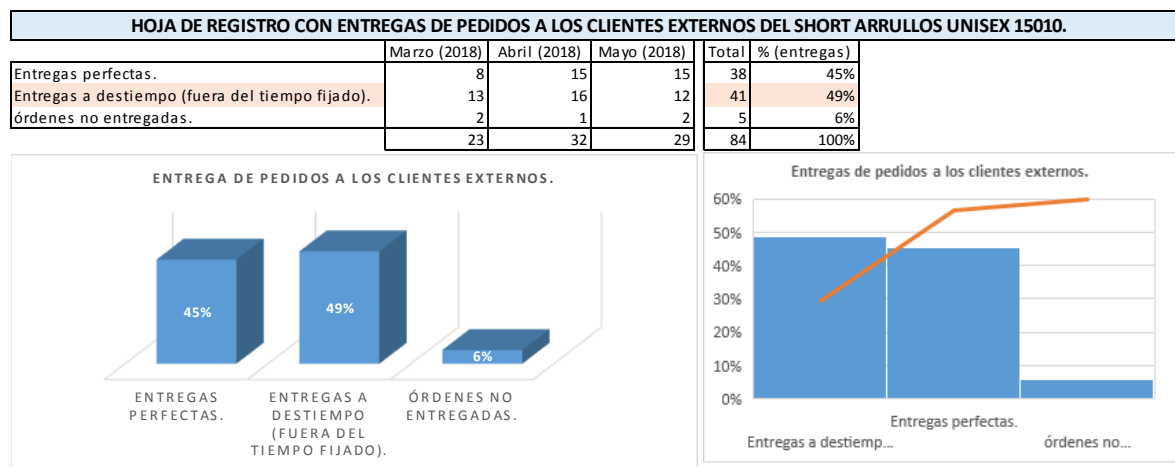


Gráfico 8-4: Hoja de registro con las entregas del producto terminado a los clientes externos

Fuente: Elaboración propia

La tabla del gráfico 8-4 muestra los resultados del análisis de las características de las entregas del producto terminado a los clientes externos, en aquel entonces durante la estancia del levantamiento de la información, se observó 84 ocurrencias; de las cuales, el 45% fueron entregados perfectamente, el 49% fueron entregados a destiempo y el 6%, no se entregaron. Los pedidos entregados a tiempo y los perfectos, influenciaron en un 80% al grado de la confiabilidad de la cadena de suministro.

4.2.1 Devoluciones de los productos terminados

Los clientes externos devolvieron gran cantidad de veces y con varias unidades del producto terminado a la fábrica, los resultados del análisis se muestran a continuación.

DEVOLUCIONES DEL PRODUCTO TERMINADO "SHORT ARRULLOS UNISEX 15010" POR ENVÍOS FUERA DE TIEMPO A LOS CLIENTES EXTERNOS.																									
	Enero												Febrero				Marzo	Abril					Mayo		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	A	B	C	D	A	A	B	C	D	E	A	B	C
Nombre del cliente.	Cárdenas Sugey	Correa Noemi	Padilla Doris	Velez Sther	Justicia Mariuxi	Justicia Mariuxi	Justicia Mariuxi	Justicia Mariuxi	Cevallos María	Cevallos María	Cevallos María	Cevallos María	Tapia Jenny	Tapia Jenny	Tapia Jenny	VIELTUIN S.A.	Phrida	Tierra Guamán	Changkuon Verónica	Cárdenas Sugey	Changkuon Verónica	Ordoñez Martin	Ortiz Jorge	Ortiz Jorge	Amanta Carlos
Fecha de devolución.	03/01/2018	03/01/2018	06/01/2018	15/01/2018	15/01/2018	15/01/2018	15/01/2018	15/01/2018	30/01/2018	30/01/2018	30/01/2018	30/01/2018	09/02/2018	09/02/2018	20/02/2018	14/02/2018	12/03/2018	23/04/2018	24/04/2018	24/04/2018	25/04/2018	26/04/2018	14/05/2018	14/05/2018	14/05/2018
Cantidad	28	36	6	6	9	8	9	14	17	10	18	12	82	13	78	4	1	14	12	2	6	232	6	176	1
Valor total (\$) del producto.	174	125	64	52	49	50	57	83	124	65	115	80	267	74	246	27,6	6	75	38	7	39	930	39	637	6

Registro del año 2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Total
Número de veces.	12	4	1	5	3	25
Cantidad del producto devuelto.	173	177	1	266	183	800
Valor total (\$) del contenido devuelto.	1038	615	6	1089	682	3429,6

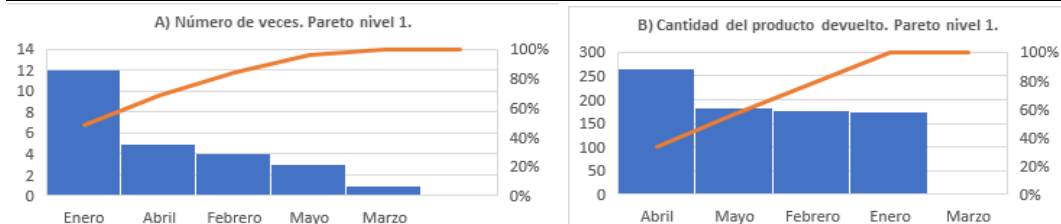


Gráfico 9-4: Hoja de registro con las devoluciones del producto terminado a la fábrica

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Pareto de nivel 1 (A) de la gráfica 9-4 muestra que, en el mes de enero los clientes externos hicieron la mayor cantidad de devoluciones (12 veces) cuya cantidad fue de 173 unidades del tipo de prenda estudiado. El diagrama B) muestra que en los meses abril y mayo, los clientes externos reenviaron pocas veces el producto a la fábrica, pero cuyo contenido fue de 449 unidades (en abril 266 y en mayo 183 unidades), agregando en un 80% al contenido del producto terminado en los estantes de la bodega Rio Textil.

4.2.6. Ventas

Tabla 10-4: Margen de la utilidad neta por ventas del producto

MARGEN DE UTILIDAD NETA POR VENTAS LIBRE DE COSTOS Y GASTOS.									
Tipos de productos más vendidos.	año 2017			Rentabilidad con relación a las ventas.	Tipos de productos más vendidos.	año 2018 (en los 5 primeros meses).			Rentabilidad con relación a las ventas.
	Cantidad (unidades).	Venta (\$).	Utilidad (\$).	Margen de utilidad neta.		Cantidad (unidades).	Venta (\$).	Utilidad (\$).	Margen de utilidad neta.
Short Arrullos Unisex 15010.	6095	12469,19	799,22	6,41%	Short Arrullos Unisex 15010.	996	2139,96	411,8	19,24%
Batona 15622.	1316	4168,3	512,02	12,28%	Bvd Mujer Stre Enca Anita 721.	1506	3758,44	802,72	21,36%
Short Económico Kids 15302.	1452	3119,56	101,89	3,27%	Bata Cyclone 156000.	250	1750	478,72	27,36%
Short Arrullos Girl Button 15016.	488	1102,26	74,61	6,77%	Short Arrullos Aplique 15017.	456	1027,64	208,06	20,25%
Total.	9351	20859,31	1487,74	7,13%	Total.	3208	8676,04	1901,3	21,91%
						año 2019 (en los 8 primeros meses).			Rentabilidad con relación a las ventas.
					Tipo de producto más vendido.	Cantidad (unidades).	Venta (\$).	Utilidad (\$).	Margen de utilidad neta.
					Short Arrullos Unisex 15010.	3360	8432,32	1100	13,05%

Fuente: Elvis Macas, 2019

La tabla 10-4 presenta los resultados del margen de utilidad libre de costos y gastos por las ventas del producto estudiado, evaluados en distintos períodos de tiempo:

$$\text{Margen de utilidad neta (libre de costos y gastos)}(\%) = \frac{\text{Utilidad neta.}}{\text{Ventas.}}$$

$$\text{Margen de utilidad neta en el año 2017} = \frac{\$799,22}{\$12469,19} = 6,41\%.$$

$$\text{Margen de utilidad neta en los 5 primeros meses del año 2018} = \frac{\$411,80}{\$2139,96} = 19,24\%.$$

$$\text{Margen de utilidad neta en los primeros 8 meses del año 2019} = \frac{\$1100}{\$8432,32} = 13\%.$$

El margen de utilidad por ventas del producto estudiado en los primeros meses del año 2019 fue del 13%, lo cual significa que Rio Textil percibió \$0,13 dólares de ganancia por cada dólar que invirtió para la producción del producto; aquel valor, representó el superávit o la utilidad neta libre de costos y gastos operacionales.

Idea para mejorar la rentabilidad de las ventas: optimizar el desempeño de dos actividades esenciales de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010: reabastecimientos eficientes de la materia prima y la manufactura flexible del producto.

El siguiente apartado presenta una propuesta de configuración de la cadena de suministro estudiada para una gestión eficiente en los próximos periodos de operatividad.

4.3 Propuesta de una nueva configuración para la cadena de suministro estudiada

4.3.1 El modelo SCOR versión 10.0 y el sistema Pull

El nuevo diseño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 combina con las características del modelo SCOR 10,0 y el sistema Pull de la técnica del Justo a Tiempo.

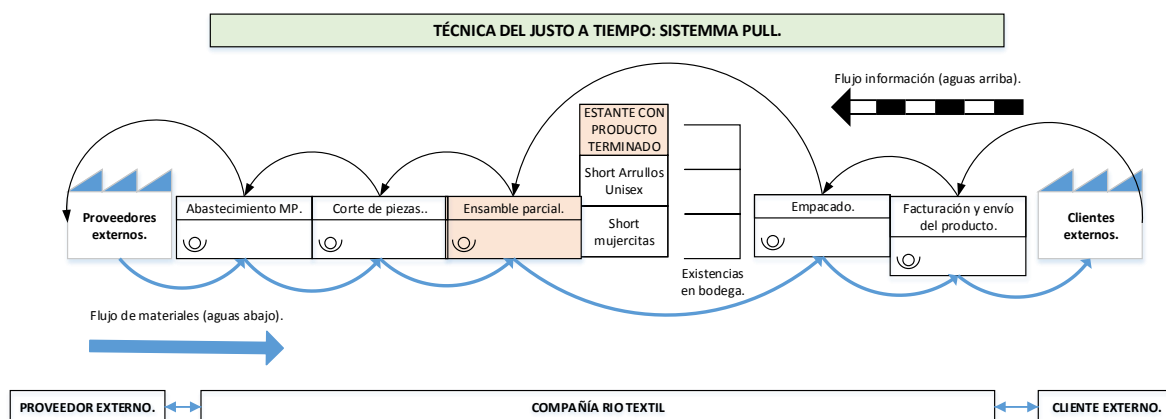


Figura 6-4: Propuesta de un flujo continuo de valor para la cadena de suministro

Fuente: Elaboración propia

La figura 6-4 muestra un esquema visual del nuevo alcance de la cadena de suministro estudiada, la información de las nuevas órdenes de pedido del producto estudiado, transmitirá aguas arriba desde el lanzamiento de los pedidos de los clientes externos hasta los proveedores de la materia

prima, para un retorno perfecto en tiempos y cantidad del material, aguas abajo. Las demandas del producto se nivelarán en un contrato logística-producción, semanalmente.

4.3. Nivel I

4.3.1. Alcance de la cadena de suministro

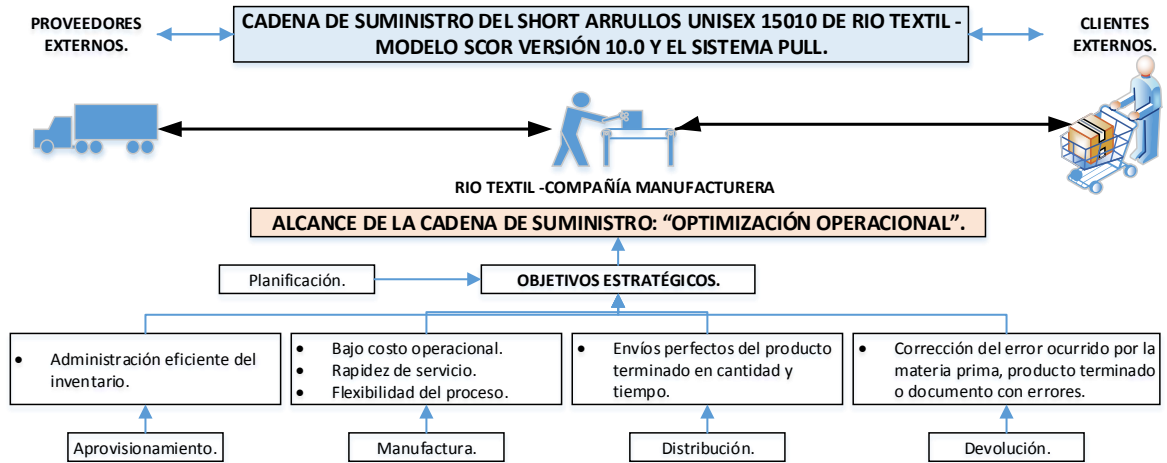


Figura 7-4: Alcance de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010

Fuente: Elaboración propia

La figura 7-4 agrupa un conjunto de objetivos específicos para cada área de trabajo, de la nueva configuración cadena de suministro, que operará en los próximos trimestres del año 2019 y 2020. El objetivo principal del nuevo diseño de la cadena de suministro estudiada es la optimización operacional.

4.3.2.1 Los procesos logísticos y la asignación del esfuerzo humano

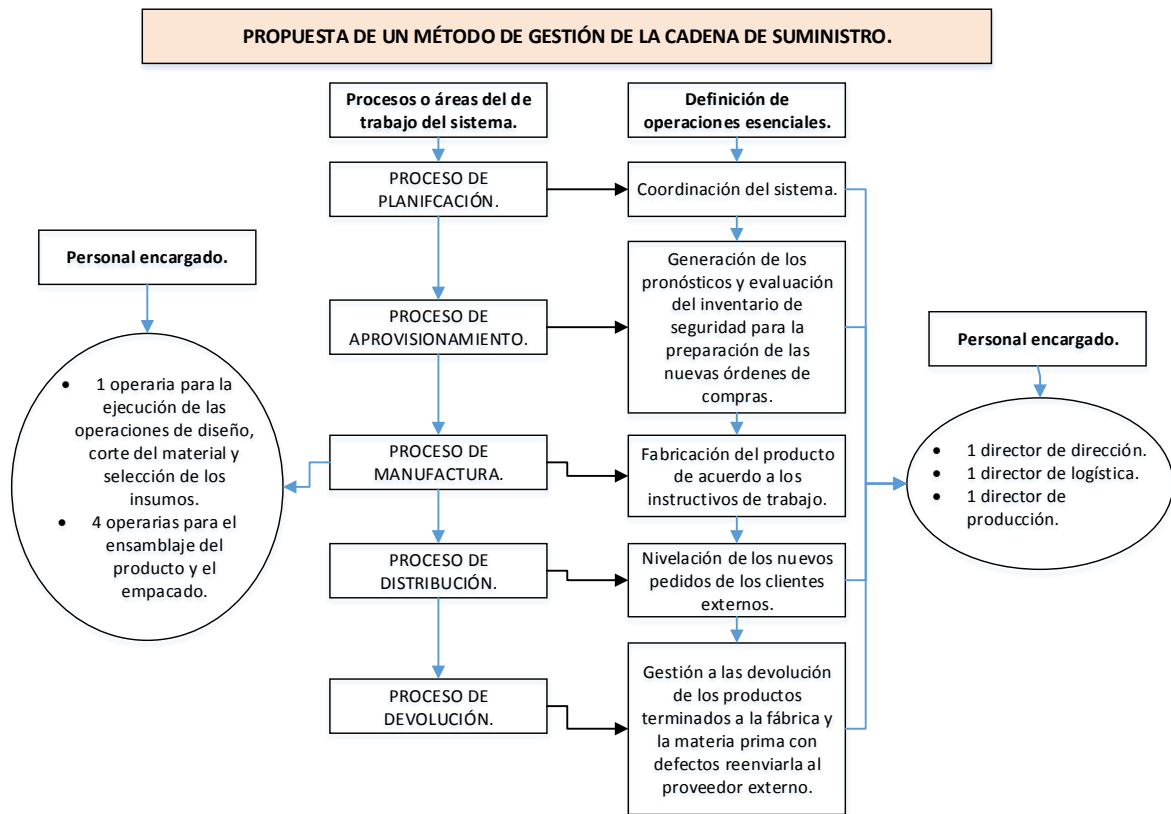


Figura 8-4: Propuesta de un método de gestión para la cadena de suministro

Fuente: Elaboración propia

La nueva cadena de suministro integra cinco procesos logísticos, cada proceso realizará operaciones claves (figura 8-4):

El proceso de *planificación* se va a encargar de coordinar todo el sistema operacional de la cadena de suministro, esta área de trabajo estará controlada por tres personas, mínimo dos directores: el director de la compañía Rio Textil, un director de logística y otro para el departamento de producción. La función principal de esta área será, la asignación del esfuerzo humano necesario para las áreas de aprovisionamiento o compras, manufactura, distribución o ventas y devolución, de acuerdo a la demanda (cantidad) del producto.

Las decisiones operacionales en los procesos de *aprovisionamiento*, *distribución* y *devoluciones*, las tomará el encargado de la gestión logística de la cadena de suministro; preparará nuevas órdenes de pedidos, a partir de la evaluación de los mejores pronósticos y del monitoreo del inventario de seguridad de la materia prima.

El proceso de *manufactura* estará controlado por el director de producción; si la demanda diaria del producto se mantiene con 242 unidades, el proceso de manufactura mínimo requerirá del esfuerzo de 5 personas: una persona se dedicará a suministrar las piezas cortadas y los insumos

para el producto, y cuatro personas para el ensamblaje y empaqueo de la prenda, el trabajo de estas cinco personas será a tiempo completo. El director del departamento de manufactura preparará un nuevo contrato logístico semanalmente.

4.3.2.2 Subcontrato de funciones para la cadena de suministro

Las entregas de la materia prima a la fábrica de Rio Textil y las entregas de los productos terminados en las manos de los clientes, se ejecutarán con compañías subcontratadas. Los proveedores externos entregarán la materia prima a la fábrica, y el producto terminado se encargarán de entregar las compañías de transporte a los clientes externos.

Tabla 11-4: Propuesta de fabricación de una Familia de cinco diseños del tipo Short

DISEÑOS MÁS VALORADOS POR EL CLIENTE.	
A	15010 Arrullos Unisex
B	15310 Mujercitas Estampado New.
C	15342 Mujercitas Estrella Lycra.
D	306 Mujercitas Licra Azul
E	15344 Mujercitas Sport.

Fuente: Elaboración propia

El nuevo diseño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 integra la producción de cuatro diseños de la misma Familia Short (tabla 11-4), estos diseños son: el 15310, el 15342, el 306 y el 15344. Las demandas de los cinco diseños antes presentados se cumplirán de forma equitativa.

4.3.2.3 Ajuste de la demanda

Tabla 12-4: Propuesta de un contrato logística-producción

PROPUESTA DE CONTRATO LOGÍSTICO-PRODUCCIÓN SEMANAL							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total/semana.	
Requerimiento.	242	242	242	242	242	1210	
Cantidad por conjunto.	24	24	24	24	24		
Número de Kanbans.	10	10	10	10	10	50	
Diseños más valorados de la Familia Short.							
A	15010 Arrullos Unisex					48	
B	15310 Mujercitas Estampado New.					48	
C	15342 Mujercitas Estrella Lycra.					48	
D	306 Mujercitas Licra Azul					48	
E	15344 Mujercitas Sport.					50	
						242	
SUBLOTES (JORNADA 8 HORAS).		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
	A	24	24	24	24	24	120
	B	24	24	24	24	24	120
	C	24	24	24	24	24	120
	D	24	24	24	24	24	120
	E	25	25	25	25	25	125
	A	24	24	24	24	24	120
	B	24	24	24	24	24	120
	C	24	24	24	24	24	120
	D	24	24	24	24	24	120
	E	25	25	25	25	25	125
	Ensamblajes parciales.	242	242	242	242	242	1210

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12-4 muestra una propuesta de fabricación con un mix de cinco diseños de la Familia Short (diseños: A, B, C, D y E); el plan de producción consiste en entregar, 242 unidades diariamente o 1210 unidades por todos los cinco diseños, al final de la semana de trabajo; cada diseño, tendría un contenido de 120 unidades por semana.

4.3.2.4 Temáticas para la preparación al personal de la compañía

Tabla 13-4: Temáticas para la instrucción al personal operativo y administrativo

TEMÁTICAS PARA LA CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE RIO TEXTIL.		
	Objetivo (Inventario o necesidades de la capacitación).	Contenidos (diseño o alcance de la capacitación).
A	Conocer los principios de la herramienta Justo a Tiempo.	Trabajo en equipo multidisciplinario.
B	Desarrollar el compromiso organizacional.	Misión, visión, valores y principios de la compañía Rio Textil.
C	Desarrollar competencias de comunicación.	Relaciones interpersonales.
E	Motivar a los operarios mediante charlas.	Socialización entre operarios y directores de la compañía.
F	Desarrollar habilidades operacionales mediante instrucción técnica.	Métodos de operación de tareas en máquinas de coser.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13-4 muestra un conjunto de temas que puede impartir el director de logística o producción para, varios son los propósitos, el más importante, es la adquisición del conocimiento para un mejor desempeño del trabajo, como por ejemplo, la familiarización del alcance de la filosofía del sistema Pull; además, del contenido de la tabla anterior, está enfocado en el bienestar de las personas de labores, desde el punto de vista del riesgo psicológico, debido a la rutina del trabajo diario de cada persona en su puesto de trabajo. Probablemente, cada inicio de una semana de labores, se podría socializar los temas propuestos en la tabla anterior con todo el personal de la compañía, aproximadamente se requerirá un lapso de tiempo de 15-20 minutos; los resultados luego de la capacitación, se podrían medir en la productividad diaria.

4.3.2.5 Procedimiento seguro para la operatividad del proceso de manufactura

ÍNDICE

Objetivo de la instrucción.

Alcance.

Implicaciones y responsabilidades.

Equipos de trabajo necesarios.

Fases de trabajo y puntos clave de seguridad.

Fecha: 2019-09-26	Fecha: 2019-09-30	Fecha: 2019-09-30
Elaborado por: Elvis Macas.	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:

Objetivo de la instrucción.

Ejecutar las tareas de manufactura de forma óptima y segura durante la fabricación del producto.

Alcance.

El presente instructivo de trabajo está enfocado en la operatividad del proceso de manufactura, cuyo particular tiene dos propósitos: ejecución del trabajo de forma segura y óptima; el trabajo seguro, visualiza una mínima repetitividad de los miembros superiores de los operarios al momento del cruce del material entre máquinas (riesgo ergonómico); y, el trabajo óptimo, al uso adecuado del esfuerzo humano para la movilización de los materiales a los distintos puestos asignados (riesgo locativo). Ambos enfoques, persiguen el cumplimiento del plan de la producción y la atención a la seguridad del trabajador.

Implicaciones y responsabilidades.

La ejecución del presente instructivo implica la concientización de los operarios en llevar a cabo el procedimiento planteado, como un medio de preservación de la seguridad del trabajador y un medio para mejorar la productividad del negocio. La responsabilidad de la puesta en práctica dependerá mucho de la participación de los líderes de la organización en la actualización del documento de acuerdo a las modificaciones de trabajo y a las leyes vigentes.

Este instructivo seguro de trabajo diseñado en función de criterios técnicos: nota técnica de prevención (NTP) 434 (Superficies de trabajo seguro I) y la Ley 31/1995.

Equipos de trabajo necesarios.

El trabajo diario que se realiza en la fábrica de la compañía Rio Textil es la confección de prendas de vestir, el polvo que desprende del algodón y de las fibras durante el proceso de transformación circula en el ambiente de trabajo, por tanto, se recomienda un respirador para partículas 3M 8511 (marca ecuatoriana), P95 (proporciona protección eficaz y confiable, idealmente diseñado para trabajos calientes/polvorosos que requieren largos períodos de uso).



Figura 9-4: Equipo de protección respiratoria

Fuente: 3M

La hoja de datos de seguridad del equipo de protección respiratoria antes presentado, recomienda la NTE-INEN-2266:2013.

El ruido que generan las máquinas de coser y la cortadora de tela, no superan los 85 decibeles, por tanto, no se requiere el uso de protección auditiva.

Fases de trabajo y puntos clave de seguridad.

Tabla 14-4: Instructivo de trabajo para la fabricación del producto de forma segura

FASES DE TRABAJO	PUNTOS CLAVE DE SEGURIDAD
Fase previa: Verificar la disposición de la orden de trabajo.	Está prohibido ejecutar el trabajo sin aprobación del director de la compañía y director de logística o producción.
Verificar la disponibilidad de la ropa adecuada de trabajo y el equipo de protección personal (mascarilla) a cada operario.	Asegurarse que los equipos de protección personal y la indumentaria posean características para continuar usando.
Los puestos de trabajo del proceso de manufactura para la fabricación del tipo de prenda estudiado deberán estar organizados según la hoja estándar de trabajo diseñada.	
Fase de realización del trabajo: Verificación de la ejecución las tarjetas Kanban, el ritmo de fabricación y el tiempo de paso.	Comprobar la disponibilidad del instructivo de trabajo para el manejo de las tarjetas Kanban, fabricación del producto y evaluación del inventario de seguridad en sus áreas respectiva.

Fuente: Elaboración propia con la información de la NTP 560

La propuesta del anterior instructivo seguro de trabajo fue diseñado mediante las características de las normativas españolas y ecuatorianas, además, en el anexo K se presenta un estándar para

ejecutar el proceso de manufactura, cuya particularidad, es la distribución de las áreas de trabajo según normativas técnicas.

4.3.2 Nivel II

4.3.3.1 Planeación de la cadena de suministro

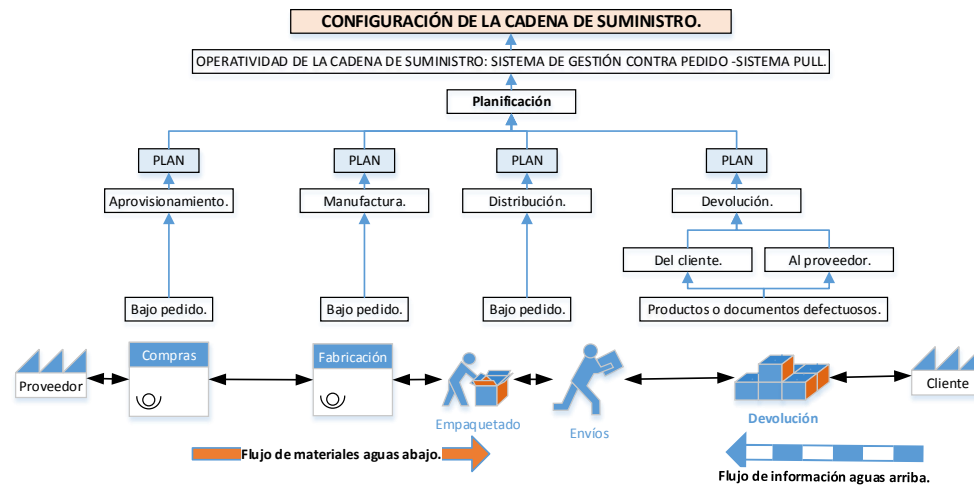


Figura 10-4: Configuración de la cadena de suministro bajo el sistema Pull
Fuente: Elaboración propia

La figura 9-4 presenta un panorama del cómo se debería gestionar los procesos logísticos de la cadena de suministro del tipo de prenda estudiado, los procesos de aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución, estarán subordinados cada uno a un plan de gestión, y éstos al plan del proceso de planificación. El plan del proceso de planificación para la presente cadena de suministro estudiada, consisten en la operatividad de cada proceso, bajo la filosofía del Justo a Tiempo.

4.3.3.2 Mercados a abastecer con el producto

Una sola fábrica de la compañía Rio Textil que está ubicada en el cantón Guano, suministrará los cinco tipos de diseños antes presentados, incluido otros tipos de prendas de vestir; sus clientes externos, los niños y adultos están ubicados principalmente en las siguientes ciudades: Guayaquil, Machala, Manabí, el Triunfo, Babahoyo.

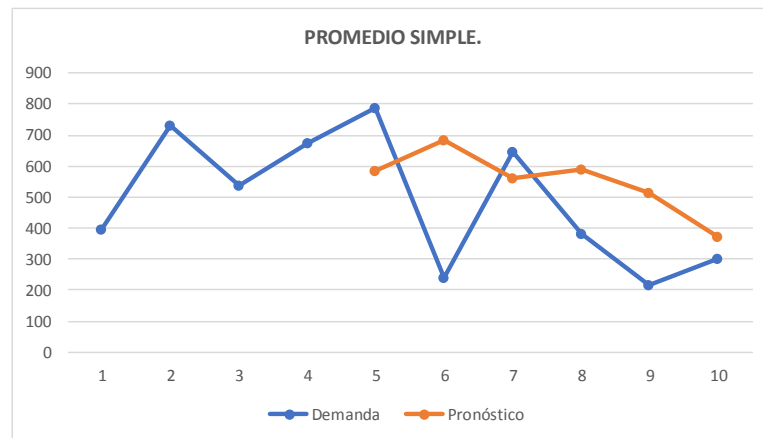
4.3.3.3 Generación de los pronósticos cuantitativos de demanda

Los pronósticos de demanda futura se evaluaron utilizando cinco métodos a partir de la demanda histórica de diez períodos.

- **Método 1: Promedio Simple.**

Tabla 15-4: Hoja de cálculo en Excel con el método promedio simple

Método 1: Promedio Simple											
Demanda historial del Short Arrullos Unisex 15010.	Período t	Demanda D_t	Nivel L_t	Pronóstico F_t	Error E_t	Error absoluto	Error cuadrático MSE_t	Error cuadrático (MAD) MSE_t	% Error	MAPE t	TS_t
Marzo (2017)	1	398									
Mayo (2017)	2	729									
Junio (2017)	3	539									
Julio (2017)	4	676	585,50								
Agosto (2017)	5	787	682,75	585,50	-201,50	201,50	40602,25	201,50	25,60	25,60	-1,00
Septiembre (2017)	6	240	560,50	682,75	442,75	442,75	118314,91	322,13	184,48	105,04	0,75
Octubre (2017)	7	647	587,50	560,50	-86,50	86,50	81370,69	243,58	13,37	74,48	0,64
Noviembre (2017)	8	382	514,00	587,50	205,50	205,50	71585,58	234,06	53,80	69,31	1,54
Febrero (2018)	9	216	371,25	514,00	298,00	298,00	75029,26	246,85	137,96	83,04	2,67
Abril (2018)	10	300	386,25	371,25	71,25	71,25	63370,48	217,58	23,75	73,16	3,35
El pronóstico para los períodos F11-F14 son:				$F_{11} = F_{12} = F_{13} = F_{14} =$		386		unidades			
Este método muestra un error de pronóstico MAD de 217,58 y un MAPE de 73%, la señal de restreo de (-1) - (3,37).											



Fuente: Elaboración propia con la información de Chopra y Meindl (2013: pp. 197-198)

La tabla 15-4 muestra los resultados de los pronósticos evaluados con el método promedio simple, para los siguientes cuatro meses de operatividad de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, el valor para cada período fue de 386 unidades; aquel método, muestra un error de pronóstico (MAD) de 217,58 y un MAPE del 73,16%, y una señal de rastreo (TS) de (-1) - (3,35).

Los valores anteriores aún todavía no indican que los resultados fueron óptimos, sin antes haber evaluado los pronósticos futuros con algún otro método del mismo tipo (métodos adaptativos).

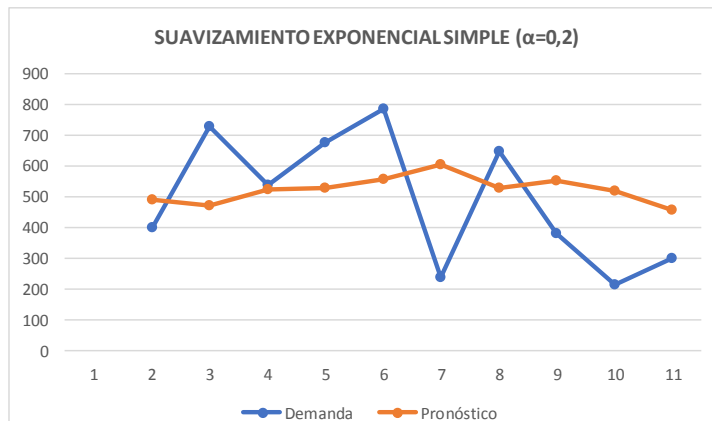
- **Método 2: Suavizamiento Exponencial Simple con un $\alpha = 0,2$.**

Tabla 16-4: Hoja de cálculo en Excel con el método suavizamiento exponencial simple ($\alpha = 0,2$)

Método 2: Suavizamiento Exponencial Simple ($\alpha = 0,2$).											
Demanda historial	Período t	Demanda D_t	Nivel L_t	Pronóstico F_t	Error E_t	Error absoluto E_t	Error cuadrático MSE_t	Error cuadrático o (MAD) MSE_t	% Error	MAPE t	TS_t
	0		491,40								
Marzo (2017)	1	398	472,72	491,40	-93,40	93,40	8723,56	8723,56	0,00	0,00	0,01
Mayo (2017)	2	729	523,98	472,72	256,28	256,28	37201,50	22962,53	35,16	17,58	0,02
Junio (2017)	3	539	526,98	523,98	15,02	15,02	24876,24	23600,43	2,79	12,65	0,02
Julio (2017)	4	676	556,78	526,98	149,02	149,02	24208,86	23752,54	22,04	15,00	0,02
Agosto (2017)	5	787	602,83	556,78	230,22	230,22	29966,91	24995,41	29,25	17,85	0,03
Septiembre (2017)	6	240	530,26	602,83	-362,83	362,83	46913,08	28648,36	151,18	40,07	0,04
Octubre (2017)	7	647	553,61	530,26	116,74	116,74	42158,03	30578,31	18,04	36,92	0,04
Noviembre (2017)	8	382	519,29	553,61	-171,61	171,61	40569,52	31827,21	44,92	37,92	0,04
Febrero (2018)	9	216	458,63	519,29	-303,29	303,29	46282,18	33433,32	140,41	49,31	0,05
Abril (2018)	10	300	426,90	458,63	-158,63	158,63	44170,32	34507,02	52,88	49,67	0,05

α	0,2
La demanda promedio mensual de los clientes es:	491,40

El pronóstico para los períodos F11-F14 son:	$F_{11} = F_{12} = F_{13} = F_{14} =$	426,90 unidades
Este método muestra un error de pronóstico MAD de 34507,02 y un MAPE de 49,67%, una señal de rastreo de (0,01) - (0,06).		



Fuente: Elaboración propia con la información de Chopra y Meindl (2013: pp. 199-200)

La tabla 16-4 muestra los resultados de la evaluación de los pronósticos de demandas futuras con el método suavizamiento exponencial simple con un alfa (α) de 0,2, los pronósticos para los siguientes cuatro periodos fueron de 427 unidades, el MAD de 34507,02, el MAPE del 49,67%, y el TS de (0,01) – (0,05).

- **Método 2: Suavizamiento Exponencial Simple con un $\alpha = 0,5$.**

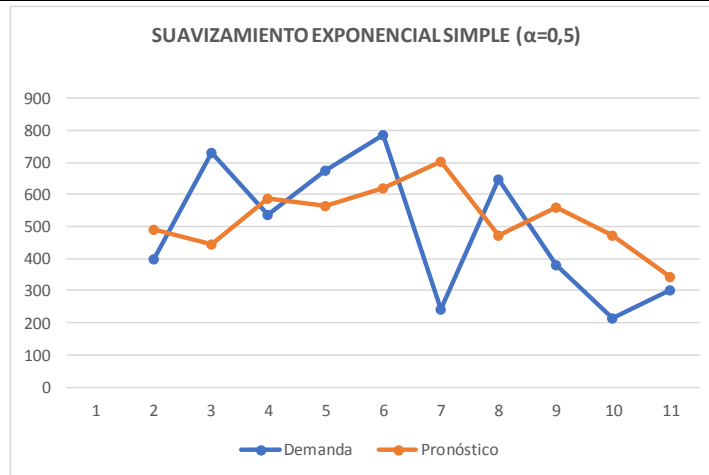
Tabla 17-4: Hoja de cálculo en Excel con el método suavizamiento exponencial simple ($\alpha = 0,5$)

Método 2: Suavizamiento Exponencial Simple ($\alpha = 0,5$).

Demanda historial	Período t	Demanda D_t	Nivel L_t	Pronóstico F_t	Error E_t	Error absoluto E_t	Error cuadrático MSE_t	Error cuadrático (MAD) MSE_t	% Error	MAPE t	TS_t
	0		491,40								
Marzo (2017)	1	398	444,70	491,40	93,40	93,40	8723,56	8723,56	0,00	0,00	0,01
Mayo (2017)	2	729	586,85	444,70	-284,30	284,30	44775,03	26749,29	39,00	19,50	0,01
Junio (2017)	3	539	562,93	586,85	47,85	47,85	30613,22	28037,27	8,88	15,96	0,02
Julio (2017)	4	676	619,46	562,93	-113,08	113,08	26156,41	27567,05	16,73	16,15	0,02
Agosto (2017)	5	787	703,23	619,46	-167,54	167,54	26538,89	27361,42	21,29	17,18	0,03
Septiembre	6	240	471,62	703,23	463,23	463,23	57879,61	32447,79	193,01	46,48	0,04
Octubre (2017)	7	647	559,31	471,62	-175,38	175,38	54005,33	35527,43	27,11	43,72	0,04
Noviembre (2017)	8	382	470,65	559,31	177,31	177,31	51184,42	37484,56	46,42	44,05	0,04
Febrero (2018)	9	216	343,33	470,65	254,65	254,65	52702,66	39175,46	117,90	52,26	0,05
Abril (2018)	10	300	321,66	343,33	43,33	43,33	47620,12	40019,92	14,44	48,48	0,05

α	0,5
La demanda	491,40

El pronóstico para los períodos F11-F14 son:	$F_{11} = F_{12} = F_{13} = F_{14} =$	321,66 unidades
Este método muestra un error de pronóstico MAD de 40019,92 y un MAPE de 49%, una señal de rastreo de (0,01) - (0,05).		



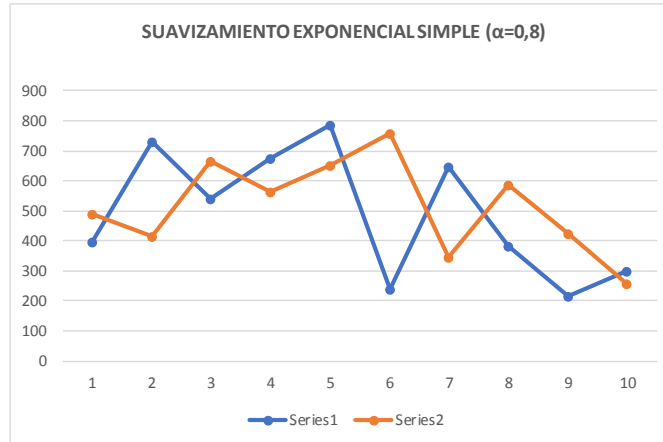
Fuente: Elaboración propia con la información de Chopra y Meindl (2013: pp. 199-200)

La tabla 17-4 muestra los resultados de la evaluación de los pronósticos de demandas futuras con el método suavizamiento exponencial simple con un alfa (α) de 0,5, los pronósticos para los siguientes cuatro periodos fueron de 321 unidades, el MAD de 40019,92, el MAPE del 48,48%, y el TS de (0,01) – (0,05).

- **Método 2: Suavizamiento Exponencial Simple con un $\alpha = 0,8$.**

Tabla 18-4: Hoja de cálculo en Excel con el método suavizamiento exponencial simple ($\alpha = 0,8$)

Método 2: Suavizamiento Exponencial Simple ($\alpha = 0,8$).											
Demanda historial	Periodo t	Demanda D_t	Nivel L_t	Pronóstico F_t	Error E_t	Error absoluto E_t	Error cuadrático MSE_t	Error cuadrático (MAD) MSE_t	% Error	MAPE t	TS_t
	0		491,40								
Marzo (2017)	1	398	416,68	491,40	93,40	93,40	8723,56	8723,56	0,00	0,00	0,01
Mayo (2017)	2	729	666,54	416,68	-312,32	312,32	53133,67	30928,62	42,84	21,42	0,01
Junio (2017)	3	539	564,51	666,54	127,54	127,54	40844,26	34233,83	23,66	22,17	0,02
Julio (2017)	4	676	653,70	564,51	-111,49	111,49	33740,85	34110,59	16,49	20,75	0,02
Agosto (2017)	5	787	760,34	653,70	-133,30	133,30	30546,38	33397,75	16,94	19,99	0,02
Septiembre (2017)	6	240	344,07	760,34	520,34	520,34	70580,99	39594,95	216,81	52,79	0,03
Octubre (2017)	7	647	586,41	344,07	-302,93	302,93	73607,67	44453,91	46,82	51,94	0,04
Noviembre (2017)	8	382	422,88	586,41	204,41	204,41	69629,83	47600,90	53,51	52,13	0,04
Febrero (2018)	9	216	257,38	422,88	206,88	206,88	66648,79	49717,33	95,78	56,98	0,04
Abril (2018)	10	300	291,48	257,38	-42,62	42,62	60165,58	50762,16	14,21	52,71	0,04
	α	0,8									
La demanda promedio mensual de los clientes es:		491,40									
El pronóstico para los periodos F11-F14 son:							$F_{11} = F_{12} = F_{13} = F_{14} =$		291,48 unidades		
Este método muestra un error de pronóstico MAD de 50762,16 y un MAPE de 52%, una señal de rastreo de (0,01) - (0,04).											



Fuente: Elaboración propia con la información de Chopra y Meindl (2013: pp. 199-200)

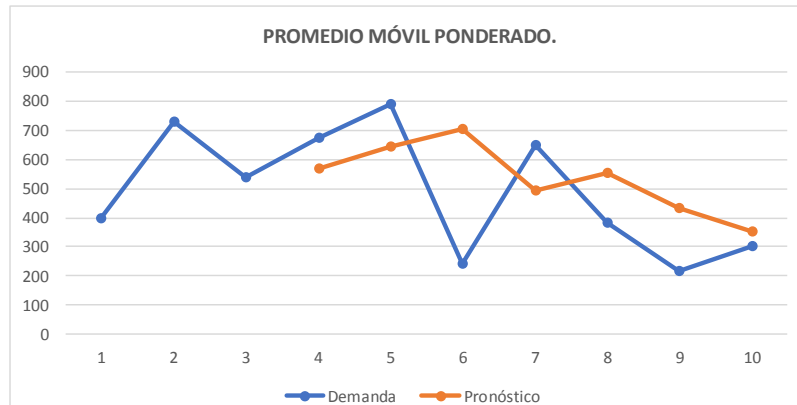
La tabla 18-4 muestra los resultados de la evaluación de los pronósticos de demandas futuras con el método suavizamiento exponencial simple con un alfa (α) de 0,8, los pronósticos para los siguientes cuatro periodos fueron de 291 unidades, el MAD de 50762,16, el MAPE del 52,71%, y el TS de (0,01) – (0,04).

Hasta el momento, los mejores resultados de pronósticos presentan el método promedio simple, sin embargo, se evaluó los datos históricos de las ventas con un tercer método.

- **Método 3: Promedio Móvil Ponderado.**

Tabla 19-4: Hoja de cálculo en Excel con el método promedio móvil ponderado

Método 3: Promedio Móvil Ponderado.											
Demanda historial	Período t	Demanda D_t	Pronóstico F_t	Error E_t	Error absoluto	Error cuadrático MSE_t	Error cuadrático (MAD) MSE_t	% Error	MAPE t	TS_t	
Marzo (2017)	1	398									
Mayo (2017)	2	729									
Junio (2017)	3	539									
Julio (2017)	4	676	567,80	-108,20	108,20	11707,24	108,20	16,01	16,01	-1,00	
Agosto (2017)	5	787	645,50	-141,50	141,50	15864,75	124,85	17,98	16,99	-2,00	
Septiembre (2017)	6	240	704,10	464,10	464,10	82372,77	237,93	193,38	75,79	0,90	
Octubre (2017)	7	647	491,30	-155,70	155,70	67840,20	217,38	24,06	62,86	0,27	
Noviembre (2017)	8	382	552,90	170,90	170,90	60113,52	208,08	44,74	59,23	1,10	
Febrero (2018)	9	216	433,10	217,10	217,10	57950,00	209,58	100,51	66,11	2,13	
Abril (2018)	10	300	352,00	52,00	52,00	50057,72	187,07	17,33	59,14	2,67	
Factores de ponderación:											
Período más lejano:		0,2									
Período intermedio:		0,3									
Período más reciente:		0,5									
El pronóstico para los periodos F11-F14 son: $F_{11} = F_{12} = F_{13} = F_{14} =$						352	unidades				
Este método muestra un error de pronóstico MAD de 187,07 y un MAPE de 73%, la señal de restreo de (-1) - (2,67).											



Fuente: Elaboración propia con la información de Chopra y Meindl (2013: pp. 197-198)

La tabla 19-4 muestra los resultados de la evaluación de los pronósticos de demandas futuras con el método promedio móvil ponderado, los pronósticos para los siguientes cuatro periodos fueron de 291 unidades, el MAD de 50762,16, el MAPE del 52,71%, y el TS de (0,01) – (0,04).

- **Método 4: Regresión Ajustado Estacionalmente.**

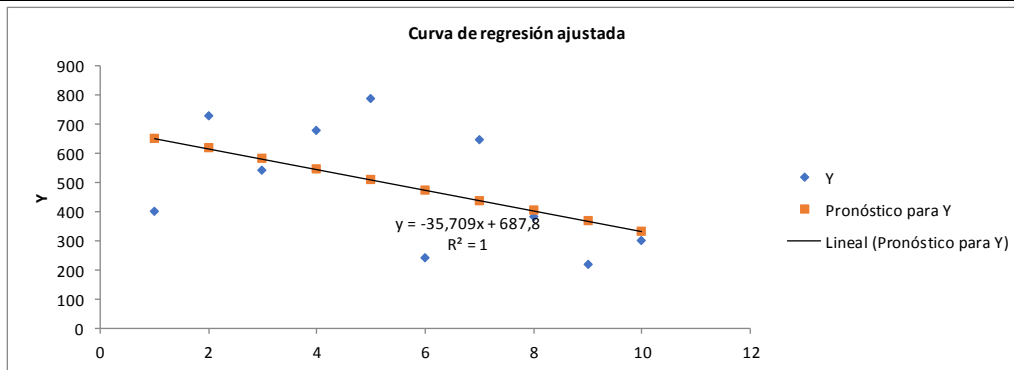
Tabla 20-4: Hoja de cálculo en Excel con el método regresión ajustado estacionalmente

Método 4: Regresión Ajustado Estacionalmente.

Demanda historial	Período t	Ventas históricas D_t	Pronóstico de regresión.	Proporción de la demanda al pronóstico	Multiplicadores estacionales.	Pronóstico de regresión ajustado estacionalmente	Error	Error absoluto E_t	Error cuadrático MSE_t	Error cuadrático (MAD) MSE_t	% Error	MAPE t	Señal de Rastreo (TS). TS_t
Marzo (2017)	1	398	652,09	0,61	0,56	364,25	33,75	33,75	1139,30	33,75	8,481	8,481	1,0
Mayo (2017)	2	729	616,38	1,18	1,33	819,93	-90,93	90,93	4703,37	62,34	12,47	10,48	-0,9
Junio (2017)	3	539	580,67	0,93	0,94	545,31	-6,31	6,31	3148,84	43,66	1,17	7,375	-1,5
Julio (2017)	4	676	544,96	1,24	0,91	498,63	177,37	177,37	10226,85	77,09	26,24	12,09	1,5
Agosto (2017)	5	787	509,25	1,55	1,23	624,49	162,51	162,51	13463,55	94,17	20,65	13,8	2,9
Septiembre (2017)	6	240	473,54	0,51	0,56	264,51	-24,51	24,51	11319,76	82,56	10,21	13,2	3,1
Octubre (2017)	7	647	437,83	1,48	1,33	582,41	64,59	64,59	10298,57	80,00	9,982	12,74	4,0
Noviembre (2017)	8	382	402,12	0,95	0,94	377,63	4,37	4,37	9013,64	70,54	1,144	11,29	4,5
Febrero (2018)	9	216	366,41	0,59	0,91	335,26	-119,26	119,26	9592,40	75,96	55,21	16,17	2,7
Abril (2018)	10	300	330,70	0,91	1,23	405,53	-105,53	105,53	9746,89	78,91	35,18	18,07	1,2
Próximo Período 1	11		294,99		0,56	164,78	-164,78	164,78	11329,11	86,72			-0,8
Próximo Período 2	12		259,28		1,33	344,90	-344,90	344,90	20298,09	108,23			-3,8
Período Período 3	13		223,57		0,94	209,95	-209,95	209,95	22127,55	116,06			-5,4

a	-35,71
b	687,80

El pronóstico para los períodos F11-F14 son: $F_{11} = F_{12} = F_{13} = F_{14} =$ **405,53** unidades
 Este método muestra un error de pronóstico MAD de 78,91 y un MAPE de 18%, una señal de rastreo de (-1,5) - (4,5).



Fuente: Elaboración propia

La tabla 20-4 muestra los resultados de la evaluación de los pronósticos de demandas futuras con el método regresión ajustado estacionalmente, los pronósticos para los siguientes cuatro periodos fueron de 291 unidades, el MAD de 50762,16, el MAPE del 52,71%, y el TS de (0,01) – (0,04).

Método 4: Regresión Ajustado Estacionalmente.

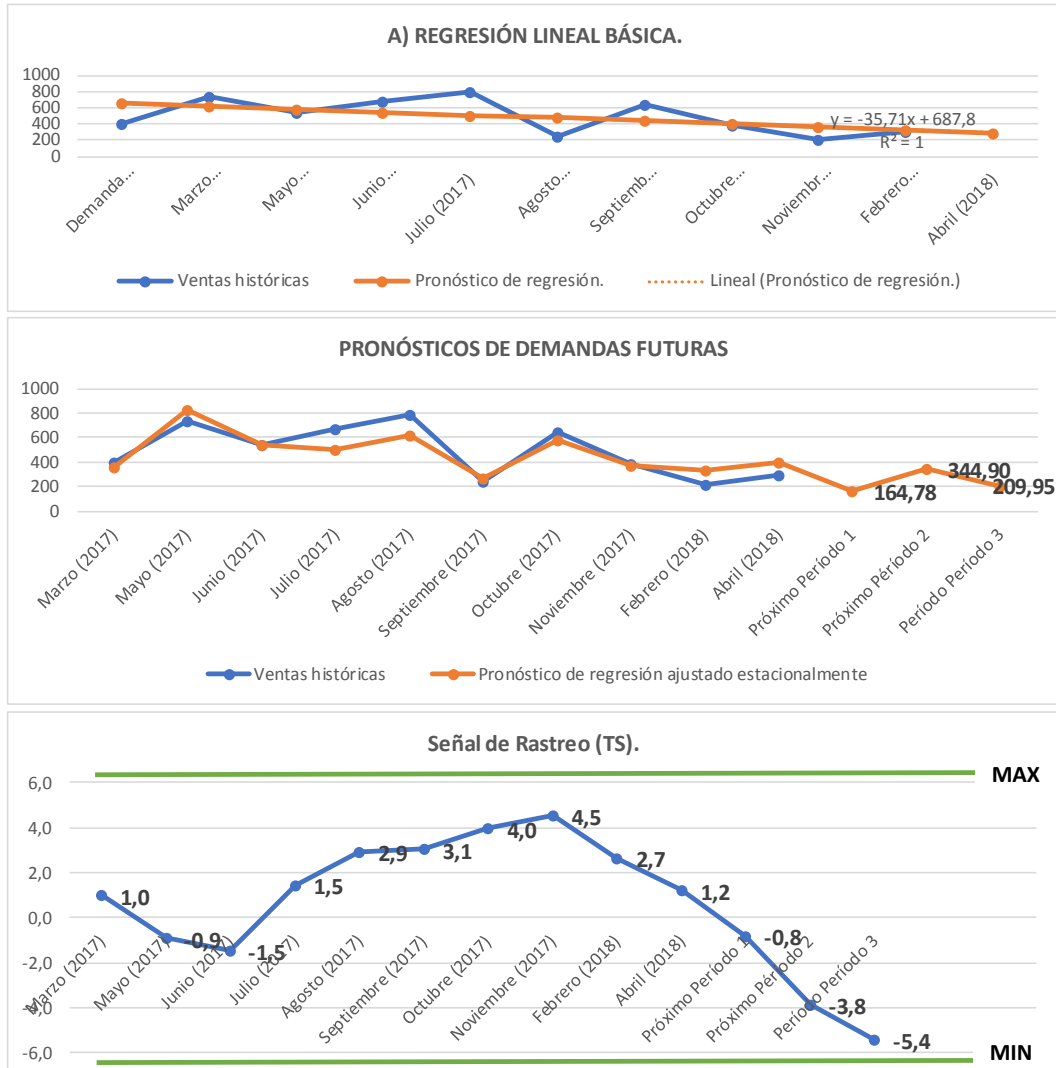


Gráfico 10-4: Pronósticos de demanda según el método de regresión ajustado estacionalmente

Fuente: Elaboración propia

El primer esquema del gráfico 10-4 representa los parámetros de entrada ($a = -35,71$ y $b = 687,8$) para la evaluación de los pronósticos de demanda a partir de la regresión lineal, el segundo esquema determina los valores de demandas para los próximos períodos de ventas; y la última representación, orienta la línea de seguimiento de los pronósticos de acuerdo al método seleccionado, según revisión bibliográfica una señal de rastreo debe bordear entre el +6 y -6, para definir que el método seleccionado fue el óptimo, en este caso se determinó que método seleccionado se ajusta a la demanda pronosticada.

Tabla 21-4: Hoja de cálculo en Excel con el método suavizamiento exponencial corregido por tendencia

Método 5: Modelo de Holt (Suavizamiento exponencial corregido por tendencia).

Demanda historial del Short Arrulllos Unisex 15010	Período t	Demanda D_t	Nivel L_t	Pronóstico F_t	Pronóstico F_t	Error E_t	Error absoluto	Error cuadrático o MSE_t	Error cuadrático (MAD) MSE_t	% Error	MAPE	TS_t
	0		687,80	-35,71								
Marzo (2017)	1	398,00	626,68	-40,79	652,09	254,09	254,09	64562,24	254,09	0,00	0,00	1,00
Mayo (2017)	2	729,00	600,20	-37,93	585,89	-143,11	143,11	42521,20	198,60	19,63	9,82	0,56
Junio (2017)	3	539,00	559,95	-38,39	562,27	23,27	23,27	28528,02	140,16	4,32	7,98	0,96
Julio (2017)	4	676,00	537,00	-35,31	521,55	-154,45	154,45	27359,57	143,73	22,85	11,70	-0,14
Agosto (2017)	5	787,00	530,22	-29,60	501,69	-285,31	285,31	38167,84	172,05	36,25	16,61	-1,78
Septiembre (2017)	6	240,00	474,56	-34,81	500,62	260,62	260,62	43127,29	186,81	108,59	31,94	-0,24
Octubre (2017)	7	647,00	460,47	-30,67	439,75	-207,25	207,25	43102,35	189,73	32,03	31,95	-1,33
Noviembre (2017)	8	382,00	425,03	-31,62	429,81	47,81	47,81	38000,26	171,99	12,52	29,52	-1,19
Febrero (2018)	9	216,00	375,66	-35,17	393,40	177,40	177,40	37274,95	172,59	82,13	35,37	-0,16
Abril (2018)	10	300,00	336,44	-35,98	340,49	40,49	40,49	33711,43	159,38	13,50	33,18	0,09

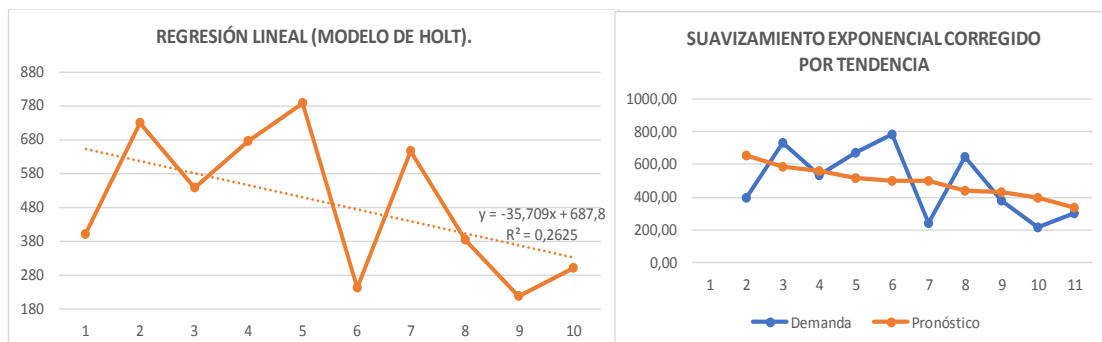
Demanda prom. mensual:	491,40	Los pronósticos para los períodos 11, 12, 13 y 14 son:	
L_0	687,80	F_{11}	300,46
T_0	-35,71	F_{12}	264,48
α	0,10	F_{13}	228,50
β	0,20	F_{14}	192,52

Este método muestra un error de pronóstico MAD de 159,38 y un MAPE de 33%, un TS de (-1,78) - (1).

Fuente: Elaboración propia con la información de Chopra y Meindl (2013: pp. 201-202)

La tabla 21-4 muestra los resultados de los pronósticos de las demandas futuras evaluados por el método suavizamiento exponencial corregido por tendencia modelo de Holt; de los cuales, las demandas futuras para los siguientes cuatro períodos fueron: para el período 11 fue de 300,46 unidades; para el período 12, 264,48 unidades; para el período 13, 228,50 unidades; y, para el período 14, 192,52 unidades.

Este método muestra un MAD de 159,38 y un MAPE de 33,18%, y un TS de (-1,78) - (1), los parámetros de entrada fueron los siguientes: $L_0 = 687,80$, $T_0 = -35,71$, $\alpha = 0,10$, y $\beta = 0,20$; los valores de L_0 y T_0 se obtuvieron del análisis de los datos por regresión lineal (gráfico 9-4).



La gráfica muestra los valores de T_0 (-35,709) y L_0 (678,8) respectivamente, valores utilizados para la generación de pronósticos con el modelo de Holt.

Gráfico 11-4: Análisis de datos con la regresión lineal para el método de Holt.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 11-4 muestra una pendiente negativa con un coeficiente de determinación (R^2) del 26%, lo cual significa que, la variabilidad de las demandas históricas (Y) de un período a otro, fueron muy significativas; sin embargo, la actualización de los datos o las ventas históricas en la hoja de cálculo del método de pronósticos del Holt (tabla 16-4), generará mejores resultados.

- **Evaluación del mejor método de pronósticos.**

Una vez evaluado los pronósticos de demandas futuras con los tres métodos antes presentados, el siguiente paso fue la evaluación de los valores de los dos tipos de errores de pronósticos (MAD, MAPE), y la señal de rastreo de cada método, para la identificación del mejor método (teóricamente, el mejor parámetro de evaluación es observar el valor del MAPE de cada método).

Tabla 22-4: Resultados de la evaluación de los cinco métodos de pronósticos

TABLA RESUMEN DEL ANÁLISIS DE PRONÓSTICOS CUANTITATIVOS: SERIES DE TIEMPO.					PRONÓSTICOS (UNIDADES).				
Método de pronóstico.			MAD	MAPE (%)	TS	F11	F12	F13	F14
Promedio simple.			217,58	73,16	(-1) - (3,35)	386	386	386	386
Promedio móvil ponderado.			187,07	59,14	(-1) - (2,67)	352	352	352	352
Suavizamiento exponencial simple.	α	0,20	34507,02	49,67	(0,1) - (0,6)	427	427	427	427
0,5		40019,92	48,48	(0,1) - (0,5)	322	322	322	322	
0,8		50762,16	52,71	(0,1) - (0,4)	291	291	291	291	
Regresión ajustado estacionalmente.			78,91	18,07	(-5,4) - (4,5)	165	345	210	
Modelo Holt.			159,38	33,18	(1) - (1,78)	300	264	229	193

Fuente: Elaboración propia

El método de pronóstico que presentó los mejores resultados de demandas futuras (tabla 22-4), fue el modelo de regresión ajustado estacionalmente, cuyo valor del error de pronóstico (MAPE) fue del 18%, el MAD de 78,91 y la señal de rastreo (TS) de (-5-4) – (4,5), los pronósticos de demanda para los siguientes períodos futuros son: 165 unidades (período 11), 345 unidades (período 12) y 210 unidades (período 13); aquel método seleccionado, se define como el método más óptimo.

4.3.3.4 Evaluación del inventario de seguridad de la materia prima

A. Evaluación al inventario de seguridad dado la política de revisión continúa.

Tabla 23-4: Hoja de cálculo en Excel con la evaluación del inventario de seguridad de la materia prima dado la política de revisión continua

POLÍTICA DE REABASTECIMIENTO DEL INVENTARIO DE LA MATERIA PRIMA			
Cantidad de inventario dado la política de revisión continúa.			
Precio unitario del producto (\$).		3,2	dólares
Costos administrativos cada vez que ordena el producto.		15	dólares
Costo anual de mantener el inventario (%).		0,02	del costo del producto.
Demanda mensual promedio (según método de pronóstico óptimo).	\bar{d}	165	unidades
Cantidad económica de pedido.	CEP	197	unidades/mes, ordenar al proveedor cada vez que llegue al valor del ROP.
			¿Cuánto reabastecer?
Tiempo de espera.	L	0,50	meses
Punto de reorden.	$R = \bar{d}L$	82,50	unidades
			Demanda durante el tiempo de espera.
Marca estadística z correspondiente al nivel de servicio al cliente establecido.	$z = \text{CSL de 95\%}$	1,65	
Desviación estándar de la demanda mensual.	σ_d	211,02	unidades
Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera.	$\sigma_L = \sigma_d \sqrt{TE}$	149,21	unidades
Inventario de seguridad (mensual).	$IS = z\sigma_L$	246,20	unidades
			¿Cuánto ss mantener en la bodega?
Punto de reorden (ROP) (nuevo ROP, cuando se combinan el ROP típico y el ss).	$R = \bar{d}L + z\sigma_L$	328,70	unidades
			¿Cuándo reabastecer?
Nivel de servicio de ciclo (CSL).		95%	Nivel de satisfacción al cliente interno y externo con la materia prima disponible.

Fuente: Elaboración propia con la información de Chopra y Meindl (2013, pp. 197-198)

La tabla 23-4 muestra los resultados de la evaluación al inventario de seguridad (ss) de la materia prima del tipo de prenda estudiado, dado la política de revisión continua; la cantidad del ss que deberá mantener en la bodega de Rio Textil, por una semana, será de 242 unidades, tomando en cuenta que la demanda mensual será de aproximadamente 500 unidades de producto (196 unidades determinó el método eficiente de pronóstico y 315 unidades por los nuevos pedidos entrantes que pudieran ordenar los clientes durante una semana de operatividad). El próximo reabastecimiento de la materia prima será de 214 unidades (CEP, cantidad económica de pedido) se deberá realizar cuando el inventario de la materia prima llegue a 329 unidades (punto de reorden, ROP). El nivel de servicio del ciclo (CSL) resultó del 95%, lo cual significa que las demandas de los clientes externos se atenderán casi en su totalidad con cantidad de materia prima disponible en la bodega de la fábrica (329 unidades: 82 unidades, demanda durante el tiempo de espera; y, 246 unidades de inventario de seguridad).

4.3.3 Nivel III

3.3.4.1 Instructivo operacional para la cadena de suministro

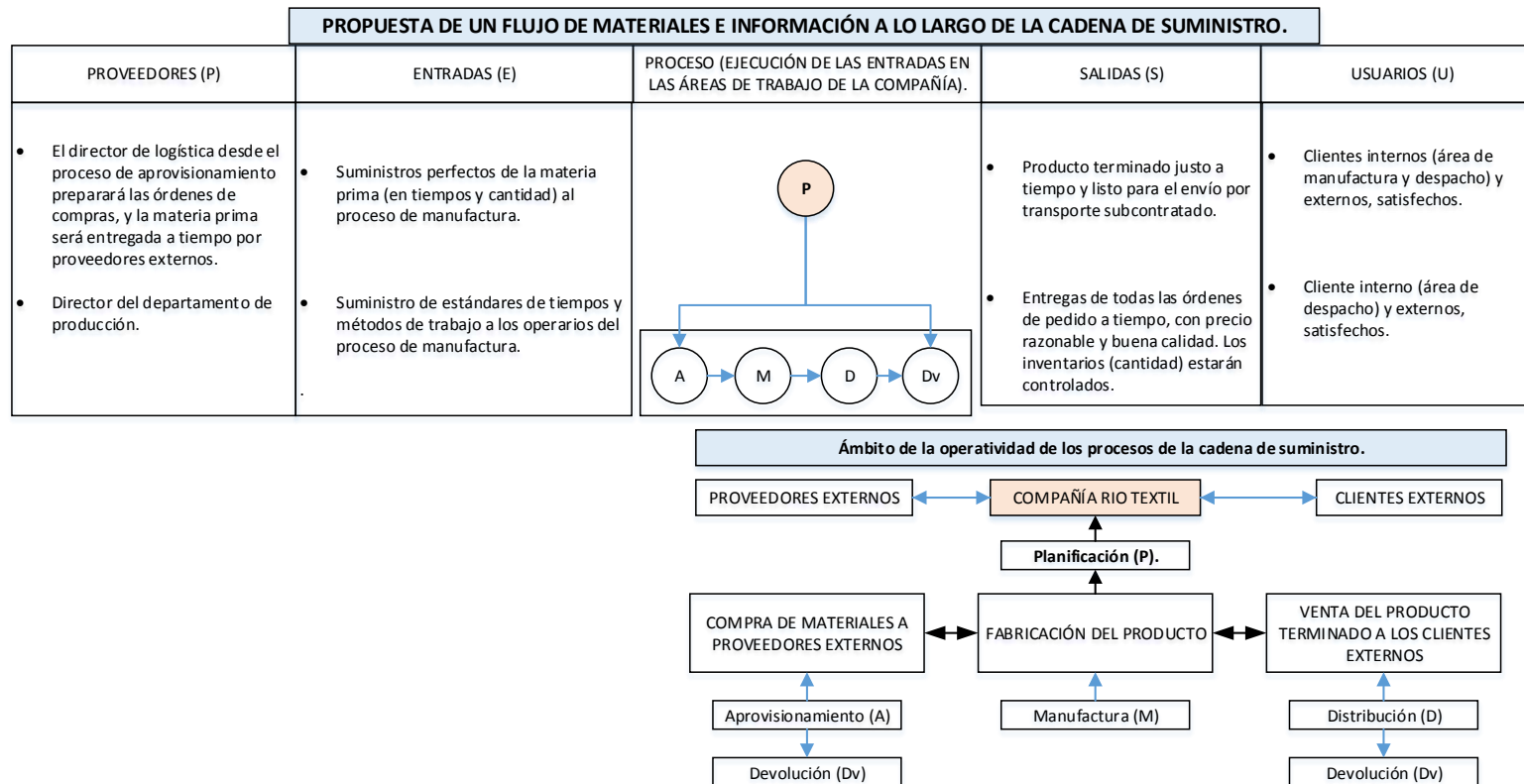


Figura 11-4: Esquema operativo con los factores de entrada para la gestión de la cadena de suministro estudiada
Fuente: Elaboración propia

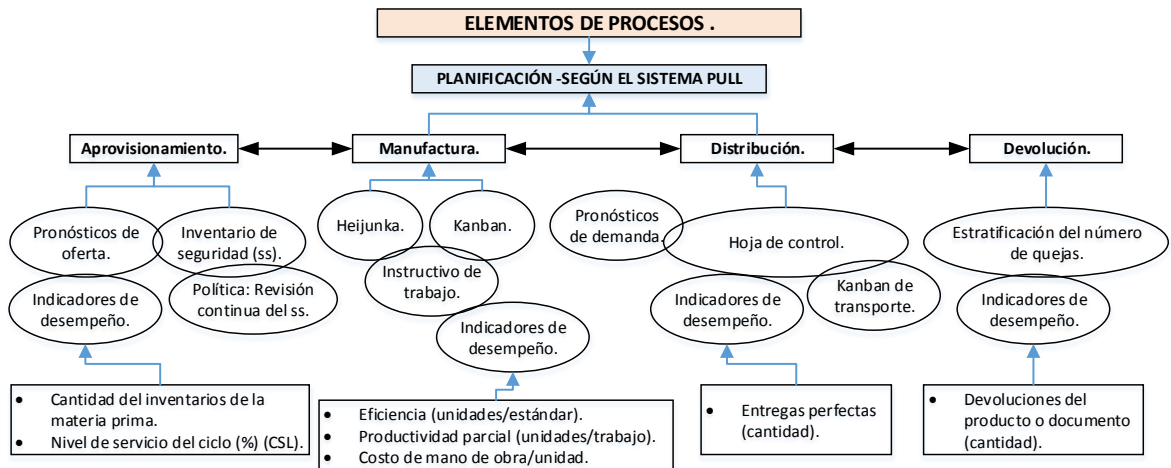


Figura 12-4: Mejores prácticas para la operatividad de la cadena de suministro

Fuente: Elaboración propia

La figura 11-4 muestra un panorama con el contenido de las técnicas, herramientas del sistema Pull, los indicadores para la evaluar el desempeño de los procesos de: aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución.

El siguiente apartado muestra los resultados de una mejora de desempeño del proceso de manufactura, cuya característica fue la ejecución de las técnicas y herramientas del sistema Pull.

4.4 Mejora del desempeño del proceso de manufactura

4.4.1 Estudio del método actual de trabajo del proceso de manufactura

La técnica utilizada para la mejora del método actual de trabajo del proceso de manufactura fue el estudio del trabajo.

Tabla 24-4: Simplificación del actual método de trabajo

ESTUDIO DEL ACTUAL MÉTODO DE TRABAJO.																							
Nombre de la estación de trabajo.	Diseño y corte		Insumos		Ensamblaje.															Empacado			
Nombre de la operación.	Diseño y corte		Insumos		Ensamble parcial.										Semiacabados de ensamble.					Empacado			
Nombre de la operaria.	Paola	Cecilia	Susana	Norma					Érika					Mayra			Mariuxi			María			
Orden secuencial del trabajo.				1	6	8	3	4	2	5	7	9	10			11	12	13	14				
Nombre de la tarea.	a - n	o - s	t - bb	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	L'	M	O	P	Q	AA	BB	CC+DD+EE+FF+GG	cc - II	
Tiempo estandar en segundos)/tarea.	41,77	30,83	33,30	20,53	19,79	25,26	17,42	10,40	11,02	25,02	32,53	34,16	78,23			32,94	12,16	30,46	37,07			50,56	543,4
Acción de mejora.	Nombre de la tarea.																						
Tareas que deben eliminarse.	L' y M		Inspección innecesaria a la tarea "pegado de elástico" (L'). Virado innecesario a la prenda (deja en posición virado) (M).																				
Tarea que debe simplificarse.	O		Remata el elástico y vira la prenda a la posición normal.																				

Fuente: Elaboración propia

La tabla 26-4 muestra que las tareas L' y M, deben eliminarse, ambas se ejecutaron innecesariamente, la primera se trata de realizar una inspección innecesaria a la tarea pegado de elástico y la segunda, se vira innecesariamente la prenda. La tarea O debe simplificarse porque contiene una subtarea innecesaria, virado de la prenda a su posición normal.

Tabla 25-4: Resultados de la simplificación del actual método de trabajo

RESULTADOS DE LA SIMPLIFICACIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO.																									
Nombre de la estación de trabajo.	Diseño y corte		Insumos		Ensamblaje.															Empacado					
Nombre de la operación.	Diseño y corte		Insumos		Ensamble parcial.										Semiacabados de ensamble.					Empacado					
Nombre de la operaria.	Paola	Cecilia	Susana	Norma					Érika					Mayra			Mariuxi			María					
Orden secuencial del trabajo.				1	6	8	3	4	2	5	7	9	10			11	12	13	14						
Nombre de la tarea.	a - n	o - s	t - bb	A	B	C	D	E	F	H	I+K	L	N	P	Q	AA	BB	CC+DD+EE+FF+GG	cc - II						
Tiempo estandar en segundos)/tarea.	41,77	30,83	33,30	20,53	19,79	25,26	17,42	10,40	11,02	25,02	32,53	26,61	8,76	62,02	70,78			32,94	12,16	30,46	37,07			50,56	528,44

Fuente: Elaboración propia

La tabla 27-4 muestra un tiempo de ciclo de 528,44 segundos por unidad, cuyo resultado apareció, de la simplificación del actual método de trabajo, en particular, se enfocó la mejora en el área de ensamblaje.

4.4.3.1 Balanceo de la carga laboral del proceso de manufactura

BALANCEO DEL PROCESO DE MANUFACTURA.																								
Nombre de la operación.	Diseño y corte.	Selección de	Ensamblaje.														Enfundado.			Empacado				
Nombre de la operaria.	Paola		Norma						Érika						Mayra		Mariuxi							
Orden secuencial del trabajo.			1	6	8	3	4	12	5	2	7	9	14	10	11	13	15			16				
Nombre de la tarea.	a - s	t - bb	A	B	C	D	E	AA	H	F	I	K	L	CC	DD	N	P	Q	BB	EE	FF	GG	cc - ll	
Tiempo estándar en segundos)/tarea.	72,60	33,30	20,53	19,79	25,26	17,42	10,40	12,16	25,02	11,02	18,75	13,77	26,61	6,09	7,37	8,76	62,02	32,94	30,46	5,72	7,22	10,68	50,56	528,45
Tiempo de ciclo (segundos) estándar/op	105,90		105,55						108,63						103,73		104,64				528,45			

Factores de entrada.		Factores de salida.	
Tiempo total de la jornada de t. (min.).	480	Pérdidas por falta de balanceo.	-1%
T. (min.) planificado (disponible)/día.	427,20	Producción requerida (ensambles)/jornada.	242
T. (seg.) planificado (disponible)/día.	25632	Takt time (minutos/unidad).	1,77
Holgura/día (minutos).	52,80	Takt time (minutos/unidad).	105,92
T. ciclo (seg.) estándar del proceso.	528,45	Número teórico de operarios.	4,99
# operarios asignados.	5		

Tiempo estándar por unidad fabricada.		
Operación.	Operaria.	T. (seg.)
Diseño y corte, y selección de insumos.	Paola	105,90
Ensamble.	Norma	105,55
	Érika	108,63
	Mayra	103,73
Enfundado y empacado.	Mariuxi	104,64
		528,45

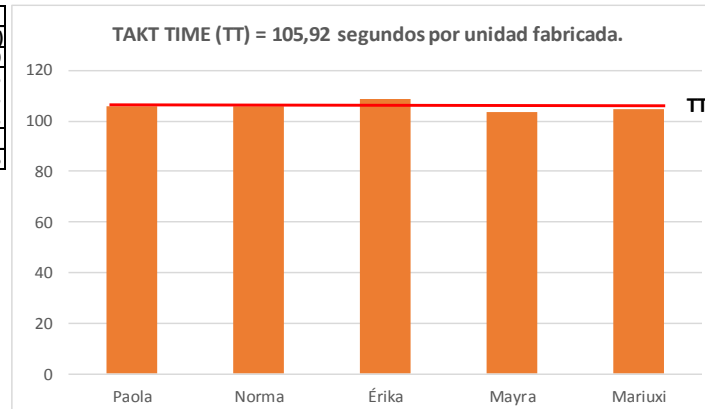


Gráfico 12-4: Balance de la carga laboral del proceso de manufactura

Fuente: Elaboración propia

La gráfica 10-4 presenta un mejor equilibrio de la carga laboral de los operarios del proceso de manufactura, se requiere el esfuerzo de sólo cinco personas, que trabajaran a un takt time de 105,92 segundos por unidad, el equilibrio de la línea alcanzó el 100%.

a. **Tiempo estándar**

b. Tiempo estándar = tiempo promedio entre la terminación de unidades. (4)

Tiempo estándar de la fabricación del producto = 528,44 segundos o 8,81 min por unidad .

c. **Trabajo estándar**

$$\text{Trabajo estándar} = \text{operación cuello de botella (segundos)}. \quad (5)$$

$$\text{Trabajo estándar} = 108,63 \text{ segundos o } 1,81 \text{ minutos.}$$

d. **Capacidad de la línea de fabricación**

$$\text{Capacidad de la línea} = \frac{\text{tiempo disponible (segundos)}}{\text{trabajo estándar (segundos)}} \quad (6)$$

$$\text{Capacidad de la línea} = \frac{25632 \text{ seg.}}{108,63 \text{ segundos}} = 236 \frac{\text{unidades}}{\text{jornada}} \text{ o } 29 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

e. **Pérdidas de valor por falta de balanceo.**

$$\text{Pérdidas por falta de balanceo (\%)} = \frac{(\text{t. más largo} * \# \text{oper.}) - \left(\frac{\text{tiempo estándar}}{\text{unidad}} \right)}{(\text{tiempo más largo} * \# \text{ operarios})} \quad (3)$$

$$\text{Pérdidas por falta de balanceo (\%)} = \frac{(108,63 \text{seg.} * 5 \text{ personas}) - (528,44 \text{ seg.})}{(108,63 \text{seg.} * 5 \text{ personas})} = 3\%.$$

El valor 3% significa que aún todavía puede ser mejorada la distribución actual de la carga laboral del proceso de manufactura, es decir, aquel valor evidencia que existe pérdidas de valor por la falta de redistribución del trabajo.

f. **Eficiencia de la línea de fabricación.**

$$\text{Eficiencia de la línea (\%)} = \frac{\sum \text{ de los tiempos de todas las tareas (segundos)}}{\# \text{ de estaciones de trabajo} * \text{takt time (segundos)}} \quad (27)$$

$$\text{Eficiencia de la línea (\%)} = \frac{528,44 \text{ segundos}}{5 \text{ personas} * 105,92 \text{ segundos}} = 99\%$$

g. **Trabajadores requeridos.**

$$\text{Número teórico de operarios necesarios} = \frac{\text{tiempo estándar de una pieza}}{\text{takt time}} \quad (30)$$

$$\text{Número teórico de operarios necesarios} = \frac{528,44 \text{ segundos}}{105,92 \text{ segundos}} = 4,99 \text{ personas} = 5 \text{ personas.}$$

4.4.3.2 Tiempo ocioso.

Tabla 26-4: Tiempo ocioso del proceso de manufactura mejorado

TIEMPO OCIOSO.									
Nombre de los operarios.	Orden secuencial.	Tarea	Tiempo estándar (segundos)/t area	Tiempo estándar (segundos)/puesto de trabajo	Tiempo estándar (segundos)/operaria.	Takt time (segundos)	Tiempo ocioso (segundos)/unidad	Producción requerida/jornada.	Tiempo ocioso (segundos)/24 ensambles.
Paola		a - n + t - bb			105,90	105,92	0,02	242	4,84
Norma	1	A	20,53	20,53	105,55	105,92	0,37	242	89,36
	6	B	19,79	19,79					
	8	C	25,26	25,26					
	3	D	17,42	17,42					
	4	E	10,40	10,40					
	12	AA	12,16	12,16					
Érika	2	F	11,02	11,02	108,63	105,92	---	---	---
	5	H	25,02	25,02					
	7	I	18,75	32,53					
		K	13,77						
	9	L	26,61	26,61					
	14	CC	6,09	13,45					
DD		7,37							
Mayra	10	N	8,76	70,78	103,73	105,92	2,19	242	531,17
		P	62,02						
	11	Q	32,94	32,94					
Mariuxi	13	BB	30,46	30,46	104,64	105,92	1,28	242	309,12
	15	EE	5,72	23,62					
		FF	7,22						
		GG	10,68						
	16	cc - ll		50,56					
Tiempo total (seg.).					528,45		3,86		930,62
Tiempo total (min).					8,81		0,06		15,51

Fuente: Elaboración propia

La tabla 28-4 muestra los nuevos resultados del tiempo ocioso, la actual eficiencia del balanceo de la línea de manufactura, aún todavía puede incurrir con 15,51 minutos muertos

4.4.3.3 Tiempo extra

Tabla 27-4: Tiempo extra luego del balanceo de la línea

TIEMPO EXTRA.									
Nombre de los operarios.	Orden secuencial.	Tarea	Tiempo estándar (segundos)/tarea	Tiempo estándar (segundos)/puesto de trabajo	Tiempo estándar (segundos)/operaria.	Takt time (segundos)	Tiempo ocioso (segundos)/unidad	Producción requerida/jornada.	Tiempo ocioso (segundos)/24 2 ensambles.
Paola		a - n + t - bb			105,90	105,92	---	---	---
Norma	1	A	20,53	20,53	105,55	105,92	---	---	---
	6	B	19,79	19,79					
	8	C	25,26	25,26					
	3	D	17,42	17,42					
	4	E	10,40	10,40					
	12	AA	12,16	12,16					
Érika	2	F	11,02	11,02	108,63	105,92	2,71	242	656,62
	5	H	25,02	25,02					
	7	I	18,75	32,53					
		K	13,77						
	9	L	26,61	26,61					
	14	CC	6,09	13,45					
DD		7,37							
Mayra	10	N	8,76	70,78	103,73	105,92	---	---	---
		P	62,02						
	11	Q	32,94	32,94					
Mariuxi	13	BB	30,46	30,46	104,64	105,92	---	---	---
	15	EE	5,72	23,62					
		FF	7,22						
		GG	10,68						
	16	cc - ll		50,56					
Tiempo total (seg.).					528,45		2,71		653,91
Tiempo total (min).					8,81		0,05		10,90

Fuente: Elaboración propia

La tabla 29-4 muestra una reducción del tiempo extra del proceso de manufactura, el método mejorado puede incurrir con 11 minutos extras por jornada de trabajo.

4.3.2. Hoja de trabajo estandarizado con la trayectoria del material y las personas en la línea de manufactura.

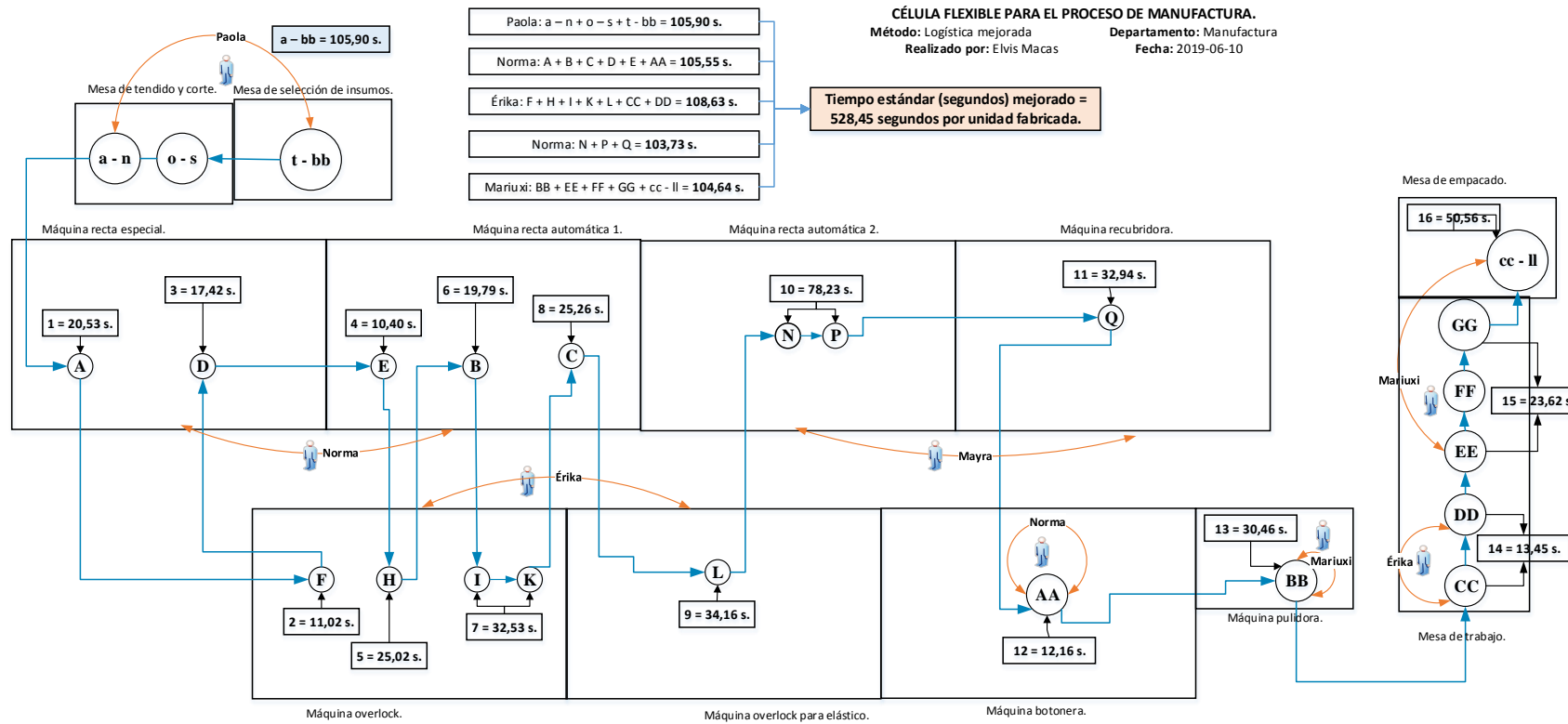


Figura 13-4: Hoja de trabajo estandarizado con la trayectoria del material y las personas en la línea de manufactura

Fuente: Elaboración propia

La figura 14-4 muestra una de trabajo cuyo contenido tiene dos particularidades para un mejor desempeño del proceso de manufactura: el primero, aquella célula de trabajo tiene la característica de flexibilidad para cumplir con la planificación de la demanda (242 unidades), requerimiento de esfuerzo de sólo cinco personas;

la segunda característica del rediseño presentado, tiene la particularidad de operar en sublotos pequeños con una cantidad de 24 unidades, y la vez permite la reducción al mínimo, la repetitividad de los miembros superiores de las operarias al momento del cruce de las piezas entre máquinas.

4.3.3. Tiempo de paso

TIEMPO DE PASO PARA FABRICAR EL PRODUCTO.																								
Nombre de la operación.	Diseño y corte.	Selección de	Ensamblaje.														Enfundado.			Empacado				
Nombre de la operaria.	Paola		Norma						Érika						Mayra		Mariuxi							
Orden secuencial del trabajo.			1	6	8	3	4	12	5	2	7	9	14	10	11	13	15		16					
Nombre de la tarea.	a - s	t - bb	A	B	C	D	E	AA	H	F	I	K	L	CC	DD	N	P	Q	BB	EE	FF	GG	cc - II	
Tiempo estándar en segundos)/tarea.	72,60	33,30	20,53	19,79	25,26	17,42	10,40	12,16	25,02	11,02	18,75	13,77	26,61	6,09	7,37	8,76	62,02	32,94	30,46	5,72	7,22	10,68	50,56	528,45
Cantidad a entregar de forma conjunta.	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Tiempo de paso (segundos).	1742,40	799,20	492,62	474,90	606,16	418,11	249,57	291,91	600,53	264,43	450,11	330,49	638,72	146,08	176,83	210,25	1488,57	790,58	731,05	137,28	173,28	256,32	1213,44	
											780,61					1698,82				566,88				
Tiempo de paso(segundos)/operaria.	2541,60		2533,29						2607,20						2489,40		2511,37				12682,86			

Factores de entrada.	
Tiempo total de la jornada de t. (min.).	480
T. (min.) planificado (disponible)/día.	427,20
T. (seg.) planificado (disponible)/día.	25632
Holgura/día (minutos).	52,80
T. ciclo (seg.) estándar/unidad.	528,45
Tiempo de paso (segundos)/ 24 unidades.	12682,86
# operarios asignados.	5

Factores de salida.	
Producción requerida (cantidad)/jornada.	242
Takt time (minutos/unidad).	1,77
Takt time (minutos/unidad).	105,92
Tamaño del sub lote (cantidad a entregar en forma conjunta al cliente aguas abajo).	24
Tiempo de paso (conjunto de unidades*takt time) (segundos/24 unidades).	2542,02
Tiempo de paso (conjunto de unidades*takt time) (minutos/24 unidades).	42,37

Tiempo estándar por unidad fabricada.		
Operación.	Operaria.	T. (min.)
Diseño y corte, y selección de insumos.	Paola	42,36
Ensamble.	Norma	42,22
	Érika	43,45
	Mayra	41,49
Enfundado y empaçado.	Mariuxi	41,86
		211,38

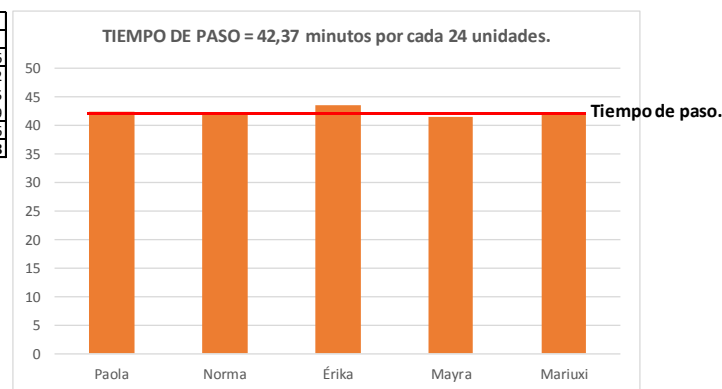


Gráfico 13-4: Tiempo de paso del proceso de manufactura

Fuente: Elaboración propia


La gráfica 12-4 muestra que el tiempo de paso o ritmo para la gestión del proceso de manufactura es de 42,37 minutos por cada 24 unidades, el producto llegará al área de empaqueo final, con la particularidad de que el producto estaría listo para el envío a los clientes externos.

$$\text{Tiempo de paso} = \text{takt time} * \text{cantidad conjunta a entregar} \quad (28)$$

$$\text{Tiempo de paso} = 105,92 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}} * 24 \text{ unidades} = 2542,08 \text{ segundos o } 42,37 \text{ min.}$$

El suministro cada 24 unidades es el tamaño óptimo para el manejo de los materiales en el departamento de manufactura de Rio Textil, cada empaque de producto terminado del tipo de prenda estudiado, tiene un contenido de 24 unidades; agrupa, 6 paquetes, cada paquete contiene, 4 colores distintos del mismo diseño.

4.4.3.4 Control de la producción usando tarjetas Kanban

Referencia: piezas del Short Arrullos Unisex 15010.		KANBAN DE PRODUCCIÓN	Descripción: delanteros y espaldas.	
Cantidad por contenedor: 24.	Proveedor: diseño y corte de piezas.		Cliente: ensamble.	
		# de tarjetas: 3/10.	Embalaje: cinta.	


Referencia: ensamblados	KANBAN DE TRANSPORTE	Descripción: Short Arrullos Unisex 15010 (talla 24 meses).		
Cantidad por contenedor: 24.	DE: ensamble.		A: empaqueo.	
		# de tarjetas: 3/10.	Embalaje: cinta.	

Figura 14-4: Tarjetas Kanban de producción y transporte

Fuente: Elaboración propia con la información de Rajadell y Sánchez (2010: pp. 100-101)

La figura 13-4 muestra la propuesta dos tipos de tarjetas Kanban, una para el transporte de los materiales entre los clientes internos del proceso de manufactura y la otra para informar la orden de producción. El Kanban de transporte pasará información de los requerimientos de los materiales de la estación de empaqueo del producto al estante de piezas cortadas y terminadas, derivando información para el departamento de corte de piezas y ensamble.

Un estante abarcará contenedores vacíos y llenos de piezas a ensamblar o ensambladas, en el nivel inferior se podrían ubicar los contenedores llenos de piezas o ensambles para mejor acceso y en la parte superior, los contenedores vacíos.

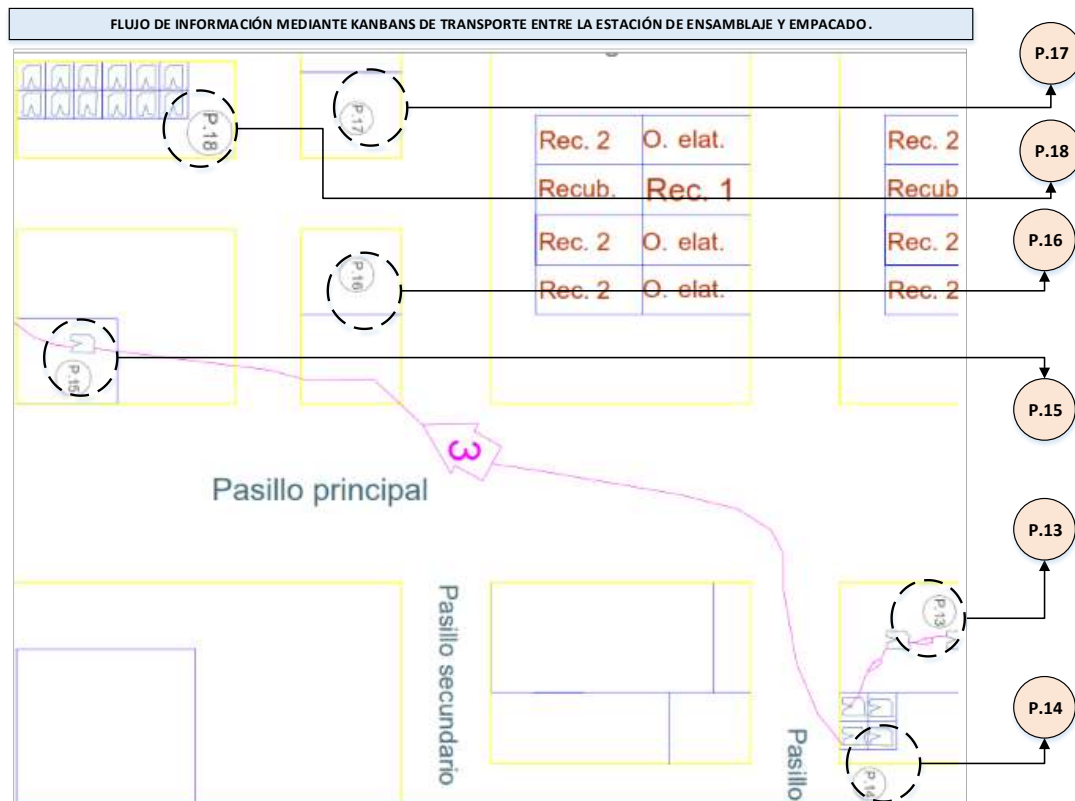


Figura 15-4: Manejo de las tarjetas Kanban de transporte y producción entre los puestos: 14 y 18

Fuente: Elaboración propia

El Kanban de transporte rotará entre el estante (P.14) del proceso de ensamblaje y el P.18 del empacado (figura 14-4), al inicio de la jornada de trabajo arribarán contenedores llenos de piezas cortadas al puesto 14 (P.14), al final se retirarán los ensambles listos del P.14 al P.18, para el empacado final; los anexos H y J, muestran una mejor representación al respecto.

Un esquema visual con el manejo de las tarjetas se presenta en la figura 16-4.

4.5. Resultados de la mejora del desempeño de la cadena de suministro

4.5.1. Arribos de la materia prima

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ARRIBOS DE A MATERIA PRIMA.			
	Gestión anterior.	Gestión propuesta.	Mejora
Cantidad (veces por mes).	1	3	
Arribos perfectos.	17%	80%	63%

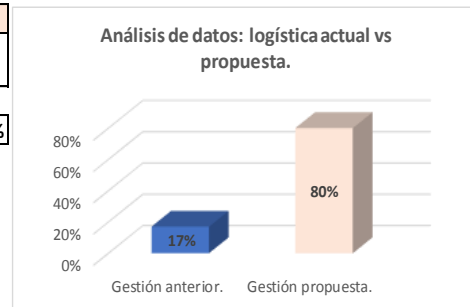


Gráfico 14-4: Resultados de la mejora en los arribos de la materia prima

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del diagnóstico del actual desempeño logístico de la cadena de suministro estudiada, presentó que un 50% de los arribos de la materia prima a la fábrica fueron a destiempo; en los próximos períodos de gestión, aproximadamente mejorará en un 80%, es decir, en promedio por cada 4 suministros de la materia prima que realicen los proveedores externos, 3 llegarían a tiempo y 1 a destiempo.

$$\text{Mejora} = \text{Logística propuesta (\%)} - \text{Logística anterior (\%)}$$

$$\text{Mejora} = 80\% - 17\% = 63\%.$$

Un 63% será el resultado de la mejora en cuestión de los arribos de la materia prima.

4.5.2. Fabricación del producto

4.5.2.1. Productividad del proceso de manufactura

El tiempo de ciclo se redujo a 15 segundos por cada unidad fabricada, antes fue de 543,44 segundos, ahora; con el método actual de trabajo se redujo a 528,44 segundos por cada unidad.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{insumos}} \quad (11)$$

$$\text{Productividad (actual)} = \frac{1 \text{ unidad}}{543,44 \text{ segundos}} = 0,00184 \frac{\text{unidad}}{\text{segundos}}$$

$$\text{Productividad (mejorada)} = \frac{1 \text{ unidad}}{528,44 \text{ segundos}} = 0,00189 \frac{\text{unidad}}{\text{segundos}}$$

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{productividad mejorada} - \text{productividad actual}}{\text{productividad actual}} \quad (32)$$

$$\text{Índice de productividad} = \frac{0,00189 \frac{\text{unidad}}{\text{segundos}} - 0,00184 \frac{\text{unidad}}{\text{segundos}}}{0,00184 \frac{\text{unidad}}{\text{segundos}}} = 3\%$$

El tiempo de ciclo se mejoró en un 3% por unidad fabricada; antes el tiempo de ciclo fue de 543,44 segundos/unidad, con el estudio del trabajo resultó 528,44 segundos/unidad.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{insumos}} \quad (11)$$

$$\text{Productividad (actual)} = \frac{242 \text{ unidades}}{8 \text{ personas}}$$

$$\text{Productividad (mejorada)} = \frac{242 \text{ unidades}}{5 \text{ personas}}$$

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{productividad mejorada} - \text{productividad actual}}{\text{productividad actual}} \quad (32)$$

$$\text{Índice de productividad} = \frac{8 \text{ operarios} - 5 \text{ operarios}}{5 \text{ operarios}} = 60\%$$

La línea de manufactura antes requirió del esfuerzo de 8 personas por jornada de trabajo (8 horas), ahora, con la nueva distribución de la carga laboral de trabajo de los operarios, la línea de fabricación requiere de tan solo 5 personas, es decir, la productividad por la reducción del insumo (cantidad de personas) mejoró en un 60%.

4.5.2.2. Beneficios económicos en el proceso de manufactura

Tabla 28-4: Resultados de los beneficios económicos luego de la mejora alcanzada

BENEFICIOS POR LA SIMPLIFICACIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO DEL PROCESO DE MANUFACTURA.					
Factores de entrada.					
Demanda planificada (unidades)/jornada.		242			
Costo de la hora-hombre.	\$	2,38			
Costo de la hora-hombre.	\$	0,04			
Días de trabajo/semana.		5			
Resultados.					
	Antes (segundos)	Después (segundos)	Ahorro (segundos) (x 1 unidad).	Ahorro diario (segundos) (x 242).	Ahorro diario (minutos)
Tiempo de ciclo (estándar).	543,44	528,44	15	3630,00	60,50
Ahorro monetario (\$).					
	Diario	Semanal			
	\$ 2,39	\$ 11,97			
BENEFICIOS POR EL EQUILIBRIO DE LA LÍNEA DE MANUFACTURA.					
Resultados.					
	Antes (minutos)	Después (minutos)	Ahorro (minutos).		
Tiempo ocioso/jornada (x 242 unidades).	1241,8	15,51	1226		
Ahorro monetario (\$).					
	Diario	Semanal			
	\$ 48,54	\$ 242,70			
Resultados.					
	Antes (minutos)	Después (minutos)	Ahorro (minutos).		
Tiempo extra/jornada (242 unidades).	21,09	10,90	10		
Ahorro monetario (\$).					
	Diario	Semanal			
	\$ 0,40	\$ 0,97			

Fuente: Elaboración propia

Reducción de tiempos = tiempo de ciclo + tiempo ocioso + tiempo extra.

$$\text{Reducción de tiempos (x 242 unidades.)} = 60,50 \text{ min} + 1226 \text{ min} + 10 \text{ min} = \frac{1296,5 \text{ min}}{\text{jornada}} .$$

$$\text{Ahorro de dinero (x 242 unidades.)} = \$2,39 + \$48,54 + \$0,40 = \frac{\$51,33}{\text{jornada}} \text{ o } \frac{\$256,65}{\text{semana}}$$

El actual método de trabajo del proceso de manufactura puede ahorrar dinero: por la simplificación del tiempo de ciclo, \$2,39/jornada de trabajo; por la reducción del tiempo ocioso, \$48,54/jornada; y, por el tiempo extra, \$0,40/jornada. Es decir, por cada semana de operatividad del proceso de manufactura, se puede ahorrar \$256,65 dólares.

4.5.3. Inventarios y costos operacionales

Tabla 29-4: Resultados del análisis de los inventarios y costos operacionales

ANÁLISIS DE LOS INVENTARIOS DE LA MATERIA PRIMA.			
Rotación del inventarios "materias primas".			Fórmulas y resultados.
	Antes	Después.	
Pronóstico de demanda (unidades) mensual (según el método de regresión ajustado estacionalmente).		165	
Demanda aproximada mensual por nuevos pedidos entrantes.		315	
Demanda (unidades) total mensual.		480	Rotación del inventarios materias primas = Materia prima utilizada./Inventario promedio de la materia prima. .
Demanda promedio por semana.	120	120	
Total de metros/unidad.	0,42	0,42	Período del inventario materia prima= 360 días /Rotación del inventario materia prima.
Total de materia prima utilizada (metros de tela).	50,76	50,76	
Inventario prom. de seguridad de la materia prima (metros de tela)/semana.	300	79	
Inventario prom. de seguridad de la materia prima (metros de tela)/mes.	1200	316	
Rotación de inventario de la materia prima (número de veces).	0,17	0,64	# de veces por semana, que en promedio la bodega envía la materia prima a p
Período de transformación de la materia prima (días).	44	12	# días, que en promedio la materia prima tarda en bodega.

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Rotación de los inventarios de la materia prima} = \frac{\text{cantidad utilizada}}{\text{cantidad de inventario disponible}}$$

$$\text{Rotación de los inventarios de la materia prima (logística actual)} = \frac{50,76 \text{ metros de tela}}{300 \text{ metros de tela}} = 0,17 \frac{\text{veces}}{\text{semana}}$$

$$\text{Rotación de los inventarios de la materia prima (logística propuesta)} = \frac{50,76 \text{ m de tela}}{79 \text{ m de tela}} = 0,64 \frac{\text{veces}}{\text{semana}}$$

Los inventarios de la materia prima antes rotaban 0,17 veces por cada semana, ahora, pueden rotar 0,64 (o 1 vez) veces por semana resultado del equilibrio de la demanda de los clientes externos. La materia prima antes tardaba en la bodega 44 días, ahora, permanecerá en la bodega sólo por 12 días.

Tabla 30-4: Resultados del análisis de los inventarios en proceso

ANÁLISIS DE LOS INVENTARIOS DEL MATERIAL EN PROCESO.			
Rotación del inventarios "productos en proceso".			
	Antes	Después.	Fórmulas y resultados.
Total de metros/unidad.	0,42		
Costo/metro de tela.	1,80		
Capacidad de la producción/jornada.	232	242	
Inventario promedio (tamaño de lote) de productos en proceso.	421	242	
Números de máquinas que se utilizan/ensamble parcial.	8	5	
Tiempo de ciclo estandar (segundos)/unidad ensamblada parcialmente.	543,44	528,44	
Costo aproximado de la mano de obra productiva/jornada de ocho horas.	\$ 19,00	\$ 19,00	
Costo de la mano de obra productiva/minuto.	\$ 0,04	\$ 0,04	
Costo aproximado de la mano de obra administrativa/jornada de ocho horas.	\$ 1.600,00	\$ 800,00	
Costo de la mano de obra administrativa/minuto.	\$ 80,00	\$ 40,00	
Otros gastos por jornada de trabajo.	\$ 30,00	\$ 30,00	
Costo (\$) de la materia prima (metros de tela)/unidad.	0,76	0,76	
Costo (\$) por la mano de obra/unidad.	\$ 0,36	\$ 0,35	
Costo (\$) por la mano de obra/lote.	\$ 83,18	\$ 84,37	
Costo (\$) diario de la electricidad/máquina	\$ 1,00	\$ 1,00	
Costo (\$) diario de la electricidad por utilizar seis tipos máquinas.	\$ 8,00	\$ 5,00	
Costo (\$)/minuto de funcionamiento de la máquina.	\$ 0,02	\$ 0,01	
Costo (\$)/minuto máquina/unidad.	\$ 0,15	\$ 0,09	
Costo por la producción (material, máquinas, mano de obra)/unidad, libre del costo administrativo y otros gastos.	\$ 1,27	\$ 1,20	
Costo por la producción/lote de cada jornada.	\$ 404,84	\$ 360,83	
Costo total de producción/unidad.	\$ 1,75	\$ 1,49	
Rotación de inventarios de productos en proceso.	0,96	1,49	# de veces por semana.
Días de inventario como productos en proceso.	5,20	3,35	Días que se tarda en empezar a procesar y terminar la producción.

$$\text{Rotación de inventarios de productos en proceso} = \frac{\text{Costo de producción.}}{\text{Inventario promedio de producto en proceso.}}$$

$$\text{Días de inventario de productos en proceso} = \frac{360 \text{ días}}{\text{Rotación del inventario en proceso.}}$$

Fuente: Elaboración propia

Los inventarios del material en proceso rotaban 0,96 veces por semana, ahora, con el control al inventario de seguridad, rotará cada 1,49 (o dos veces) veces por semana. Un lote de aproximadamente 480 unidades tardaba con el sistema anterior, 5,20 días; ahora, con la aplicabilidad del sistema PULL-SCOR versión 10.0, se deberá ingresar lotes de sólo 242 unidades a diario y la respuesta de la producción tardaría 3,35 días, trabajando a tiempo completo en la línea y con el esfuerzo de cinco personas.

El costo promedio por cada unidad fabricada con la gestión logística anterior fue de \$1,75 dólares, ahora, aproximadamente costaría, \$1,49 dólares; gran contenido de costos tuvo el valor por del personal administrativo, antes Rio Textil, operaba su compañía con 2 administradores y no muy conocedores de la gestión logística y producción, ahora, es posible que el sistema sólo requiera de un operador logístico o productivo. Por tanto, se puede economizar \$800 mensuales.

Tabla 31-4: Resultados del análisis de los inventarios del producto terminado

ANÁLISIS DE LOS INVENTARIOS DEL PRODUCTO TERMINADO.			
Rotación del inventario "producto terminado".			Fórmulas y resultados.
	Antes.	Después.	
Inventario promedio (tamaño de lote) de productos en proceso/jornada.	421	242	$\text{Rotación de inventarios de producto terminado} = \frac{\text{Costo de ventas.}}{\text{Inventario promedio de producto terminado.}}$ $\text{Plazo promedio de inventarios de producto terminado} = \frac{360 \text{ días}}{\text{Rotación del inventario de producto terminado.}}$
Días laborables/semana.	5	5	
# lotes que se podría fabricar el producto/semana.	0,96	1,49	
Inventario promedio de producto terminado/semana.	404,84	360,83	
Inventario promedio de seguridad (ss)/semana.	300	79	
Inventario promedio disponible para el cliente/semana.	704,84	439,83	
Costo de la producción/lote de cada jornada.	\$ 404,84	\$ 360,83	
Costo de la producción/semanal.	\$ 2.024,22	\$ 1.804,14	
Costo por producir/unidad.	\$ 1,75	\$ 1,49	
Costos por ventas(contenido total del inventario disponible)/semana.	\$ 706,46	\$ 538,00	
Rotación de inventarios de artículos terminados.	1,00	1,22	# de veces.
Plazo (días) promedio del inventario de producto terminado.	4,99	4,09	# de días que un artículo pertenece en el inventario antes de ser vendido.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 33-4 muestra los resultados del análisis a los inventarios del producto terminado (del diseño de prenda estudiado), una diferencia significativa, representa la cantidad de inventario de seguridad que se mantenía en las bodegas de Rio Textil, antes los directores de la compañía, ejecutan la política de mantener un inventario promedio de 300 unidad de producto terminado, ahora, la aplicabilidad del sistema propuesto (sistema Pull), se reduce a la cantidad necesaria; técnicamente toma en cuenta las demanda históricas del producto, y en base a la generación de pronósticos, la cantidad de material que ahora deberá mantener el estante, será de 79 unidades. Estos valores variarán conforme lo hace las demandas de los clientes de un período a otro.

Antes el inventario de producto terminado, rotaba 1 veces por semana, ahora, se mantendrá lo necesario, y rotará 1,22 veces.

4.5.4. Flexibilidad del proceso de manufactura

FLEXIBILIDAD DE LA LÍNEA DE MANUFACTURA.			
	Antes del balanceo.	Después del balanceo.	Mejora
Eficiencia de la línea.	64%	99%	35%

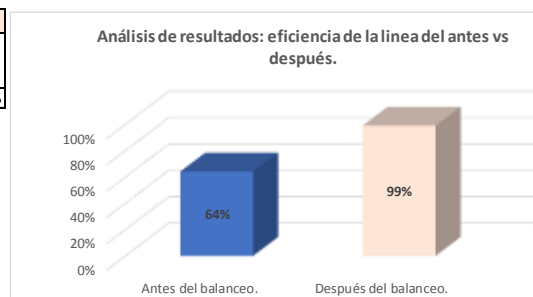


Gráfico 15-4: Resultados de la flexibilidad del proceso de manufactura

Fuente: Elaboración propia

La flexibilidad del proceso de manufactura mejorará un 35%, antes, el equilibrio de la línea alcanzaba una eficiencia del 64%, ahora, se logró equilibrarla al máximo, tomado atención a la seguridad operacional del trabajador, el mínimo uso de máquinas, personas y espacios, y la rapidez para el suministro a tiempo de las demandas de los clientes externos.

CONCLUSIONES

Los resultados del diagnóstico realizado al actual desempeño de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010 tuvo las siguientes características: el 50% del total de los arribos de la materia prima a la fábrica fueron a destiempo. El 44% del tiempo total del flujo del proceso de manufactura fue improductivo porque el material permaneció como inventario, el 56% representó tiempo productivo, gran cantidad de este último abarcó la actividad de ensamble parcial; la eficiencia de la línea fue del 64%, operada con 8 personas, por tanto, el tiempo ocioso por jornada fue de 20,70 horas y 21 minutos por el tiempo extra; el tiempo de ciclo por unidad fabricada fue 543,44 segundos. El 49% del total de las entregas del producto terminado fueron a destiempo, consecuente a aquello, varios clientes devolvieron el producto a la fábrica y con un alto contenido de unidades. El margen de utilidad por ventas, libre de costos y gastos resultó ineficaz, es decir, fue variable independientemente de la cantidad de producto vendido, en los cinco primeros meses del 2018 fue del 21% y en los 8 primeros meses del año 2019, fue del 13%.

La cadena de suministro fue configurada bajo las filosofías del modelo SCOR versión 10.0 y sistema Pull para coordinar la operatividad logística de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, cuyas características de gestión son las siguientes: desde el área de planificación, el director de logística o producción asignará la cantidad del esfuerzo humano y los recursos necesarios de acuerdo al ajuste de la demanda; las órdenes de compras se preparará con precisión en tiempos y cantidad a partir de la evaluación de las hojas estándar de los pronósticos y el inventario de la materia prima; el proceso de manufactura fabricará la Familia Short integrada por cinco diseños, incluido el caso estudiado, con un takt time de 105,92 segundos por unidad y el esfuerzo de solo 5 personas, al final de la jornada se suministrará al área de envíos 242 unidades, o 48 unidades por cada diseño.

La metodología ejecutada del modelo SCOR 10.0 y sistema Pull mejorarán aproximadamente en un 25% al desempeño del sistema de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, antes operaba a un 60%; ahora con la ejecución del nuevo diseño operacional logístico PULL-SCOR, se prevé que los arribos de la materia prima a la fábrica mejorarían en un 63%. El índice de productividad mejoró en un 3% por la reducción de 15 segundos por unidad producida y un 60% por la reducción de 3 personas para la fabricación de 242 unidades por jornada.; es decir, la mejora del método actual de trabajo del proceso de manufactura generará un ahorro aproximado de \$257 dólares por cada semana de operatividad de la Familia de productos definidos. El inventario de la materia prima, en proceso y terminado mejorará eficazmente, el tipo más importante es el inventario en proceso: antes rotaba 0,17 veces, ahora se espera la rotación de 0,64

0 1 vez por semana; el tiempo de permanencia del inventario en la bodega, antes permanecía aproximadamente 44 días, ahora, se estima sólo 12 días.

Se diseñaron tres instructivos de trabajo con su respectivo estándar de trabajo: una para el monitoreo del inventario de seguridad de la materia prima, otro para la fabricación del producto, y un tercero, para el manejo de las tarjetas Kanban. Las tarjetas Kanban controlarán la producción de la cadena de suministro y coordinará la información del flujo del inventario.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la ejecución del presente estudio para la gestión eficiente de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, cuyo contenido estuvo enfocado en la optimización operacional logística de una cadena de suministro manufacturera.

La configuración realizada para la gestión de la cadena de suministro del Short Arrullos Unisex 15010, requerirá de actualización de parámetros de desempeño, por tanto, se recomienda la actualización de los estándares de trabajo. Además, se recomienda agregar a la presente investigación, el estudio sobre la aplicabilidad de la herramienta SMED, para el cambio rápido de máquinas, materiales, por cada lote de producción.

La ejecución del presente estudio, podría gestionar una un sólo director de logístico o producción, ya que depende la toma de decisiones, de los nuevos pronósticos cuantitativos de demanda, de la evaluación del inventario de seguridad de la materia prima, del ajuste de las demandas de los clientes externos, sin embargo, se diseñaron estándares para la ejecución de dichas operaciones.

Se recomienda al director de logística, actualice mínimo trimestralmente, las demandas históricas del producto estudiado, a los tres métodos propuestos en hojas de cálculo Excel para evaluar nuevos pronósticos de demanda. Luego actualice los datos del contrato logística-producción.

Se recomienda realizar nuevos estudios de mercadeo, con la finalidad de abarcar mayor cantidad de clientes, en particular clientes minoristas, porque el flujo de la información entre las personas de estos negocios, es más confiable que la de los mayoristas; a la vez, permitirá a Rio Textil, tomar mejores decisiones de compras, ventas, fabricación del producto, porque estos minoristas podrían compartir información de primera mano a Rio Textil, acerca de las ventas del producto.

BIBLIOGRAFÍA

ALTEZ, Cristian. *La gestión de la cadena de suministro: el modelo SCOR en el análisis de la cadena de suministro de una pyme de confección de ropa industrial en Lima Este. Caso de estudio: RIALS E.I.R.L. (Tesis).* [En línea] Pontificia Universidad Católica del Perú, Gestión y Alta Gerencia. Lima-Perú. 2017. pp. 1-7. [Consulta: 23 junio 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9143>.

ALZATE, Isabel; & BOADA, Antonio. "Ruta de soluciones para la gestión de inventarios en pymes del sector retail que comercialicen productos de alto volumen, con miras a respaldar su crecimiento en ventas". *Espacios*, vol. 38, nº 53 (2017), (Colombia) p. 13.

BAILÓN, Tania I.; et al. "Factores logísticos que inciden en el aumento de la competitividad de las PyMES: una revisión de la literatura". *Culcyt/ /Logística*, vol. 56, nº 12 (2015), (México) pp. 218-222.

BAQUERO, Giovanni; et al. "La efectividad de una cadena de suministro flexible: clave para ser altamente competitivo". *Avances: Investigación en Ingeniería* [En línea], 2018 (Colombia) 15 (1), pp. 104-109. [Consulta: 7 febrero 2019]. ISSN 2619-6581. Disponible en: <<https://www.researchgate.net/publication/329986257>>.

CHASE, Richard; et al. *Administración de operaciones producción y cadena de suministros.* 12ª ed. México: McGraw-Hill, 2009, pp. 168-170.

CHORRA, Sunil; & MEINDL, Peter. *Administración de la cadena de suministro.* 5ª ed. México: Pearson Educación, 2013, pp. 6-193.

CORREA, Alexander; et al. "La ingeniería de Métodos y Tiempos como herramienta en la cadena de suministro". *Escuela de Ingeniería Antioquia*, nº 8 (2012), (Colombia) pp. 89-102.

CRUZ, Fanny; et al. "Sistema de Gestión ISO 9001-2015: Técnicas y herramientas de Ingeniería de Calidad para su implementación". *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, vol. 56, nº 1 (2017), (Colombia) pp. 60-61.

CUATRECASAS, Lluís. *Lean Management: la gestión competitiva por excelencia.* Barcelona-España: Profit, 2010, pp. 16-103.

ESTERILLA, R. *Modelo de gestión para la administración del Talento Humano* (Tesis). (Maestría). Universidad Tecnológica Israel, Escuela de Postgrados. Quito-Ecuador. 2019. pp. 12-17.

GARCÍA; et al. "Políticas de gestión de talento humano para el desarrollo de competencias gerenciales en empresas metalmecánica". *Fase (Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales)* [En línea], 2017, 17 (2), pp. 138-140. [Consulta: 20 julio 2019]. ISSN 2500-9338. Disponible en:

<revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/FACE/article/view/2657>.

GUTIÉRREZ, Humberto; & DE LA VARA, Román. *Análisis y diseño de experimentos*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2008, pp. 7-8.

GUTIÉRREZ, Humberto; & DE LA VARA, Román. *Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 2013, pp. 6-417.

HERNÁNDEZ, Juan; & VIZÁN, Antonio. *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implementación*. Madrid-España: 2013, pp. 13-93.

HERNÁNDEZ, Nancy; & GARNICA, Jaime. "Árbol de problemas del análisis al diseño y desarrollo de productos". *Conciencia Tecnológica*, n° 50 (2015), México pp. 38-40.

HERRERA, German; & HERRERA, Juan. "Modelo de referencia operacional aplicado a una empresa de servicios de mantenimiento". *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 21, n° 75 (2016), (Venezuela) pp. 552-554.

ICARTE, Gabriel A. "Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros : una revisión sistemática". *Ingeniare*, vol. 34, n° 4 (2016), (Chile) pp. 666.

JASSIR, Erick; et al. *Impacto de los indicadores del modelo SCOR para el mejoramiento de la cadena de suministro de una siderúrgica, basados en el ciclo cash to cash*. *Innovar*, [en línea], 2018, (Colombia) 28 (70), pp. 152-153. [Consulta: 23 junio 2019]. ISSN 147-161. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81857786011>>.

JANANÍA, ABRAHAM, Camilo. *Manual de Tiempos y Movimientos: Ingeniería de Métodos*. México: Limusa, 2008, pp. 107-109.

LÓPEZ, LÓPEZ, Diana. *Calidad para la Productividad y Competitividad*. Pereira.Colombia: Biblioteca Cardenal Darío Castrillón Hoyos, 2018. pp. 20-37.

LÓPEZ, Pedro; et al. "Evaluación de la gestión del talento humano en entorno hospitalario cubano". *Scielo*, vol. 43, n° 1 (2017), (Cuba) pp. 19-20.

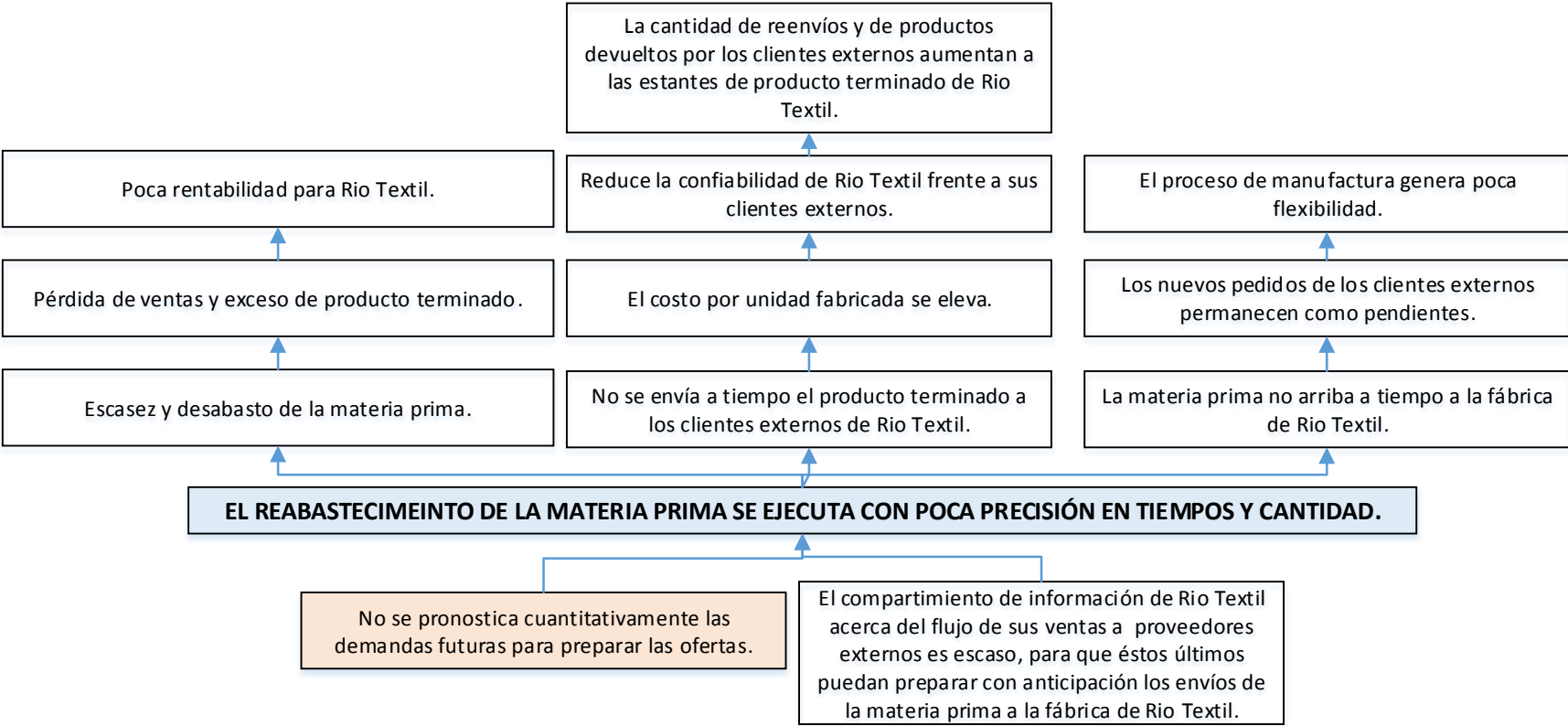
MEJÍA, Armando; et al. "El factor del talento humano en las organizaciones". *Ingeniería Industrial*, vol. 34, n° 1 (2013), (Colombia) pp. 7-8.

NIEBEL, Benjamin; & FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12ª ed. México: McGraw-Hill, 2009, pp. 340-344.

- OCAMPO, Pablo.** "Gerencia logística y global". *EAN*, nº 66 (2009), (Colombia) pp. 113-114.
- OVALLES, Johanny del Carmen; et al.** "*Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR)*". *3C Empresa*, (2017), (España) pp. 1-6.
- PÁEZ, Carlos.** *Estandarización del proceso en la línea de soldadura para la producción del automóvil marca Zotye modelo T-600 en la empresa Ciauto Cía. LTDA.* en la ciudad de Ambato (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Mecánica, Ingeniería Industrial. Riobamba-Ecuador. 2018. pp. 9-23.
- PÉREZ, Arelys y TORREALBA, Miguel.** "*Gestión por competencia para fortalecer el talento humano de la coordinación de moral y luces de la Zona Educativa Cojedes*". *Encuentros*, vol. 1, nº 1 (2017), (Venezuela) pp. 60-64.
- PILCO, Ana; & ÁLVAREZ, Carlos.** "*Optimización de la productividad mediante la aplicación de la teoría de restricciones en la manufactura de puertas de garaje forjadas, en la microempresa Industrias Metálicas Vilema*". *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (2016), (Ecuador) p. 4.
- RAJADELL, Manuel; & SÁNCHEZ, José.** *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*. 2ª ed. Madrid: Días de Santos Albasanz, 2010, pp. 1-96.
- RESTREPO, Francisco; & ARIAS, Francisco.** "Las prácticas de gestión del talento humano en empresas agropecuarias del sector bananero en Colombia". *Journal of Agriculture and Animal Sciences*, vol. 4, nº 2 (2015), (Colombia) pp. 23-24.
- REYES, John P.; et al.** "*Modelo de planeación y programación de la producción para el troquelado de cuero en la industria de calzado*". *Ingeniería Industrial*, [en línea], 2017, (Ecuador) 16 (3), pp. 239-241. [Consulta: 23 julio 2019]. ISSN 0718-8307. Disponible en: <<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3424>>.
- RIVERA, Ener; et al.** "*Aportes sobre el control de gestión de la cadena de suministro a la asignatura logística*". *Pedagogía y Sociedad*, vol. 19, nº 47 (2016), (Cuba) pp. 100-103.
- SÁNCHEZ, Paola; et al.** "*Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación*". *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 25, nº 2 (2015), (Colombia) pp. 137-139.
- SPINA, María; et al.** "*Aplicación del modelo SCOR en pymes metalmecánicas de Olavarria*". *Inge Cuc*, [en línea], 2016 (Argentina) 12 (2), pp. 54-55. [Consulta: 23 julio 2019]. ISSN 2382-4700. Disponible en: <<https://revistascientificas.cuc.edu.ec.co/ingecuc/article/view/1005>>.

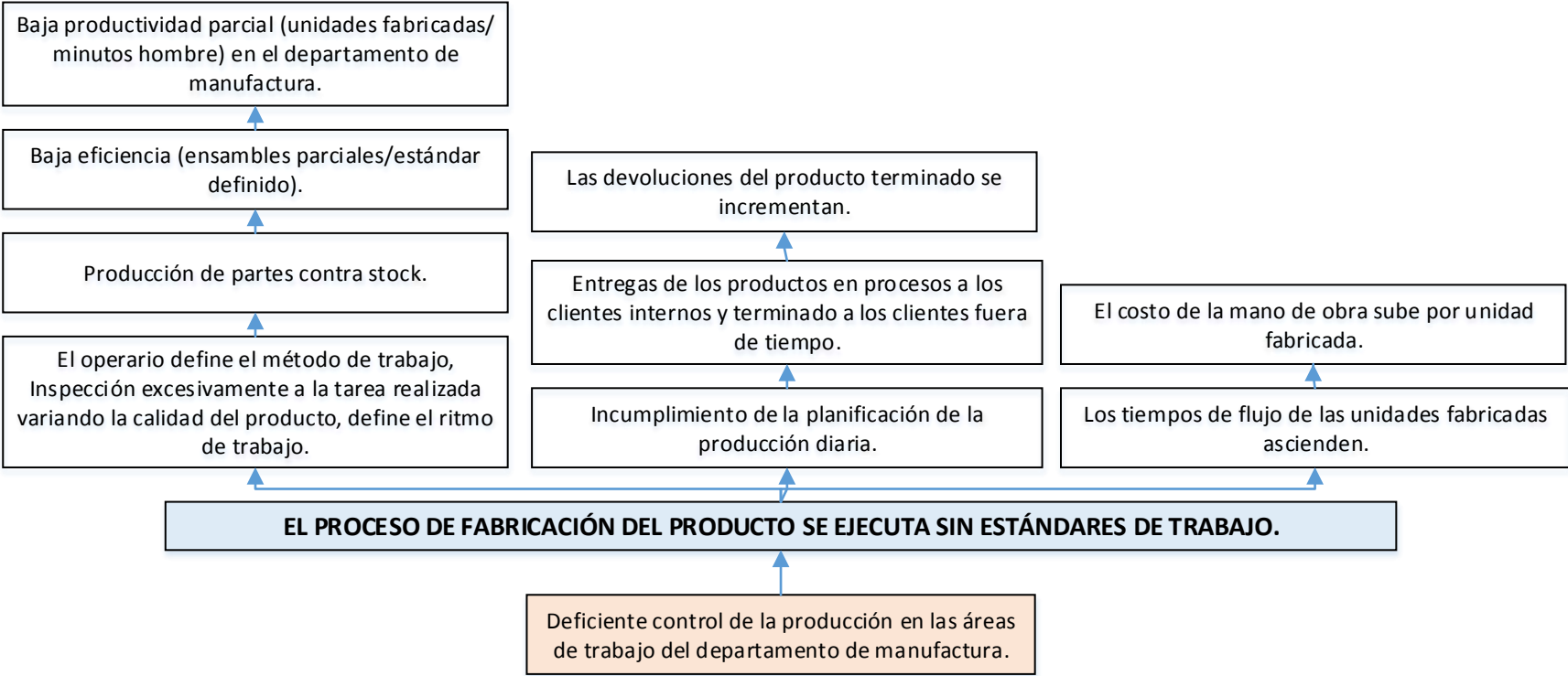
ANEXOS

Anexo A: Árbol de problemas con el caso “ejecución de los reabastecimiento de la materia prima con poca precisión en tiempos y cantidad”



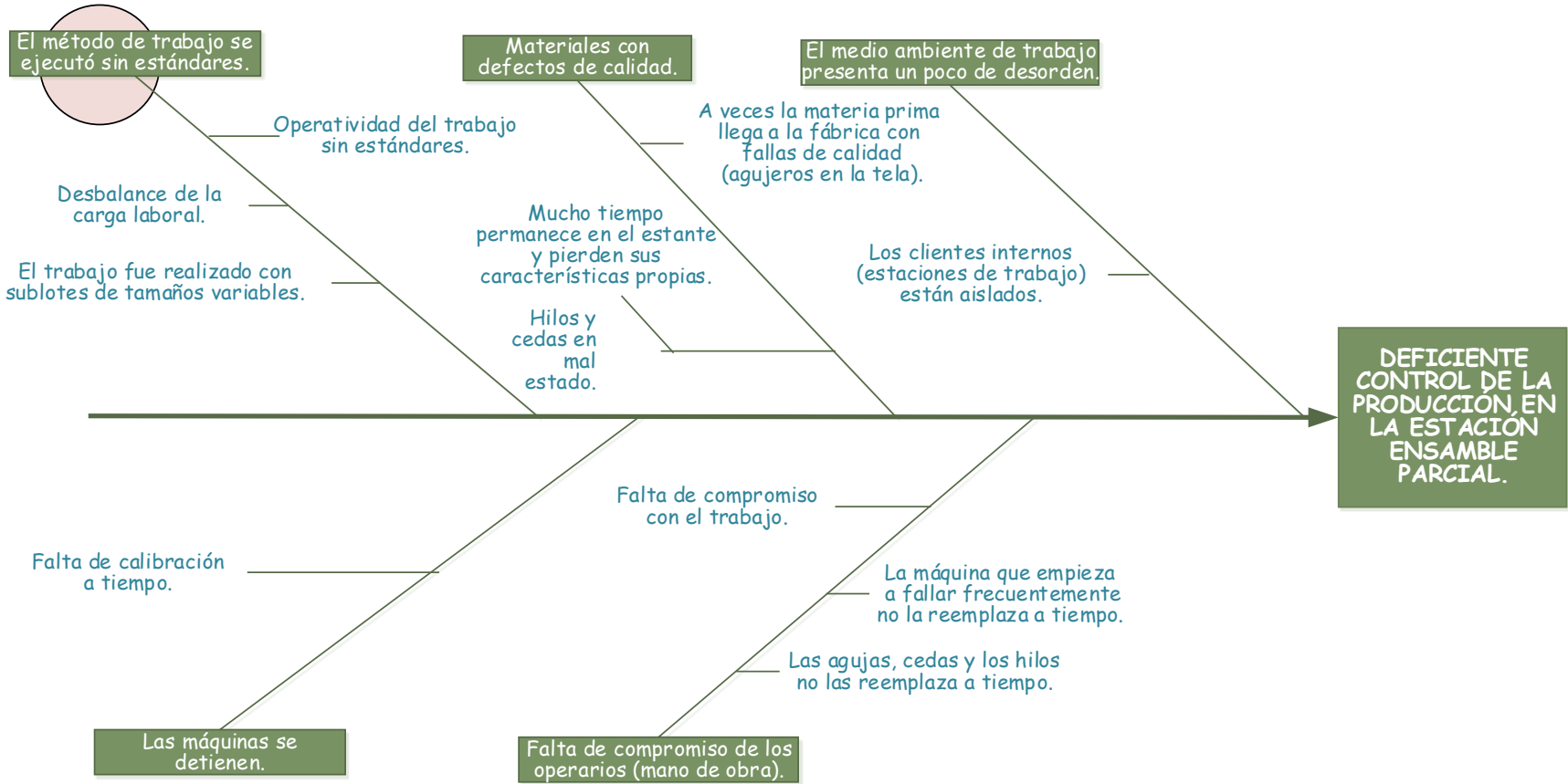
Fuente: Elaboración propia

Anexo B: Árbol de problemas con el caso “deficiente control de la producción en el departamento de manufactura”



Fuente: Elaboración propia

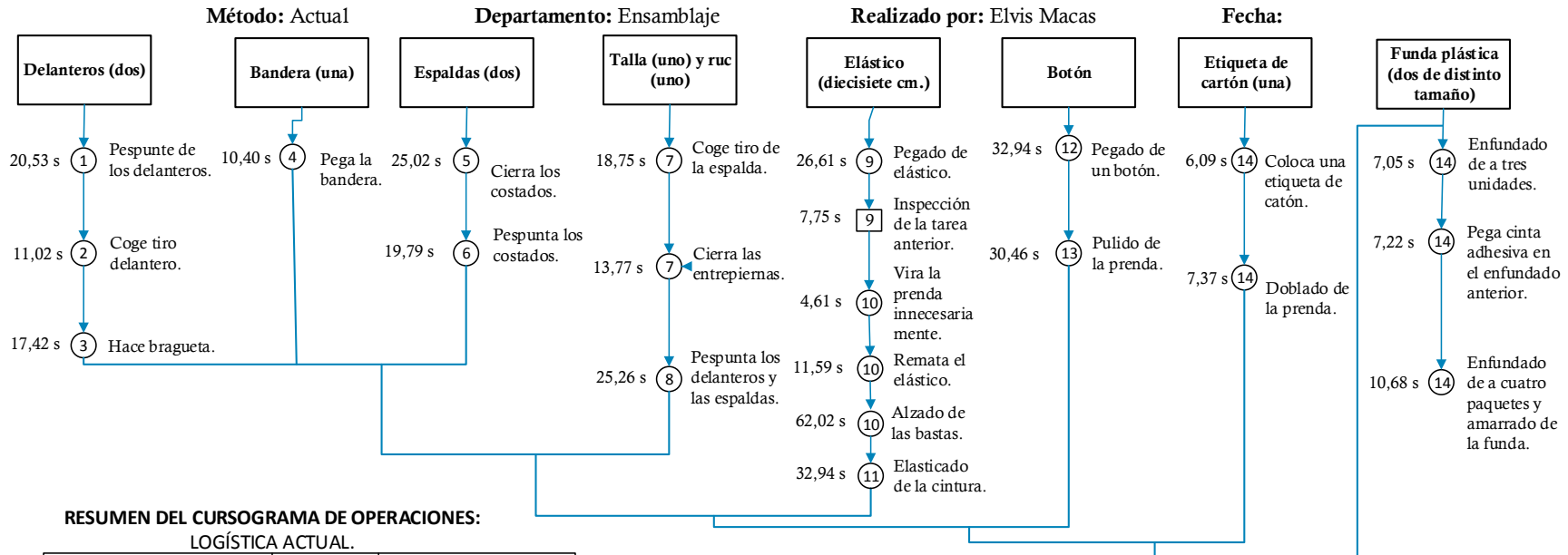
Anexo C: Diagrama de Ishikawa nivel 1 con el caso deficiente control de la producción en la estación ensamble parcial



Fuente: Elaboración propia

Anexo D: Cursograma de operaciones del ensamble del producto

CURSOGRAMA DE OPERACIONES DEL ENSAMBLAJE DEL PRODUCTO.



**RESUMEN DEL CURSOGRAMA DE OPERACIONES:
LOGÍSTICA ACTUAL.**

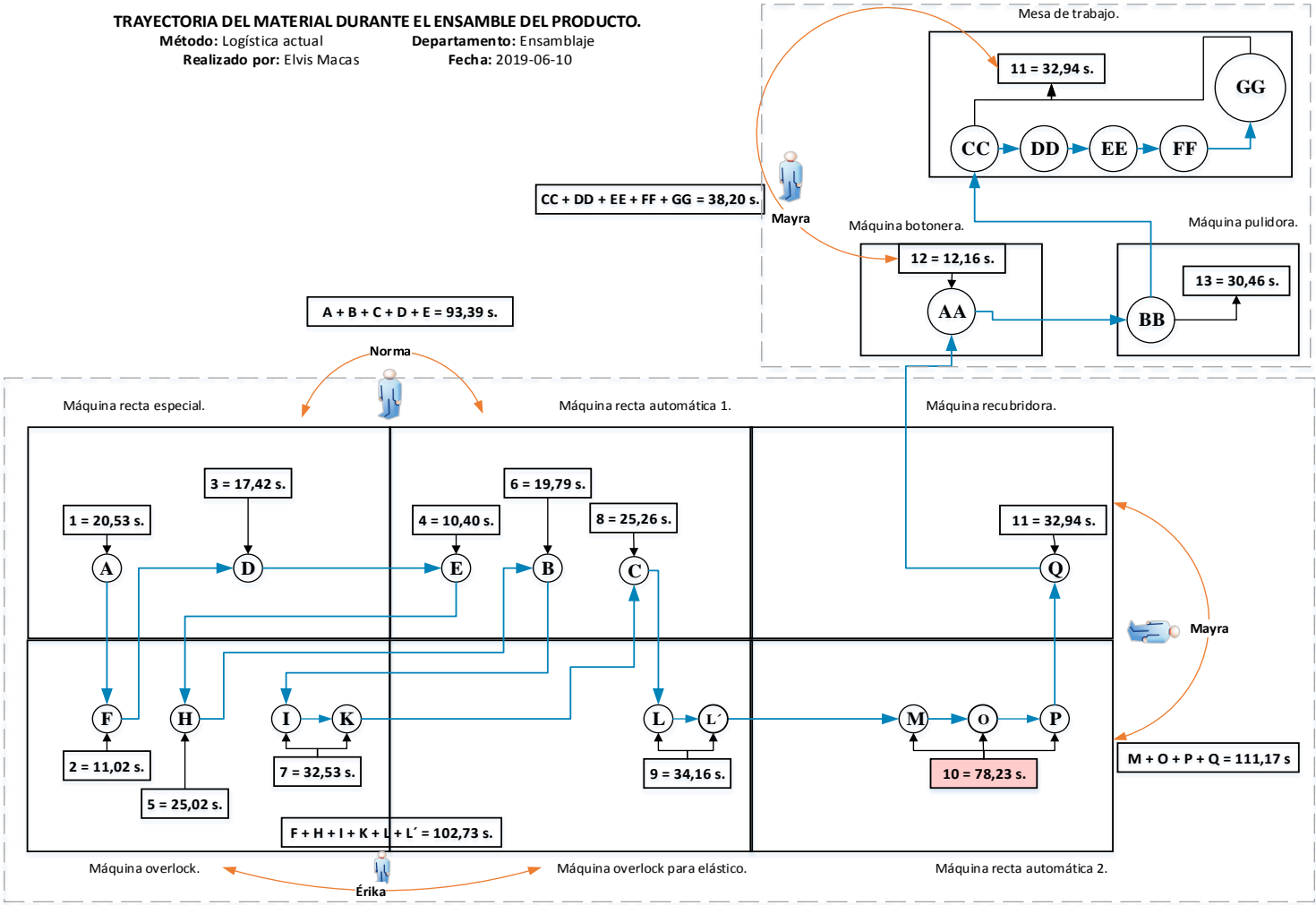
Símbolo	Número	Tiempo (seg.) estándar.	
● Máquina	13	337,57	380,59
		43,02	
□ Inspección.	1	7,75	
Operaciones total	14		
Tiempo total de ciclo.		388,32	

Tiempo de ciclo estándar por cada unidad ensamblada= 388,32 segundos.

Fuente: Elaboración propia

Anexo E: Trayectoria del material durante el ensamble del producto

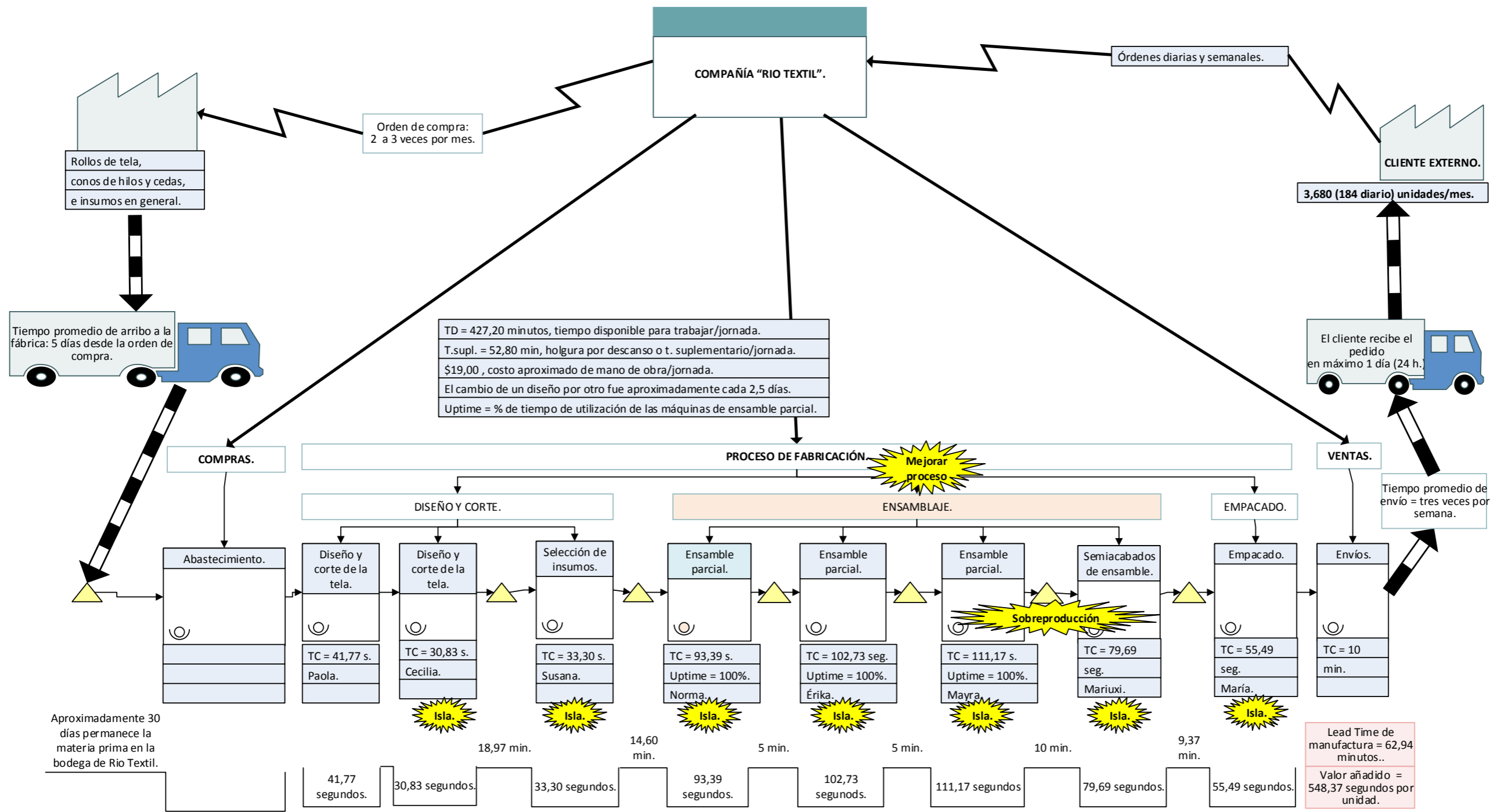
TRAYECTORIA DEL MATERIAL DURANTE EL ENSAMBLE DEL PRODUCTO.
 Método: Logística actual Departamento: Ensamblaje
 Realizado por: Elvis Macas Fecha: 2019-06-10



Fuente: Elaboración propia

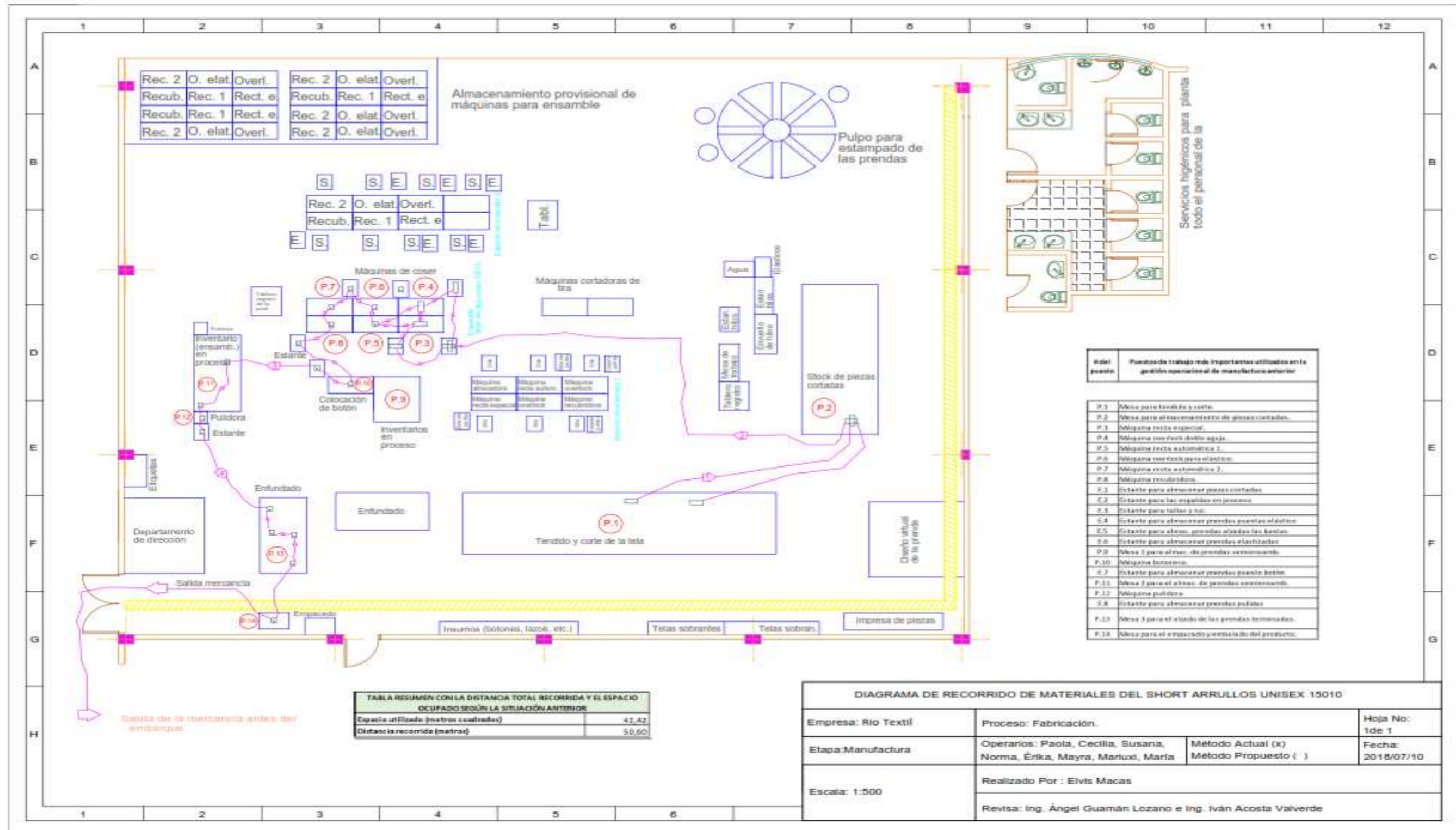
Anexo F: Mapeo de la cadena de suministro Short Arrullos Unisex 15010 de Rio Textil, logística actual

MAPEO DE LA CADENA DE VALOR DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SHORT ARRULLOS UNSEX 15010 (VSM ACTUAL).



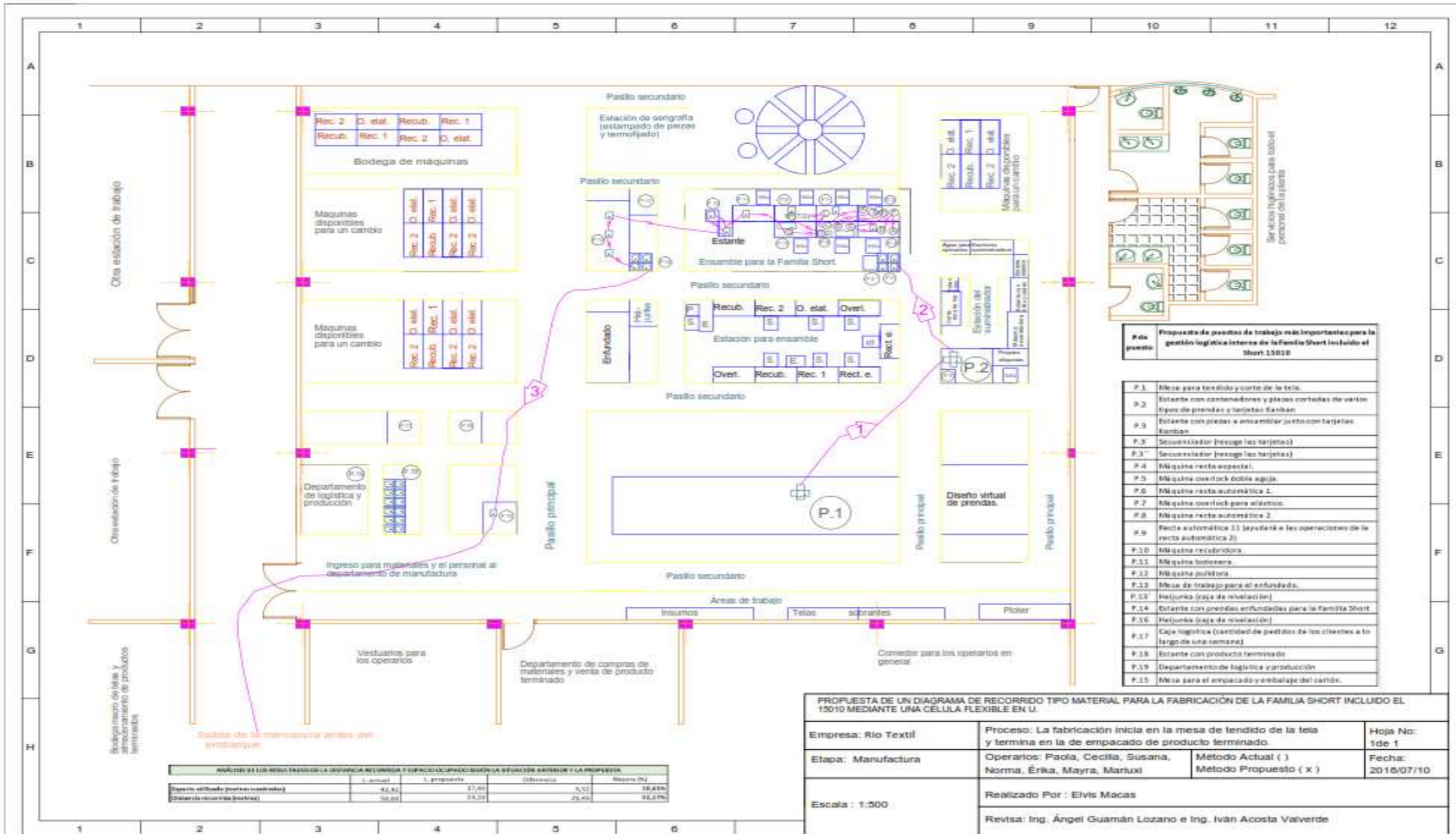
Fuente: Elaboración propia

Anexo G: Diagrama de recorrido tipo material en la fabricación del Short Arrullos Unisex 15010, logística actual














Fuente: Elaboración propia

Anexo H: Diagrama de recorrido tipo material en la fabricación del Short Arrullos Unisex 15010, logística propuesta



Fuente: Elaboración propia

Anexo I: Instructivo de trabajo para la operación del proceso de manufactura

		INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO.		Elaborado por: Elvis Macas. Fecha: 2019-07-10. Revisa: Director del departamento de producción o logística Aprueba: Director de la compañía.	
Operación: Fabricación del producto. Proceso: Manufactura.		Estación: Manufactura. Modelo: Short Arrullos Unisex 15010.		Línea: Ensamblaje de la Familia Short.	
Cantidad de máquinas: 1 recta especial, 1 overlock doble aguja, 2 rectas automáticas doble aguja, 1 overlock para elástico, y una recubridora.		Operarios: 5. Takt time: 105,92 segundos/ensamble producida (1,765 minutos/unidad fabricada).		Referencias: Dos delanteros y dos espaldas. Tiempo de paso: 2542 seg. (42,37 min.)/24 unids.	
Características especiales:  Inspección visual.  Seguridad operacional.  Operación crítica.  Medio ambiente.		Equipos de protección obligatorios:  Mascarilla. <input checked="" type="checkbox"/>  Ropa de trabajo. <input checked="" type="checkbox"/>  Malla cubre cabeza. <input checked="" type="checkbox"/>		Residuos generales:  Papel/cartón. <input checked="" type="checkbox"/>  Plástico. <input checked="" type="checkbox"/>  Telas/hilos. <input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla 1. Nombre de las tareas (¿Cómo?).					
Tareas del ensamble parcial.					
1	A	Pespunte de delanteros (m. recta especial).	8	C	Pespunta de delanteros y espaldas (m. recta automática 1).
2	F	Coge tiro delantero (m. overlock doble aguja).	9	L	Pegado de elástico (m. overlock para elástico).
3	D	Bragueta sobre los delanteros (m. recta especial).		L'	Inspecciona innecesaria a la tarea "pegado elástico".
4	E	Pegado de bandera (m- recta automática 1).		M	De forma manual vira la prenda innecesariamente (deja en posición virado).
5	H	Cerrado de costados (m. overlock).	10	O	Remata el elástico en la maq. recta automática 2 y vira la prenda a la posición normal.
6	B	Pespunte de costados (m. recta automática 1).		P	Alzado de bastas (máquina recta automática 2)
7	I	Coge tiro de la espalda + talla + ruc (m. overlock)	11	Q	Elasticado la cintura.
	K	Cerrado de entrepiernas (m. overlock).			
TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN DE DISEÑO Y CORTE.					
Estación. Operaria. Símbolo.	Tareas que agregan valor al producto.				
	Paola	a	Apunta en su cuaderno la orden de producción.		
		b	Diseña las piezas de la prenda virtualmente (en una computadora).		
		c	Verifica el proceso de impresión de las piezas en la máquina ploter.		
		d	Tendido de la tela sobre la mesa.		
		e	Separa con tijera la tela que une entre la tela tendida y la de rollo.		
		f	Registra en el Kardex físico de la tela la cantidad de tela utilizada.		
		g	Descarga el papel impreso del ploter.		
		h	Tiende el papel impreso sobre la tela tendida.		
		i	Rosea sprite sobre un pliego de papel.		
		j	El papel roseado sprite lo pega sobre la tela tendida.		
		k	Registra en un cuaderno la cantidad de tela tendida.		
		l	Corta los dos delanteros de la prenda.		
		m	Corta las dos espaldas de la prenda.		
		n	Los datos del cuaderno registra en una hoja de cálculo de Excel.		
		o	El área de tendido de la tela delimita con clavos.		
		p	La área delimitada es cubierta con un papel base antes del tendido.		
		q	Organiza los delanteros cortados.		
		r	Organiza las espaldas cortadas.		
		s	Las piezas cortadas son llevadas a la mesa de piezas cortadas.		
		t	Selección de una talla.		
		u	Selección de una etiqueta con el ruc.		
		v	Selección de una imagen bordada.		
		w	Selección de una bandera.		
		x	Selección de una etiqueta de cartón.		
		y	Selección de hilos que combinan con la tela cortada.		
		z	Selección de tres botones.		
		aa	Selección de una porción de elástico.		
		bb	Las piezas cortadas y los insumos son llevados al área de manufactura.		
	Insumos.				
TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN DE EMPACADO					
Estación. Operaria. Símbolo.	Tareas que agregan valor al producto.				
	María	cc	Moviliza el producto de la mesa de enfundado a la de empacado.		
		dd	Adecua un cartón para el contenido del producto enfundado..		
		ee	Acomoda los paquetes del producto en el interior del cartón.		
		ff	Prepara el cartón para sellarlo.		
		gg	Lleva la guía de envío y la factura del área de ventas a la de empacado.		
		hh	Coloca la factura en el interior del cartón.		
		ii	Sella el cartón con cinta de embalaje.		
		jj	En el cartón apunta el nombre del cliente y el lugar de destino.		
		kk	Toma el cartón y deja sobre un coche transportador.		
		ll	El producto empacado lo llevan al área de espera del transporte.		
Tabla 2. ¿Por qué? (Efectos).					
1. Reduce el tiempo de respuesta con productos terminados a los pedidos de los clientes externos. 2. Mejora el ambiente de trabajo. 3. Reduce los gastos administrativos.					

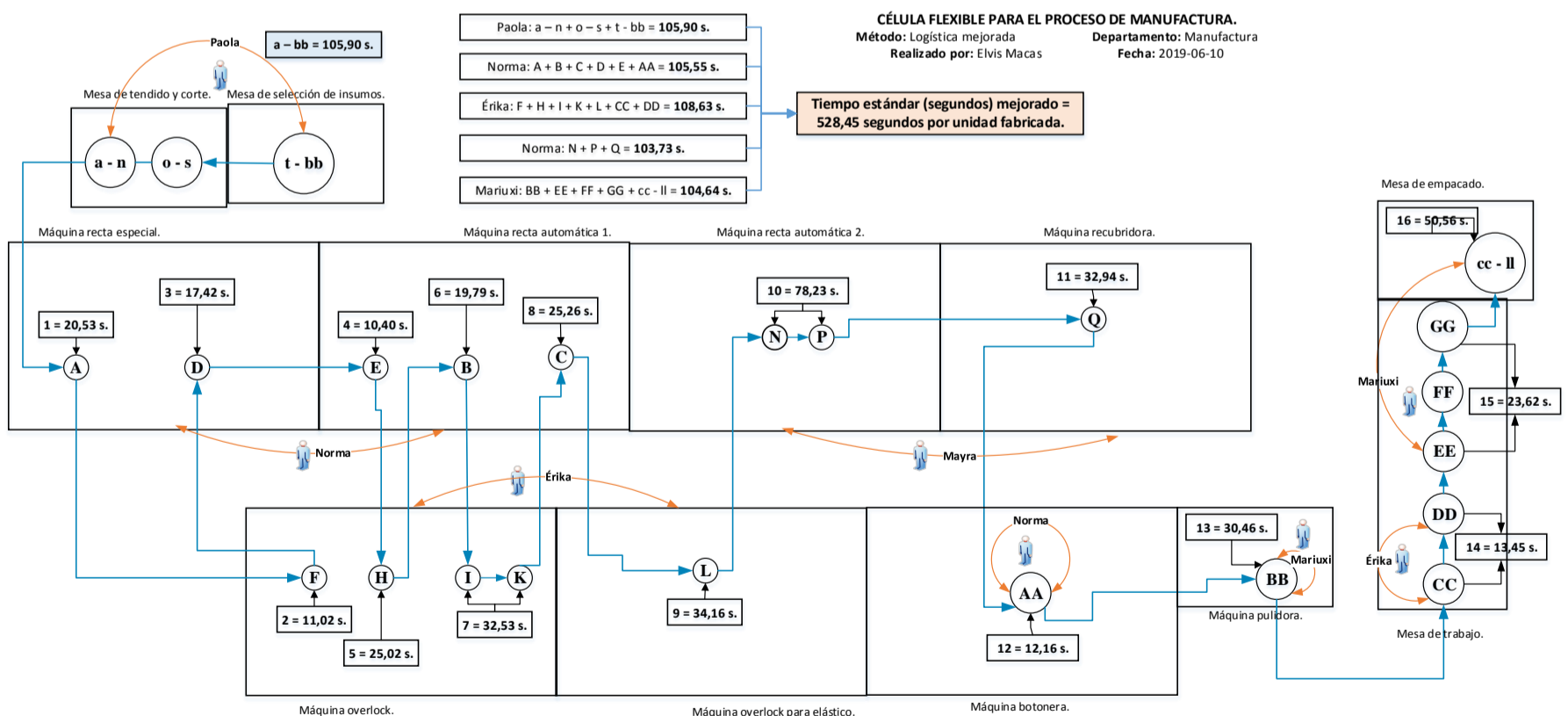


Figura 1: Trayectoria de los materiales y las personas.

Fuente: Elaboración propia

Anexo J: Instructivo de trabajo para el manejo de las tarjetas Kanban










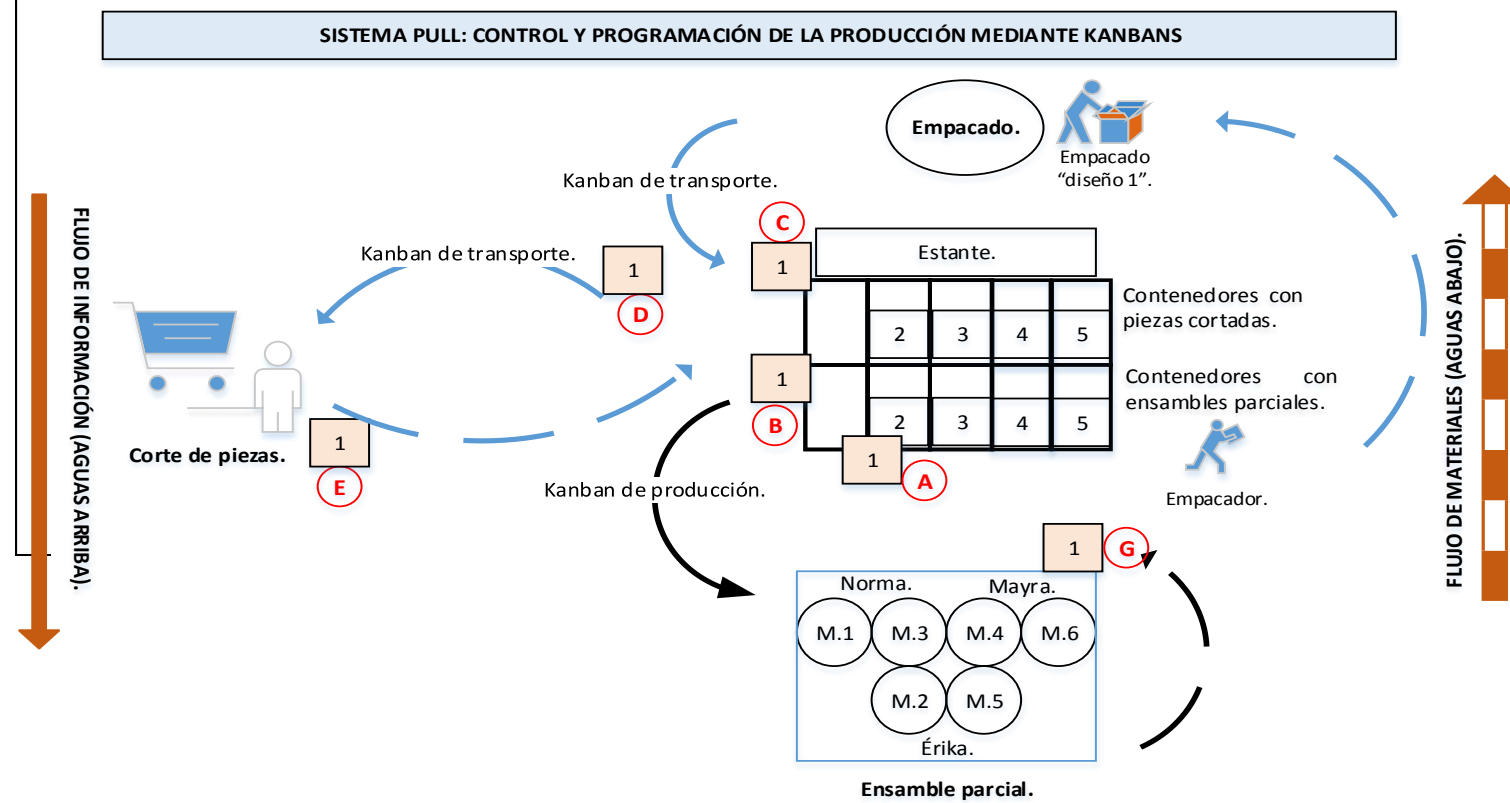
	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL MANEJO DE LAS TARJETAS KANBAN.	Elaborado por: Elvis Macas. Fecha: 2019-07-10. Revisa: Director del departamento de producción. Aprueba: Director de la compañía.
		Proceso: Manufactura. Tarjetas: Kanban de producción y de transporte. Línea: Fabricación de la Familia Short. Referencias: Dos delanteros y dos espaldas.
Actividad: Manejo de tarjetas Kanban. Estaciones de trabajo: Corte de piezas, ensamble, empaclado. Diseños: Short Arrullos Unisex 15010, Mujercitas Estampado New 15310, Mujercitas Estrella Licra 15342, Mujercitas Licra Azul 306, y Mujercitas Sport 15344. Máquinas: 1 recta especial, 1 overlock doble aguja, 2 rectas automáticas doble aguja, 1 overlock para elástico, 1 recubridora, 1 botonera, 1 pulidora, 1 mesa de trabajo. Operarios: 5		Tiempo de paso: 42,37 min/24 unidades.
Características especiales:  Inspección visual.  Operación crítica.	Equipos de protección obligatorios:  Mascarilla. <input checked="" type="checkbox"/>  Ropa de trabajo. <input checked="" type="checkbox"/>  Malla cubre cabeza. <input checked="" type="checkbox"/>	Residuos generales:  Papel y cartón <input checked="" type="checkbox"/>  Plástico. <input checked="" type="checkbox"/>  Telas e hilos <input checked="" type="checkbox"/>
Pasos (¿Cómo?) para usar las tarjetas: Kanban de producción y transporte.		
A El empacado final del producto "Short Arrullos 15010" requiere del siguiente procedimiento: el empacador tomará el o los contenedores del estante, cada uno de éstos abarcará 24 unidades y en su interior encontrará un Kanban de producción, cámbielo por el Kanban de transporte respectivo, y déjelo en un nuevo contenedor vacío para el reabastecimiento de nuevas piezas cortadas del mismo diseño.		
B El espacio que dejó el empacador al retirar del estante una caja de producto fabricado del diseño 1, inmediatamente da la señal a Norma (operaria del proceso de ensamblaje) a que debe tomar un nuevo contenedor lleno de piezas del mismo diseño que está ubicado en el mismo estante (parte superior), y en su interior incluye un Kanban de producción para empezar a ensamblar.		
C El empacador debe retornar inmediatamente en contenedor vacío hasta el estante, una vez vaciado el contenido de piezas terminadas; en el interior del contenedor estará incluido el Kanban de transporte.		
D El espacio que dejó Norma al bajar del estante un contenedor lleno de piezas del diseño 1, da la señal a las operarias de la operación "corte de piezas" a que deben suministrar nuevas piezas cortadas del mismo tipo retirado.		
E Una operaria de la estación de corte deberá tomar el contedor lleno de piezas cortadas del diseño 1 (incluido el Kanban de transporte) y reponerlo en el estante.		
G El suministro de 24 piezas ensambladas en su totalidad (desde el corte de las piezas hasta el empacado del producto terminado) suministrará el departamento de ensamblaje cada 42,37 min al estante de producto terminado, el contenedor lleno de piezas terminadas incluido el Kanban de producción se debe dejar en el estante.		

Tabla 1.



Gráfica 1.

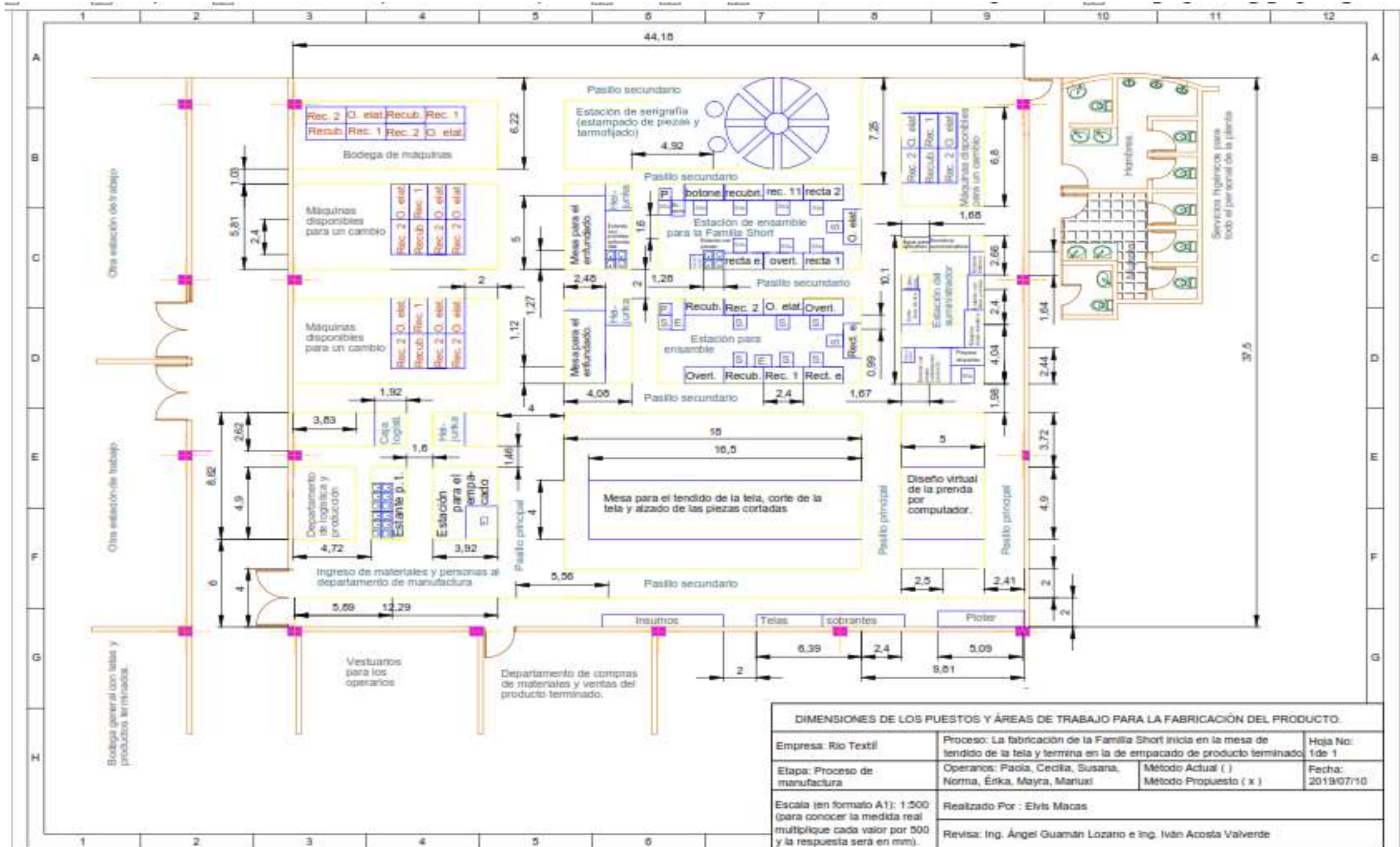
Fuente: Elaboración propia

¿Por qué? (Efectos).

1. Facilita el empacado del producto mediante el uso del Kanban de transporte y la realización de la factura electrónicamente.
2. Reduce movimientos innecesarios de materiales en la estación de empacado.
3. Reduce el costo de la mano de obra para ejecutar las operaciones de ensamble parcial, empacado y facturación del producto.

Tabla 2.

Anexo K: Espacios de trabajo para la fabricación del producto



DIMENSIONES DE LOS PUESTOS Y ÁREAS DE TRABAJO PARA LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO.			
Empresa: Rio Textil	Proceso: La fabricación de la Familia Short inicia en la mesa de tendido de la tela y termina en la de empaqueo de producto terminado.	Hoja No: 1 de 1	
Etapa: Proceso de manufactura	Operarios: Paola, Cecilia, Susana, Norma, Érika, Mayra, Mariuxi	Método Actual ()	Fecha: 2019/07/10
Escala (en formato A1): 1:500 (para conocer la medida real multiplique cada valor por 500 y la respuesta será en mm).	Realizado Por : Elvis Macas		
	Revisa: Ing. Ángel Guaman Lozano e Ing. Iván Acosta Valverde		

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA
EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06 / 11 / 2019

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombre – Apellido: Elvis Israel Macas Sánchez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica
Carrera: Industrial
Título a optar: Ingeniero Industrial
f. Documentalista responsable: