

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE COSTURA
DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CALZADO ESCOLAR EN EL
SEGMENTO FEMENINO EN PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER (MSc.) EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

MARÍA VERÓNICA APUSHÓN CHIMBO

maria.apushon@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. PEDRO ENRIQUE BUITRÓN FLORES, MSC.

pedro.buitron@epn.edu.ec

Quito, enero 2019

© Escuela Politécnica Nacional (2019)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, María Verónica Apushón Chimbo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ing. María Verónica Apushón Chimbo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Ing. María Verónica Apushón Chimbo, bajo mi supervisión.

Ing. Pedro Enrique Buitrón Flores, MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Plasticaucho Industrial S.A, escuela de vida, por permitirme crecer laboralmente y a todos los docentes de la Maestría de Ingeniería Industrial y Productividad por haber compartido sus experiencias y conocimientos en pro del crecimiento profesional de los maestrantes de la carrera, de manera especial al Ing. Pedro Buitrón, tutor de este trabajo de tesis quien con sus acertados consejos me ayudó con la culminación de este objetivo profesional.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi familia y allegados, quienes con su apoyo incondicional me han alentado a culminar otra meta profesional; a los futuros maestrantes, nada es imposible, todo es cuestión de disciplina y perseverancia.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
GLOSARIO DE TÉRMINOS	x
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	xiv
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Sistema de manufactura esbelta	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Definición de manufactura esbelta	3
1.1.3 Estructura del sistema de manufactura esbelta	4
1.1.4 Tipos de desperdicios	5
1.1.5 Valor agregado	11
1.1.6 Principios de manufactura esbelta	13
1.1.7 Implementación de manufactura esbelta	17
1.1.8 Herramientas de manufactura esbelta	21
1.1.8.1 Mapa de flujo de valor (VSM)	23
1.1.8.2 Metodología 5 “S”	29
1.1.8.3 Sistema de producción mediante Kanban	32
1.1.8.4 Producción nivelada – Heijunka	36
1.1.8.5 Estandarización de procesos	39
1.1.8.6 Herramientas para mejoramiento continuo	41
1.1.8.7 Herramientas de análisis de procesos	42
1.2 Herramientas de creatividad: SCAMPER	43
2. PARTE EXPERIMENTAL	47
2.1 Descripción de la empresa.	47
2.2 Análisis de los métodos de trabajo actuales	47
2.3 Diagnóstico de situación actual	48
2.4 Aplicación de la metodología manufactura esbelta	49
2.4.1 Determinación de familias de productos	49
2.4.2 Mapeo de flujo de valor de familia de productos	50
2.4.3 Definición de restricciones, capacidades y potencialidades por familia de productos	52
2.5 Evaluación de resultados	56
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
3.1 Descripción de la empresa	57
3.1.1 Productos fabricados en Plasticaucho Industrial S.A	59

3.2	Análisis de los métodos de trabajo actuales	60
3.2.1	Oferta y demanda del sector calzado	60
3.2.2	Ventas y producción en Plasticaucho Industrial S.A	61
3.2.3	Descripción general del proceso de fabricación de calzado escolar	64
3.2.3.1	Estructura del calzado femenino	64
3.2.3.2	Proceso de fabricación de calzado de cuero	65
3.2.4	Análisis 5 “S”	69
3.2.5	Análisis de causa – efecto	71
3.3	Aplicación de metodología de manufactura esbelta	72
3.3.1	Determinación de familias de productos	72
3.3.2	Mapeo de flujo de valor familia de productos balerina con correa	79
3.3.2.1	Análisis de secuencia de operaciones proceso aparado familia balerina con correa	79
3.3.2.2	Análisis de valor operaciones familia balerina con correa	88
3.3.2.3	Análisis de consumos y costos	97
3.3.2.4	Mapa de flujo de valor – situación actual	100
3.3.3	Diagnóstico de situación actual	104
3.3.4	Definición de restricciones, capacidades y potencialidades de la familia balerina con correa	107
3.3.4.1	Definir el valor del producto desde la perspectiva del cliente final	107
3.3.4.2	Identificar el flujo de valor de la familia de productos seleccionada	108
3.3.4.3	Optimizar el flujo de valor	114
3.3.4.4	Producir según sistema pull (seguir la demanda del cliente)	143
3.3.4.5	Buscar permanentemente la perfección	148
3.4	Evaluación de resultados	154
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	157
4.1	Conclusiones	157
4.2	Recomendaciones	158
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
	ANEXOS	164

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1 Comparación indicadores GM vs Toyota vs NUMMI	3
Tabla 1.2 Tipos de desperdicios: sobreproducción y esperas	6
Tabla 1.3 Tipos de desperdicios: movimientos innecesarios y reprocesos	7
Tabla 1.4 Tipos de desperdicios: inventarios, procesos inadecuados y transporte	8
Tabla 1.5 Ejemplo de clasificación de familia de productos	25
Tabla 1.6 Pasos de la metodología 5 S	30
Tabla 1.7 Ubicación de objetos necesarios por frecuencia de uso	32
Tabla 1.8 Tipos de proveedores	35
Tabla 1.9 Definiciones SCAMPER	45
Tabla 2.1 Modelos para simulación de Heijunka	54
Tabla 2.2 Escenarios para programación con base en Heijunka	55
Tabla 3.1 Datos financieros Plasticaucho Industrial S. A	58
Tabla 3.2 Composición modelos portafolios segmento femenino 2010 – 2015	63
Tabla 3.3 Escala de medición auditoría 5 “S”	69
Tabla 3.4 Resultados auditoría 5 “S”	69
Tabla 3.5 Categorización de modelos más vendidos segmento femenino	73
Tabla 3.6 Agrupación de categorías de modelos más vendidos segmento femenino	74
Tabla 3.7 Categorías preseleccionadas segmento femenino	74
Tabla 3.8 Modelos preseleccionados	76
Tabla 3.9 Características comunes de modelos preseleccionados	77
Tabla 3.10 Selección modelos familia balerina con correa	79
Tabla 3.11 Secuencia de operaciones modelo Celeste	80
Tabla 3.12 Secuencia de operaciones modelo Sol	80
Tabla 3.13 Secuencia de operaciones modelo Isabel	81
Tabla 3.14 Secuencia de operaciones modelo Gissela	81
Tabla 3.15 Operaciones comunes modelos seleccionados familia balerina con correa	82
Tabla 3.16 Costo de mano de obra directa (corte apartado)	83
Tabla 3.17 Cursograma analítico de material modelo Celeste	84
Tabla 3.18 Cursograma analítico de material modelo Sol	85
Tabla 3.19 Cursograma analítico de material modelo Isabel	86

Tabla 3.20 Cursograma analítico de material modelo Gissela	87
Tabla 3.21 Resumen análisis secuencia de operaciones de aparado	88
Tabla 3.22 Comparativo por modelo tiempo estándar vs tiempo de ciclo	88
Tabla 3.23 Análisis de valor modelo Celeste	89
Tabla 3.24 Análisis de valor modelo Sol	91
Tabla 3.25 Análisis de valor modelo Isabel	93
Tabla 3.26 Análisis de valor modelo Gissela	95
Tabla 3.27 Compartativo de actividades y ECP por modelo	96
Tabla 3.28 Piezaje de modelos seleccionados familia balerina con correa	97
Tabla 3.29 Consumos actuales por modelo	100
Tabla 3.30 Costo de materiales (corte aparado)	100
Tabla 3.31 Tiempo estándar de troquelado por modelo	101
Tabla 3.32 Agrupación actividades de costura familia balerina con correa	102
Tabla 3.33 Datos de proceso aparado para construcción de mapa de flujo de valor – situación actual	102
Tabla 3.34 Valor del cliente de calzado escolar de cuero, segmento femenino	107
Tabla 3.35 Scamper aplicado a familia de productos balerina con correa	109
Tabla 3.36 Datos de proceso aparado para construcción de mapa de flujo de valor – situación esperada	112
Tabla 3.37 Plan de acción 5 “s” – fase previa y clasificar	116
Tabla 3.38 Plan de acción 5 “s” – ordenar y limpiar	117
Tabla 3.39 Plan de limpieza de máquina en la célula de trabajo	117
Tabla 3.40 Plan de acción 5 “s” – estandarizar y disciplina	118
Tabla 3.41 Patronaje estándar familia balerina con correa	119
Tabla 3.42 Consumos propuestos por modelo	120
Tabla 3.43 Comparativo de costos de materiales actual vs propuesta	120
Tabla 3.44 Análisis de operaciones a eliminar y/o modificar modelo Celeste	122
Tabla 3.45 Análisis de operaciones a eliminar y/o modificar modelo Sol	122
Tabla 3.46 Análisis de operaciones a eliminar y/o modificar modelo Isabel	123
Tabla 3.47 Análisis de operaciones a eliminar y/o modificar modelo Gissela	123
Tabla 3.48 Propuesta de secuencia de operaciones de costura modelo Celeste	124
Tabla 3.49 Propuesta de secuencia de operaciones de costura modelo Sol	124
Tabla 3.50 Propuesta de secuencia de operaciones de costura modelo Isabel	125

Tabla 3.51 Propuesta de secuencia de operaciones de costura modelo Gissela	125
Tabla 3.52 Comparativo de operaciones estandarizadas	126
Tabla 3.53 Comparativo indicador de productividad actual vs propuesta por modelo	126
Tabla 3.54 Productividad de costura automática por modelo	127
Tabla 3.55 Comparativo de costo de mano de obra directa	127
Tabla 3.56 Propuesta cursograma analítico de material modelo Celeste	130
Tabla 3.57 Propuesta cursograma analítico de material modelo Sol	131
Tabla 3.58 Propuesta cursograma analítico de material modelo Isabel	132
Tabla 3.59 Propuesta cursograma analítico de material modelo Gissela	133
Tabla 3.60 Tiempos de ciclo por modelo luego de la mejora	134
Tabla 3.61 Propuesta de análisis de valor modelo Celeste	135
Tabla 3.62 Propuesta de análisis de valor modelo Sol	137
Tabla 3.63 Propuesta de análisis de valor modelo Isabel	139
Tabla 3.64 Propuesta de análisis de valor modelo Gissela	141
Tabla 3.65 Eficiencia de ciclo por modelo luego de la mejora	142
Tabla 3.66 Modelos seleccionados para corrida Heijunka	143
Tabla 3.67 Datos para simulación fabricación un modelo después de otro: A – B – C	144
Tabla 3.68 Datos para simulación fabricación lotes de 25 y 50 pares	145
Tabla 3.69 Comparativo producción normal (sin averías) vs producción con paro no planificado	148
Tabla 3.70 Propuesta de plan de capacitación	150
Tabla 3.71 Comparativo de productividad proceso aparado antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta	154
Tabla 3.72 Comparativo de costo de mano de obra directa proceso aparado antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta	155
Tabla 3.73 Comparativo de consumos de materiales antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta	155
Tabla 3.74 Comparativo de costos de materiales de cortes aparados antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta	156
Tabla 3.75 Comparativo de ECP y TC antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta	156

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1 Pilares de manufactura esbelta	4
Figura 1.2 Actividades dentro de un proceso tradicional	9
Figura 1.3 Tiempo de entrega empresa tradicional vs empresa esbelta	9
Figura 1.4 Matriz de valor agregado	12
Figura 1.5 Tiempos de proceso empresa tradicional vs manufactura esbelta	12
Figura 1.6 Pasos para el rediseño de procesos para mejorar el flujo de valor	15
Figura 1.7 Símbolos básicos para diagramar mapa de flujo de valor	24
Figura 1.8 Criterios de clasificación de objetos presentes en el área de trabajo	31
Figura 3.1 Principales productos Plasticaucho Industrial S.A	59
Figura 3.2 Producción de calzado en Ecuador (2016)	60
Figura 3.3 Ventas anuales de calzado escolar de cuero, periodo 2010 – 2015	61
Figura 3.4 Porcentaje de participación por segmento en calzado escolar de cuero	62
Figura 3.5 Modelos activos portafolio infantil femenino 2010 – 2015	62
Figura 3.6 Modelos activos portafolio joven femenino 2010 – 2015	62
Figura 3.7 Plano de ingeniería calzado escolar femenino de cuero	64
Figura 3.8 Diagrama SIPOC proceso troquelado	65
Figura 3.9 Troqueladora de bandera	66
Figura 3.10 Máquinas de costura	67
Figura 3.11 Diagrama SIPOC proceso aparado	67
Figura 3.12 Diagrama SIPOC proceso de montaje	68
Figura 3.13 Maquinaria de montaje	69
Figura 3.14 Resultados auditoría 5 “S” en el área de aparado de calzado escolar	70
Figura 3.15 Resultado global auditoría 5 “S” en el área de aparado de calzado escolar	70
Figura 3.16 Diagrama de Ishikawa, aparado modelos segmento femenino	71
Figura 3.17 Estándares de aparado categorías preseleccionadas, segmento femenino	77
Figura 3.18 Estándares de costura modelos preseleccionados familia balerina con correa	78
Figura 3.19 Composición de actividades proceso aparado modelo Celeste	90
Figura 3.20 Composición de actividades proceso aparado modelo Sol	92
Figura 3.21 Composición de actividades proceso aparado modelo Isabel	94
Figura 3.22 Composición de actividades proceso aparado modelo Gissela	96
Figura 3.23 Comparativo patrones de talón posterior y contrafuerte	98

Figura 3.24 Comparativo patrones de correas y portahebilla	98
Figura 3.25 Comparativo patrones de capelladas	99
Figura 3.26 Mapa de flujo de valor – situación actual	103
Figura 3.27 Mapa de flujo de valor – ideas de mejora	111
Figura 3.28 Mapa de flujo de valor – estado futuro	113
Figura 3.29 Secuencia de operaciones propuesta para familia balerina con correa	128
Figura 3.30 Propuesta composición de actividades proceso aparado modelo Celeste	136
Figura 3.31 Propuesta composición de actividades proceso aparado modelo Sol	138
Figura 3.32 Propuesta composición de actividades proceso aparado modelo Isabel	140
Figura 3.33 Propuesta composición de actividades proceso aparado modelo Gissela	142
Figura 3.34 Diagrama de Gantt - producción normal (sin averías)	146
Figura 3.35 Diagrama de Gantt - producción con paro no planificado	147
Figura 3.36 Formato de análisis de oportunidades de mejora (5 por qué)	151
Figura 3.37 Formato de reporte de resolución de oportunidades de mejora (A3)	153

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	
Proyección de población (Ecuador) por años en edades simples período 2010 - 2020	165
ANEXO II	
Evaluación 5 “s” Área Aparado	167
ANEXO III	
Informe Fotográfico de Auditoria 5 “s”	172
ANEXO IV	
Modelos más vendidos segmento femenino 2010 – 2015	174
ANEXO V	
Definición modelos más vendidos periodo 2010 – 2015 segmento femenino	176
ANEXO VI	
Características comunes modelos más vendidos	178
ANEXO VII	
Lista de materiales modelos de análisis	179
ANEXO VIII	
Tarjeta Roja para identificar objetos innecesarios	180
ANEXO IX	
Pautas para clasificar objetos identificados en el área de trabajo	181
ANEXO X	
Formato seguimiento tarjetas rojas	182
ANEXO XI	
Ejemplos señalética para área de aparado de calzado escolar	183
ANEXO XII	
Formato lista de chequeo 5 “s” – Control Visual	184
ANEXO XIII	
Tarjeta de mejoras para identificar oportunidades	185
ANEXO XIV	
Formato lista de chequeo 5 “s” – Limpieza	186
ANEXO XV	
Pallet piloto modelos Sol y Gissela - talla 36	187
ANEXO XVI	
Especificaciones de proceso aparado familia balerina con correa	188
ANEXO XVII	
Cálculo de costo hora – hombre mano de obra directa	189

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aparado: proceso de unión de piezas que conforman la capellada a través de costura.

Capellada: parte superior del calzado destinada a cubrir y proteger el pie, para el caso de calzado escolar se sugiere que el material sea 100% cuero por la exigencia en el desempeño del producto.

Cinco por qué: herramienta de análisis que permite identificar la causa raíz de un problema a través de preguntar cinco veces el por qué de su ocurrencia, con ello sus causas y solución se tornan más claras. (Ohno, 1991, p. 172).

Contrafuerte: refuerzo colocado en la capellada en la zona de talón para dar forma al corte y estabilidad en su uso.

Control visual: Herramienta que permite evidenciar las desviaciones del estándar a través de información visual como paneles, indicadores gráficos, instrucciones, etc. (Hernández y Vizán, 2013, p. 159)

FIFO (First In First Out): sistema que condiciona que todo lo primero que entra es lo primero que sale (Hernández y Vizán, 2013, p. 160).

Gemba: Es el lugar donde ocurren las cosas; es decir, la planta de producción (Hernández y Vizán, 2013, p. 160).

Pallet de costura: herramienta de producción que sirve de guía para la costura automática, aquí se colocan todas las piezas que conforman la capellada.

Polivalente: es la capacidad de trabajar en puestos de trabajo diferentes a través del cumplimiento de las funciones encomendadas (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 248).

Productividad: es un indicador que se mide entre el valor de los productos generados, dividido entre los valores de los recursos usados (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008, p. 13).

Reporte formato A3: es un resumen ejecutivo de una oportunidad de mejora presentado en una hoja tamaño A3 en la que se presenta la definición del problema, situación actual, análisis de causas, situación objetivo, plan de acción, seguimiento y resultados (Hernández y Vizán, 2013, p. 157).

SMED: Siglas que corresponden a Single Minute Exchange of Die, es una herramienta de cambio rápido cuyo objetivo es disminuir el tiempo de preparación de herramientas. (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 248).

Tarjeta roja: etiqueta de color rojo utilizada para identificar los objetos susceptibles de ser eliminados o reubicados a través de la metodología de 5 “S” (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 249).

Tiempo de ciclo: Es el tiempo que transcurre desde el inicio hasta el final de una operación, en manufactura esbelta lo ideal es igualar al takt time. (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 249).

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo incrementar la productividad en el área de costura de la línea de producción de calzado escolar en Plasticaucho Industrial S.A a través de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta; para ello se hizo un acercamiento al proceso de fabricación de calzado a través de diagramas SIPOC y en función del histórico de ventas de los últimos seis años se determinó el ámbito de estudio en el segmento femenino de calzado de cuero.

Con el apoyo de la herramienta de Mapa de Flujo de Valor se seleccionó una familia de productos para el análisis, se escogieron cuatro modelos para el estudio piloto; se determinaron indicadores de productividad en función de la secuencia de operaciones por modelo, sus tiempos estándar y el trabajo de una célula de costura compuesta por ocho personas.

A través del cursograma analítico de materiales y los criterios de la Matriz de Valor se determinaron los tiempos de ciclo, la composición de actividades y la Eficiencia del Ciclo de Proceso de cada modelo; finalmente se realizó un estudio de la composición de piezas, consumo y costos de materiales, en conjunto con la información recabada en el ámbito productivo se determinaron los aspectos a mejorar en el proceso de costura. Con base a ello se planteó la necesidad de realizar ciertas estandarizaciones a nivel de patronaje y operaciones fabriles.

Con la aplicación de los principios de Manufactura Esbelta se procedió a plantear la propuesta de mejora enfocada en definir el valor apreciado por el cliente a través de los atributos que busca en el producto; en el segundo principio se estableció el Mapa de Flujo de Valor esperado con base a la información recabada en el análisis de situación actual, éste apoya su gestión en el principio tres que está enfocado en la optimización del flujo de valor, para el caso en estudio se lo hizo a través del análisis de valor de la secuencia de operaciones, estandarización de patronaje, automatización de ciertas costuras y la actualización del sistema 5 “S”.

La aplicación de herramientas de manufactura esbelta en el análisis de los estándares de producción de calzado escolar incrementaron la productividad en la familia balerina con correa en un 33,3% por turno de trabajo, mientras que el tiempo de ciclo disminuyó en un 27,9% por par.

Al concluir el trabajo de tesis se evidencia la aplicabilidad de los sistemas esbeltos como una herramienta que permita tener procesos ágiles, eficientes e innovadores en pro de la satisfacción del cliente a través de menores costos y tiempos de entrega.

INTRODUCCIÓN

Uno de los sistemas más importantes para la mejora de procesos es la manufactura esbelta que a través de sus herramientas y técnicas ayudan a diseñar un sistema con el mínimo costo y alta flexibilidad (ESADE Business School, 2004, p. 58).

La metodología de manufactura esbelta permite detectar oportunidades de mejora en los métodos de trabajo actuales a través de la identificación de desperdicios y valor agregado, luego con la práctica constante facilita la adopción de formas tradicionales de pensar y trabajar hacia procesos esbeltos que conllevan mejoras en la productividad y competitividad de una empresa.

Actualmente el sector de calzado tiene algunas ineficiencias enfocadas principalmente al proceso de armado por baja disponibilidad de mano de obra calificada y poca automatización de procesos; el mercado actual demanda mayor flexibilidad a las empresas fabricantes pues la globalización y conectividad hacen que cada vez las tendencias de consumo cambien con mayor frecuencia; la oferta interna no abastece el mercado local por lo cual es necesario optimizar los procesos productivos con el fin de tener capacidad libre para la fabricación de nuevos tipos de producto.

En Plasticaucho Industrial S.A., los datos históricos de ventas de las últimas seis temporadas de la línea de calzado escolar muestran que los modelos menos vendidos tienen estándares de producción menores que los modelos más vendidos. Esto puede provocar que en ocasiones un cliente pida parte de los modelos del portafolio con estándares bajos y por cumplir este pedido con base al sistema FIFO la capacidad de la planta esté copada.

En la ejecución de este trabajo se evidencian cuáles son las actividades dentro del proceso de costura de calzado escolar que necesitan ser mejoradas o simplificadas en la familia de productos balerina con correa, luego es necesario usar los criterios de estandarización tanto a nivel productivo como de desarrollo desde las nuevas propuestas de diseño en los siguientes lanzamientos. A futuro ello permitirá liberar capacidad de la línea de producción para la introducción de nuevos productos o apoyo a otras líneas de negocio en el área de costura de calzado.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA

1.1.1 HISTORIA

Manufactura Esbelta tiene antecesores que datan de la revolución industrial; la primera fue el paso de la fabricación artesanal a la producción en serie; luego el camino hacia la transformación en masa y aquí se destacan los primeros aportes para la mejora de procesos productivos como es el caso de (Madariaga, 2013, p. 1):

- **Frederick Taylor:** El Taylorismo es un sistema de estudio del trabajo basado en: a) la separación de las actividades de planeación de las de ejecución; b) estudio de tiempos y métodos de trabajo; c) especialización de los trabajadores; y, d) sistemas de primas con base a la cantidad fabricada.
- **Henry Ford:** el Fordismo implementa varios criterios enfocados en: a) producción en serie; b) normalización de los productos; c) secuenciación de tareas y recorridos; y, d) sincronización de las líneas de fabricación (Hernández y Vizán, 2013, p. 12).

Evidentemente Taylor y Ford tuvieron éxito a inicios del siglo XX con sus aportes en los sistemas de producción en masa ya que los mercados no eran tan exigentes como lo son en la actualidad; sin embargo, éste método de fabricación escondía deficiencias, entre ellas: a) productos no personalizables; b) gran cantidad de desperdicios; c) necesidad de espacio, recursos e inventarios en gran medida; d) la planta de producción no era flexible; e) el aumento de calidad en los productos era considerado como un gasto o aumento en los costos; y, e) trabajo monótono sin posibilidad de crecimiento para los trabajadores (Vives, 2012, p. 5). Luego de la Segunda Guerra Mundial las empresas japonesas comenzaron el peregrinaje hacia Estados Unidos con la finalidad de aprender del éxito de la

fabricación en masa, pero los funcionarios (Eiji Toyoda y Taiichi Ohno) de Toyota concluyeron que este sistema no sería exitoso en Japón por cuanto su mercado era diferente en algunos aspectos como: a) exigencia por la calidad; b) escasez de recursos económicos, materias primas y espacio físico; c) los empleados debían tener condiciones justas de trabajo; y, d) requerimiento de pocas cantidades y mayor variedad de productos; por lo tanto, se vieron en la necesidad de repensar un sistema que permita cubrir las necesidades y exigencias del entorno japonés (Socconini, 2008, p. 6; Vives, 2012, p. 9).

Por otro lado la necesidad de sacar adelante a un país devastado por la guerra hizo que los japoneses se mentalizaran hacia la competitividad acompañados por un espíritu de lucha que buscaría posicionar su nombre en el mundo como un referente en mejora continua, el reto ahora se enfoca en lograr mayor productividad sin recurrir a economías de escala, para ello toman algunas definiciones de las prácticas del estudio del trabajo de Ford y Taylor, el control estadístico de procesos de Shewart, los métodos de calidad de Juran y Deming, y las técnicas desarrolladas por Ishikawa (Hernández y Vizán, 2013, p. 12).

El propósito del nuevo sistema de manufactura perseguía eliminar todos los elementos innecesarios del área productiva para reducir los costos de fabricación y cumplir con los requerimientos de sus clientes, esto con el fin de flexibilizar las líneas de producción con variedad de modelos en pequeños volúmenes; la racionalización del proceso de trabajo generó el principio de “fábrica mínima” que se enfoca en reducir inventarios y el de “fábrica flexible” que asigna operaciones de fabricación para mantener un flujo continuo y respuesta rápida a la demanda. Así nació el Toyotismo que se sintetizaba en los siguientes aspectos (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 5):

- Eliminación de desperdicios.
- Abastecimiento justo a tiempo.
- Relaciones basadas en la confianza con los proveedores.
- Empoderamiento y participación de los empleados en las decisiones relacionados con su ámbito de acción, por ejemplo: sugerencias de mejora,

mantenimiento preventivo, cambios rápidos de herramientas, parar la producción por la presencia de algún defecto, etc.

- Enfoque de calidad total, ello significa eliminar posibles defectos en el punto de origen para evitar costos de la no calidad.
- Fabricar en función de la demanda del cliente y cuando éste lo requiera.

En la década de los 80 se generó la revolución por entender el método de manufactura esbelta, los norteamericanos y europeos pensaban que era “cosas de japoneses”; sin embargo, para comprobar su éxito se puso en marcha NUMMI que era un proyecto conjunto entre Toyota y General Motors, sería la primera planta fuera de Japón que utilizaría la metodología con empleados y leyes de otro país. Los indicadores de la Tabla 1.1 demuestran que se pudo conseguir el mismo éxito logrado en Japón al aplicar el sistema Toyota en empresas americanas (Vives, 2012, pp. 11,12):

Tabla 1.1 Comparación indicadores GM vs Toyota vs NUMMI

Indicador	General Motors	Toyota	NUMMI
Tiempo de Montaje (horas/auto)	31,0	16,0	19,0
Cantidad de defectos encontrados (por cada lote de 100 autos)	130	45	45
Espacio Ocupado (metros/ auto)	8,1	4,8	7,0
Tiempo de Inventario	2 semanas	2 horas	2 días
Tiempo de Cambio: "Setup"	3 - 6 meses	5 - 15 días	-
Ausentismo	25%	< 3%	-

(Vives, 2012, p. 12)

Manufactura Esbelta es la muestra clara que en momentos de crisis los humanos fuerzan a la creatividad y encuentran nuevas formas de ejecutar las tareas con un enfoque de innovación y mejora continua.

1.1.2 DEFINICIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

Dos palabras opuestas son las que definen en gran medida la manufactura esbelta: **valor**: acción de transformación (materia prima o información) para

satisfacer las necesidades del cliente; y, **desperdicio**: acciones que consumen recursos (tiempo, espacio, materiales) sin contribuir a la satisfacción de las necesidades del cliente (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 5).

Por ende manufactura esbelta se define como una filosofía sistemática enfocada en el mejoramiento continuo a través de la identificación de desperdicios para su eliminación y con ello maximizar el valor aportado a cada producto adaptándose así a las necesidades del cliente; es decir, hacer más con menos; se apoya en métodos y técnicas de prevención y solución de problemas para generar una cultura que motive el empoderamiento, trabajo en equipo y la autopreparación (Hernández y Vizán, 2013, p. 10).

1.1.3 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA

Manufactura esbelta representa un cambio cultural integral en las organizaciones, por ello debe estar fundamentado en una estructura sólida que comprometa transversalmente al personal que labora en la empresa al momento de su implementación.



Figura 1.1 Pilares de manufactura esbelta
(Villaseñor y Galindo, 2007, p. 27)

Este sistema se esquematiza en forma de casa como se puede apreciar en la Figura 1.1 la misma debe tener cimientos y columnas fuertes para sostenerlo en el tiempo, si una de ellas falla el sistema se debilitará, también se destaca el compromiso de la alta dirección y los empleados para la consecución de los objetivos de la metodología para que tenga éxito (Villaseñor y Galindo, 2007, p. 27).

1.1.4 TIPOS DE DESPERDICIOS

En japonés el desperdicio o despilfarro es conocido como muda; el objetivo del sistema de manufactura esbelta es eliminar o minimizar el desperdicio, pues es todo lo que no agrega valor y por lo cual el cliente final no está dispuesto a pagar; dentro de una empresa este criterio no solo se lo considera en los procesos productivos, también aplica para el desarrollo de producto y las actividades de oficina (Villaseñor y Galindo, 2007, p. 21). Taiichi Ohno identificó 7 tipos de desperdicios que afectan a la productividad de los procesos, los cuales se describen conceptualmente en Tabla 1.2 , Tabla 1.3 y Tabla 1.4, conjuntamente con sus características, causas y herramientas de manufactura esbelta para su eliminación (Gutiérrez, 2010, p. 97; Hernández y Vizán, 2013, pp. 22-27; Rajadel y Sánchez, 2010, pp. 22-30; Socconini, 2008, pp. 29-38; The Economist, 2010, pp. 84,85; Villaseñor y Galindo, 2007, pp. 21,22).

Tabla 1.2 Tipos de desperdicios: sobreproducción y esperas

Desperdicio	Características	Causas Posibles	Herramientas Lean para eliminar el desperdicio
<p>Sobreproducción</p> <ul style="list-style-type: none"> · Es un desperdicio fatal porque no incita a la mejora, pues parece que todo funciona correctamente. · Producir mucho o más pronto de lo que necesita el cliente. · Invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. 	<ul style="list-style-type: none"> · Se producen muchas partes y/o se producen con mucha anticipación. · Representa el consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de transporte y almacenamiento. Las partes se acumulan incontroladamente en inventarios así como su costo de mantenimiento. · Tiempo del ciclo extenso · Lote de producción muy grande · Desbalanceo de las líneas de producción · Presión sobre la producción para aumentar la utilización de los recursos fabriles (mano de obra o máquinas). · No hay prisa para atacar los problemas de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> · Tiempo de Setup y estabilización muy largo en el arranque de la producción. · Procesos poco confiables. · Ausencia de automatización · Tamaño grande de lotes · Programación desordenada de la producción y del mantenimiento de maquinarias. · Desbalance en el flujo de materiales. · Respuesta a proyecciones, no a la demanda. · Falta de comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> · Sistema Justo a Tiempo · SMED: Reducción de tiempos de preparación. · Implementación de sistema pull mediante Kanban. · Balanceo de las líneas de producción. · Nivelación de la producción (Heijunka).
<p>Esperas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tiempo desperdiciado (de máquinas o personas), durante ese tiempo no hubo actividades que agreguen valor al producto. 	<ul style="list-style-type: none"> · Trabajadores en espera de materiales, información o máquinas disponibles. · El operario espera que la máquina termine de ejecutar su tarea. · Atrasos en la producción. · Tiempos de ciclo extensos. · Colas de material dentro del proceso (producto en proceso). · Tiempo para ejecutar tareas indirectas o reprocesos. · Paros de producción no planificados. 	<ul style="list-style-type: none"> · Métodos de Trabajo no estandarizados. · Producción en lotes grandes. · Falta de coordinación para el abastecimiento de materiales. · Incumplimiento de tiempos de entrega de los proveedores · Deficiente programa de mantenimiento · Tiempos elevados de cambios o preparación de máquina · Desbalanceo de la capacidad de procesos: "cuellos de botella". 	<ul style="list-style-type: none"> · Capacitación de empleados multifuncionales. · SMED: Reducción de tiempos de preparación. · Balanceo de las líneas de producción. · Sistema de entregas confiables de proveedores. · Mantenimiento Preventivo Programado · Balanceo de las líneas de producción.

(Gutiérrez, 2010, p. 97; Hernández y Vizán, 2013, pp. 22-27; Rajadel y Sánchez, 2010, pp. 22-30; Socconini, 2008, pp. 29-38; The Economist, 2010, pp. 84, 85; Villaseñor y Galindo, 2007, pp. 21, 22).

Tabla 1.3 Tipos de desperdicios: movimientos innecesarios y reprocesos

Desperdicio	Características	Causas Posibles	Herramientas Lean para eliminar el desperdicio
<p>Movimientos Innecesarios</p> <ul style="list-style-type: none"> · Movimiento innecesario de personas y materiales. · Es antieconómico dado que agrega un costo que podría ser evitado. 	<ul style="list-style-type: none"> · Excesivo manejo y movimiento de partes. · Doble manejo de partes. · Contenedores grandes y pesados, difíciles de manipular. · Emplear demasiado tiempo en la búsqueda de materiales, instrucciones, personas o herramientas. 	<ul style="list-style-type: none"> · Procesos secuenciales separados físicamente. · Distribución inadecuada de la planta. · Reprocesos frecuentes. · Gran cantidad de almacenes seccionales (la misma pieza en diferentes lugares). · Falta controles visuales. 	<ul style="list-style-type: none"> · Procesamiento en flujo continuo, sistemas Kanban. · Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles. · Reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos de los empleados. · Control Visual.
<p>Reprocesos</p> <ul style="list-style-type: none"> · Repetición o corrección de un proceso. · Es fuerza gastado innecesariamente que debe ser desechado. 	<ul style="list-style-type: none"> · Necesidad de procesos, recursos y espacio adicionales dedicados al reproceso. · Altos índices de productos defectuosos. · Generación del Costo de la No Calidad. · Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero. · Calidad cuestionable de materias primas, producto en proceso y/o producto terminado. · Recursos humanos adicionales necesarios para inspección. · Maquinaria poco fiable. · Cliente descontento, en ocasiones representa una influencia negativa al momento de generar una nueva compra. 	<ul style="list-style-type: none"> · Baja calidad de materias primas. · Máquinas en malas condiciones. · Procesos inestables y/o no estandarizados. · Poca capacitación del personal. · Especificaciones de producto no están definidas. · Proveedores no confiables. · Errores de los operarios. · Procesos o herramientas inapropiadas. · No existe Cultura de Calidad en el origen. 	<ul style="list-style-type: none"> · Control estadístico de procesos (Seis Sigma). · Desarrollo de proveedores confiables. · Automatización con toque humano (Jidoka). · Estandarización de las operaciones. · Implantación de elementos de aviso o (Andon). · Sistemas anti-error (Poka-Yoke). · Incremento de la fiabilidad de las máquinas a través de mantenimiento preventivo. · Aseguramiento de la calidad en el punto de origen.

(Gutiérrez, 2010, p. 97; Hernández y Vizán, 2013, pp. 22-27; Rajadel y Sánchez, 2010, pp. 22-30; Socconini, 2008, pp. 29-38; The Economist, 2010, pp. 84, 85; Villaseñor y Galindo, 2007, pp. 21, 22).

Tabla 1.4 Tipos de desperdicios: inventarios, procesos inadecuados y transporte

Desperdicio	Características	Causas Posibles	Herramientas Lean para eliminar el desperdicio
<p>Inventarios</p> <ul style="list-style-type: none"> · Existencias (materia prima, producto en proceso, producto terminado) en mayor cantidad que el mínimo requerido para atender los pedidos del cliente. · Permite ocultar ineficiencias de la planta: desbalanceo de líneas, defectos, entregas atrasadas, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> · Inventarios obsoletos. · Problemas de flujo de efectivo. · Necesidad de excesivo espacio en los almacenes y generación de costos para mantener el inventario. · Incumplimiento en plazos de entrega. · Retrabajos cuando hay problemas de calidad. · Daño en materiales cuyo tiempo de caducidad es corto. · Se requiere personal extra para mantener, controlar y entregar el inventario cuando se lo requiera. · Baja rotación de las existencias (materia prima, producto en proceso y producto terminado). 	<ul style="list-style-type: none"> · Sobreproducción. · Pronósticos no están alineados a la demanda. · Programación de la producción errada. · Niveles altos para los inventarios mínimos. · Políticas de compras obsoletas. · Proveedores no confiables. · Lotes mínimos de compra superiores a la necesidad de la planta. · Alto índice de reprocesos por defectos de calidad en el producto. 	<ul style="list-style-type: none"> · Formalizar un proceso de compras basado en la confianza en los proveedores con negociaciones de Lead Time, Precio y Lotes Mínimos alineados a la demanda del Cliente. · Gestionar certificados de calidad para evitar pruebas de calidad en la planta. · Aplicar Justo a Tiempo en las entregas de los proveedores. · 5 "S".
<p>Procesos inadecuados</p> <ul style="list-style-type: none"> · Actividad que tiene dos pasos pero puede agregar valor en un solo paso; normalmente son actividades que no agregan valor, pero son "necesarias" bajo ciertos métodos ejecutados en el proceso productivo. 	<ul style="list-style-type: none"> · Actividades que no agregan valor y ocasionan costos. · Exceso de inspecciones o verificaciones. · Falta de equipos a prueba de errores. · Información excesiva, que nadie ocupa. · Baja productividad. · Incremento de tiempo de ciclo. 	<ul style="list-style-type: none"> · Distribución inadecuada de las celdas de trabajo, herramientas y/o materiales. · Procedimientos inadecuados y poco claros. · Diseño del proceso sin una secuencia de operaciones lógica. · Cambios en el proceso no son comunicados a todos los involucrados. 	<ul style="list-style-type: none"> · Estandarización de procesos. · Organización de celdas de trabajo y procesamiento en flujo continuo. · Control Visual.
<p>Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> · Traslados de materiales que no aportan al sistema de producción, esta actividad transforma el producto hacia el valor esperado por el cliente, implica un costo y es parte del lead time. 	<ul style="list-style-type: none"> · Mala administración de inventarios. · Exceso de personal para transporte de materiales. · Presencia de transportadores en todo el proceso productivo. · Distancias largas entre almacenes y procesos. · Altos tiempos de ciclo. 	<ul style="list-style-type: none"> · Distribución inadecuada de las instalaciones. · Inventario excesivo de producto en proceso. · Programas de producción con cambios frecuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> · Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles. · Procesamiento en flujo continuo, sistemas Kanban.

(Gutiérrez, 2010, p. 97; Hernández y Vizán, 2013, pp. 22-27; Rajadel y Sánchez, 2010, pp. 22-30; Socconini, 2008, pp. 29-38; The Economist, 2010, pp. 84, 85; Villaseñor y Galindo, 2007, pp. 21, 22).

Los desperdicios antes mencionados están presentes en la transformación de productos y generación de servicios. Según Ohno, la sobreproducción es el desperdicio que se debe atacar primero por cuanto puede derivar a otros despilfarros (Liker, 2006, p. 65).

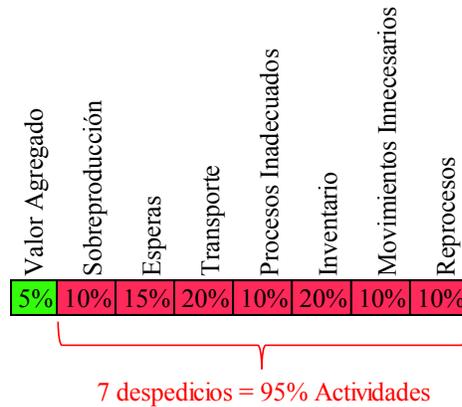


Figura 1.2 Actividades dentro de un proceso tradicional
(Ballesteros, 2008, p. 4)

Como lo indica la Figura 1.2 al realizar el análisis de situación actual de los procesos de una empresa que no aplica la metodología de manufactura esbelta, el resultado dicta que el 95% de actividades no generan el valor esperado por el cliente (Villaseñor y Galindo, 2007, p. 21) y tan sólo el 5% son actividades que agregan valor al producto o servicio.



Figura 1.3 Tiempo de entrega empresa tradicional vs empresa esbelta
(Villaseñor y Galindo, 2007, p. 25)

La Figura 1.3 representa el objetivo principal de la metodología en la eliminación de desperdicios con el fin de tener procesos esbeltos que permitan disminuir los

tiempos de entrega, mejorar la calidad y disminuir los costos de producto (ESADE Business School, 2004, p. 55).

En la actualidad se ha incorporado un desperdicio más a los ya definidos por Ohno, el mismo está centrado en la Subutilización de las Competencias del talento humano, consiste en desaprovechar la creatividad e inteligencia de los colaboradores, sus competencias y potencial para aportar con soluciones que permitan minimizar los desperdicios y mejorar la productividad (Liker, 2006, p. 65; Madariaga, 2013, p. 31).

Hay que considerar que la implementación de un sistema de manufactura esbelta estará fortalecida si se explota adecuadamente el recurso más importante que tienen las empresas que es el factor humano, no la mano de obra como tal sino la mente de obra ya que son quienes a diario manipulan materiales, ejecutan procedimientos y operan equipos para obtener los productos que comercializan las empresas; ellos conocen a fondo los procesos, el funcionamiento de las máquinas, el comportamiento de los materiales, por ello se debe apalancar la generación de mejoras en el personal operativo; por otro lado es vital motivar, empoderar y contagiar de proactividad en todos los niveles de la organización a través de capacitación y entrenamiento sobre cómo identificar desperdicios y generar planes de acción para su minimización. Finalmente es necesario fortalecer toda la cadena de valor a través de los siguientes aspectos:

- Asignar adecuadamente las funciones a cada miembro de la empresa
- Evitar cruce de responsabilidades, claridad en los alcances de procesos y puestos de trabajo.
- Sistema de comunicación que permita una constante retroalimentación.
- Personal competente (habilidades, destrezas, conocimientos) para el desempeño de sus funciones.
- Claridad en el enfoque de cada puesto de trabajo para con el cumplimiento de la misión y visión de la empresa.
- Sinergia en el equipo de trabajo.

- Evitar generar procesos burocráticos que no agregan valor al desempeño diario de las actividades asignadas a un funcionario.

1.1.5 VALOR AGREGADO

El valor agregado siempre será pensado en función de satisfacer los requerimientos del cliente, son las actividades de transformación por las que está dispuesto a pagar; por lo tanto, hay que considerar que los procesos añaden valor al producto cuando modifican su forma o propiedades, éste puede ser aportado por máquinas u operarios (Madariaga, 2013, p. 28).

El análisis de valor agregado permite revelar las ineficiencias existentes en los procesos fabriles, para ello es necesario arrancar el trabajo con una familia de productos sobre la cual se hará un seguimiento a lo largo de todo el proceso productivo, se identifican las actividades que se realizan desde el requerimiento del cliente hasta su despacho; luego se hace una discriminación al respecto de las actividades que conllevan tener una unidad de producto terminado despachada para definir cuáles únicamente agregan valor al producto (Hay, 2003, p. 12). Del análisis anterior las actividades se pueden clasificar de la siguiente forma (Lledó, Rivarola, Mercau, Cucchi y Esquembre, 2006, p. 22; Madariaga, 2013, p. 32):

- **Actividades que agregan valor (VA):** Transforman materias primas e información en productos o servicios por los que el cliente está dispuesto a pagar.
- **Actividades que no agregan valor pero son necesarias (NVAN):** Desperdicio tipo 1, son necesarias bajo los métodos de trabajo actuales con los que opera la organización; existirán mientras no se modifique el diseño del producto o el proceso de fabricación.

- **Actividades que no agregan valor (NVA):** Desperdicio tipo 2, consume recursos (tiempo, materiales, espacio), pero no crea valor agregado para el cliente.

Una vez identificado el tipo de actividades hay que clasificarlas para darles tratamiento como parte del plan de mejoras de la metodología de manufactura esbelta.

		¿La actividad agrega valor?	
		SI	NO
¿La actividad es necesaria?	SI	Maximizar	Reducir
	NO	Crear la necesidad para venderla al cliente	Eliminar

Figura 1.4 Matriz de valor agregado

Como lo indica la Figura 1.4 Las mejoras se deben enfocar en aquellas actividades que agregan valor (VA) principalmente para elevar su productividad; las actividades que no agregan valor pero son necesarias (NVAN) para el proceso, deben ser tratadas a través de una reingeniería por cuanto el cliente no aprecia su valor y tampoco paga por ellas, entonces deben ser reducidas u optimizadas. Si el enfoque de mejora va hacia las actividades que no agregan valor (NVA), se “pierde el tiempo”, pues el objetivo es eliminarlas.

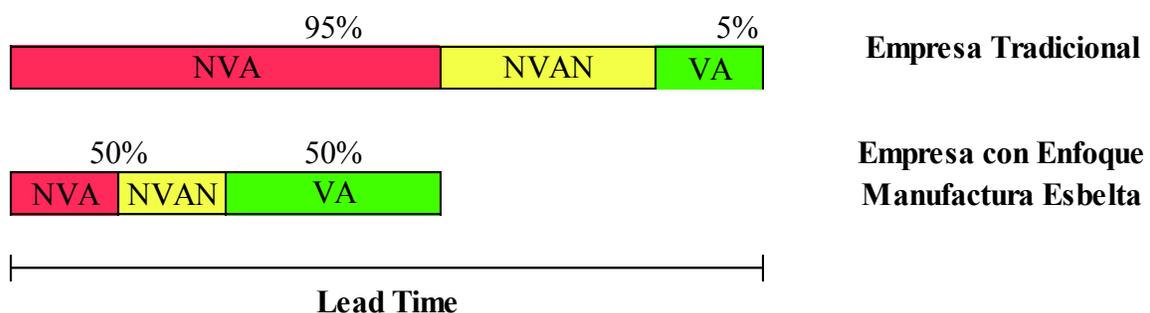


Figura 1.5 Tiempos de proceso empresa tradicional vs manufactura esbelta
(Villaseñor y Galindo, 2007, p. 25)

Según la Figura 1.5 al realizar un análisis en los sistemas de producción tradicionales, normalmente el 5% del tiempo total del proceso agrega valor al

producto, el enfoque de manufactura esbelta es reducir y eliminar todo aquello que no agrega valor al mismo, esto permite reducir el lead time de la cadena de suministro y mejorar los plazos de entrega al cliente.

Una vez identificadas las actividades del proceso motivo de análisis es necesario calcular una métrica para determinar la eficiencia del ciclo del proceso (ECP), si el resultado es mayor al 25% el proceso es esbelto. A continuación la Ecuación 1.1 muestra el cálculo (Gutiérrez, 2010, pp. 97,98):

$$ECP = \frac{TVA}{TC} \quad [Ec 1.1]$$

Donde:

TVA: Tiempo de valor agregado (actividades indispensables para transformar el producto)

TC: Tiempo de ciclo (duración total del proceso de transformación)

Con estos resultados se deben plantear planes de mejora con el fin de tener procesos de transformación enfocados en la generación de valor según las necesidades del cliente.

1.1.6 PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA

Los principios sobre los que se fundamenta la manufactura esbelta proporcionan un campo de acción para enfocar los esfuerzos de las empresas hacia la mejora continua, la solución de problemas y la obtención de procesos ágiles. Se basan en la propuesta de Womack y Jones, a continuación se describen los 5 principios (Jones y Womack, 2012, pp. 16-25):

- **Principio 1: Definir el valor de cada producto desde la perspectiva del cliente final:** Para ello debe existir la conciencia de que el cliente final paga el precio de un producto porque considera que sus características tienen valor para él, la empresa tiene la responsabilidad de especificar y generar el valor

por el cual el usuario está dispuesto a pagar; sin embargo, en ocasiones puede ser un poco complejo precisar el valor buscado por el cliente llegando a confundir incluso con los objetivos que persiguen algunos departamentos de la organización, para ello es necesario cuestionar las respuestas a las siguientes preguntas (Gutiérrez, 2010, p. 98):

- ¿Cuáles son las necesidades del cliente respecto al producto?
- ¿Cuáles son las características por las cuales está dispuesto a comprar el producto?
- ¿Conoce toda la organización los requerimientos del cliente?
- ¿Los colaboradores de la empresa están alineados con la generación de valor hacia la satisfacción de las necesidades del cliente?
- ¿Están claros los procedimientos que agregan valor al producto a lo largo de la cadena de suministro?
- ¿Lo que se hace actualmente concuerda con el valor apreciado por el cliente?

Existen técnicas que permiten un acercamiento con los consumidores específicos (nichos de mercado) como es el caso de entrevistas y encuestas que pueden ser gestionadas a través de grupos focales; ello permite definir características concretas de valor apreciadas por el cliente y así escalar la interacción de cada departamento de la organización hacia la definición de procesos estándar.

Principio 2: Identificar el flujo de valor: el flujo de valor consta de todas las actividades necesarias para la entrega de un producto o servicio al cliente final (desde la conceptualización hasta el despacho); para identificar estas tareas y las que no agregan valor es necesario construir un mapa de flujo de valor (VSM), una vez hecho este análisis se podrán distinguir tres categorías: a) actividades que agregan valor (VA); b) actividades que no agregan valor pero son necesarias (NVAN) - desperdicio tipo 1, por ejemplo inspecciones de calidad; y, c) actividades que no agregan valor (NVA) - desperdicio tipo 2, por ejemplo transportar un subensamble de un lugar a otro; el objetivo se centrará en: eliminar los desperdicios tipo 2, optimizar los tipo 1 y maximizar las actividades que agregan valor (Lledó, et al., 2006, pp. 23-26).

- Principio 3: Optimizar el flujo de valor:** Una vez definido y graficado el flujo de valor y eliminados los desperdicios es vital hacer que fluyan continuamente todas las etapas de generación de valor, para ello es necesario redefinir las funciones de los miembros de la organización, a través del entendimiento de la problemática a rediseñar y el objetivo que se persigue, es importante adoptar la metodología del Ciclo de Calidad (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) y el apoyo de herramientas como Estandarización de procesos, 5S, TPM, SMED, Poka Yoke para generar una reingeniería enfocada hacia procesos esbeltos (Gutiérrez, 2010, pp. 102,103).

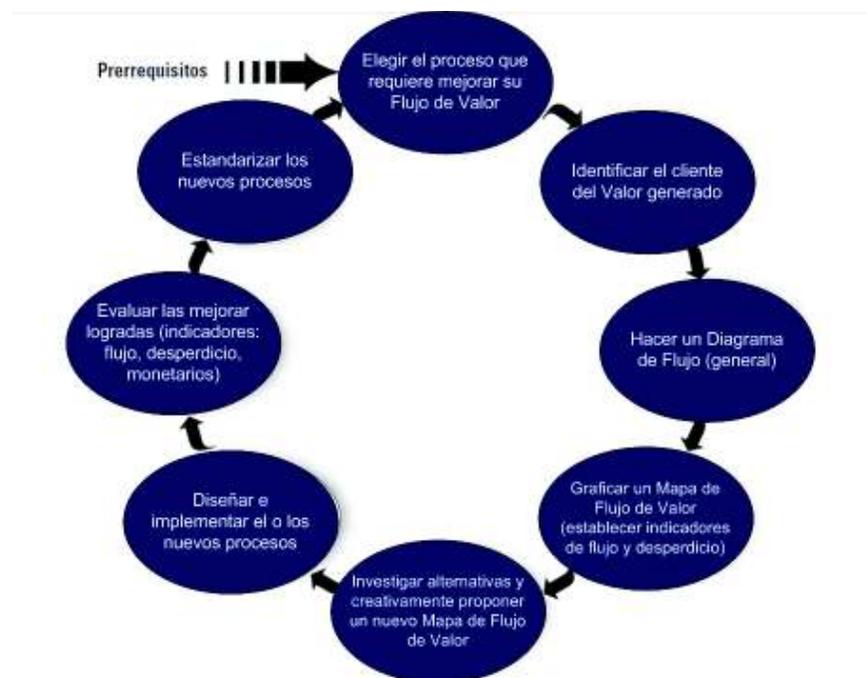


Figura 1.6 Pasos para el rediseño de procesos para mejorar el flujo de valor (Gutiérrez, 2010, p. 104)

Según las necesidades de la empresa hay que priorizar los campos de acción enfocados a la implantación del sistema de manufactura esbelta y el cumplimiento de ciertos prerrequisitos, en la Figura 1.6 se muestran los pasos para el rediseño de un proceso para mejorar su flujo de valor (Gutiérrez, 2010, p. 104).

- Principio 4: Producir según sistema pull (según la demanda del cliente):** consiste en fabricar únicamente las unidades solicitadas por el cliente y

entregarlas cuando las necesita; esto ayuda a minimizar los inventarios de materias primas, producto en proceso y producto terminado; es importante tener un proceso productivo flexible con una velocidad de respuesta adaptable a la demanda del cliente, sobre todo cuando esta no es constante; de aquí nace el sistema Kanban que va halando a cada proceso (hacia atrás, sistema tipo supermercado) desde el despacho hasta el inicio del proceso según corresponda: abastecimiento de materias primas o desarrollo de producto (Gutiérrez, 2010, pp. 104, 105).

- **Principio 5: Buscar permanentemente la perfección:** Reta a la búsqueda constante de fuentes de ineficiencias, tratándolas como oportunidades de mejora que permitirán ganar habilidad y destreza en la aplicación de los principios de manufactura esbelta; no se debe caer en un círculo de confianza, el mismo que puede conllevar a la pérdida de productividad y competitividad de la organización en el mercado global a causa de la inercia; es importante actualizar la apreciación de valor por parte del cliente final, visitar ferias, congresos, exposiciones y vigilar muy de cerca a la competencia por cuanto en la actualidad la aparición de tecnologías y nuevos métodos de trabajo generan procesos más flexibles que brindan menores tiempos de respuesta y mayor calidad al cliente; apoyar la gestión en herramientas de mejora continua como es el caso de sistemas Kaizen, estandarización de procesos y 5S, para así evitar quedarse estáticos con los éxitos del pasado (Lledó, et al., 2006, pp. 30,31).

Para implementar adecuadamente los cinco principios de manufactura esbelta es necesario tener colaboradores debidamente capacitados, entrenados, motivados y comprometidos con la creación de valor y eliminación de desperdicios al momento de atender las necesidades de los clientes; la responsabilidad de mantener una empresa esbelta no es sólo de los directivos sino de todo el conglomerado que en ella labora, por ende todos deben estar alineados hacia el enfoque de mejora continua y entender que el éxito de la empresa será de todos, ya que esta metodología mantiene una relación ganar – ganar en toda la cadena de suministro. El papel protagónico está en cada puesto de trabajo (directivo,

operacional, apoyo) ya que a través de su empoderamiento y trabajo colaborativo contribuyen a la satisfacción del cliente, la solución de problemas y como consecuencia que la organización tenga mayor rentabilidad (Pons Achell, 2014, p. 23).

1.1.7 IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

Lograr una organización esbelta requiere de mucho esfuerzo compartido y empoderamiento a lo largo de la cadena de suministro, su transición al inicio puede ser difícil por el cambio cultural (“cambio de chip”) necesario para la implementación de esta metodología; sin embargo en la actualidad las empresas deben aceptar este reto para ser productivas y competitivas en un mercado que exige mayor variedad de producto en menores tiempos de entrega y con atributos de calidad superiores a los establecidos en décadas pasadas, deben estar alineadas a la búsqueda de valor y minimización de desperdicios a través de procesos de mejora continua creativos e innovadores que fomenten el trabajo en equipo, las compañías esbeltas comparten los siguientes atributos (Heizer y Render, 2009, p. 657):

- Eliminan las actividades que no agregan valor.
- Utilizan técnicas Justo a Tiempo para minimizar al máximo los inventarios: enfoque “cero inventario”.
- Construyen métodos de trabajo que ayudan a los trabajadores a producir una parte perfecta todas las veces.
- Minimizan la distancia de recorridos dentro de la planta.
- Generan compromisos con los proveedores, ayudándoles a entender las necesidades del cliente final.
- Establecen alianzas estratégicas con proveedores, para que acepten su responsabilidad en cuanto a la satisfacción de las necesidades del cliente final.
- Desarrollan a los empleados para mejorar constantemente sus habilidades y destrezas a través del diseño del trabajo, la capacitación, el entrenamiento, el empoderamiento, la participación, y el trabajo en equipo.

- Hacen que los trabajos sean más desafiantes al llevar la responsabilidad al nivel operativo.

La metodología de manufactura esbelta se puede implementar en cualquier sector, sea de servicios o producción, lo importante es no generalizar la secuencia de herramientas a utilizar, sino conocer la situación actual de cada organización para enfocar los esfuerzos y recursos a la mejora de esta realidad en particular. Lo recomendable es arrancar con un piloto dentro de la empresa para luego de evidenciar las mejoras escalar el cambio cultural al resto de las áreas, capacitar y entrenar a directivos, mandos medios y operativos hacia la detección de desperdicios y la búsqueda de mejoras para crear “pensadores Lean”, que contagien al resto de la empresa con esta buena práctica; para garantizar el crecimiento y la sostenibilidad del sistema es necesario generar un procedimiento de auditorías permanentes que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de los indicadores, con base a las oportunidades de mejora detectadas volver al inicio del proceso para generar nuevas mejoras. El esquema genérico que se sigue para la implantación del sistema de manufactura esbelta es el siguiente (Hernández y Vizán, 2013, p. 80):

- **Fase 1: Evaluación de situación actual:** Es necesario iniciar con la capacitación y entrenamiento de los líderes que estarán a cargo de la implementación con la finalidad de cambiar su enfoque hacia lo “esbelto” en términos de adoptar las buenas prácticas que este sistema tiene; la formación debe tomar los siguientes aspectos para su entendimiento (Hernández y Vizán, 2013, p. 83):
 - Análisis de las operaciones y su flujo, a través de la identificación del valor agregado y los desperdicios a través de la matriz de valor agregado, cursogramas y diagramas de proceso.
 - Tomar conciencia sobre la importancia de los aportes del personal operativo en la búsqueda de mejoras.
 - Aprender a representar el proceso y su flujo por medio del mapa de cadena de valor (VSM) que representa los flujos de materiales e información del proceso desde el abastecimiento de materiales hasta

los despachos hacia el cliente, hay que graficarlo en situación actual y situación esperada.

- **Fase 2: Propuesta del plan de mejora:** Se debe definir objetivos a corto, mediano y largo plazo en función al análisis de situación actual para enfocar adecuadamente los esfuerzos y recursos disponibles en la organización, este plan debe contemplar los siguientes aspectos (Hernández y Vizán, 2013, p. 84):
 - Planificar el proyecto de implementación del sistema de manufactura esbelta, establecer tareas, objetivos concretos, duraciones y recursos necesarios para llevarlo a cabo.
 - Establecer un sistema de indicadores para realizar un adecuado seguimiento del proyecto, verificar sus avances y cumplimiento.
 - Organizar las estructuras de trabajo “Lean”, asignación de funciones y metodología operativa; incorporar formación específica en relación a técnicas lean según las necesidades de la empresa, con el objetivo de lograr un cambio de mentalidad (pre-requisito lean).
 - Definir los sistemas y canales de información en la implantación de manufactura esbelta.
 - Seleccionar el área piloto para iniciar la implantación de la metodología, una vez que se consiguen los éxitos, ésta se convierte en un modelo de buenas prácticas para el resto de la organización.

- **Fase 3: Ejecución del plan de mejora aprobado:** Luego de la socialización y entendimiento (actividades, plazos, responsables, entregables) del plan de mejora se ejecutan todas las actividades planificadas, en este punto se utilizan las herramientas de apoyo del sistema de manufactura esbelta para optimizar los métodos de trabajo o rediseñarlos, para así conseguir una planta flexible (variedad y volumen en menores tiempos) y alinear el ritmo de producción a la demanda del cliente a través de la adaptación de sus recursos (mano de obra y maquinaria) (Hernández y Vizán, 2013, p. 86).

- **Fase 4: Medición de resultados a través de indicadores:** Se debe considerar el principio de que “lo que no se mide, no se mejora”, los indicadores son un apoyo en la medición de las implementaciones hechas en el área piloto para evidenciar el éxito de la metodología y proceder a escalar al resto de la organización; permite comprobar si los esfuerzos invertidos resultan provechosos y viables; los pasos para establecer indicadores son los siguientes (Villaseñor y Galindo, 2007, p. 97):
 - Asignar un equipo multifuncional para la definición de objetivos desde varias perspectivas (finanzas, producción, calidad, desarrollo, etc.)
 - Determinar los indicadores en función de la relevancia de la información resultante, con el fin de que agregue valor a la toma de decisiones.
 - Generar una retroalimentación de doble vía entre el equipo directivo y el grupo “Lean” sobre los indicadores planteados, aportan con sugerencias que permitan mejorar y aclarar la definición de cada indicador con la finalidad de que sean: específicos, medibles, alcanzables, realizables y acotados en el tiempo.
 - Establecer la base de los indicadores a través de las siguientes definiciones: frecuencia de medición, responsable de las mediciones, métodos de recolección de datos, formatos y gráficas para representar la información.
 - Definir metas de cumplimiento con base a escalas.
 - Disponer de un sistema visual de indicadores para evidenciar el buen cumplimiento o en su defecto el incumplimiento de los estándares comprometidos.

Hay que considerar que no existe un listado de indicadores definido, éstos se los establece con base a las necesidades de cada empresa, a continuación se muestran algunos ejemplos (Hernández y Vizán, 2013, p. 96):

- **Área producción.** Evaluación de procesos productivos y controles
 - Tiempo de ciclo
 - Productividad

- Rotación del inventario
 - Eficiencia de proceso
 - Nivel de Servicio
 - Efectividad global del equipo (OEE)
 - Costos de producto
 - Consumo de materiales
 - Costo de los desperdicios.
- **Área recursos humanos.** Evaluación de participación del personal
 - Número de sugerencias realizadas por empleados que se implementan al año.
 - Grado de polivalencia de los operarios de la planta.
 - Porcentaje de trabajadores que conocen la metodología “Lean”.
 - **Área logística.** Evaluación conjunta con proveedores
 - Indicador de partes diseñadas en conjunto con los proveedores.
 - Porcentaje de entregas justo a tiempo realizadas por los proveedores hacia la empresa.
 - Cantidad de proveedores certificados con los que la empresa trabaja.

Independientemente del área en la que se implemente el sistema de manufactura esbelta las mejoras son muy notables a nivel de productividad, ello hace que las empresas que adoptan esta filosofía sean más competitivas (Cuatrecasas, 2017).

1.1.8 HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

La aplicación de un sistema de manufactura esbelta se cristaliza a través del uso de varias técnicas de gestión alineadas a los 5 principios mencionados anteriormente, éstas tendrán éxito si al momento de su implementación existe el compromiso de la alta dirección para invertir en el entrenamiento y capacitación del personal con el objetivo de lograr una migración cultural hacia la mejora continua. Para la identificación de oportunidades de mejora es importante responder a los siguientes cuestionamientos sugeridos por Rajadel y Sánchez (2010), los mismos dan claridad al respecto de los ámbitos de acción sobre los

cuales deberá trabajar la metodología (Hernández y Vizán, 2013, p. 34; Rajadel Sánchez, 2010, p. 46):

- ¿En qué parte del proceso productivo puedo crear flujo, para evitar tener paros entre operaciones?
- ¿Qué operaciones pueden ser integradas o reducidas?
- ¿Cuál es el lead time actual y por lo tanto el tiempo de reacción ante la demanda del cliente?
- ¿Los niveles de stock están claramente definidos?
- ¿Qué transportes y/o movimientos son realmente necesarios?
- ¿Dónde están localizadas las piezas rechazadas, están definidos rangos de aceptación?
- ¿Pueden los operarios parar la línea de producción, en caso de detectarse algún defecto o problema?
- ¿Cuánto tiempo se necesita para hacer un cambio en la producción?
- ¿Existe un programa de producción en cada punto de trabajo?
- ¿Existe un flujo continuo de materiales?
- ¿Se aplican métodos de prevención de errores?
- ¿Se producen quejas o reclamaciones en etapas posteriores a un determinado proceso?
- ¿Se producen averías constantes en las máquinas? ¿Se controlan o registran dichas averías?
- ¿Cuál es el grado de polivalencia del personal?
- ¿Cómo son las relaciones con los proveedores?
- ¿Existe una estandarización de procesos?
- ¿Se dispone de controles visuales de trabajo y son fáciles de entender?

Luego del análisis de situación actual y una vez detectadas las oportunidades de mejora (en su mayoría desperdicios) es importante considerar que las herramientas de manufactura esbelta se aplican en cualquier sector/ empresa/ producto. A continuación se hará una breve descripción de algunas de las herramientas:

1.1.8.1 Mapa de Flujo de Valor (VSM)

Hay que considerar que cadena de valor son aquellas operaciones que transforman productos de una misma familia y son necesarias para satisfacer las expectativas del cliente desde etapas conceptuales, desarrollo, producción y despachos, a través de ellas existen varios elementos que se complementan para el cumplimiento de especificaciones, instrucciones y operaciones como es el caso de equipos, conocimientos, personas, métodos, materiales, etc. (Madariaga, 2013, p. 228).

El mapa de flujo de valor (VSM) permite entender de forma visual y a fondo el proceso productivo de manera transversal (proveedores – planta – cliente); esta herramienta se ha convertido en uno de los pilares para la definición de planes de mejora enfocados a tener procesos esbeltos. Facilita la identificación de actividades que agregan valor, los desperdicios y las restricciones de los procesos; también el entendimiento del flujo de información y materiales dentro de la cadena a través de un lenguaje estándar (Hernández y Vizán, 2013, p. 90; Rajadel y Sánchez, 2010, p. 35).

La aplicación de esta herramienta debe ser liderada por una persona que tenga la responsabilidad de entender la cadena de valor para mejorarla, debe ayudar a promover el cambio y contagiar al resto del equipo el espíritu de manufactura esbelta.

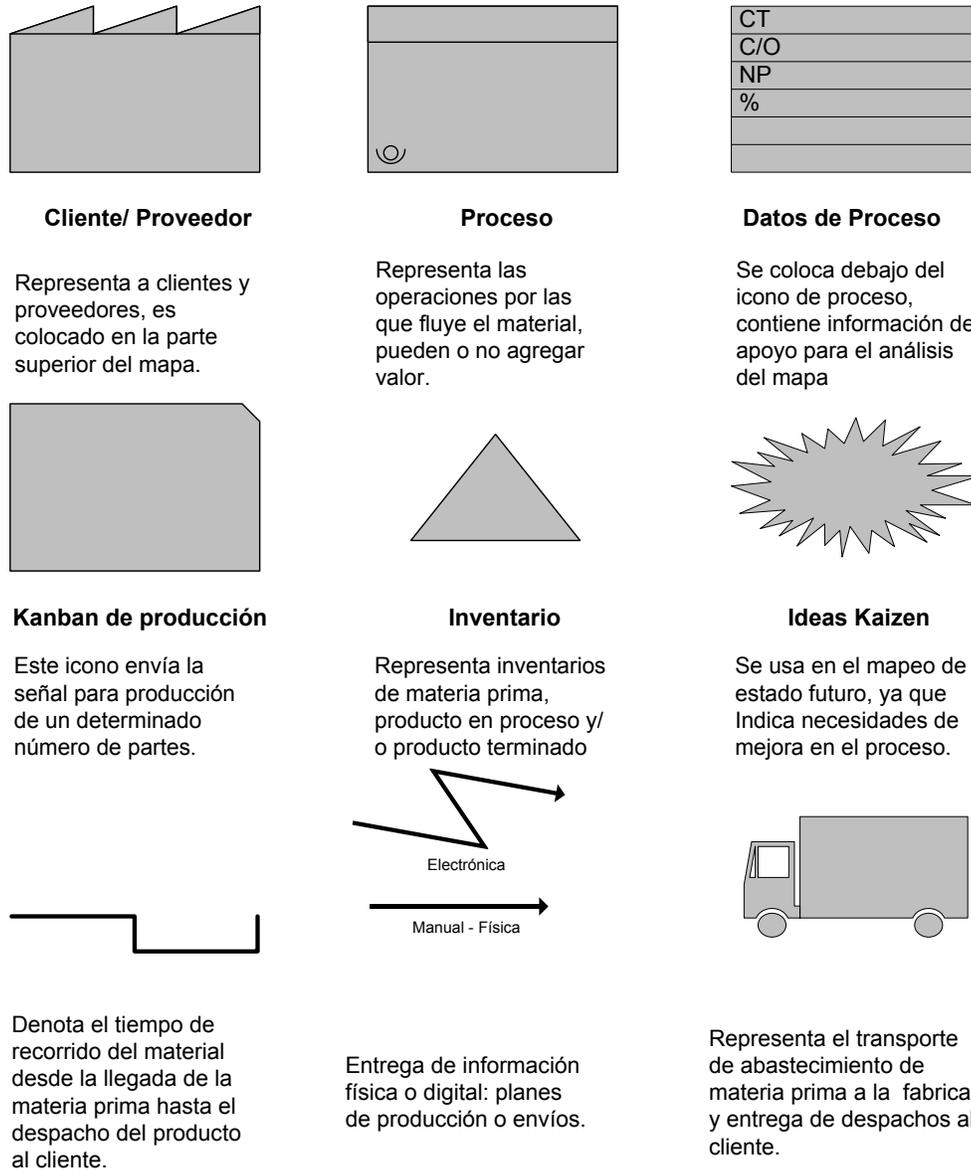


Figura 1.7 Símbolos básicos para diagramar mapa de flujo de valor
(Madariaga, 2013, p. 229; Socconini, 2008, pp. 109, 110)

Los símbolos utilizados para la representación de mapas de flujo de valor brindan información clara y precisa al respecto del funcionamiento operativo de la cadena de suministro, en la Figura 1.7 se indican los símbolos más utilizados en la elaboración de mapas de flujo de valor (Hernández y Vizán, 2013, p. 90; Rother y Shook, 1999, p. 7).

1.1.8.1.1 Pasos para el mapeo de flujo de valor

Existen varias formas de representar el flujo de valor de un determinado producto; sin embargo, a continuación se mencionan los pasos para la elaboración del mapa de flujo de valor por ser considerada una herramienta que permite fácilmente identificar dónde y cómo mejorar los procesos (Milnitz y Ferrari, 2013, p. 6):

- **Definir familias de productos:** Una familia es un grupo de productos que pasa a través de etapas, equipos o maquinaria similares durante su transformación. Hay que comenzar por definir las familias de productos y escoger una de ellas para realizar el piloto que luego se escalará al resto de productos disponibles en la empresa, es necesario centrar el análisis en un grupo de productos por cuanto hacer el ejercicio de varios grupos a la vez puede llegar a ser extenso, complicado y se corre el riesgo de perder enfoque; uno de los criterios iniciales para clasificar familias de productos es agrupar los productos que comparten la mayor cantidad de procesos, máquinas y/o recursos, de esta manera el estudio no será individualizado por producto, se puede apreciar un ejemplo en la Tabla 1.5 (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 36; Rother y Shook, 1999, p. 6):

Tabla 1.5 Ejemplo de clasificación de familia de productos

		PROCESOS										FAMILIA DE PRODUCTOS
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
PRODUCTOS	A	X	X		X		X	X	X	X	X	
	B	X	X	X		X	X	X		X	X	
	C			X		X				X	X	
	D	X		X			X		X	X		
	E		X	X		X	X		X	X		

(Rajadel y Sánchez, 2010, p. 36)

En el caso de que no exista claridad en la selección de la familia de productos para el estudio piloto se pueden emplear los siguientes criterios (Villaseñor y Galindo, 2007, pp. 44,45):

- **Análisis producto – cantidad:** Consiste en tomar datos de un determinado periodo de tiempo y representarlos mediante un diagrama de Pareto (80:20), para definir los productos que han tenido mayor producción o venta dentro de ese periodo.
- **Análisis producto – ruta:** en caso de que el análisis anterior tuviera una relación 40:60, se recomienda realizar una matriz con los procesos por donde pasan todos los productos de manera que se visualicen las coincidencias de máquinas y procesos.
- **Mapa de situación actual:** Una vez elegida la familia de productos se debe hacer el estudio de situación actual, el análisis siempre debe comenzar de atrás hacia adelante; es decir, desde el cliente y consultar para lograr tal valor, qué necesito como insumos (materiales, información). El VSM debe describir el proceso tal cual funciona en la actualidad, sin ajustes, ni maquillajes, ello da claridad al respecto de las mejoras que se deben implementar (Hernández y Vizán, 2013, p. 91; Rajadel y Sánchez, 2010, p. 38).

Como parte del levantamiento de información se utilizan ciertas herramientas como es el caso de diagramas de flujo, diagramas de proceso, cursogramas; evidencias documental de procedimientos de producción y aseguramiento de calidad, estos permitan dar claridad sobre el funcionamiento de la cadena de valor (Silva de Lima, De França, Santos, Freitas y Moreira da Silva, 2016, p. 9).

La diagramación del mapa de flujo de valor debe ser trabajada en un taller colaborativo con la participación de varias áreas de la empresa con la finalidad de obtener información de: producción, desarrollo de producto, logística, compras, etc., según corresponda el alcance del proceso en análisis; también es importante involucrar a personal operativo para escuchar sus opiniones, ya que ellos viven día a día la adrenalina de generar el valor agregado exigido por el cliente final (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 42).

Se debe mapear el estado inicial con todas las interacciones (proveedores, producción, logísticas y cliente), flujo de materiales e información asociada, la

información que se representa ha de ser precisa (datos cuantificados) y útil de manera que deben evitarse los datos irrelevantes. Los datos que normalmente se plasman son (Rother y Shook, 1999, pp. 19-21; Silva de Lima, et al., 2016, p. 9):

- **Tiempo de ciclo (TC).** Tiempo que pasa entre la fabricación de una pieza o producto completo y la siguiente.
- **Tiempo de cambio entre modelos (TCP).** Tiempo que toma para cambiar un tipo de proceso a otro debido a cambio en las características del producto.
- **Tamaño de lote.** Cantidad de producto por lote de producción que viaja de un proceso a otro.
- **Número de personas (NP)** requeridas para realizar un proceso particular.
- **Tiempo disponible para trabajar (EN).** Tiempo de trabajo disponible del personal restando descansos o suplementos (comida, beber agua, etc.).
- **Tasa de desperdicios:** porcentaje de productos defectuosos por cada proceso.
- **Lead time (LT).** Tiempo que se necesita para que una pieza o producto cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor de principio a fin.
- **Inventarios:** corresponde a los amortiguadores colocados a lo largo de la cadena de valor para “evitar” desabastecimientos de materiales o producto en proceso.

Es necesario mantener un límite en la cantidad de procesos a representar en el mapa de flujo de valor, lo recomendado es entre 10 y 15 procesos, tomar una cantidad superior lo hará más complejo y puede provocar que se pierda el enfoque; en el caso que se requiera se pueden elaborar mapas departamentales (Manos, 2015).

- **Mapeo de situación futura:** El fin del análisis de la cadena de valor es poner en evidencia los desperdicios existentes y eliminarlos a través de una propuesta esbelta del proceso productivo basada en el mapa de estado futuro, para su construcción es importante considerar las siguientes interrogantes (Rother y Shook, 1999, p. 58; Villaseñor y Galindo, 2007, p. 47):

- ¿Cuál es el ciclo de producción: Takt Time?: Con base a la demanda real del producto y el tiempo disponible de trabajo de los procesos “finales” o que más cerca están de los despachos hacia el cliente.
 - ¿Se requieren puntos de abastecimiento, tipo “supermercado” o entregas directas? Mucho dependerá de los hábitos de compra del cliente, la fiabilidad de los procesos productivos y las características de los productos.
 - ¿En dónde se puede usar flujo continuo en los procesos? ¿En qué parte del proceso será necesario utilizar el sistema de halado?:
 - ¿Cómo se puede nivelar la producción?
 - ¿Cómo incrementar el trabajo de manera constante, de manera que no afecte al proceso que marca el paso?
 - ¿Qué mejoras son necesarias para el proceso, para tener un flujo conforme a lo especificado en el VSM futuro? En este punto es donde se debe especificar las mejoras relacionadas a estandarización de métodos o máquinas, así como reducción de tiempos de cambios entre productos o ajustes en máquinas. Las mejoras son representadas en el mapa con el icono de relámpago (Kaizen).
- **Definir e implementar plan de mejoras:** Con base en el mapa de estado futuro se debe levantar un plan de mejora continua dentro de un periodo definido y realizar su seguimiento diario para evitar caer en la inercia; para la implementación de estos planes es importante considerar que muchas veces la resistencia al cambio puede ser el principal obstáculo de la mejora, por esto es importante seguir las siguientes recomendaciones (Villaseñor y Galindo, 2007, p. 49):
 - Involucramiento con las áreas piloto, conocer el día a día (restricciones, capacidades y potencialidades) de los procesos.
 - Evitar la burocracia y mails, lo importante es la comunicación directa con el equipo.
 - Persuadir el escepticismo al mostrar los beneficios que se obtendrán al finalizar la implementación de las mejoras.

- No permitir que un problema detenga el proceso de mejora, cualquier incidente debe ser resuelto inmediatamente.
- Considerar cada acción de mejora como un experimento que permitirá fortalecer la creatividad y el aprendizaje del equipo.
- Premiar y reconocer el esfuerzo de la gente; el trato diario debe ser con respeto, confianza, honestidad e integridad.
- Involucrar a todos los niveles de la empresa con la acción, no se permite personal de escritorio.
- Permitir flexibilidad en la ejecución de mejoras por cuanto no siempre la primera alternativa es la solución definitiva.

1.1.8.2 Metodología 5 “S”

Es la adopción disciplinaria de prácticas que buscan lograr mejoras en la productividad del área de trabajo a través de la estandarización de hábitos de limpieza y orden; ayuda a conservar las instalaciones en estado de visita para mantenerlas funcionales, seguras, ordenadas y agradables. En la Tabla 1.6 se describe la metodología a través las acciones secuenciales necesarias para su implementación, acompañadas de su definición, objetivos, proceso y beneficios (Gutiérrez, 2010, pp. 110-112; Hernández y Vizán, 2013, p. 41; Socconini, 2008, pp. 148,149; Rajadel y Sánchez, 2010, pp. 48-65; Villaseñor y Galindo, 2007, pp. 80, 81):

Tabla 1.6 Pasos de la metodología 5 S

Acción	Definición	Objetivo	Proceso	Beneficios
Seiri: Clasificar	Separar lo necesario de lo innecesario para trabajar productivamente.	<ul style="list-style-type: none"> * Definir criterios de estratificación y aplicarlos al momento de eliminar lo innecesario. * Proactividad para manejar problemas de desorden. 	<ul style="list-style-type: none"> * Separar los artículos necesarios de los no necesarios. * Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo. * Eliminar los elementos no necesarios. * Separar los elementos necesarios según su uso y la frecuencia de utilización. * Verificar periódicamente que no haya elementos innecesarios. 	<ul style="list-style-type: none"> * Liberación de espacio útil en plantas y oficinas. * Reducción del tiempo necesario para acceder a materiales, herramientas, carpetas, etc. * Facilidad para el control visual * Aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.
Seiton: Ordenar	Ordenar todos los artículos de manera que estén disponibles para su uso en el momento que se lo requiera.	<ul style="list-style-type: none"> * Tener un área de trabajo que refleje orden y limpieza. * Disponer una distribución de planta eficiente. * Se incrementa la productividad eliminando el desperdicio de tiempo al tratar de localizar las cosas. 	<ul style="list-style-type: none"> * Clasificar e identificar los artículos necesarios. * Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso. * Disponer de un lugar adecuado. * Poner todos los artículos en su lugar definido. * Verificar que haya "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar". 	<ul style="list-style-type: none"> * Mayor facilidad para el acceso rápido a los elementos que se necesitan. * Mejora en la productividad global de la planta. * Aumento de la seguridad en el lugar de trabajo. * Información accesible y localizable.
Seiso: Limpiar	Inspeccionar el entorno para identificar suciedad y eliminarla a través de la limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> * Fomentar un nivel de cero suciedad. * Contribuir en la prevención de fallas en equipos. * Mantener condiciones adecuadas de aseo e higiene. 	<ul style="list-style-type: none"> * Integrar la limpieza como parte del trabajo diario. * Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria. * Centrarse tanto o más en la eliminación de las causas de la suciedad que en las de sus consecuencias. * Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> * Reducción del riesgo potencial de accidentes. * Incremento de la vida útil de los equipos. * Reducción del número de averías. * Efecto multiplicador porque la limpieza fomenta limpieza.
Seiketsu: Estandarizar	Definir un método consistente para mantener en toda el área la aplicación de las 3 primeras S de manera frecuente.	<ul style="list-style-type: none"> * Convertir en hábito el cumplimiento apropiado de los procedimientos operativos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Definir y desarrollar un método estandarizado específico de orden y limpieza por puesto de trabajo. * Aplicar el método definido en todos los puestos de trabajo. * Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo y difundirlo a los colaboradores de la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> * Evitar errores en la ejecución de actividades, que pudieran generar accidentes o productos no defectuosos por desconocimiento de los colaboradores. * Mejora manifiesta en el tiempo de ejecución de tareas.
Shitsuke: Disciplina	Convertir las 4 S en una forma natural de actuar dentro de la organización.	<ul style="list-style-type: none"> * Sincronizar los esfuerzos de todo el personal de la empresa con el fin de lograr que los resultados sean perdurables en el tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> * Actualizar la formación de los colaboradores cuando hay cambios en normas y estándares regulados en la empresa. * Crear un sistema de auditorías que deben ser conocidas por todos los miembros de la empresa para facilitar su autoevaluación. 	<ul style="list-style-type: none"> * Cultura de respeto y cuidado de los recursos de la empresa. * Mejora del ambiente de trabajo, contribuye al incremento de la motivación.

(Gutiérrez, 2010, pp. 110-112; Hernández y Vizán, 2013, p. 41; Socconini, 2008, pp. 148, 149; Rajadel y Sánchez, 2010, pp. 48-65; Villaseñor y Galindo, 2007, pp. 80, 81)

El tiempo que normalmente toma la ejecución de un plan de 5 “S” va de uno a seis meses depende de la situación actual del área en que se pretende implementar (Socconini, 2008, p. 150).

En la implementación de 5S es importante escoger un área piloto y enfocarse en ella porque servirá como aprendizaje y punto de partida para contagiar al resto de la organización con el hábito del orden y la limpieza. Para la ejecución del plan de 5 “S” es necesario considerar los siguientes aspectos por cada etapa (Socconini, 2008, pp. 151-159):

- **Fase Previa – Preparación:** etapa de capacitación y entrenamiento de la metodología desde la parte directiva hasta la operativa. Adicional es necesario tomar fotografías de las instalaciones antes de empezar el plan.

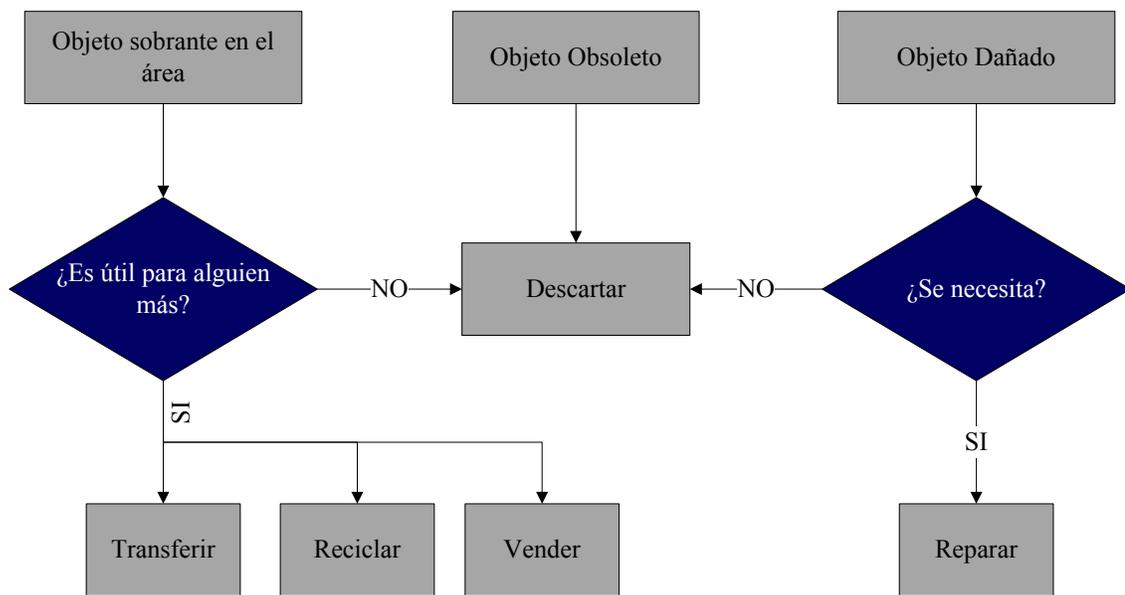


Figura 1.8 Criterios de clasificación de objetos presentes en el área de trabajo (Socconini, 2008, p. 152)

- **Clasificar:** como apoyo para diferenciación de objetos innecesarios de los necesarios considerar los criterios de la Figura 1.8 luego de esta selección los objetos necesarios deben ser almacenados en función de su frecuencia de uso para ubicarlos cerca del operario, cerca del proceso, cerca del área de trabajo o en la bodega, como lo indica la Tabla 1.7

Tabla 1.7 Ubicación de objetos necesarios por frecuencia de uso

Frecuencia de Uso	Ubicación
No se usa	Eliminar
Cada Hora	Junto a la persona
Varias veces al día	Cerca de la persona
Varias veces por semana	En el área
Algunas veces al mes	En otra área
Algunas veces al año	En archivo
Una vez al año	En almacén
Es posible que se use	En almacén

(Rajadel y Sánchez, 2010, p. 55)

En relación a los objetos no necesarios hay que identificarlos con tarjetas rojas para definir su disposición final.

- **Ordenar:** es necesario dividir el área de trabajo en secciones destinadas para las diferentes actividades que se ejecutan, también establecer sitios adecuados para cada objeto; finalmente apoyar el orden a través del uso de códigos de colores y señalética.
- **Limpiar:** esta fase es la eliminación de suciedad y mugre del área de trabajo, por ende es necesario establecer programas y/o métodos de limpieza con sus responsables y frecuencia de ejecución.
- **Estandarización y Disciplina:** básicamente es mantener un sistema de 5 “S” sostenible en el tiempo, ello se evidencia a través de los resultados de auditorías ejecutadas en las áreas de trabajo.

1.1.8.3 Sistema de Producción mediante Kanban

El sistema pull (halar) surge cuando se adopta el método de trabajo de los supermercados y es trasladado a la industria a través del uso de tarjetas Kanban; los productos se sustituyen al mismo tiempo que se consumen, los clientes consiguen los productos que necesitan, en el momento que lo requieren y en la cantidad necesaria (Ohno, 1991, p. 56).

Kanban es un sistema completo de información enfocado principalmente en la gestión de producción y aprovisionamiento; permite controlar y programar la producción de forma que exista simultaneidad en los procesos de manufactura con los requerimientos del cliente; es decir que cada proceso retira las partes que necesita de los procesos anteriores, luego estos comienzan a producir solamente las partes que se han retirado, sincronizándose así todo el flujo de materiales de los proveedores con el de la fábrica, y éstos con la línea de producción con la meta de tener como base la garantía de calidad (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 96).

- **Cálculo de número de Kanban:** normalmente sigue un método de prueba y error, podría modificarse posteriormente en función de la necesidades de la empresa, por ejemplo en Toyota tardaron diez años en afinar del todo el sistema (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 102). El número de tarjetas Kanban define la cantidad de inventario a fabricar y se calcula como lo indica la Ecuación 1.2 (Heizer y Render, 2008):

$$No. Kanbans = \frac{(Demanda durante el plazo de producción + inventario de seguridad)}{No. de Piezas por Contenedor} \quad [Ec 1.2]$$

Las principales ventajas por las cuales es vital implementar el uso de Kanban son (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 95; Villaseñor y Galindo, 2007, p. 75):

- Disminuye sustancialmente la sobreproducción, las actividades de transporte y almacenamiento.
- Simplifica tareas de planificación de la producción y el lanzamiento de las órdenes de aprovisionamiento a los proveedores.
- Contribuye a la regulación y reducción de inventarios, logra que cada operario – proceso produzca sólo las unidades retiradas por el proceso posterior, esto se traduce en producción es igual a necesidad.
- Apoya a la reducción de inventarios de productos en proceso, facilita la localización de problemas (cuellos de botella, averías, defectos de calidad, etc.), contribuye a su solución de manera oportuna.

- Permite generar flujo continuo en la producción, conseguir nivelación y equilibrio en los procesos fabriles.

El éxito de la implementación de Kanban está dado por los siguientes aspectos que se deben desarrollar dentro del sistema de producción:

- **Nivelación de la producción: acuerdo logística-producción:** Para nivelar y estabilizar el trabajo de logística y producción se debe establecer un acuerdo relacionado con la variedad y cantidad a producir en un periodo mínimo de un mes. Para que esto funcione es vital dimensionar la cadena logística a través de los pedidos hechos por el cliente y garantizar el suministro de materiales para entregar a tiempo los productos; por otro lado producción debe fabricar las cantidades solicitadas, con la gestión de sus recursos (materias primas, insumos, mano de obra) independientemente de las incidencias que se produzcan. Hay que considerar que el acuerdo debe ser flexibilizado y dinámico a lo largo del tiempo en función de los nuevos requerimientos (Hernández y Vizán, 2013, p. 77; Rajadel y Sánchez, 2010, p. 114).
- **Shojinka – Polivalencia:** Dada la dinámica del sistema de producción pull (halar) y las necesidades de un mercado globalizado es necesario desarrollar la polivalencia en la mano de obra; es decir, los operarios deben empoderarse de destrezas y habilidades de varios procesos o máquinas de forma que tengan la capacidad de trabajar en otras áreas productivas según las necesidades de la demanda. Esto permite al equipo tener un funcionamiento autónomo ya que las personas multifuncionales serán ubicadas en los puestos de trabajo según se requiera. (Hernández y Vizán, 2013, p. 78; Ohno, 1991, p. 127).
- **Relación con los proveedores:** El sistema pull requiere de una relación a largo plazo, basada en la confianza por cuanto lo que se busca es tener inventarios cero y cero papeles, esto implica que los materiales entregados por los proveedores sean 100% de calidad y lleguen directamente a las líneas de producción. Existen tres tipos de relaciones con los proveedores tal como se indica en la Tabla 1.8 (Hernández y Vizán, 2013, p. 116):

Tabla 1.8 Tipos de proveedores

TIPO	CARACTERÍSTICAS
SOCIO	<ul style="list-style-type: none"> * Cooperación en el desarrollo de nuevos productos, procesos y tecnologías. * Inversiones conjuntas en Investigación y Desarrollo. * Intercambio constante de información concerniente a materiales, procesos y productos. * Proceso conjunto de mejora continua. * Proveedor integrado en el proceso logístico del cliente (sistema informático compatible, formato de documentos y datos, etc.).
ASOCIADO	<ul style="list-style-type: none"> * Contratos y relación a largo plazo; se revisan anualmente. * Posibilidad de cambios en los precios, sobre la base de criterios acordados. * Calidad concertada, lo cual implica la responsabilidad total sobre los suministros del proveedor. * No hay inspecciones a la entrada (Materiales con Certificados de Calidad) * Entregas justo a tiempo y directamente a las líneas de producción. * Reducción de los plazos de entrega y lotes mínimos. * Requerimientos técnicos y tecnología definidos conjuntamente con el proveedor.
CLÁSICO	<ul style="list-style-type: none"> * Negociaciones basadas en el precio y especificaciones cualitativas mínimas. Se trata con dos o tres proveedores a la vez, con el fin de tener fuentes alternativas y generar una competencia de precios. * Suministros basados en pedidos particulares a corto plazo. El proveedor no tiene garantizados los pedidos futuros. * Inspecciones regulares de suministros para la aceptación. * Características de los productos y componentes diseñados por el proveedor.

(Rajadel y Sánchez, 2010, pp. 117, 118)

El uso de Kanban en la industria tiene sobrados éxitos gracias a su efectividad; sin embargo es importante considerar algunas reglas básicas para su funcionamiento (Ohno, 1991, p. 61):

- No se permite el paso de productos defectuosos a los siguientes procesos.
- El proceso siguiente retira el número de artículos indicados en el Kanban en el proceso anterior.
- Fabricar artículos en la cantidad y periodicidad indicados en el Kanban por el proceso subsecuente.
- No se produce o transporta nada sin Kanban.
- El Kanban hace la función de una orden de producción adherida a los productos.
- El número de Kanban debe disminuir con el tiempo para incrementar su efectividad.

1.1.8.4 Producción Nivelada – Heijunka

Esta metodología es la clave para la implantación del sistema pull pues permite planificar y nivelar la demanda del cliente en relación a variedad y volumen de productos hasta en una jornada de trabajo. Hay que considerar que en los casos de producción de lotes grandes no es necesario implementar esta herramienta, la misma está alineada con la fabricación de lotes pequeños que impulsan el flujo continuo pieza a pieza. Para gestionar Heijunka es vital realizar un entendimiento profundo de los efectos que la demanda de los clientes puede tener en los procesos, por ende hay que prestar atención especial a los principios de estabilización como es el caso de SMED, 5S, estandarización del trabajo, flexibilidad en los procesos productivos, polivalencia por parte del personal para fabricar las distintas referencias, entre otros que fomentan los procesos esbeltos (Ballesteros, 2008, p. 6; Hernández y Vizán, 2013, p. 69; Villaseñor y Galindo, 2007, p. 91).

Existe un gran beneficio al trabajar en lote pequeños, por cuanto hay mayor variedad de productos a lo largo de la jornada laboral, ello permitirá que los tiempos de entrega disminuyan, y no tener inventario inmóvil por esperar al último artículo fabricado; por otro lado se ratifica este criterio al momento de presentarse algún paro no planificado, este afecta directamente al nivel de servicio brindado al cliente pues cuando se fabrica lotes grandes se corre el riesgo que algún producto no esté disponible al momento del despacho.

Cuando ingresan “pedidos urgentes” en una programación de lotes grandes se dificultarán los cambios, el abastecimiento de materiales y la entrega de pedidos completos; lo contrario ocurre en la gestión de pequeños lotes, pues brinda menores tiempos de entrega, variedad de productos y un mayor nivel de satisfacción de los clientes.

Alrededor de este tema existen términos que deben ser clarificados, estos son:

- **Takt Time:** Permite sincronizar el tiempo de fabricación con el de ventas, genera el ritmo al que la planta debe producir para satisfacer las necesidades del cliente (frecuencia en la que cada unidad abandona la línea de producción), esto permite evidenciar cuando hay atrasos o sobreproducción, se calcula como lo indica la Ecuación 1.3 (Hernández y Vizán, 2013, p. 72):

$$\text{Takt Time} = \frac{T_d}{D_c} \quad [\text{Ec 1.3}]$$

Donde:

Takt Time: Tiempo de Toque que marca el ritmo de producción

Td: Tiempo de producción disponible por periodo (segundos)

Dc: Demanda cliente por periodo (unidades)

Evidentemente el takt time incide directamente en la cantidad de recursos (operarios, maquinarias, materias primas) que se requieren en la línea de producción y brinda las siguientes ventajas (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 79):

- Estabilidad y nivelación de la producción.
 - Evitar excesos de producción.
 - Flujo continuo en toda la línea productiva.
 - Número adecuado de operarios en cada proceso.
 - Mayor capacidad para planificar otras actividades en producción.
 - Disminución del número de transportes adicionales.
 - Control del inventario de producto en proceso.
- **Tiempo de Paso – Pitch:** Conocido como tiempo de paso, es una cantidad estandarizada para ser entregada al cliente, se calcula según lo indica la Ecuación 1.4 (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 80):

$$\text{Pitch} = (\text{Takt Time} * L_t) / 60 \text{ s} \quad [\text{Ec 1.4}]$$

Donde:

Lt: Cantidad por empaque estándar a entregar

De cierta manera se convierte en un lote que debe ser manejado adecuadamente para evitar caer en la tentación de fabricación a gran escala sobre todo si existe una producción que necesita flexibilidad, las ventajas de trabajar de esta forma son claramente palpables pues mejora el control de inventarios en toda la cadena de suministro, incrementa la capacidad de reacción frente a los problemas y brinda mayor seguridad a los operarios al manejar lotes pequeños de productos (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 80).

- **Cálculo del número de operarios:** Hay que diferenciar el takt time del tiempo de ciclo, el primero es el tiempo de medición de la demanda del cliente y el segundo es el tiempo total necesario para producir una pieza; sin embargo, a partir del tiempo de ciclo y del takt time se puede calcular teóricamente, el número de operarios necesarios para satisfacer la demanda de los clientes según lo indica la Ecuación 1.5 (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 81).

$$No. Teórico de Operarios = \frac{\text{Tiempo de Ciclo}}{\text{Takt Time}} \quad [Ec 1.5]$$

Donde:

Tiempo de Ciclo: tiempo total de transformación

Takt Time: Tiempo de Toque que marca el ritmo de producción

A partir del resultado obtenido se puede afirmar que para satisfacer la demanda requerida por el cliente se necesitan N operarios, luego convendría redistribuir las operaciones, reasignar funciones para incrementar productividad y balancear las estaciones de trabajo.

- **Flujo continuo:** consiste en producir uno a uno en función de lo que solicita el cliente (lo que necesita, cantidad exacta, justo cuando lo requiere) en el menor plazo y con eliminación los desperdicios, esto a través de una adecuada distribución de planta, procesos sincronizados (takt time) y operarios polivalentes, con base a la fabricación por lote pequeños se mencionan las siguientes ventajas (Rajadel y Sánchez, 2010, p. 73):
 - Plazos de entrega más cortos.
 - Flexibilidad en relación a variedad y volumen de productos.

- Reducción del tiempo de cambio de modelo.
- Disminución de stocks de materias primas y producto en proceso
- Mejora en la calidad, proactividad en la identificación y solución de problemas de forma inmediata.
- Puestos de trabajo más ordenados y limpios.

1.1.8.5 Estandarización de Procesos

Junto con las 5S son el punto de partida para la implementación del sistema de manufactura esbelta. La estandarización es el conjunto de procedimientos que definen el mejor método de trabajo y secuencia de operaciones para cada proceso con la finalidad de hacer productos de calidad en menor tiempo de entrega y a bajo costo; en las empresas japonesas la estandarización se ha convertido en la principal herramienta de éxito, pues sin ello no se puede garantizar que los productos se fabriquen siempre de la misma forma (Hernández y Vizán, 2013, p. 45; Villaseñor y Galindo, 2007, p. 59).

La mejor forma de entender el funcionamiento de los procesos es a través del involucramiento con el gemba (lugar de trabajo); se debe observar si existen diferencias de productividad en puestos de trabajo similares; verificar los tiempos de cambios, las operaciones de mantenimiento y estabilidad en los procesos productivos (Socconini, 2008, p. 297). La estandarización apoya en la obtención de los siguientes beneficios (Socconini, 2008, pp. 297, 298):

- Altos niveles de productividad, calidad y seguridad
- Asegura que la secuencia de operaciones sea replicable cada vez que se fabrica un producto reduciendo las fluctuaciones de los procesos.
- Apoya el control visual, crea un ambiente para detectar fallos fácilmente.
- Facilita la documentación de métodos de trabajo.
- Contribuye al balanceo de los tiempos de ciclo de todas las operaciones de acuerdo con el takt time.
- Reduce la curva de aprendizaje de los colaboradores.

- Simplifica los métodos operativos y de control.
- Minimiza problemas de mantenimiento.

Primero se define el proceso u operación a estandarizar, luego se documenta la secuencia de pasos con sus tiempos, capacidades y recursos; para el análisis del método optimizado es necesario trabajar con los operadores para determinar un estándar de trabajo eficiente, una vez definido es necesario documentarlo con la siguiente información (Socconini, 2008, p. 298):

- Secuencia estándar de operaciones.
- Tiempos de ejecución.
- Instrucciones de operación.

Como parte del análisis es importante hacer un estudio minucioso de las operaciones de los procesos a estandarizar con el fin de optimizar su valor, para ello es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones (Chase, Aquilano y Jacobs, 2007, p. 175)

- **Ejecutar actividades de forma paralela.** Normalmente los procesos están pensados secuencialmente, ello más la suma de desperdicios hace que los tiempos de entrega sean largos; sin embargo al trabajar con un enfoque paralelo se puede disminuir el tiempo de procesamiento hasta en un 80%.
- **Cambiar la secuencia de operaciones.** Automatizar las operaciones cuello de botella permiten incrementar la capacidad de los procesos fabriles, ello también genera la eliminación de actividades manuales y en ocasiones ciertos traslados innecesarios de materiales.
- **Disminuir interrupciones.** En ocasiones están dada por operaciones de revisión, como por ejemplo puesta a punto de máquinas, lectura de especificaciones, revisión de materiales contra órdenes de producción, entre otras; en este caso es vital apoyar la gestión a través de estandarización, SMED y mantenimiento productivo total.

En general la estandarización puede ser aplicada a cualquier proceso de la empresa como por ejemplo: control de calidad, desarrollo de producto, control de producción, mantenimiento, actividades administrativas, etc.; de la misma forma el trabajo estandarizado puede ser replicado en empresas de manufactura y servicios (Liker y Meier, 2008, pp. 112, 113).

1.1.8.6 Herramientas para Mejoramiento Continuo

- **Diagrama de Causa – Efecto**

Técnica desarrollada por Ishikawa mientras trabajaba en un proyecto de control de calidad, conocido como diagrama espina de pescado por su forma de graficar; permite identificar la relación entre un efecto y sus causas principales, la causalidad es analizada en las siguientes categorías principales: a) mano de obra; b) materiales; c) métodos de trabajo; d) maquinaria; y, e) medio ambiente, las mismas que a su vez se subdividen en subcausas. El efecto se grafica en la “cabeza del pescado”, mientras que sus causas en las espinas principales y las subcausas se derivan a espinas secundarias (D'Alessio, 2004, p. 517; Niebel y Freivalds, 2009, p. 19).

- **Diagrama de Tendencia**

Utilizado principalmente para representar datos de tendencia o patrones de comportamiento en el tiempo, permiten visualizar los cambios en gustos del consumidor, variación en procesos, desempeño de históricos, comportamiento de defectos, etc. (D'Alessio, 2004, p. 524).

- **Diagrama de Pareto**

En sus orígenes es una técnica creada por el economista Vilfredo Pareto para explicar la concentración de la riqueza; establece que el 80% de las cosas que

ocurren son de poca importancia (aspectos triviales) y sólo el 20% restante es importante (aspectos vitales); es decir, que el 80% de las causas producen sólo 20% de los efectos. Por ejemplo, el 80% del costo del inventario total se encuentra en sólo el 20% de los artículos del inventario (D'Alessio, 2004, p. 522); (Niebel y Freivalds, 2009, p. 18). Su uso principal se da para (D'Alessio, 2004, p. 522):

- Identificar un producto o servicio, para el análisis de mejoras (diseño, calidad, etc.).
- Identificar los productos más vendidos de un portafolio.
- Buscar las principales causas de los problemas y establecer las prioridades de solución.
- Analizar las diferentes agrupaciones de datos, por ejemplo, tipo de producto, segmento del mercado, etc.

1.1.8.7 Herramientas de Análisis de Procesos

- **Cursograma Analítico**

Conocido también como diagrama de flujo de proceso, representa la secuencia de operaciones que siguen los distintos elementos de un proceso tales como: operaciones, transporte, demora, inspección y almacenamiento; esta información se complementa con columnas para anotar el tiempo de duración de cada actividad, para el caso de transportes identifica distancias recorridas y una sección para observaciones o apuntes hechos por el analista al momento de levantar la información. Para este tipo de diagrama existen tres tipos: de material, de equipo y de operario; en general tienen la misma estructura, lo que cambia es el objeto central del análisis (Baca Urbina, et al., 2014, p. 178).

El formato de esta herramienta debe tener un encabezado que contenga información relacionada a: nombre del producto, proceso motivo de análisis, ubicación, fecha, entre otros; adicional debe contener un resumen del total de las

actividades identificadas en el proceso junto con sus tiempos y distancias. Luego de identificar la secuencia de operaciones y su tipología es necesario hacer un análisis de valor de cada una para identificar el valor que aportan al producto (Baca Urbina, et al., 2014, p. 179).

- **SIPOC**

Es una representación gráfica que por sus siglas en inglés (Supplier – Inputs- Process- Outputs – Customers) adquiere el nombre, permite visualizar el proceso y su entorno de manera sencilla, identifica las partes que intervienen en el mismo como es el caso de: a) proveedor (supplier): área/persona/proceso que aporta recursos al proceso para su arranque; b) entradas (inputs): representa todo lo que se requiere (materiales , información) para llevar a cabo las actividades del proceso; c) proceso (process): secuencia de actividades que dan valor agregado a las entradas para convertirlas en salidas; d) salidas (outputs): producto/ servicio producto de la transformación; y, e) cliente (customer): área/persona/proceso que recibe el resultado de la transformación con la finalidad de satisfacer sus necesidades (Gutiérrez, 2010, p. 200).

- **Diagrama de Gantt**

Constituye una técnica de control y planeación principalmente enfocada en la administración de proyectos; sin embargo, representa un apoyo para la planificación y/o programación de producción permitiendo visualizar el panorama en función del tiempo a través de barras horizontales adecuadamente escaladas, también apoya la gestión en la planificación de actividades de mantenimiento de maquinaria (Niebel y Freivalds, 2009, p. 19).

1.2 HERRAMIENTAS DE CREATIVIDAD: SCAMPER

Creatividad es la generación y desarrollo de nuevas ideas, las mismas que una vez puestas en marcha se transforman en innovación, ya sea incremental o

disruptiva. Una empresa es competitiva si constantemente busca e implementa nuevas formas de hacer las cosas, no sólo a nivel de productos sino en el diario quehacer de sus procesos. (Harvard Business, 2010a, p. ix).

Para mantener a una organización en la senda de la mejora continua es vital ocupar el talento y la creatividad de los miembros del equipo hacia la consecución de las metas, maximizar el uso de sus destrezas y habilidades con el objetivo de dar solución a cualquier problemática (Harvard Business, 2010b, p. 5). El proceso de generación de nuevas ideas logra mejores resultados cuando existe la participación colaborativa de un equipo multifuncional (mentalidad de “principiante” y experiencia) con características que permiten divergencia y convergencia al momento de seleccionar la mejor propuesta de solución. (Harvard Business, 2010b, p. 14).

La creatividad se aplica a todos los campos del diario convivir, en el sector empresarial están los siguientes (Romero, 2005, p. 6):

- **Adoptar un nuevo enfoque al considerar un problema:** un problema tiene varias soluciones, hay que saber escoger la mejor; no existe el “no se puede”.
- **Diseñar, modificar o mejorar un proceso o sistema:** como parte de la mejora continua y/o manufactura esbelta constantemente hay que elevar la medición de los indicadores de la organización (automatización de procesos, incremento de productividad, disminución de costos, disminución de consumos, reingeniería del layout, etc.).
- **Inventar o redefinir un producto o servicio:** evidentemente es el principal objetivo que persiguen las empresas, a través de mejoras incrementales o disruptivas; quien no innova está predestinado a morir.
- **Encontrar nuevos usos para cosas existentes:** normalmente consiste en la búsqueda nuevos nichos de mercado a través del valor agregado que se le dé a los productos o servicios.

La responsabilidad de generación de nuevas ideas no debe estar sólo en los diseñadores, sino en cada uno de los colaboradores de la empresa, haciéndola una práctica constante a través de entrenamiento y su desarrollo por medio de herramientas que permitan estimular la creatividad y fomentar el pensamiento crítico con el propósito de encontrar los mejores caminos hacia la solución de un determinado escenario.

SCAMPER es un método que estimula la generación de ideas de mejora sobre una propuesta inicial con el fin de optimizar un producto, servicio o proceso; para su aplicación es importante trabajar en grupos de 5 a 9 personas. El nombre de la técnica viene dado por las iniciales de las acciones que provocan la aplicación de esta herramienta, en la Tabla 1.9 se detalla el significado de cada acción conjuntamente por preguntas a modo de ejemplo (Romero, 2005, pp. 107-112; Suárez, 2013):

Tabla 1.9 Definiciones SCAMPER

Acción	Preguntas Ejemplo
Sustituir: elementos, procedimientos, recursos, ideas, etc.	¿Qué puede ser sustituido para bajar costos? ¿Qué más puede ser sustituido? ¿Y si sustituimos de a ...?
Combinar: conceptos, ideas, elementos, complementos, etc.	¿Qué materiales se pueden combinar? ¿Se puede combinar con.... para aumentar su duración?
Adaptar: contextos, elementos, actividades, cambiar una función, etc.	¿Se puede adaptar este elemento para mejorar funcionamiento? ¿Qué podría incorporarse? ¿Cómo adapto un componente en la máquina X para disminuir el consumo de energía en un 10%?
Modificar: diseño, atributos, funcionamiento.	¿Qué puede modificarse para dar valor añadido? ¿El empaque se puede modificar para optimizar espacio?
Proponer: replantear usos, romper reglas establecidas	¿Para qué más puede servir? ¿Qué tal si lo usamos como..? ¿Y si lo vendemos en otro nicho de mercado?
Eliminar: simplificar lo que no agrega valor o genera inconvenientes	¿Se puede compactar? ¿Y si eliminamos las reglas?
Reordenar: cambiar la secuencia de actividades	¿Y si cambiamos la secuencia de operaciones? ¿Y si lo colocamos arriba?

(Romero, 2005, pp. 107-112; Suárez, 2013)

Esta guía de preguntas genera mejoras que logran soluciones a través de las respuestas a las preguntas que se puedan plantear para ejecutar cada una de las acciones contenidas en el acrónimo, además fomenta el pensamiento crítico y creativo del equipo, para lo cual es necesario involucrar al personal relacionado la oportunidad de mejora detectada y colaboradores de otras áreas que desde su perspectiva pueden ver las cosas de otra manera; muchas veces las mejores ideas están donde menos se puede imaginar.

Después de la fase de preguntas hay que evaluar y validar todas las respuestas generadas para obtener una propuesta de solución viable que cumpla con los requisitos del cliente interno o externo para lo cual es importante definir lineamientos enfocados en las áreas (técnica, económica, estratégica, etc.) involucradas o afectadas con su implementación.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

Se hizo una breve reseña histórica de los orígenes de la empresa, así como de su expansión en Latinoamérica; luego se enunciaron su misión y visión en función a la información disponible en medios electrónicos.

Con base a información de la revista de negocios Ekos se presentaron datos económicos al respecto del desempeño de la empresa. Finalmente se detallaron los productos que fabrica por cada línea de negocio.

2.2 ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO ACTUALES

El análisis de situación actual se apalancó en los siguientes aspectos:

- **Análisis de oferta y demanda:** Se realizó un breve análisis numérico del mercado potencial de calzado escolar con datos de CALTU e INEN.
- **Ventas y producción:** Se revisaron los históricos de ventas de los últimos seis años a través de gráficas de tendencias, así como la composición de cada segmento dentro de la línea de calzado escolar, luego se determinó la cantidad de modelos activos en el segmento femenino a través de gráficas de barras y el índice de modelos más vendidos con respecto al total del portafolio.
- **Descripción general del proceso de fabricación de calzado escolar:** se hizo una representación de la composición de un zapato escolar femenino a través de un plano de ingeniería y se describieron todas sus partes. Luego se identificaron las etapas principales (troquelado, aparado y montaje) de la fabricación de calzado con el apoyo del diagrama SIPOC.

- **Análisis 5 “S”:** Se realizó un cuestionario por cada S de la metodología para aplicarlo a modo de auditoría, el mismo se presenta en ANEXO II, con ello se evidenció el estado actual de las instalaciones en relación al uso adecuado de la metodología 5 “S”, se determinó una escala de medición para que en función de los resultados se defina el plan de acción a seguir para mantener adecuadamente el sistema en la planta.
- **Análisis de Causa – Efecto:** Se realizó un diagrama de Ishikawa para contextualizar la problemática de bajos estándares de producción en el proceso de aparado de calzado escolar a nivel de mano de obra, materia prima, maquinaria, métodos de trabajo y medio ambiente (interno y externo), el diagrama se levantó con la colaboración de la línea de supervisión de la planta motivo de estudio.

2.3 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL

Se hizo un breve análisis al respecto de la demanda de calzado escolar y el proceso productivo de Plasticaucho Industrial S.A., en la línea de calzado escolar con un enfoque en la necesidad de buscar mejoras en el área de aparado.

Por otro lado se enunciaron los hallazgos obtenidos en la auditoría 5 “S” y las causas evidenciadas en el diagrama de causa – efecto con el fin de considerarlas en las propuestas de mejora.

Se analizó la información recabada en relación a las oportunidades de mejora detectadas en el proceso de costura y patronaje de la familia de productos seleccionada para el estudio, también se consideraron los valores obtenidos a través de la eficiencia del ciclo del proceso y la composición de actividades (agregan valor; no agregan valor; no agregan valor, pero son necesarias en función de los métodos de trabajo actuales) por cada modelo.

Finalmente se hizo un breve análisis del mapa de flujo de valor (VSM) enfocado al tiempo de ciclo y tiempo de entrega de los cortes aparados.

2.4 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MANUFACTURA ESBELTA

2.4.1 DETERMINACIÓN DE FAMILIAS DE PRODUCTOS

La experiencia de los especialistas en implementación de manufactura esbelta aconseja que el análisis de valor se lo aplique en una familia de productos como piloto.

En la actualidad existe una clasificación de productos por segmento, es decir: joven femenino e infantil femenino y joven masculino e infantil masculino; por ello es vital agrupar los diferentes modelos por categorías en función de los procesos o actividades comunes entre los modelos existentes, para estandarizar el flujo de valor. Los pasos que se siguieron para obtener los modelos que determinen la familia de productos a considerar para el análisis fueron:

- Seleccionar los productos de mayor venta a través del diagrama de Pareto en el periodo 2010 – 2015 dentro del género femenino segmento adulto e infantil.
- Identificar las características comunes entre los productos preseleccionados, principalmente enfocadas a procesos de fabricación y estructura del producto.
- Agrupar por categorías de producto con base a las coincidencias (estructura de producto – proceso productivo) para nombrarlas como familias de productos.
- Graficar a nivel de estándares de producción de los modelos pertenecientes a cada grupo de productos y seleccionar una familia para el análisis. Los datos de tiempos de las operaciones de costura serán tomadas de la base de datos de Plasticaucho para el análisis del presente trabajo.

- Comparar los estándares de fabricación para evaluar modelos de bajo estándar de producción y modelos de altos estándares dentro de la familia de productos motivo de análisis así como su histórico de ventas, para el análisis se seleccionaron cuatro modelos.

2.4.2 MAPEO DE FLUJO DE VALOR DE FAMILIA DE PRODUCTOS

Una vez seleccionada la familia de productos se realizó la recolección de datos de las operaciones que se deben seguir para obtener un corte aparado, a través de la secuencia de operaciones de cada modelo; se presentó la información en cuadros con la descripción de cada actividad acompañada por su tiempo estándar (base de datos Plasticaucho) para el caso de un célula de trabajo de ocho personas y una jornada de 7,67 h (dado que del tiempo total de ocho horas se destinan veinte minutos para el almuerzo), adicional a ello los indicadores de productividad por turno de trabajo; con base a la información recabada se calcularon los costos de mano de obra directa.

Con el fin de que las operaciones sean asociadas fácilmente se utilizó la misma verbalización para su identificación, se determinaron las actividades comunes entre modelos, para tomarlas como base para la mejora de estándares de producción.

Con el apoyo del cursograma analítico de material se identificaron las operaciones que se siguen para obtener el producto esperado (corte aparado), se identificaron las operaciones de transformación, transporte, espera, inspección y almacenamiento, luego se establecieron los tiempos de ciclo por cada modelo; el análisis se lo realizó con base a la cantidad de pares que se fabrica en un turno de producción por cada modelo estudiado.

La información recabada en la sección anterior fue la base para el estudio de valor apoyada en los criterios de la matriz de valor agregado, con la finalidad de identificar las operaciones que no agregan valor (NVA) y las que no agregan valor pero son necesarias (NVAN) según los métodos de trabajo actuales . Después de identificar las actividades por su tipología a través de gráficas de pastel se

calcularon las eficiencias del ciclo del proceso (ECP) por cada modelo para evaluar si el proceso es esbelto, luego se realizó un cuadro comparativo de la composición de actividades y valores ECP.

Luego se realizó un análisis de las partes que componen el corte aparado con el objetivo de evidenciar posibles mejoras desde el patronaje, pues este aspecto incide directamente en la productividad del proceso, para este caso se hizo un comparativo en la composición de piezas, consumos (cuero y contrafuerte) y costos de materiales.

Finalmente se construyó el mapa de flujo de valor (situación actual) de la familia de productos seleccionada a través de la secuencia de procesos necesaria para entregar el producto que espera el cliente (montaje), para lo cual se identificaron los proveedores del proceso aparado así como sus clientes, luego se determinaron los procesos que intervienen en la transformación del corte aparado, los flujos de información, inventarios y algunas mediciones como es el caso de: cantidad de operarios, tiempo de cada proceso, tiempo total de procesamiento y tiempo de entrega, el mapa de flujo de valor esta diagramado en condiciones actuales del proceso.

Para la diagramación del mapa de flujo de valor se consideraron inventarios en el proceso de troquelado (1600 pares/turno) y montaje (5200 pares/ 2 turnos), considerando que el 90% corresponde a calzado de cuero y de este porcentaje el 67% está representado por modelos del segmento femenino, en función de ello se calcularon los valores proporcionales.

En relación a los datos de tiempos de proceso en el caso de troquelado se promediaron los valores de los cuatro modelos y con base a ello se calculó el requerimiento de personas para la cantidad de pares que ingresa al área de aparado, para ello se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$Producción\ por\ Hora = \frac{3600\ s/hora}{Tiempo\ estándar\ por\ par} = \# \frac{pares}{hora} \quad [Ec\ 3.1]$$

$$Necesidad\ de\ Horas\ Hombre = \frac{Demanda\ o\ Inventario\ (\text{pares})}{Producción\ por\ Hora\ (\frac{\text{pares}}{\text{hora}})} = \# \text{ horas} - \text{hombre} \quad [\text{Ec } 3.2]$$

$$Requerimiento\ de\ Personas = \frac{Necesidad\ de\ Horas\ Hombre\ (\text{horas-hombre})}{7,67\ \text{horas}} = \# \text{ personas} \quad [\text{Ec } 3.3]$$

Para el caso del proceso de aparado se ocuparon los datos obtenidos en el análisis de secuencia de operaciones por modelo, se promedian los tiempos de las operaciones comunes entre los cuatro productos y se calculó la cantidad de personas requeridas para cumplir con la necesidad establecida en función de la demanda que ingresa desde el proceso de troquelado.

2.4.3 DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES, CAPACIDADES Y POTENCIALIDADES POR FAMILIA DE PRODUCTOS

La propuesta está enfocada en el cumplimiento de los principios de Manufactura Esbelta, siendo así:

- **Principio 1: Definir el valor de cada producto desde la perspectiva del cliente final:** El equipo de Mercadeo a través de un focus group levantó cierta información relacionada al cliente de calzado escolar; las sesiones se basaron en guías de discusión elaboradas en colaboración entre la agencia y mercadeo. Las sesiones de grupo tuvieron de 4 a 5 participantes y duraron aproximadamente 90 min, el reclutamiento de los participantes fue realizado mediante muestreo intencionado (madres de familia, niñas y señoritas en edad escolar) por parte de una agencia encargada de estudios de mercado, con el apoyo de esta información se levantó una matriz para identificar el valor percibido por el consumidor de calzado escolar.
- **Principio 2: Identificar el flujo de valor:** Con el apoyo del área productiva se completó el cuestionario planteado por la herramienta Scamper para identificar

qué se puede sustituir, combinar, adaptar, modificar, proponer, eliminar o reordenar a nivel de proceso productivo con el objetivo de obtener mejoras en los estándares de costura de la familia de productos seleccionada.

Se realizó el mapa de flujo de valor de la situación futura de la fabricación de calzado escolar para la familia de productos motivo de estudio a través de la identificación de proveedores, cliente (montaje), procesos de transformación, canales de comunicación, inventarios y medibles de cada proceso, aquí se representaron las mejoras a nivel de estandarización y disminución de tiempos de procesamiento.

- **Principio 3: Optimizar el flujo de valor:** Su enfoque se dio por el uso de las herramientas de manufactura esbelta: 5 “S” y estandarización:
 - **Plan de Acción de 5 “S”:** dentro del plan que se propuso constan actividades enfocadas a fortalecer cada aspecto de la metodología 5 “S” (clasificar, ordenar, limpiar, disciplina y estandarizar), se generaron registros y formatos para su uso en el área motivo de estudio como es el caso de: a) tarjeta roja para la identificación de objetos innecesarios presentada en ANEXO VIII; b) tarjeta de color amarillo para la identificación de oportunidades de mejora indicada en ANEXO XIII; c) ejemplos de señalética mostrados en ANEXO XI y, d) registros de check list para el seguimiento de tarjetas rojas, control visual y chequeo de limpieza presentados en ANEXO X, ANEXO XII y ANEXO XIV respectivamente.
 - **Estandarización del patronaje de calzado:** se propuso la homologación de las piezas que componen los modelos pertinentes a la familia de productos seleccionada pues este aspecto incide en la productividad del proceso de costura (a mayor cantidad de piezas mayor tiempo de procesamiento), con el análisis de patronaje actual se unificó lo siguiente: tamaño de contrafuerte, forma de la capellada, tamaño de talón posterior, algunas correas y portahebillas, así como la cantidad de despieces que componen la capellada; finalmente se hizo un comparativo en relación a la

composición de piezas, consumos (contrafuerte y cuero) y costos de materiales.

- Estandarización de operaciones de aparado:** con base en la información recabada a través de la técnica Scamper, el mapa de flujo de valor (situación futura) y la homologación del patronaje se procedió al análisis operación por operación en cada modelo de la familia seleccionada para tomar acciones de mejora, esto se enfocó principalmente en la eliminación de algunas operaciones como el caso del prefijado y costura adorno de capellada; la modificación de otras operaciones con base a mejores tiempos obtenidos en otros modelos; como resultado de ello se establecieron las nuevas secuencias de operaciones para cada modelo; en el caso de la costura adorno de la capellada se propuso pasarla a proceso de costura a través de máquinas automáticas, para lo cual la homologación del patronaje ayudó a estandarizar las herramientas de producción; por otro lado se definieron los estándares para el proceso automático así como la necesidad de recursos para balancear la máquina con la célula de trabajo (ocho personas); se establece el flujo de operaciones estándar para la familia de productos motivo de estudio representado a través de un diagrama de flujo de proceso; finalmente se calcularon los valores de indicadores de productividad, costo de mano de obra directa (costura manual y costura automática), tiempo de ciclo y eficiencia del ciclo del proceso (ECP) con base a la información generada a través de las mejoras.
- Principio 4: Producir según sistema pull (según la demanda del cliente):** Con el apoyo de la herramienta de manufactura esbelta Heijunka se realizó una simulación de la programación de producción con base a dos escenarios, para ello se seleccionó tres modelos de los cinco más vendidos del portafolio femenino hasta el año 2015 como se indica en Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Modelos para simulación de Heijunka

Segmento	Modelo	AÑO 2015	AÑO 2014	AÑO 2013	AÑO 2012	AÑO 2011	AÑO 2010
INFANTIL FEMENINO	CELESTE	32.681	48.678	82.440	121.924	-	-
INFANTIL FEMENINO	NORA	4.729	6.473	8.793	24.860	42.838	29.039
INFANTIL FEMENINO	ISABEL	37.893	67.949	-	-	-	-

Del total del presupuesto se supone que el 90% de estos productos se vendieron en temporada costera y se calcula una necesidad diaria para cada modelo, luego se calculó el takt time en función del tiempo disponible en un día de trabajo (dos turnos) y de la demanda total de los tres modelos.

A continuación se calculó el número de Kanbans (tarjetas de producción en función del lote) para cada modelo considerando diferentes lotes de producción (50 pares y 25 pares); para la simulación de la programación de producción, a fin de comparar flexibilidad y capacidad de reacción se trabajará en dos escenarios como se indica en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Escenarios para programación con base en Heijunka

Escenarios	Producir un artículo después de otro	Lote 50 pares	Lote 25 pares
Producción Normal	X	X	X
Producción con paro no planificado	X	X	X

La programación se presenta a través de diagramas de Gantt para los escenarios mencionados en la tabla anterior, luego se realizó un cuadro comparativo de los supuestos de producción normal y producción con paro no planificado en relación al nivel de servicio brindado en las entregas.

- Principio 5: Buscar permanentemente la perfección:** Se realizó una propuesta de capacitación y entrenamiento de los colaboradores del área de calzado escolar, la cual pretende realizar un entendimiento de la filosofía de manufactura esbelta para la identificación de desperdicios y la generación de propuestas de valor así como las herramientas necesarias para fortalecer los procesos esbeltos de la compañía. Adicional a ello se propuso el uso de formatos para gestión de oportunidades de mejora que corresponde al análisis de problemas a través de la técnica de los cinco por qué, y registro para reporte de solución de oportunidades de mejora (A3) el mismo que a través de una sola plana muestra el análisis y solución de problemas presentados en el día a día del gamba; cada registro está acompañado de la explicación al respecto de su uso.

2.5 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

La evaluación de resultados se hizo a través de cuadros comparativos de los siguientes valores:

- Productividad por cada modelo, es decir la cantidad de pares fabricada en función del turno de producción para una célula de trabajo de ocho personas, para el cálculo de este indicador se ocupó la Ecuación 3.4:

$$Productividad = \frac{No\ operarios * 7,67\ h/turno * 3600\ s/h}{Estándar\ por\ modelo\ \left(\frac{s}{par}\right)} \text{ [Pares/ Turno]} \quad [Ec\ 3.4]$$

- Costo de mano de obra directa en función de la productividad antes y después de la mejora, para este cálculo se ocupó la Ecuación 3.5:

$$MOD = \frac{Costo\ Hora\ Hombre\ \frac{\$}{h} * No\ operarios * 8\ \frac{h}{turno}}{Estándar\ por\ modelo\ \left(\frac{pares}{turno}\right)} \text{ [$/par]} \quad [Ec\ 3.5]$$

- Consumo de materiales principalmente en contrafuerte y cuero antes y después de la mejora, estos datos se obtuvieron con ayuda del modelista del calzado a través del uso del software Sipeco.
- Costo de materia prima para el subensamble corte aparado, antes y después de la mejora.
- Tiempos de ciclo y eficiencia del ciclo del proceso definidos en función de la productividad actual y la propuesta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Plasticaucho Industrial S.A., es una empresa cuya actividad se encuentra vinculada con la comercialización y fabricación de calzado y artículos de caucho y eva. El inicio de las actividades de fabricación de calzado se remonta al año 1930, en el cual su fundador José Filometor Cuesta, determina la orientación de su compañía y delinea su trayectoria para las próximas décadas; es así que, a lo largo de los años, su obra se ha mantenido en constante evolución y crecimiento, expandió la comercialización de sus productos bajo la marca VENUS, la cual está registrada desde 1938. Cuenta con dos plantas industriales ubicadas en la ciudad de Ambato, una en el sector Catiglata y la segunda en el Parque Industrial Ambato. El proceso de comercialización internacional comenzó a mediados de los años 90 y en 1999 se crean las empresas filiales Plasticaucho Colombia y Venus Peruana con el objetivo de ampliar la comercialización de sus productos en dichos países (Plasticaucho Industrial, 2017).

Plasticaucho Industrial S.A. es una empresa familiar comprometida con la satisfacción de sus clientes, actualmente cuenta con alrededor de mil seiscientos colaboradores entre directivos, mandos medios y operativos quienes son los que a diario realizan las actividades y operaciones de la cadena de suministro para la fabricación y comercialización de calzado.

La empresa está enfocada en la mejora continua y con el apoyo de la certificación ISO 9001 ha direccionado las actividades de la organización con la meta de crear valor para sus clientes (internos y externos) esto le ha permitido mantenerse como líder del sector calzadista y lograr mayor efectividad en las relaciones con las partes interesadas. Esto se ve reflejado en los principios corporativos de la empresa (Plasticaucho Industrial, 2017):

- **Misión:** Lideramos el sector calzado en el Ecuador con procesos ágiles, eficientes e innovadores.
- **Visión:** Todo ecuatoriano usará un par de zapatos de una de las marcas comercializadas por la empresa.

Cabe destacar que dentro de las empresas del sector calzado Plasticaucho Industrial S.A es un referente a nivel nacional; en los últimos años ha figurado en los ranking de la revista Ekos que reconoce a las empresas más grandes del país quienes son el motor de crecimiento económico del Ecuador e inciden fuertemente en su oferta ya que satisfacen las necesidades de sus clientes y consumidores a través de su gestión; la información es recabada con base a una metodología que toma como fuentes de información a: Servicio de Rentas Internas, Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, Superintendencia de Bancos y Superintendencia de Economía Popular y Solidaria. En Tabla 3.1 se muestran ciertos indicadores financieros:

Tabla 3.1 Datos financieros Plasticaucho Industrial S. A

Razón Social	Datos Financieros 2015			Ranking		
	Ingresos (USD millones)	Utilidades (USD millones)	Impuestos (USD millones)	Top 100 Mejores Proveedores (2015)	Top 100 Mejor Pagador de Impuestos (2016)	Top 1000 Empresas Ecuatorianas (2016)
Plasticaucho Industrial S.A	107,06	11,06	2,77	93	90	153*

(Revista Ekos, 2016)

*Sube 17 posiciones

3.1.1 PRODUCTOS FABRICADOS EN PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A

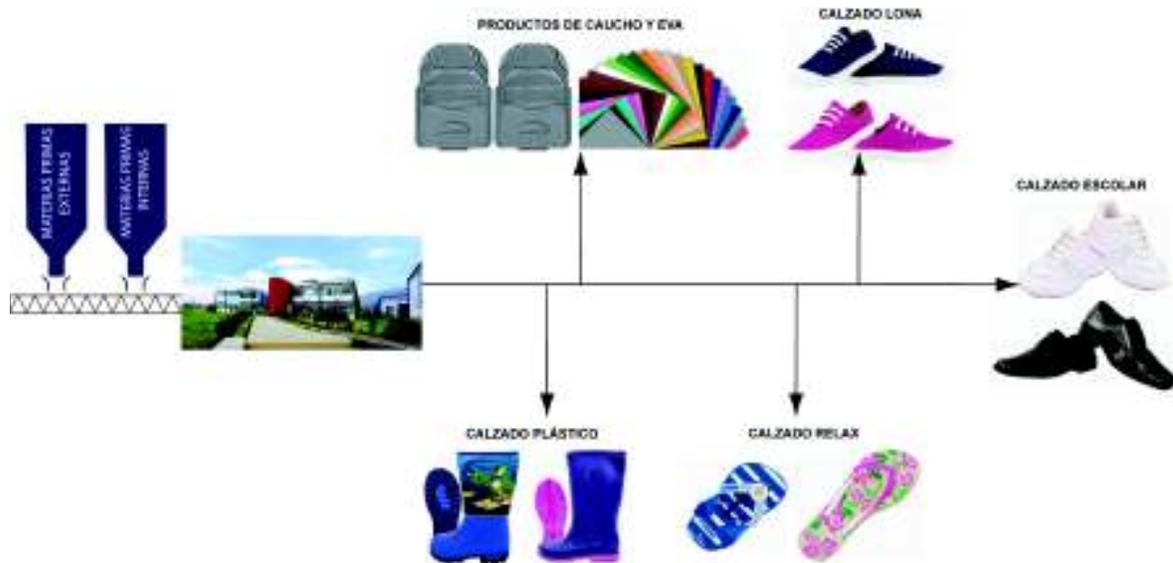


Figura 3.1 Principales productos Plasticaucho Industrial S.A
(Plasticaucho Industrial, 2017)

Las categorías de producto que la empresa fabrica son las indicadas en la Figura 3.1 y se dividen en (Plasticaucho Industrial, 2017):

- **Calzado Plástico:** Botas full PVC para uso agrícola, industrial y trabajos que requieren protección del pie contra la humedad. Adicional botas para uso recreacional con diseños en stickers y cuello para el segmento infantil.
- **Calzado Lona:** Zapatillas de lona 100% algodón con suela de PVC ideales para “echar pinta”, el trabajo o jugar índor.
- **Calzado Escolar:** Calzado de cuero y deportivo con excelentes prestaciones de durabilidad para uso escolar en los ciclos sierra y costa.
- **Calzado Relax:** Sandalias y calzado de eva que brindan descanso y comodidad en el uso.
- **Industrias Diversas:** productos de caucho y eva, entre los que constan: moquetas para vehículos, materiales para suelas (neolite), plantillas (EVA), fomix para manualidades, material didáctico y colchonetas.

Dentro del portafolio de productos de Plasticaucho Industrial S.A se tomó la línea de calzado escolar para el análisis de valor al ser uno de los más representativos

en la comercialización de zapatos así como el de mayor dificultad en su fabricación, principalmente en el proceso de costura.

3.2 ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO ACTUALES

3.2.1 OFERTA Y DEMANDA DEL SECTOR CALZADO

Según datos de la Cámara de Industrias de Tungurahua el consumo de calzado per cápita es de 2,7 pares de zapatos al año y la relación poblacional proyectada por INEC al 2017 según el Anexo I es de 16'776.977; por lo tanto, para el 2017 en el país se estima un consumo de alrededor de 45'297.837 pares de calzado en todas las categorías de producto (Cámara de Industrias de Tungurahua, 2016; INEC, 2010);

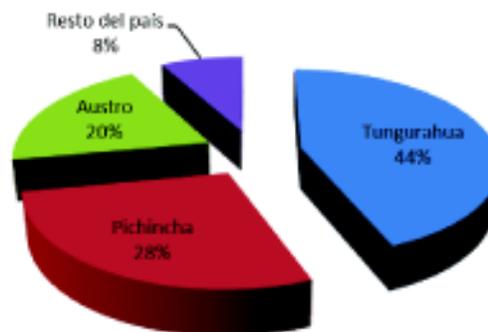


Figura 3.2 Producción de calzado en Ecuador (2016)
(Villavicencio Lilia, 2012; Cámara de Industrias de Tungurahua, 2016)

Por otro lado en el año 2016 se fabricaron aproximadamente 28'000.000 pares de zapatos según datos de la CALTU (Cámara de Calzado de Tungurahua), la provincia de Tungurahua genera la mayor cantidad de producto terminado en el país como se indica en la Figura 3.2 (El Comercio, 2017). De manera general se aprecia que la producción local no abastece el mercado por cuanto parte de su producción es exportada y existe una compensación con el ingreso de producto

importado, esto indica que las empresas deben ampliar su oferta de productos para abastecer el mercado local.

3.2.2 VENTAS Y PRODUCCIÓN EN PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A

La demanda de calzado escolar en el mercado está marcada por el inicio de clases en las temporadas sierra y costa.

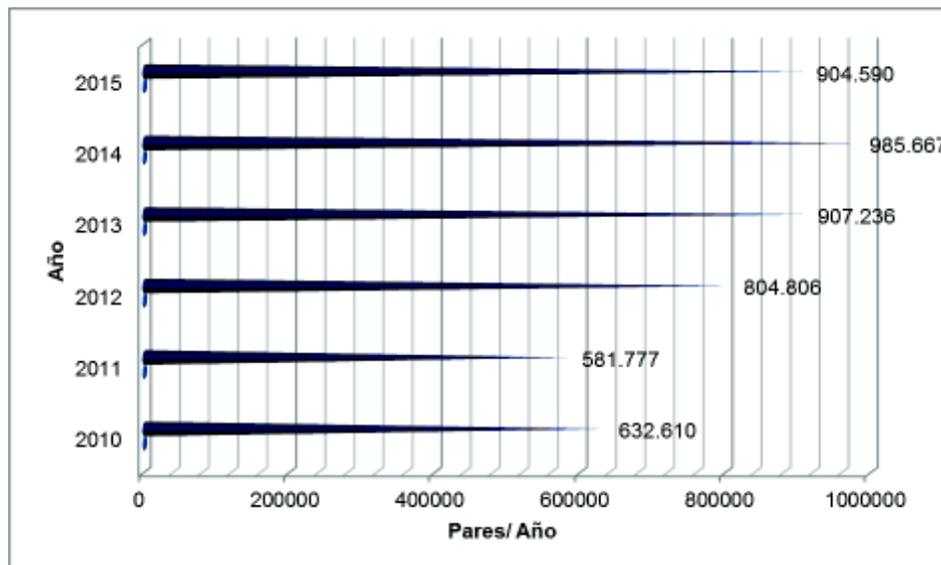


Figura 3.3 Ventas anuales de calzado escolar de cuero, periodo 2010 – 2015

Para Plasticaucho Industrial S.A las ventas han incrementado a lo largo de los años como lo indica la Figura 3.3 que muestra la evolución de la demanda en el periodo 2010 – 2015 para el producto calzado escolar de cuero.

Actualmente la fábrica de calzado escolar puede llegar abastecer alrededor de 80000 pares/ mes entre productos de cuero y calzado deportivo en el proceso de montaje; sin embargo se debe considerar que el producto escolar tiene una estacionalidad marcada por el inicio de clases por lo que debe concentrar su fabricación meses antes de estos periodos, lo importante en este caso es manejar adecuadamente la cadena de suministro de manera que la empresa no tenga faltantes ni grandes inventarios de producto terminado.

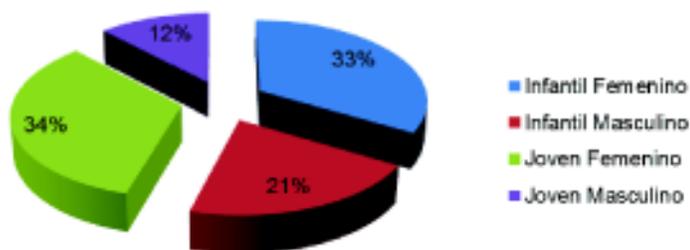


Figura 3.4 Porcentaje de participación por segmento en calzado escolar de cuero

Según la Figura 3.4 del total de productos (calzado escolar de cuero) fabricados hasta diciembre 2015 el segmento femenino es el más representativo (67%), por ello se lo tomó para el análisis de valor.

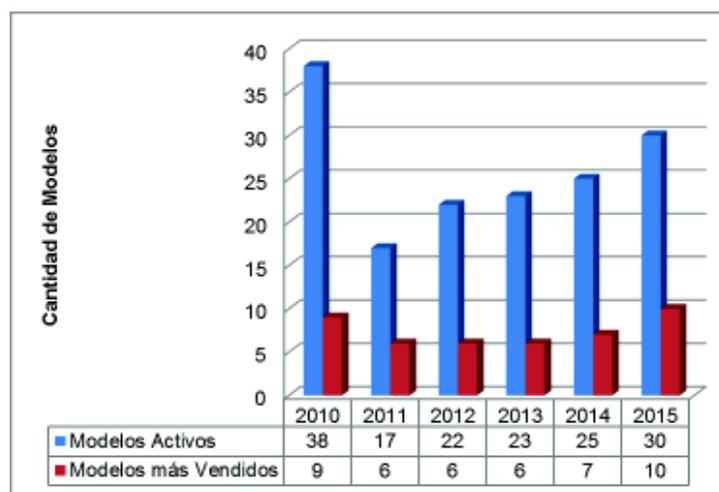


Figura 3.5 Modelos activos portafolio infantil femenino 2010 – 2015

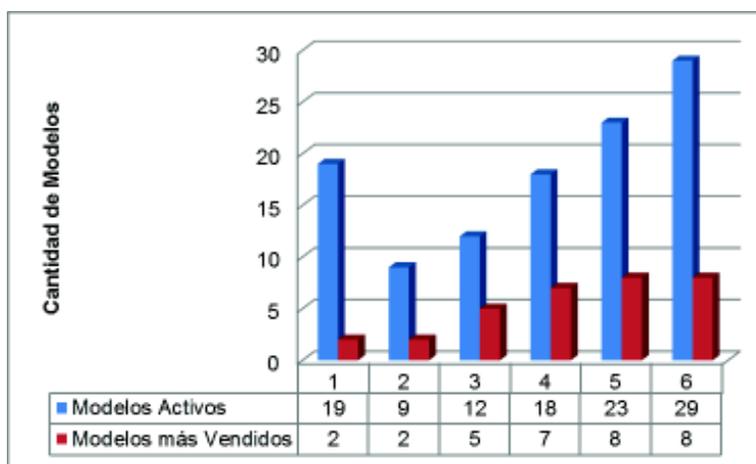


Figura 3.6 Modelos activos portafolio joven femenino 2010 – 2015

La Figura 3.5 y Figura 3.6 evidencian el comportamiento de los portafolios del segmento femenino (infantil y joven) el cual denota en gran medida la existencia de una cantidad considerable de modelos, hay productos que se han mantenido en el tiempo y otros que se han incorporado en el lanzamiento de cada temporada para brindar un refrescamiento y novedad al catálogo de calzado escolar.

Según datos de la Tabla 3.2 en promedio el 29% del total del portafolio son los modelos más vendidos (Pareto: representan el 80% del total de la venta por año), por ende dentro de los criterios de selección de los modelos motivo de estudio se consideró este conjunto de productos.

Tabla 3.2 Composición modelos portafolios segmento femenino 2010 – 2015

Composición de Portafolios Segmento Femenino						
Año	Infantil			Joven		
	Modelos Activos	Modelos más Vendidos	Más Vendidos/ Activos	Modelos Activos	Modelos más Vendidos	Más Vendidos/ Activos
2010	38,0	9,0	24%	19,00	2,00	11%
2011	17,0	6,0	35%	9,00	2,00	22%
2012	22,0	6,0	27%	12,00	5,00	42%
2013	23,0	6,0	26%	18,00	7,00	39%
2014	25,0	7,0	28%	23,00	8,00	35%
2015	30,0	10,0	33%	29,00	8,00	28%
Promedio	25,8	7,3	29%	18,3	5,3	29%

La información mostrada en la tabla y figuras anteriores muestran que la planta de producción debe estar preparada para hacer cambios constantes en el caso que el mercado lo requiera y fabricar una variedad considerable de productos.

3.2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CALZADO ESCOLAR

3.2.3.1 Estructura del calzado femenino

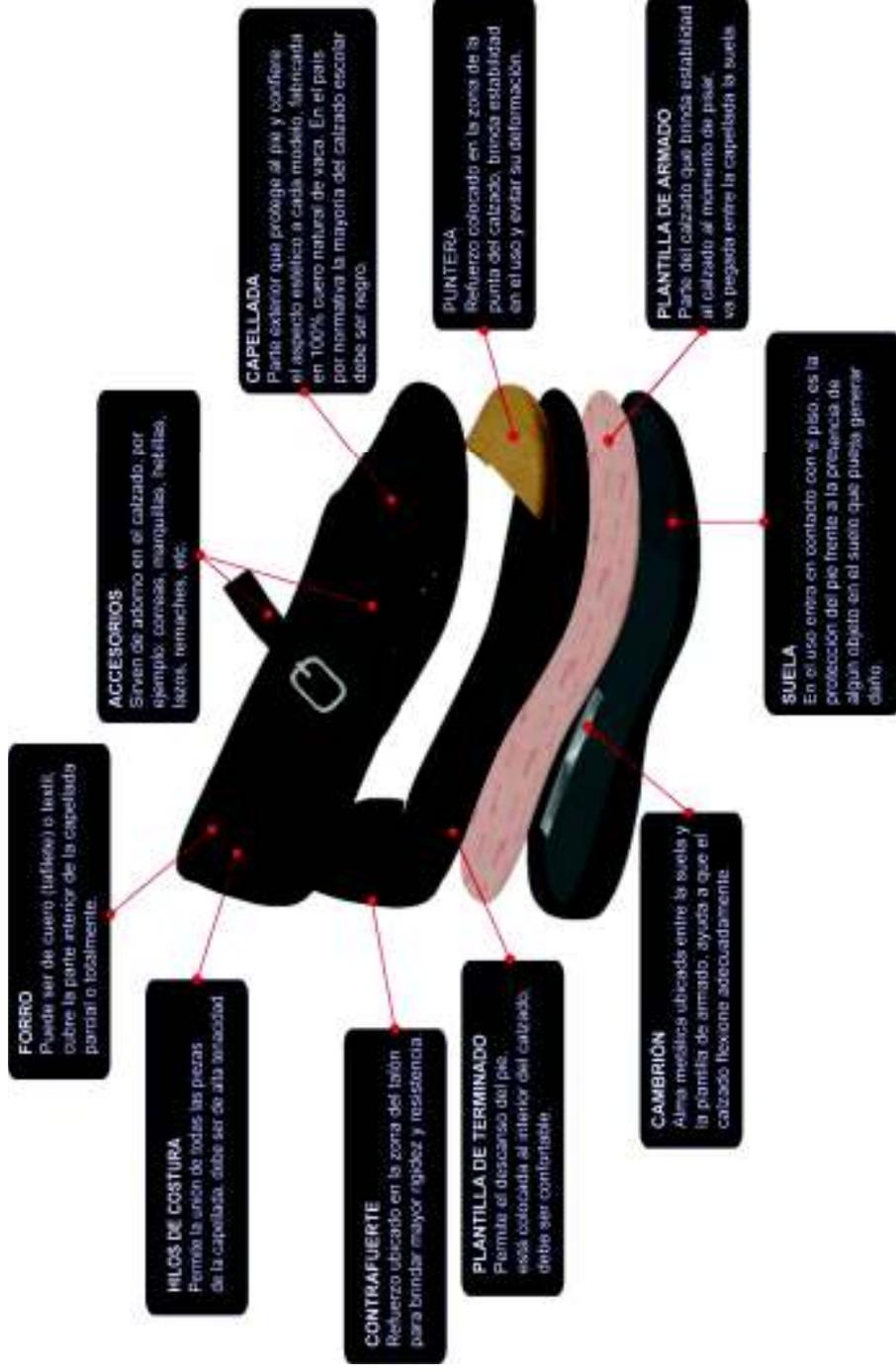


Figura 3.7 Plano de ingeniería calzado escolar femenino de cuero

En la Figura 3.7 se aprecian las partes que componen la estructura de calzado escolar femenino con la descripción de cada una de ellas; de manera general en la composición del producto el material que incide en mayor proporción en su costo es el cuero por cuanto es fabricado con piel natural de vaca, adicional cabe mencionar que según el número de piezas que tenga la capellada, este aspecto incidirá directamente en la productividad del modelo.

3.2.3.2 Proceso de fabricación de calzado de cuero

Una vez que los nuevos modelos han pasado las validaciones de mercadeo y desarrollo de producto se liberan a la planta productiva para arrancar con su fabricación con base a un presupuesto inicial de ventas. A continuación se describen las etapas necesarias para la fabricación de calzado:

Recepción de materias primas: el proceso inicia con el abastecimiento de todos los materiales necesarios para la fabricación de calzado, como es el caso de cuero, suelas, adhesivos, hilos, accesorios, empaques y otros insumos; los mismos que deben cumplir con un riguroso proceso de control de calidad a través de pruebas normadas por los organismos respectivos, luego los materiales son despachados a los procesos de troquelado, aparado y montaje según la programación de producción.

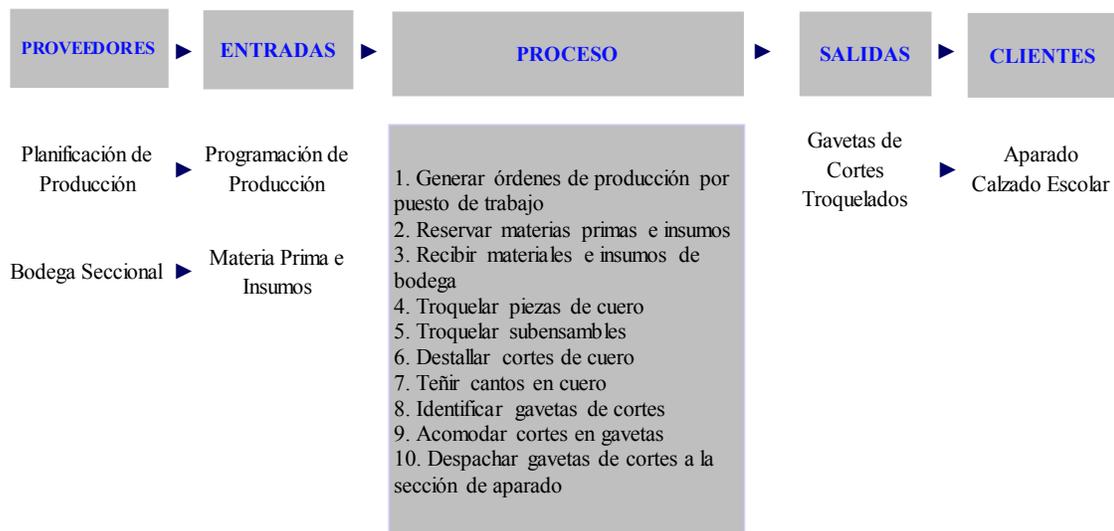


Figura 3.8 Diagrama SIPOC proceso troquelado

Troquelado: es el corte de las piezas (cuero, plantillas, refuerzos, etc.) que componen el calzado, se realiza mediante troquelería de acuerdo con el modelo y talla que se requiera; en la

Figura 3.8 se ha representado el proceso con sus proveedores, entradas, salidas, clientes y procesos, la actividad se torna crítica al momento del corte del cuero pues es necesario conocer el comportamiento de la piel, al ser natural está presenta ciertos aspectos como arrugas y lacras. Luego las piezas son sometidas a subprocesos que permiten brindar un mejor acabado al cuero como es el caso de destallado y teñido cantos, Finalmente las órdenes de producción se colocan en gavetas para ser distribuidas al proceso de armado.



Figura 3.9 Troqueladora de bandera
(Atom, 2016)

En cuanto al proceso de armado es necesario identificar el uso de las siguientes máquinas:

- **Máquina de una aguja:** puede ser una máquina plana o de poste, cose con una sola aguja, permite costuras adorno o unión de piezas según el diseño.
- **Máquina de doble aguja:** su mecanismo permite realizar dos costuras paralelas a la vez, se utiliza para costuras adorno y unión de piezas según el modelo.
- **Zigzadora:** para unión de dos piezas, éstas se colocan “besadas” y se realiza una costura en zigzag, también apoya en costuras adorno de este tipo según el diseño del modelo.

- **Ribeteadora:** como su nombre lo indica permite la colocación de ribete en el calzado, es una máquina de gran apoyo para proceso industriales de gran escala.



Figura 3.10 Máquinas de costura
(Imporcalza, 2016)

En función a las necesidades productivas de la planta se deben configurar células de trabajo con la cantidad de máquinas que la tipología de productos lo requiera.

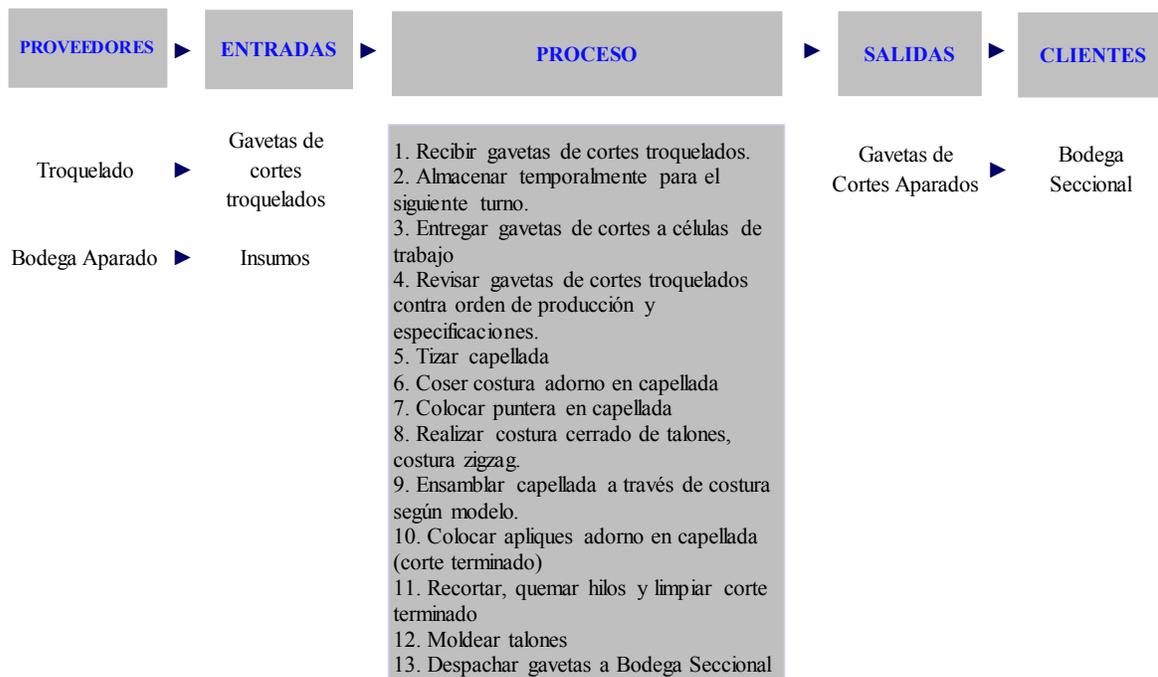


Figura 3.11 Diagrama SIPOC proceso aparado

Aparado: es el proceso de costura que une todas las piezas que conforman el modelo de acuerdo a las especificaciones de proceso entregadas por el área de desarrollo, la Figura 3.11 muestra el alcance del proceso que va desde la

recepción de gavetas de cortes troquelados hasta el despacho hacia la bodega seccional.

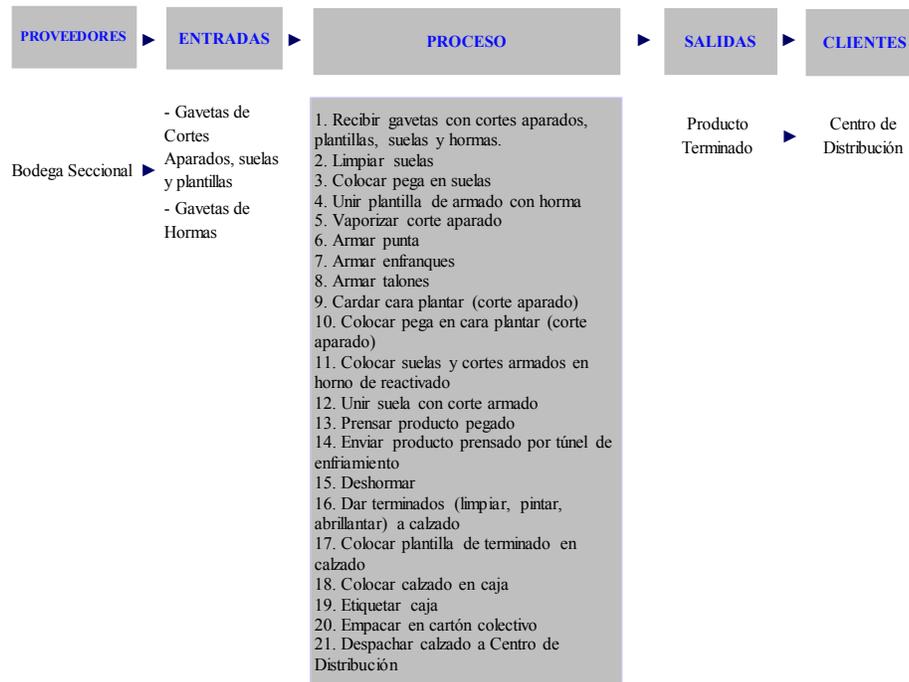


Figura 3.12 Diagrama SIPOC proceso de montaje

Montaje: como lo indica la Figura 3.12 este proceso arranca cuando las gavetas ingresan con los cortes aparados, suelas, hormas y plantillas en función de la programación de producción. Aquí se procede a dar forma al zapato con base en la horma establecida según la especificación de producto. El proceso de transformación inicia con la limpieza de las suelas, pasa por el armado del corte de acuerdo a la forma de la horma, para luego de la colocación de pega y su reactivado proceder a pegarlos y prensarlos, finalmente viene el proceso de estabilización en frío y deshormado. Una vez finalizada la secuencia de operaciones de montaje el calzado pasa a la mesa de terminado donde se limpia, emplantilla, etiqueta y empaca cada par de zapatos para enviarlos al centro de distribución para su despacho hacia los clientes según los pedidos ingresados.

Armadora de puntas



Horno reactivador



Prensa



Figura 3.13 Maquinaria de montaje
(Erps, 2017; Mecsul, 2013)

3.2.4 ANÁLISIS 5 “S”

Con base a la información indicada en ANEXO II (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina) se realizó una auditoría 5 “S” en el área de apurado de calzado escolar; las acciones a tomar serán ejecutadas con base a la escala de medición indicada en la Tabla 3.3:

Tabla 3.3 Escala de medición auditoría 5 “S”

Escala de Medición	Acción
< 60%	Inaceptable - Necesita Urgente un Plan Integral.
60 - 84%	Regular - Necesita un plan preventivo enfocado a los ítems con novedades.
85 - 94 %	Aceptable - Requiere de una auditoría de seguimiento en 3 meses.
> 95%	Excelente - Se encuentra bien implementado.

Los resultados de la auditoría están indicados en la Tabla 3.4, se hizo mención a cada acción de la metodología de 5 “S”, los mismos se pueden evidenciar en el reporte fotográfico de Anexo III.

Tabla 3.4 Resultados auditoría 5 “S”

Ítem	Puntos	Porcentaje
Clasificar	14	66,7%
Ordenar	20	74,1%
Limpiar	13	72,2%
Estandarizar	24	88,9%
Disciplina	16	76,2%
General	87	76,3%

Los resultados indicados muestran deficiencia en la primera S que corresponde a clasificar por cuanto su porcentaje de cumplimiento está en un 66,7%.

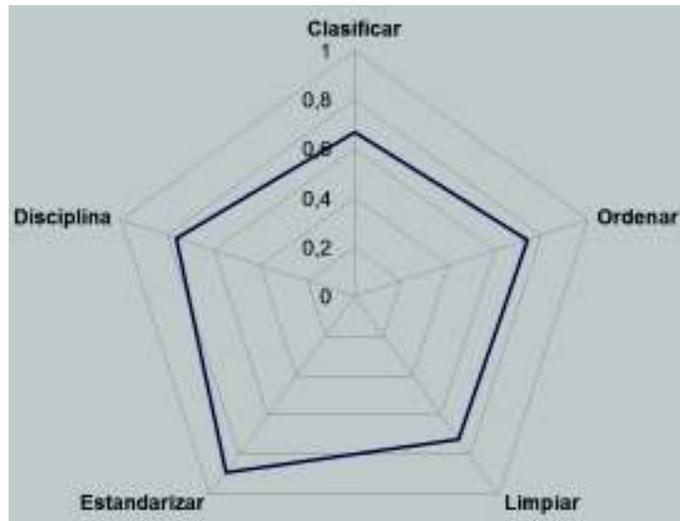


Figura 3.14 Resultados auditoría 5 "S" en el área de aparado de calzado escolar

La Figura 3.14 permite evidenciar el estado de cada una de las S en el área de aparado de calzado escolar. En relación al resultado general de la auditoría se aplicará un plan de trabajo en con base a la escala definida anteriormente.

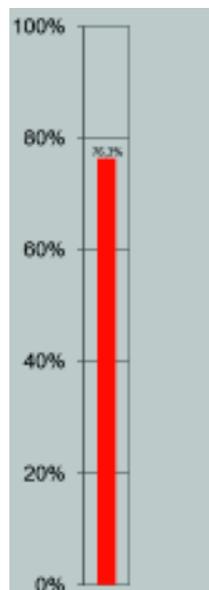


Figura 3.15 Resultado global auditoría 5 "S" en el área de aparado de calzado escolar

En la Figura 3.15 se evidencia el cumplimiento del sistema en un 76,3%, por ello es necesario generar un plan preventivo para fortalecer los aspectos con bajo cumplimiento.

3.2.5 ANÁLISIS DE CAUSA – EFECTO

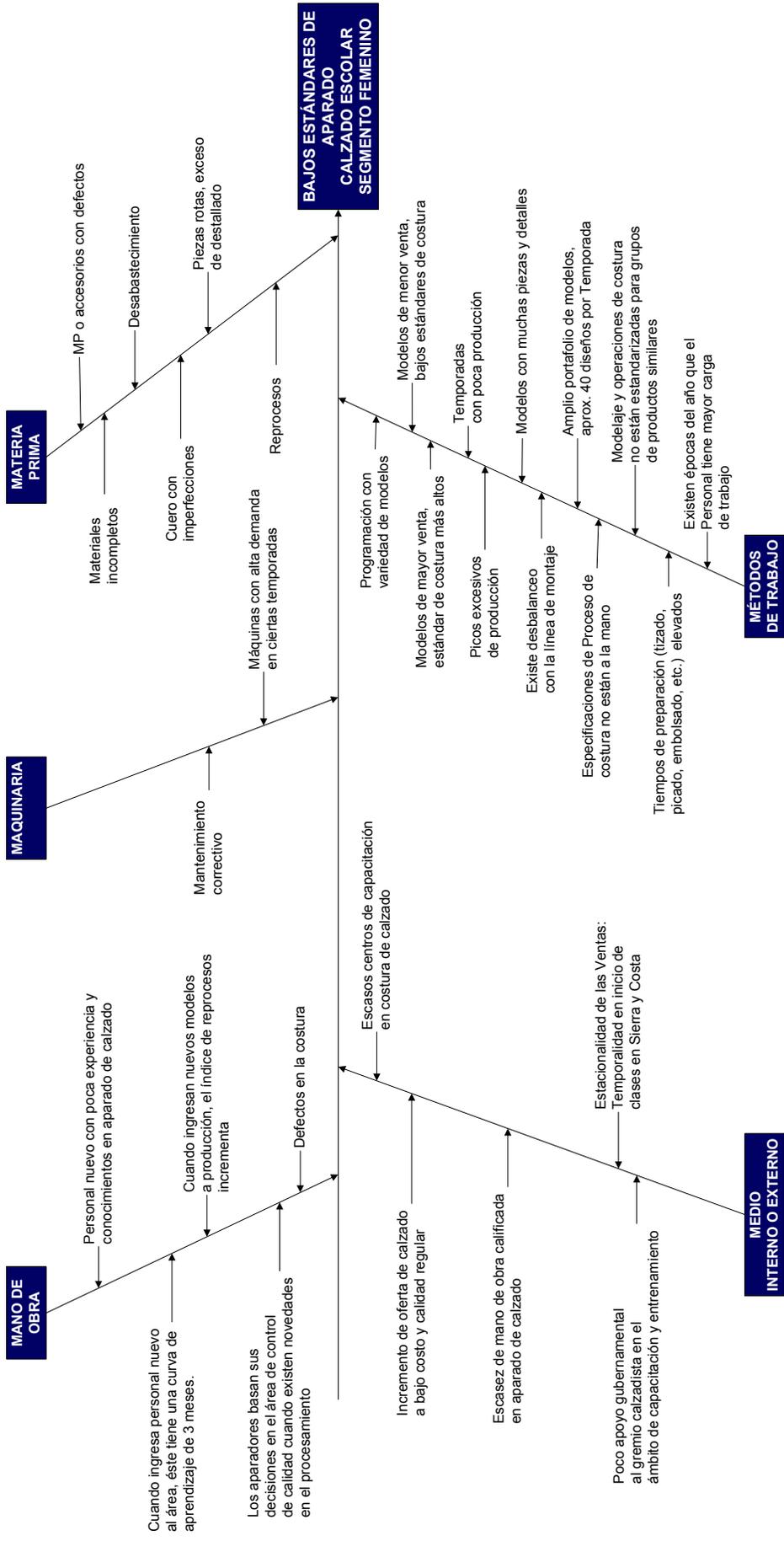


Figura 3.16 Diagrama de Ishikawa, aparado modelos segmento femenino

En la Figura 3.16 se muestra el diagrama de Ishikawa a través de un análisis causal a nivel de mano de obra, materia prima, maquinaria, medio ambiente y métodos de trabajo al respecto de los bajos estándares de aparado de calzado escolar en los modelos del segmento femenino. Se aprecia que la mayor cantidad de causas están centradas en los métodos de trabajo, éstos enfocados a necesidades de mejora en estandarización de operaciones y variedad en la composición de portafolios de producto.

3.3 APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA

3.3.1 DETERMINACIÓN DE FAMILIAS DE PRODUCTOS

Con base a la información de las ventas de calzado femenino en el periodo 2010 – 2015 se realizó el análisis para la selección de la familia de productos motivo de estudio, como se mencionó en apartados anteriores es necesario definir una familia de productos piloto para la aplicación de la metodología de manufactura esbelta.

- **Primer tamiz:** Existen productos que se han mantenido en el tiempo por varias temporadas, por ello se realizó una preselección de los modelos a través de un diagrama Pareto (representan el 80% de la venta) como se indica en ANEXO IV. La base de ventas arroja 119 modelos activos en el periodo 2010 – 2015, los modelos más vendidos en el segmento femenino están representados por 34 modelos:
 - Segmento Joven Femenino: 13 modelos ganadores / 52 modelos activos como se indica en la Figura AV.1.
 - Segmento Infantil Femenino: 21 modelos ganadores / 67 modelos activos como se indica en la Figura AIV.2.
- **Segundo tamiz:** Se identificaron las operaciones comunes que tiene cada modelo preseleccionado para agruparlas, en este caso se identificaron las siguientes características:

- **Tipo de modelaje:** balerina, mocasín o tipo mafalda
- **Sistema de ajuste**
 - Correa – hebilla
 - Correa – velcro
 - Correa – elástico
 - Elástico
 - Sin Ajuste
- **Aplique:** pueden ser: marca Venus, otro diseño o aplique de cuero
- **Costura adorno:** modelos llanos o con diseños de costuras extras
- **Tipo de acabado** Ribetado al 50% o al 100% y embolsado al 50%

En el ANEXO VI se identificaron las características comunes de los 34 modelos más vendidos en el periodo 2010 – 2015, luego se categorizó el conjunto de productos como sigue en la Tabla 3.5, adicional a ello se contabilizan los modelos presentes en cada categoría y se acompaña el histórico de ventas:

Tabla 3.5 Categorización de modelos más vendidos segmento femenino

Cat.	Características Comunes									Modelos por Categoría		Pares Vendidos por Categoría	
	Tipo Modelaje	Correa	Hebilla	Velcro	Elástico	Aplique	Costura Adorno	Ribetado	Embolsado	Cant.	Fr	Cant.	Fr
1	Balerina	X	X			X	X	50%		2	5,9%	469812	18,2%
2	Balerina	X				X		100%		1	2,9%	48344	1,9%
3	Balerina	X	X				X	100%		3	8,8%	247039	9,6%
4	Balerina	X			X	X		100%		1	2,9%	103945	4,0%
5	Balerina	X		X		X	X		50%	1	2,9%	38377	1,5%
6	Balerina				X	X	X	50%		1	2,9%	72212	2,8%
7	Balerina					X	X	100%		4	11,8%	262272	10,1%
8	Balerina	X	X				X		50%	1	2,9%	62956	2,4%
9	Balerina				X	X		100%		3	8,8%	199911	7,7%
10	Balerina	X				X	X	100%		1	2,9%	57247	2,2%
11	Balerina	X	X			X	X	100%		3	8,8%	190977	7,4%
12	Balerina	X		X			X	50%		1	2,9%	60091	2,3%
13	Balerina					X	X	100%		1	2,9%	38801	1,5%
14	Mafalda	X	X				X		50%	2	5,9%	183820	7,1%
15	Mafalda	X		X			X		50%	1	2,9%	38695	1,5%
16	Balerina	X		X		X		50%		1	2,9%	52257	2,0%
17	Balerina	X		X		X	X	100%		3	8,8%	162364	6,3%
18	Mafalda	X		X					50%	1	2,9%	58817	2,3%
19	Mocasín					X		50%		1	2,9%	78969	3,1%
20	Mafalda	X	X						50%	2	5,9%	159528	6,2%
Totales										34	100,0%	2586432	100,0%

En la Tabla 3.6 se procedió a resumir la categorización, se unificó modelos ribetados o embolsados con otras características comunes, siendo así el caso de

la categoría 1 y 11; y, 7 y 13. Adicional a ello se agruparon las categorías similares en procesos para la preselección de modelos, luego se nombró a cada categoría con letras del alfabeto:

Tabla 3.6 Agrupación de categorías de modelos más vendidos segmento femenino

Cat.	Características Comunes									Modelos por Categoría		Pares Vendidos por Categoría	
	Tipo Modelaje	Correa	Hebilla	Velcro	Elástico	Aplique	Costura Adorno	Ribetado	Embolsado	Cant.	Fr	Cant.	Fr
A	Balerina	X	X			X	X	X		5	14,7%	660789	25,5%
B	Balerina	X	X				X	X		3	8,8%	247039	9,6%
O	Balerina					X	X	X		5	14,7%	301073	11,6%
C	Mafalda	X	X				X		X	2	5,9%	183820	7,1%
D	Mafalda	X	X						X	2	5,9%	159528	6,2%
P	Balerina				X	X		X		3	8,8%	199911	7,7%
K	Balerina	X			X	X		X		1	2,9%	103945	4,0%
F	Balerina	X		X		X	X	X		3	8,8%	162364	6,3%
L	Balerina	X		X		X		X		1	2,9%	52257	2,0%
J	Balerina	X				X		X		1	2,9%	48344	1,9%
E	Balerina	X				X	X	X		1	2,9%	57247	2,2%
I	Mafalda	X		X			X		X	1	2,9%	38695	1,5%
M	Mafalda	X		X					X	1	2,9%	58817	2,3%
H	Balerina	X		X		X	X		X	1	2,9%	38377	1,5%
G	Balerina	X		X			X	X		1	2,9%	60091	2,3%
Q	Mocasín					X		X		1	2,9%	78969	3,1%
N	Balerina				X	X	X	X		1	2,9%	72212	2,8%
R	Balerina	X	X				X		X	1	2,9%	62956	2,4%
Totales										34	100,0%	2586432	100,0%

La preselección de categorías se la realizó en función a la cantidad de pares vendidos en el periodo 2010 – 2015 y la cantidad de modelos por cada grupo, esta preselección se muestra en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Categorías preseleccionadas segmento femenino

Agrupación de Categorías	Pares Vendidos	Cantidad de Modelos	Decisión (mayor cantidad de modelos y pares vendidos)
A, B	907828	8	Preseleccionados
O	301073	5	Preseleccionados
C, D	343348	4	Preseleccionados
P, K	303856	4	Rechazado
F, L	214621	4	Rechazado
J, E	105591	2	Rechazado
I, M	97512	2	Rechazado
H	38377	1	Rechazado
G	60091	1	Rechazado
Q	78969	1	Rechazado
N	72212	1	Rechazado
R	62956	1	Rechazado
Totales	2586432	34	

Del análisis anterior se tomaron las categorías más representativas (cinco) en cantidad de modelos y pares vendidos, siendo así:

- Balerina (correa + hebilla + costura adorno + ribeteado) con y sin aplique: categoría A y B;
- Balerina con aplique + costura de adorno y ribeteado: categoría O
- Mafalda (correa + hebilla + embolsado) con y sin costura adorno: categoría C y D;

Esta preselección de categorías está representada por diecisiete modelos como se observa en Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Modelos preseleccionados

Segmento	Categoría	Foto	Nombre
Infantil	A		Celeste
Infantil	A		Sol
Infantil	A		Aby
Joven	A		Gissella
Infantil	A		Natali
Infantil	B		Isabel
Infantil	B		Belinda
Joven	B		Sofy
Joven	O		Samanta
Infantil	O		Andrea
Joven	O		Jimena
Joven	O		Alejandra
Joven	O		Vivy
Infantil	C		Maya
Infantil	C		Frida
Infantil	D		Nora
Infantil	D		Anis

- **Tercer tamiz:** En la Tabla 3.9 se analizaron las características comunes de los diecisiete modelos categorizados en cinco grupos con la finalidad de agruparlos en familias según sus coincidencias:

Tabla 3.9 Características comunes de modelos preseleccionados

Modelos Preseleccionados			Características Comunes						
Categoría	Segmento	Nombre	Tipo Modelaje	Correa	Hebillas	Aplique	Costura Adorno	Ribetado	Embolsado
A	Infantil	Celeste	Balerina	X	X	X	X	X	
A	Infantil	Sol	Balerina	X	X	X	X	X	
A	Infantil	Aby	Balerina	X	X	X	X	X	
A	Joven	Gissella	Balerina	X	X	X	X	X	
A	Infantil	Natali	Balerina	X	X	X	X	X	
B	Infantil	Isabel	Balerina	X	X		X	X	
B	Infantil	Belinda	Balerina	X	X		X	X	
B	Joven	Sofy	Balerina	X	X		X	X	
O	Joven	Samanta	Balerina			X	X	X	
O	Infantil	Andrea	Balerina			X	X	X	
O	Joven	Jimena	Balerina			X	X	X	
O	Joven	Alejandra	Balerina			X	X	X	
O	Joven	Vivy	Balerina			X	X	X	
C	Infantil	Maya	Mafalda	X	X		X		X
C	Infantil	Frida	Mafalda	X	X		X		X
D	Infantil	Nora	Mafalda	X	X				X
D	Infantil	Anis	Mafalda	X	X				X

En función de las partes de cada modelo y sus necesidades productivas se identificaron los siguientes grupos de productos considerados como familias:

- Familia 1: Balerina con correa
- Familia 2: Balerina llana
- Familia 3: Mafalda



Figura 3.17 Estándares de apurado categorías preseleccionadas, segmento femenino

En la Figura 3.17 se graficaron los estándares de costura por cada uno de los diecisiete modelos y se les asignó un nombre de familia.



Figura 3.18 Estándares de costura modelos preseleccionados familia balerina con correa

Al analizar la venta total por de cada familia preseleccionada el análisis se centró en la categoría balerina con correa; de este grupo de productos se tomaron modelos con alto estándar de costura y modelos con bajo estándar de costura, así como los modelos de mayor venta, en la Figura 3.18 se grafican los estándares de costura de cada modelo.

La selección final se justifica en la Tabla 3.10 y comprende tres modelos de la categoría A (balerina + correa + hebilla + costura adorno + ribeteado + aplique) y un modelo de la categoría B (balerina + correa + hebilla + costura adorno + ribeteado). Los modelos seleccionados son: Celeste, Sol, Isabel y Gissela.

Tabla 3.10 Selección modelos familia balerina con correa

Segmento	Cat.	Foto	Nombre	Estándar de Costura	Pares Vendidos	Criterios de Selección
Infantil	A		Celeste	280	285721	* Primer modelo más vendido del histórico * Bajo estándar de producción dentro de la categoría * Modelo 50% Ribeteado
Infantil	A		Sol	339	184091	* Segundo modelo más vendido del histórico * Estándar de producción promedio dentro de la categoría * Modelo 50% Ribeteado
Infantil	A		Aby	340	72373	
Joven	A		Gissela	361	70776	* Modelo 100% Ribeteado * Estándar de producción sobre el promedio dentro de la categoría
Infantil	A		Natali	372	47828	
Infantil	B		Isabel	445	105842	* Quinto modelo más vendido del histórico * Alto estándar de producción dentro de la categoría * Modelo 100% Ribeteado
Infantil	B		Belinda	408	82467	
Joven	B		Sofy	400	58730	

3.3.2 MAPEO DE FLUJO DE VALOR FAMILIA DE PRODUCTOS BALERINA CON CORREA

3.3.2.1 Análisis de secuencia de operaciones proceso aparato familia balerina con correa

En Tabla 3.11, Tabla 3.12, Tabla 3.13 y Tabla 3.14 se encuentran las secuencias de operaciones de aparato de los modelos Celeste, Sol, Isabel y Gissela respectivamente, cada operación se ha verbalizado de forma normalizada para asociarlas de mejor manera; adicional a ello constan los tiempo estándar por cada actividad, éstos se tomaron de la base de datos de Plasticaucho; el porcentaje que cada operación representa en el tiempo total, la productividad por hora de cada operación y la productividad en pares por turno para una célula de trabajo de ocho personas.

Tabla 3.11 Secuencia de operaciones modelo Celeste

Línea de Negocio: Calzado Escolar
 Segmento: Femenino
 Proceso Productivo: Aparado
 Nombre de Modelo: Celeste
 Horas de Trabajo Disponible: 7,67
 No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	% Tiempo	Prod. Hora pares/hora
1	Colocar puntera en corte	9,0	1%	400
2	Tizar capellada (empalme, colocación correa y aplique mariposa)	68,7	9%	52
3	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	2%	187
4	Coser tira posterior	41,2	5%	87
5	Prefijar marquilla Venus en corte	46,4	6%	78
6	Ribetear talón	25,3	3%	142
7	Coser contrafuerte en corte abierto	47,4	6%	76
8	Realizar costura zigzag lateral 2do lado (cerrado corte)	50,8	6%	71
9	Prefijar capellada inferior a superior	77,0	10%	47
10	Coser capellada inferior a superior	47,1	6%	76
11	Prefijar Hebilla en correa	54,0	7%	67
12	Coser costura adorno en correa	64,0	8%	56
13	Coser portahebilla a corte	54,6	7%	66
14	Coser correa a corte	54,9	7%	66
15	Coser adorno mariposa en capellada	70,3	9%	51
16	Abrochar correa	24,1	3%	149
17	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	4%	102
Tiempo Estándar (s/par)		789,4	100%	
Productividad (Pares/Turno)		279,7		

Tabla 3.12 Secuencia de operaciones modelo Sol

Línea de Negocio: Calzado Escolar
 Segmento: Femenino
 Proceso Productivo: Aparado
 Nombre de Modelo: Sol
 Horas de Trabajo Disponible: 7,67
 No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	% Tiempo	Prod. Hora pares/hora
1	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	53,6	8%	67
2	Coser costura adorno en capellada	40,1	6%	90
3	Colocar puntera en corte	9,0	1%	400
4	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	3%	187
5	Coser tira posterior	41,2	6%	87
6	Prefijar marquilla Venus en corte	46,4	7%	78
7	Ribetear talón (corte abierto)	25,3	4%	142
8	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	6%	96
9	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	45,4	7%	79
10	Prefijar Hebilla en correa	54,0	8%	67
11	Coser costura adorno en correa	64,0	10%	56
12	Coser portahebilla a corte	54,6	8%	66
13	Coser correa a corte	54,9	8%	66
14	Abrochar correa	24,1	4%	149
15	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	47,0	7%	77
16	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	5%	102
Tiempo Estándar (s/par)		651,5	100%	
Productividad (Pares/Turno)		338,9		

Tabla 3.13 Secuencia de operaciones modelo Isabel

Línea de Negocio: Calzado Escolar
Segmento: Femenino
Proceso Productivo: Aparado
Nombre de Modelo: Isabel
Horas de Trabajo Disponible: 7,67
No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	% Tiempo	Prod. Hora pares/hora
1	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	50,6	10%	71
2	Coser costura adorno en capellada	23,0	5%	157
3	Colocar puntera en corte	9,0	2%	400
4	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	4%	187
5	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	8%	96
6	Coser zigzag talón lateral - capellada	27,6	6%	130
7	Coser tira posterior	40,9	8%	88
8	Ribetear talón (corte abierto)	33,9	7%	106
9	Prefijar Hebilla en correa	21,6	4%	167
10	Coser costura adorno en correa	64,0	13%	56
11	Coser portahebilla a corte	54,6	11%	66
12	Coser correa a corte	54,9	11%	66
13	Abrochar correa	24,1	5%	149
14	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	7%	102
Tiempo Estándar (s/par)		496,1	100%	
Productividad (Pares/Turno)		445,1		

Tabla 3.14 Secuencia de operaciones modelo Gissela

Línea de Negocio: Calzado Escolar
Segmento: Femenino
Proceso Productivo: Aparado
Nombre de Modelo: Gissela
Horas de Trabajo Disponible: 7,67
No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	% Tiempo	Prod. Hora pares/hora
1	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	50,1	8%	72
2	Coser costura adorno en capellada	35,0	6%	103
3	Colocar puntera en corte	9,0	1%	400
4	Coser tira posterior	48,5	8%	74
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	3%	187
6	Ribetear talón (corte abierto)	47,4	8%	76
7	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	6%	96
8	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	31,6	5%	114
9	Prefijar Hebilla en correa	54,0	9%	67
10	Coser costura adorno en correa	64,0	10%	56
11	Coser portahebilla a corte	54,6	9%	66
12	Coser correa a corte	54,9	9%	66
13	Abrochar correa	24,1	4%	149
14	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	47,0	8%	77
15	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	6%	102
Tiempo Estándar (s/par)		612,1	100%	
Productividad (Pares/Turno)		360,7		

En función a los datos de las tablas anteriores se identifican las operaciones comunes entre los 4 modelos como se indica en la Tabla 3.15:

Tabla 3.15 Operaciones comunes modelos seleccionados familia balerina con correa

Operación	Operaciones Comunes				Tiempos Estándar (s/par)			
	Celeste	Sol	Isabel	Gissela	Celeste	Sol	Isabel	Gissela
Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	X	X	X	X	68,7	53,6	50,6	50,1
Colocar puntera en corte	X	X	X	X	9,0	9,0	9,0	9,0
Realizar costura Zigzag talones parte posterior	X	X	X	X	19,2	19,2	19,2	19,2
Coser tira posterior	X	X	X	X	41,2	41,2	40,9	48,5
Coser costura adorno en capellada	-	X	X	X	-	40,1	23,0	35,0
Prefijar marquilla Venus en corte	X	X	-	-	46,4	46,4	-	-
Ribetear talón	X	X	X	X	25,3	25,3	33,9	47,4
Coser contrafuerte en corte abierto	X	X	X	X	47,4	37,5	37,5	37,5
Realizar costura zigzag lateral 2do lado o 2 lados (cerrado corte)	X	X	X	X	50,8	45,4	27,6	31,6
Prefijar capellada inferior a superior	X	-	-	-	77,0	-	-	-
Coser capellada inferior a superior	X	-	-	-	47,1	-	-	-
Prefijar Hebilla en correa	X	X	X	X	54,0	54,0	21,6	54,0
Coser costura adorno en correa	X	X	X	X	64,0	64,0	64,0	64,0
Coser portahebilla a corte	X	X	X	X	54,6	54,6	54,6	54,6
Coser correa a corte	X	X	X	X	54,9	54,9	54,9	54,9
Coser aplique en capellada	X	-	-	-	70,3	-	-	-
Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	-	X	-	X	-	47,0	-	47,0
Abrochar correa	X	X	X	X	24,1	24,1	24,1	24,1
Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	X	X	X	X	35,2	35,2	35,2	35,2
Total Actividades/ Tiempo Estándar por modelo	17	16	14	15	789,4	651,5	496,1	612,1
Productividad (pares/ turno)					280	339	445	361

En la tabla anterior se marcaron con gris los tiempos que representan el mayor porcentaje dentro de las operaciones de cada modelo, pudiéndose identificar a las siguientes:

- Tizar capellada
- Coser costura adorno en correa
- Coser portahebilla a corte
- Coser correa a corte
- Prefijar hebilla en correa

En Tabla 3.16 se muestran los costos de mano de obra directa por cada uno de los modelos seleccionados en con base a la productividad vigente, el cálculo se realizó en función de la información de la primera tabla del ANEXO XVII donde se

aprecia el valor hora hombre de un aparador, para este caso hay que considerar que en la célula trabajan ocho operadores. Para este caso se ocupó la Ecuación 3.5:

Tabla 3.16 Costo de mano de obra directa (corte aparado)

Segmento	Horma	Modelo	Costo Mano de Obra
Infantil	Horma 1	Celeste	\$ 0,97
Infantil	Horma 1	Sol	\$ 0,80
Infantil	Horma 1	Isabel	\$ 0,61
Joven	Horma 2	Gissela	\$ 0,75

En la Tabla 3.17, Tabla 3.18, Tabla 3.19 y Tabla 3.20 se procedió al análisis de las operaciones de cada modelo a través del uso del cursograma analítico de material, el estudio se realizó con las siguientes consideraciones:

- Producción de cada modelo en un turno de fabricación.
- Célula de trabajo de 8 personas.
- Orden de producción según estándar de cada modelo: a) Celeste: 280 pares; Sol: 339 pares; c) Isabel: 445 pares; y, d) Gissela: 361 pares. Por ende los tiempos están expresados en min/ orden.

Tabla 3.17 Cursograma analítico de material modelo Celeste

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL									
DATOS GENERALES									
Diagrama No. Fecha: 03/07/2017 Familia de Productos: Balerna de Correa Nombre del Modelo: Celeste (Orden de 280 pares) Proceso de Análisis: Aparado Método de Trabajo Actual Lugar de Trabajo Célula No 2 (8 personas) Responsable: Verónica Apushon		FOTO PRODUCTO 		Resumen Actividades Actividad Cant. Act. Tot. Tiempo UM Operación 18 3763,4 min/orden Transporte 8 18,0 min/orden Espera 1 60,0 min/orden Inspección 2 66,0 min/orden Almacenamiento 1 460,2 min/orden Total 30 4368					
No	Descripción Actividad	Distancia m	Tiempo		Simbolos	Observaciones			
			#	UM					
1	Almacenar provisionalmente los cortes	-	460	min/orden	●	Se prepara el día anterior el lote de producción: 10 gavetas			
2	Trasladar gaveta de cortes a colocación de puntera	2	1,0	min/orden	○	Se hacen 3 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1			
3	Colocar puntera en corte	-	42	min/orden	→	Mientras tanto se revisa especificaciones y ajusta máquina de costu			
4	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	7	4	min/orden	□	Se hacen 3 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1			
5	Revisar gavetas contra orden de producción	-	10	min/orden	▽	Validar que las piezas estén completas			
6	Tizar capellada (empalme, colocación correa y aplique mariposa)	-	320	min/orden	●	Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa			
7	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2	2	min/orden	○	Se hacen 3 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1			
8	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	-	90	min/orden	●				
9	Coser tira posterior	-	192	min/orden	●				
10	Prefijar marquilla Venus en corte	-	217	min/orden	●				
11	Ribetear talón	-	118	min/orden	●				
12	Coser contrafuerte en corte abierto	-	221	min/orden	●				
13	Realizar costura zigzag lateral (2do lado (cerrado corte)	-	237	min/orden	●				
14	Prefijar capellada inferior a superior	-	359	min/orden	●				
15	Coser capellada inferior a superior	-	220	min/orden	●				
16	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden	○	Se hacen 3 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1			
17	Prefijar Hebilla en correa	-	252	min/orden	●				
18	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden	○	Se hacen 3 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1			
19	Coser costura adorno en correa	-	299	min/orden	●				
20	Coser portahabilla a corte	-	255	min/orden	●				
21	Coser correa a corte	-	256	min/orden	●				
22	Coser adorno mariposa en capellada	-	328	min/orden	●				
23	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden	○	Se hacen 3 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1			
24	Ahrochar correa	-	113	min/orden	●				
25	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	-	164	min/orden	●				
26	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	6	3	min/orden	○	Se hacen 3 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1			
27	Moldear capellada	-	80	min/orden	●				
28	Esperar inspección	-	60	min/orden	●				
29	Inspeccionar capelladas aparadas	-	56	min/orden	●	Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno			
30	Trasladar a bodega seccional	12	5	min/orden	○	El traslado se lo hace a través de ascensor			
Totales		35	4368		18 8 1 2 1				

Tabla 3.18 Cursograma analítico de material modelo Sol

No		Descripción Actividad	Distancia		Tiempo		Símbolos				Observaciones
			m	#	UM	→	○	□	▽		
1	Almacener provisionalmente los cortes	-	460	mm/orden							Se prepara el día anterior el lote de producción: 12 gavetas
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5	5	mm/orden							Mesa de Preparación y actividades manuales
3	Revisar gavetas contra orden de producción	-	12	mm/orden							Validar que las piezas estén completas
4	Revisar especificaciones de modelo a fabricar	-	3	mm/orden							Especificaciones de proceso y producto
5	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	-	388	mm/orden							Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa
6	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2	2	mm/orden							Se realizan 4 trashados en grupos de 3 gavetas
7	Ajustar maquinaria para costura de molde	-	2	mm/orden							Calibrar número de puntada, cambio de hilo según esp.
8	Coser costura adorno en capellada	-	226	mm/orden							
9	Trasladar gaveta de cortes a colocación de puntera	6	3	mm/orden							Se realizan 4 trashados en grupos de 3 gavetas
10	Colocar puntera en corte	-	51	mm/orden							
11	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	6	3	mm/orden							Se realizan 4 trashados en grupos de 3 gavetas
12	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	-	109	mm/orden							
13	Coser tira posterior	-	233	mm/orden							
14	Prefijar marquilla Venus en corte	-	262	mm/orden							
15	Rebeter tabón (corte abierto)	-	143	mm/orden							
16	Coser contrahierne en corte abierto	-	212	mm/orden							
17	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	-	256	mm/orden							
18	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	mm/orden							Se realizan 4 trashados en grupos de 3 gavetas
19	Prefijar Hebilla en correa	-	305	mm/orden							
20	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	2	1	mm/orden							Se realizan 4 trashados en grupos de 3 gavetas
21	Coser costura adorno en correa	-	362	mm/orden							
22	Coser portahebilla a corte	-	308	mm/orden							
23	Coser correa a corte	-	310	mm/orden							
24	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	mm/orden							Se realizan 4 trashados en grupos de 3 gavetas
25	Abrochar correa	-	136	mm/orden							
26	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	-	266	mm/orden							
27	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	-	199	mm/orden							
28	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	6	3	mm/orden							Se realizan 4 trashados en grupos de 3 gavetas
29	Moldear capellada	-	96	mm/orden							
30	Esperar inspección	-	60	mm/orden							
31	Inspeccionar capelladas aparadas	-	68	mm/orden							Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno
32	Trasladar a bodega seccional	12	5	mm/orden							El traslado se lo hace a través de ascensor
Totales			43	4492							

Diagrama No. 04/07/2017
 Fecha: Bóveda de Correa
 Familia de Productos: Sol (Orden de 339 pares)
 Nombre del Modelo: Aparado
 Proceso de Análisis: Actual
 Método de Trabajo Célula No.4 (8 personas)
 Lugar de Trabajo Verónica Apushón
 Responsable:

Actividad	Resumen Actividades		UM
	Cant. Act.	Tot. Tiempo	
Operación	19	3867,9	mm/orden
Transporte	9	24,0	mm/orden
Espera	1	60,0	mm/orden
Inspección	2	79,8	mm/orden
Almacenamiento	1	460,2	mm/orden
Total	32	4492	



FOTO PRODUCTO

DATOS GENERALES	
19	9 1 2 1

Tabla 3.20 Cursograma analítico de material modelo Gissela

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL

DATOS GENERALES

Diagrama No. 1
 Fecha: 06/07/2017
 Familia de Productos: Bañerina de Correa
 Nombre del Modelo: Gissela (Orden de 361 pares)
 Proceso de Análisis: Aparado Actual
 Método de Trabajo Célula No 2 (8 personas)
 Lugar de Trabajo Verónica Apushón
 Responsable:



Actividad	Resumen Actividades		UM
	Cant. Act.	Tot. Tiempo	
Operación	18	3790,5	min/orden
Transporte	9	24,0	min/orden
Espera	1	60,0	min/orden
Inspección	2	84,2	min/orden
Almacenamiento	1	460,2	min/orden
Total	31	4419	

No	Descripción Actividad	Distancia m	Tiempo		Símbolos	Observaciones
			#	UM		
1	Almacenar provisionalmente los cortes	-	460	min/orden	●	Se prepara el día anterior el lote de producción: 12 gavetas
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5	5	min/orden	○ →	Mesa de Preparación y actividades manuales
3	Revisar gavetas contra orden de producción	-	12	min/orden	□	Validar que las piezas estén completas
4	Revisar especificaciones de modelo a fabricar	-	3	min/orden	▽	Especificaciones de proceso y producto
5	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	-	302	min/orden	●	Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa
6	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2	2	min/orden	○ →	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
7	Ajustar maquinaria para costura de modelo	-	2	min/orden	○ →	Calibrar número de puntada, cambio de hilo según esp.
8	Coser costura adorno en capellada	-	211	min/orden	●	
9	Trasladar gaveta de cortes a colocación de puntera	6	3	min/orden	○ →	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
10	Colocar puntera en corte	-	54	min/orden	●	
11	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	6	3	min/orden	○ →	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
12	Coser tira posterior	-	292	min/orden	●	
13	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	-	116	min/orden	●	
14	Ribetear talón (corte abierto)	-	285	min/orden	●	
15	Coser contrafuerte en corte abierto	-	225	min/orden	●	
16	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	-	190	min/orden	●	
17	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden	○ →	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
18	Prefijar Hebilla en correa	-	325	min/orden	●	
19	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	2	1	min/orden	○ →	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
20	Coser costura adorno en correa	-	385	min/orden	●	
21	Coser portahabilla a corte	-	328	min/orden	●	
22	Coser correa a corte	-	330	min/orden	●	
23	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden	○ →	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
24	Abrochar correa	-	145	min/orden	●	
25	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	-	283	min/orden	●	
26	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	-	212	min/orden	●	
27	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	6	3	min/orden	○ →	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
28	Moldear capellada	-	103	min/orden	●	
29	Esperar inspección	-	60	min/orden	●	
30	Inspeccionar capelladas aparadas	-	72	min/orden	●	Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno
31	Trasladar a bodega seccional	12	5	min/orden	○ →	El traslado se lo hace a través de ascensor
Totales		43	4419		18 9 1 1 2 1	

Como resultado del análisis anterior se calculó el tiempo de ciclo por par de corte aparato para cada modelo al dividir el tiempo total para la cantidad de pares por orden, los resultados se aprecian en la Tabla 3.21:

Tabla 3.21 Resumen análisis secuencia de operaciones de aparato

Actividades	UM	Celeste	Sol	Isabel	Gissela
Operación	min/orden	3763	3868	3811	3790
Transporte	min/orden	18	24	28	24
Espera	min/orden	60,0	60	60	60
Inspección	min/orden	66	80	104	84,2
Almacenamiento	min/orden	460	460	460	460
Total (min/orden)		4368	4492	4462	4419
Pares por Orden		280	339	445	361
Tiempo de Ciclo (min/par)		15,6	13,3	10,0	12,3

Con ello se evidencia un incremento de tiempo comparado con el tiempo estándar, principalmente a causa de las actividades de transporte, espera e inspección, el comparativo se indica en la Tabla 3.22.

Tabla 3.22 Comparativo por modelo tiempo estándar vs tiempo de ciclo

Modelo	Tiempo Estándar min/ par	Tiempo de Ciclo min/par
Celeste	13,2	15,6
Sol	10,9	13,3
Isabel	8,3	10,0
Gissela	10,2	12,3

3.3.2.2 Análisis de valor operaciones familia balerina con correa

A través de los criterios de la matriz de valor agregado en la Tabla 3.23, Tabla 3.24, Tabla 3.25 y Tabla 3.26 se realizó el análisis de valor de cada una de operaciones identificadas en el cursograma analítico de materiales para los modelos Celeste, Sol, Isabel y Gissela respectivamente; se definen las actividades que agregan valor al producto (VA), las actividades que no agregan valor (NVA) y las actividades que no agregan valor pero son necesarias según el método de trabajo actual (NVAN). Para identificar el tipo de actividad se formuló las siguientes preguntas: a) ¿La operación agrega el valor esperado por el cliente, estaría dispuesto a pagar por ella?; y, b) ¿La operación es necesario ejecutar con base a los métodos de trabajo actuales?.

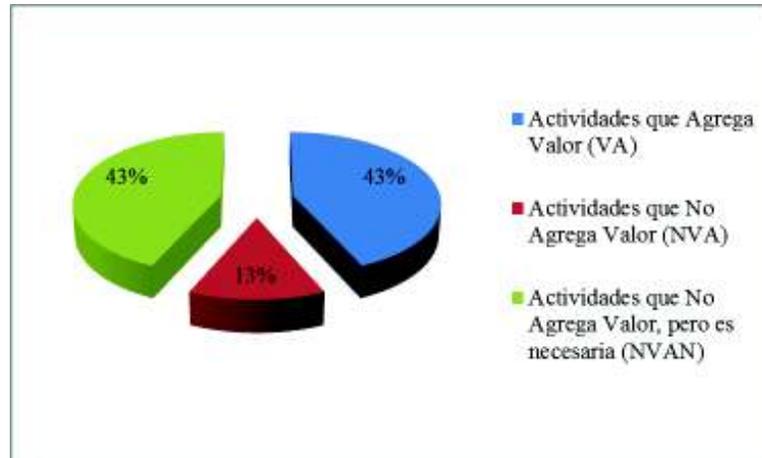


Figura 3.19 Composición de actividades proceso aparado modelo Celeste

En la Figura 3.19 se aprecia la composición de actividades que corresponden a la secuencia de operaciones que se sigue para la fabricación de cortes aparados del modelo Celeste. En relación a la eficiencia del ciclo del proceso, se obtiene el siguiente valor:

$$ECP = \frac{TVA}{TC} \implies \frac{2502 \text{ min}}{4368 \text{ min}} \implies ECP = 57,29 \%$$

Según el resultado se puede considerar como un proceso esbelto; sin embargo al momento de identificar las actividades se han encontrado ciertas operaciones (desperdicio tipo 1: NVAN y operaciones que agregan valor) que pueden ser mejoradas.

Tabla 3.24 Análisis de valor modelo Sol
ANÁLISIS DE VALOR

DATOS GENERALES		ANÁLISIS DE ACTIVIDAD		ANÁLISIS DE ACTIVIDAD		
No	Descripción Actividad	Tiempo min/orden	Observaciones	¿Es necesaria?	Tipo	Tiempo Valor Agregado
1	Abraçar provisionalmente los cortes	460,2	Se prepara el día anterior el lote de producción: 12 gavetas	No	NVAN	-
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5,0	Mesa de Preparación y actividades manuales	No	NVAN	-
3	Revisar gavetas contra orden de producción	12,0	Validar que las piezas estén completas	No	NVA	-
4	Revisar especificaciones de modelo a fabricar	3,0	Especificaciones de proceso y producto	No	NVAN	-
5	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	388,0	Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa	No	NVAN	-
6	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas	No	NVAN	-
7	Ajustar maquinaria para costura de modelo	2,0	Calibrar número de puntada, cambio de hilo según esp.	No	NVAN	-
8	Coser costura adorno en capellada	226,5		Si	VA	226,5
9	Trasladar gaveta de cortes a colocación de puntera	3,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas	No	NVAN	-
10	Colocar puntera en corte	50,9		Si	VA	50,9
11	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	3,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas	No	NVAN	-
12	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	108,6		Si	VA	108,6
13	Coser tira posterior	233,0		Si	VA	233,0
14	Prejijar marquilla Venus en corte	262,3		No	NVA	-
15	Ribetear talón (corte abierto)	143,2		Si	VA	143,2
16	Coser contrafuerte en corte abierto	211,7		Si	VA	211,7
17	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	256,3		Si	VA	256,3
18	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas	No	NVAN	-
19	Prejijar Hebilla en correa	305,1		No	NVAN	-
20	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	1,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas	No	NVAN	-
21	Coser costura adorno en correa	361,7		Si	VA	361,7
22	Coser portahabilla a corte	308,3		Si	VA	308,3
23	Coser correa a corte	310,2		Si	VA	310,2
24	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas	No	NVAN	-
25	Abrochar correa	136,3		No	NVAN	-
26	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	265,6		Si	VA	265,6
27	Recontar, quemar hilos y limpiar corte terminado	199,0		Si	VA	199,0
28	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	3,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas	No	NVAN	-
29	Moldear capellada	96,3		Si	VA	96,3
30	Esperar inspección	60,0		No	NVA	-
31	Inspeccionar capelladas aparadas	67,8	Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno	No	NVAN	-
32	Trasladar a bodega seccional	5,0	El traslado se lo hace a través de ascensor	No	NVAN	-
		4491,9				2771,2

Fecha: 04/07/2017
 Familia de Productos: Balerna de Correa Sol
 Nombre del Modelo: Aparado Actual
 Proceso de Análisis: Verónica Apushón
 Método de Trabajo
 Responsable:



Actividad	Cant. Act.	%	Tiempo
Agrega Valor (VA)	13	41%	2771
No Agrega Valor (NVA)	3	9%	334
No Agrega Valor, pero es necesaria (NVAN)	16	50%	1386
Total	32	100%	4492

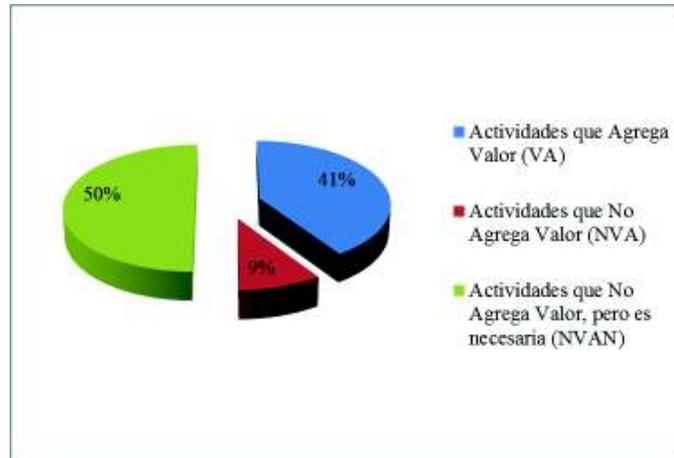


Figura 3.20 Composición de actividades proceso aparato modelo Sol

En la Figura 3.20 se aprecia la composición de actividades que corresponden a la secuencia de operaciones que se sigue para la fabricación de cortes aparados del modelo Sol. En relación a la eficiencia de ciclo de proceso, se obtiene el siguiente valor:

$$ECP = \frac{TVA}{TC} ==> \frac{2771 \text{ min}}{4492 \text{ min}} ==> ECP = 61,69 \%$$

Según el resultado se puede considerar como un proceso esbelto; sin embargo al momento de identificar las actividades se han encontrado ciertas operaciones (desperdicio tipo 1: NVAN y operaciones que agregan valor) que pueden ser mejoradas.

Tabla 3.25 Análisis de valor modelo Isabel

ANÁLISIS DE VALOR		DATOS GENERALES	
Fecha:		05/07/2017	
Familia de Productos:		Bielina de Correa	
Nombre del Modelo:		Isabel	
Proceso de Análisis:		Aparado	
Método de Trabajo		Actual	
Responsable:		Verónica Apushón	
FOTO PRODUCTO			
Resumen Actividades			
Actividad	Cant. Act.	%	Tiempo
Agrega Valor (VA)	12	40%	3092
No Agrega Valor (NVA)	2	7%	75
No Agrega Valor, pero es necesaria (NVAN)	16	53%	1296
Total	30	100%	4462
ANÁLISIS DE ACTIVIDAD			
No	Descripción Actividad	Tiempo min/orden	Observaciones
1	Almacenar provisionalmente los cortes	460,2	Se prepara el día anterior el lote de producción: 15 gavetas
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5,0	Mesa de Preparación y actividades manuales
3	Revisar gavetas contra orden de producción	15,0	Validar que las piezas estén completas
4	Revisar especificaciones de modelo a fabricar	3,0	Especificaciones de proceso y producto
5	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	374,9	Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa
6	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2,5	Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas
7	Ajustar maquinaria para costura de modelo	2,0	Calibrar número de puntada, cambio de hilo según esp.
8	Coser costura adorno en capellada	170,6	Si
9	Trasladar gaveta de cortes a colocación de puntera	3,8	No
10	Colocar puntera en corte	66,8	Si
11	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	3,8	No
12	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	142,6	Si
13	Coser contrafuerte en corte abierto	277,9	Si
14	Coser zigzag talón lateral - capellada	205,0	Si
15	Coser tira posterior	303,5	Si
16	Ribetear talón (corte abierto)	251,1	Si
17	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,3	No
18	Prefijar Hebilla en correa	160,2	No
19	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	1,3	No
20	Coser costura adorno en correa	474,7	Si
21	Coser portahabilla a corte	404,7	Si
22	Coser correa a corte	407,2	Si
23	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,3	No
24	Abrochar correa	178,9	No
25	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	261,3	Si
26	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	3,8	No
27	Moldear capellada	126,4	Si
28	Esperar inspección	60,0	No
29	Inspeccionar capelladas aparadas	89,0	No
30	Trasladar a bodega seccional	5,0	No
		4462,5	
			3091,8

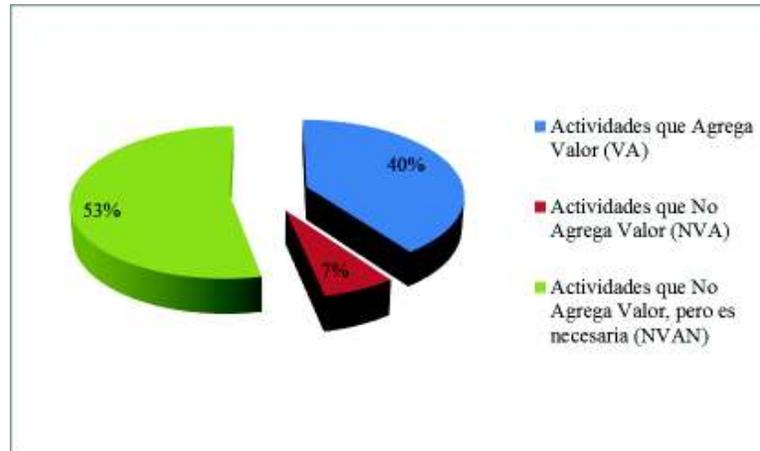


Figura 3.21 Composición de actividades proceso aparado modelo Isabel

En la Figura 3.21 se aprecia la composición de actividades que corresponden a la secuencia de operaciones que se sigue para la fabricación de cortes aparados del modelo Isabel. En relación a la eficiencia de ciclo de proceso, se obtiene el siguiente valor:

$$ECP = \frac{TVA}{TC} \implies \frac{3092 \text{ min}}{4462 \text{ min}} \implies ECP = 69,28 \%$$

Según el resultado se puede considerar como un proceso esbelto; sin embargo al momento de identificar las actividades se han encontrado ciertas operaciones (desperdicio tipo 1: NVAN y operaciones que agregan valor) que pueden ser mejoradas.

Tabla 3.26 Análisis de valor modelo Gissela

ANÁLISIS DE VALOR		DATOS GENERALES	
Fecha:		06/07/2017	
Familia de Productos:		Balerina de Correa	
Nombre del Modelo:		Gissela	
Proceso de Análisis:		Aparado	
Método de Trabajo		Actual	
Responsable:		Verónica Apishón	
FOTO PRODUCTO			
Resumen Actividades			
Actividad	Cant. Act.	%	Tiempo
Agrega Valor (VA)	13	42%	3014
No Agrega Valor (NVA)	2	6%	72
No Agrega Valor, pero es necesaria (NVAN)	16	52%	1333
Total	31	100%	4419
ANÁLISIS DE ACTIVIDAD			
No	Descripción Actividad	Tiempo min/orden	Observaciones
1	Almacénar provisionalmente los cortes	460,2	Se prepara el día anterior el lote de producción: 12 gavetas
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5,0	Mesa de Preparación y actividades manuales
3	Revisar gavetas contra orden de producción	12,0	Validar que las piezas estén completas
4	Revisar especificaciones de modelo a fabricar	3,0	Especificaciones de proceso y producto
5	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	301,7	Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa
6	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
7	Ajustar maquinaria para costura de modelo	2,0	Calibrar número de puntiada, cambio de hilo según esp.
8	Coser costura adorno en capellada	210,6	Si VA 210,6
9	Trasladar gaveta de cortes a colocación de puntera	3,0	No Si NVAN
10	Colocar puntera en corte	54,2	Si VA 54,2
11	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	3,0	No Si NVAN
12	Coser tira posterior	291,7	Si VA 291,7
13	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	115,7	Si VA 115,7
14	Ribetear talón (corte abierto)	285,2	Si VA 285,2
15	Coser contrafuerte en corte abierto	225,4	Si VA 225,4
16	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	189,9	Si VA 189,9
17	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,0	Se realizan 4 traslados en grupos de 3 gavetas
18	Prefijar Hebilla en correa	324,9	No Si NVAN
19	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	1,0	No Si NVAN
20	Coser costura adorno en correa	385,1	Si VA 385,1
21	Coser portahebilla a corte	328,3	Si VA 328,3
22	Coser correa a corte	330,3	Si VA 330,3
23	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,0	No Si NVAN
24	Abrochar correa	145,1	No Si NVAN
25	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	282,8	Si VA 282,8
26	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	211,9	Si VA 211,9
27	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	3,0	No Si NVAN
28	Moldear capellada	102,6	Si VA 102,6
29	Esperar inspección	60,0	No NVA
30	Inspeccionar capelladas aparadas	72,2	No Si NVAN
31	Trasladar a bodega seccional	5,0	No Si NVAN
		4418,9	3013,8

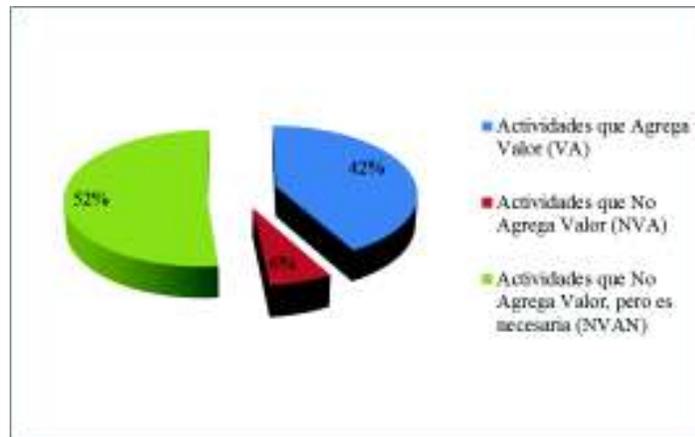


Figura 3.22 Composición de actividades proceso aparado modelo Gissela

En la Figura 3.22 se aprecia la composición de actividades que corresponden a la secuencia de operaciones que se sigue para la fabricación de cortes aparados del modelo Gissela. En relación a la eficiencia de ciclo de proceso, se obtiene el siguiente valor:

$$ECP = \frac{TVA}{TC} ==> \frac{3014 \text{ min}}{4419 \text{ min}} ==> ECP = 68,20 \%$$

Según el resultado se puede considerar como un proceso esbelto; sin embargo al momento de identificar las actividades se han encontrado ciertas operaciones (desperdicio tipo 1: NVAN y operaciones que agregan valor) que pueden ser mejoradas.

En la Tabla 3.27 se aprecia que los modelos motivo de estudio tienen un ECP promedio de 64.1% requisito mínimo para considerar a un proceso como esbelto, adicional a ello existe coincidencias en la cantidad de actividades por tipología en los modelos analizados lo cual permite estandarizar la secuencia de operaciones para la familia de productos balerina con correa.

Tabla 3.27 Comparativo de actividades y ECP por modelo

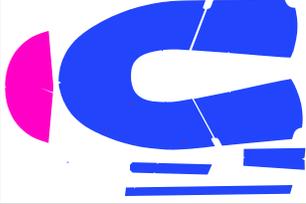
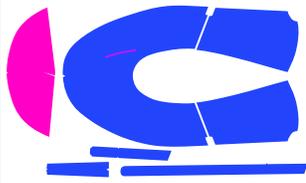
Actividades	Celeste	Sol	Isabel	Gissela
Agrega Valor (VA)	13	13	12	13
No Agrega Valor (NVA)	4	3	2	2
No Agrega Valor, pero es necesaria (NVAN)	13	16	16	16
ECP	57,29%	61,69%	69,28%	68,20%

En general se aprecia un promedio de quince desperdicios tipo 1 (NVAN) en los modelos analizados, ello indica la necesidad de buscar mejoras en la secuencia de operaciones actual. Finalmente se debe considerar que en promedio el 41,5% de las actividades de los cuatro modelos agregan valor a la fabricación del corte aparado.

3.3.2.3 Análisis de consumos y costos

Como se indica en la Tabla 3.28 el patronaje de los cuatro modelos analizados, no se encuentra estandarizado (número de piezas y formas) a pesar de ser modelos de una misma familia.

Tabla 3.28 Piezaje de modelos seleccionados familia balerina con correa

Familia	Modelo	Foto	Cantidad de Piezas de ensablaje	Piezaje	Accesorios adicionales
BALERINA CON CORREA	Celeste		8		- Hebilla - Marquilla Venus - Applique Mariposa
	Sol		7		- Hebilla - Marquilla Venus - Remache - Applique Lazo
	Isabel		6		- Hebilla
	Gissela		7		- Hebilla - Remache - Applique Lazo

La cantidad de piezas o formas del corte tiene incidencia en el tiempo de ejecución las operaciones de aparado, en el caso del modelo Celeste se aprecia

esta diferencia por cuanto su estándar es el más bajo (280 pares/ turno) de los cuatro modelos estudiados.



Figura 3.23 Comparativo patrones de talón posterior y contrafuerte

En la Figura 3.23 se aprecia las diferencias en consumo de materiales, en el caso de talón posterior (cuero) se evidencia la existencia de tres grupos de patrones; en los contrafuertes (N5) los cuatro patrones son diferentes.

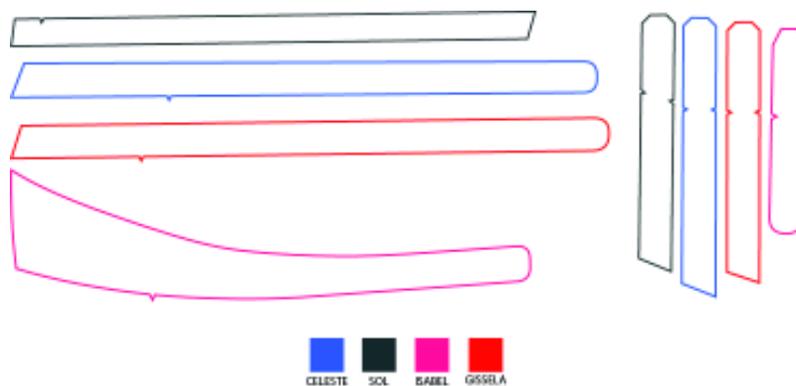


Figura 3.24 Comparativo patrones de correas y portahebillas

En la Figura 3.24 se evidencia que existen patrones diferentes para los consumos de cuero en correas y portahebillas. En el caso del modelo Isabel hay que considerar que su diseño es diferente del resto de modelos analizados.

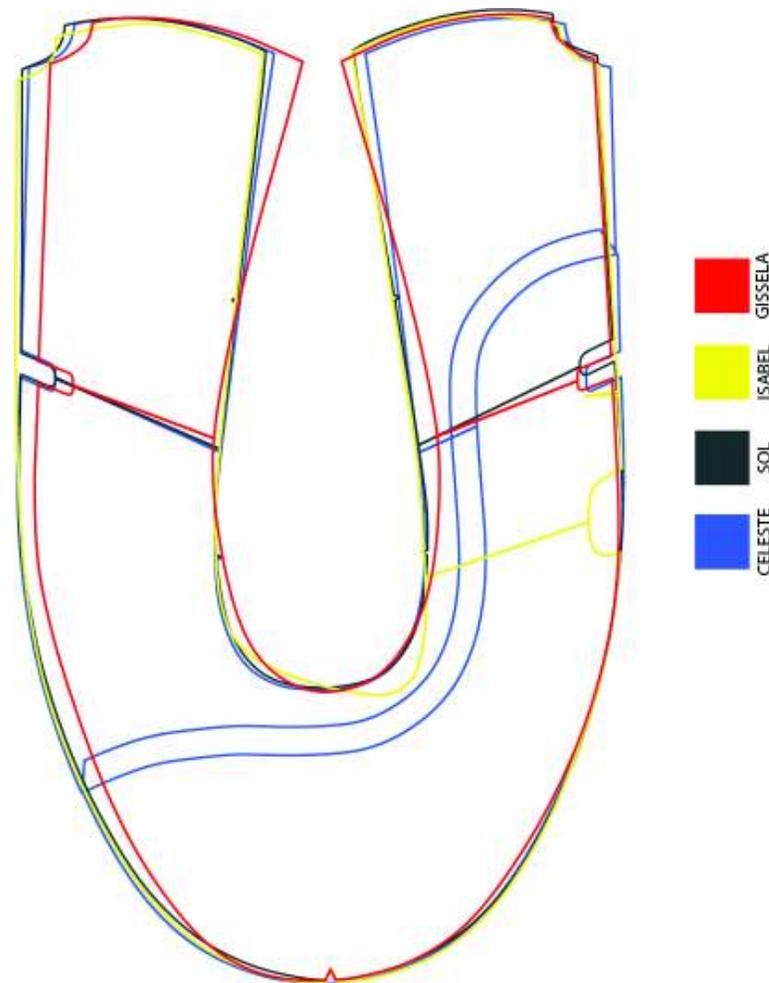


Figura 3.25 Comparativo patrones de capelladas

En la Figura 3.25 se aprecia que el modelo Celeste tiene cuatro piezas para el ensamble de la capellada, Isabel tiene dos y en el caso de Sol y Gissela constan de tres, esto incide directamente en el tiempo que toma realizar las operaciones de costura, a mayor cantidad de piezas menor estándar de aparado; sin embargo, hay que considerar el aprovechamiento de las pieles al momento de troquelar las piezas, pues a menor cantidad de piezas mayor desperdicio y por ende más costoso es el corte a nivel de materia prima.

En la Tabla 3.29 se muestran los consumos por cada una de las piezas que componen el corte troquelado para ser procesadas por el área de aparado, estos valores fueron calculados por el modelista de calzado directamente desde el software de patronaje (Sipeco).

Tabla 3.29 Consumos actuales por modelo

Modelo	Segmento	Horma	CONS N5 (m ²)	CONSUMO DE CUERO (dm ² /par)					Total
			Contrafuerte	Talones	Capellada	Talón Posterior	Portahebillas	Correa	
Celeste 36	Infantil	Horma 1	1,41	3,23	9,82	0,39	0,37	0,82	14,63
Sol 36	Infantil	Horma 1	1,43	3,44	5,17	0,45	0,33	0,84	10,23
Isabel 36	Infantil	Horma 1	1,62	2,17	6,40	0,44	0,28	1,16	10,45
Gissela 36	Joven	Horma 2	1,60	3,18	5,02	0,36	0,34	0,83	9,73

En la tabla anterior se evidencian las diferencias en consumos de cuero (correas, talones y capellada) entre los modelos Celeste, Sol, Isabel y Gissela, este rubro es importante cuidar por cuanto esta es una materia prima costosa y representa el 80% del valor total en materia prima presente en el corte aparado.

En la Tabla 3.30 se indican los valores correspondientes a costos de materiales en función del despiece, consumo de cuero, contrafuerte y otros insumos indicados en ANEXO VII.

Tabla 3.30 Costo de materiales (corte aparado)

Segmento	Horma	Modelo	Costo de Materiales \$/par
Infantil	Horma 1	Celeste 36	4,43
Infantil	Horma 1	Sol 36	3,29
Infantil	Horma 1	Isabel 36	3,12
Joven	Horma 2	Gissela 36	3,10

3.3.2.4 Mapa de Flujo de Valor – Situación Actual

A través del análisis de las operaciones para el aparado de calzado escolar en la familia correa balerina se procede a plantear el mapa de flujo de valor identificando sus proveedores, clientes e interacciones a través de los procesos de transformación, hay que considerar que los tiempos de operación se promediaron entre los cuatro modelos analizados, se tomaron únicamente las actividades comunes. Tomar en cuenta que el mapeo se realizó para un turno de producción.

Se consideran los siguientes datos para el cálculo de inventarios en proceso; del total de la producción de la planta de calzado escolar el 90% corresponde a calzado de cuero, de este porcentaje el 67% está representado por modelos del segmento femenino, en función de ello los valores de inventario en proceso son:

- **Troquelado:** 1600 pares por turno

Inventario = 1600 pares * 90% * 67% = 965 pares de cortes troquelados (modelos femeninos)

- **Bodega Seccional:** 5200 pares diarios

Inventario = (5200 pares/ 2 turnos) * 90% * 67% = 1568 pares de cortes aparados (modelos femeninos)

Para el análisis de flujo (entrada de capelladas cortada) los tiempos de troquelado de los cuatro modelos se procedieron a promediar como lo indica Tabla 3.31:

Tabla 3.31 Tiempo estándar de troquelado por modelo

Modelo	Tiempo Estándar s/par
Celeste	250,7
Sol	187,0
Isabel	156,7
Gissela	166,4
Promedio	190,2

Luego se calcula la necesidad de mano de obra para la cantidad de pares (965) que debe salir del proceso de troquelado, tomando en cuenta que el tiempo disponible de trabajo 7,67 h por turno, el cálculo se indica a continuación:

$$Producción\ por\ Hora = \frac{3600\ s/h}{190,2\ s/par} = 18,93\ \frac{pares}{h}$$

$$Necesidad\ de\ Horas\ Hombre = \frac{965\ pares}{18,93\ \frac{pares}{h}} = 50,99\ h - h$$

$$\text{Requerimiento de Personas} = \frac{50,99 h - h}{7,67 h} = 6,65 \text{ personas}$$

En total se requieren 7 personas para abastecer los 965 pares de cortes troquelados a la sección de costura.

En lo que compete a los tiempos de costura para la familia balerina con correa se ocuparon los valores promediados de las operaciones comunes indicadas anteriormente en Tabla 3.15, los mismos se agruparon en función de su secuencia como lo indica Tabla 3.32

Tabla 3.32 Agrupación actividades de costura familia balerina con correa

Operación	TS s
Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	55,7
Coser costura adorno en capellada	32,7
Colocar puntera en corte	9,0
Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2
Coser tira posterior	43,0
Ribetear talón	33,0
Coser contrafuerte en corte abierto	39,9
Realizar costura zigzag lateral 2do lado o 2 lados (cerrado corte)	38,8
Prefijar Hebilla en correa	45,9
Coser portahebillas a corte	54,6
Coser costura adorno en correa	64,0
Coser correa a corte	54,9
Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	47,0
Abrochar correa	24,1
Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2

De lo anterior los tiempos estándar de cada actividad se resumen en Tabla 3.33, adicional a ello se incorpora el cálculo de número de personas con base a 965 pares que ingresan al proceso de costura desde el área de troquelado, finalmente se incorpora el tiempo de conformado de talones.

Tabla 3.33 Datos de proceso aparato para construcción de mapa de flujo de valor – situación actual

Operaciones de Costura Familia Balerina con Correa	TS seg	TS min	Prod. Hora pares/hora	Horas Hombre	Req. Personas
Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	55,7	0,929	65	14,9	1,95
Coser costura adorno en capellada	32,7	0,545	110	8,8	1,14
Colocar puntera en corte	9,0	0,150	400	2,4	0,31
Aparar capellada	174,0	2,899	21	46,6	6,08
Aparar portahebillas	100,5	1,675	36	26,9	3,51
Aparar correas	118,9	1,982	30	31,9	4,16
Colocar adornos en capellada	47,0	0,783	77	12,6	1,64
Terminar y limpiar corte	59,3	0,989	61	15,9	2,07
Conformado de Talones	17,046	0,284	211	4,6	0,60

Como se puede observar en Figura 3.26 la fabricación de calzado escolar, arranca con las órdenes de programación semanal de producción emitidas por planificación de operaciones, la orden inicia con el despacho de materiales hacia el proceso de troquelado, una vez finalizado este proceso las gavetas esperan a que esté lista la totalidad de la orden de producción para ingresar al área de aparado; finalizadas las operaciones de costura las gavetas esperan a ser inspeccionadas por control de calidad para luego realizar el procesos de conformado e ingresar a la bodega seccional, finalmente se entregan los cortes aparados al proceso de montaje para la transformación en producto terminado; se observan las flechas de empuje desde el proceso de troquelado hasta conformado talones, luego el proceso de montaje va recibiendo los materiales de la bodega seccional para convertirlos en calzado y enviar las cajas empacadas al centro de distribución para los envío a clientes.

3.3.3 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el sector del calzado ha potenciado su oferta, a pesar de ello el mercado local demanda más allá de lo que los fabricantes pueden abastecer; idealmente cada empresa debe balancear sus líneas de producción; sin embargo el proceso de aparado es el cuello de botella de la mayoría de ellas, principalmente si el enfoque es la elaboración de calzado de cuero fabricado por montaje (pegado capellada – suela). Adicional a ello la globalización ha generado mayor competitividad entre productos, por lo cual es importante ampliar el mercado de abastecimiento con otra tipología de productos que complementen los portafolios ofertados.

De lo anterior se ve la necesidad de realizar mejoras en el proceso de costura de calzado escolar por cuanto es vital elevar su volumen de producción para disponer de mayor capacidad para la fabricación de los productos actuales y nuevas líneas de negocio; el enfoque general debe ser con menos recursos hacer más, por cuanto se ha identificado que los modelos de menores estándares de producción (mayor cantidad de accesorios, piezas y actividades) son los menos apreciados en el mercado de calzado escolar, por ende la concepción del

producto que nace en desarrollo debe estar alineada a la capacidad y restricciones de la planta para creativamente plantear propuestas que permitan tener un mayor índice de productividad.

Aplicadas algunas herramientas de análisis los resultados se ven reflejados en algunas oportunidades de mejora; en el caso de la auditoría 5 “S” se evidenciaron los siguientes aspectos:

- Orden y disposición de: residuos, sobrantes de materiales, cortes de otras órdenes de producción y ropa de trabajo encontrados en los pisos, mesas y sillas de trabajo.
- Almacenamiento de fácil acceso de muestras físicas y especificaciones de producto y proceso.
- Identificación de zonas delimitadas: cortes aparados, cortes en revisión de control de calidad, gavetas vacías, cortes troquelados, etc.
- Uso de energía eléctrica cuando no existe personal en labores en el área de trabajo: focos y maquinas encendidas.
- Actualización de información en carteleras y pizarrones.

Luego el análisis del diagrama de pescado focalizó la mayor cantidad de causas en el ámbito de métodos de trabajo, se tiene como causas principales las siguientes:

- Tiempos de preparación elevados, por ejemplo tizado de cortes.
- No se ha estandarizado el modelaje y las operaciones de costura para grupos de productos similares.
- Amplio portafolio de productos.
- Actualmente los modelos que “menos salen” en venta tienen bajos estándares de costura; lo propio ocurre con los modelos más vendidos, son “más fáciles” de producir.

Por otro lado a pesar de que el proceso de costura de los cuatro modelos analizados tiene una Eficiencia del Ciclo del Proceso mayor al 25% para

considerarse proceso esbelto, existe aproximadamente un 50% del total de sus actividades como desperdicio tipo 1, es decir, actividades que no agregan valor, pero son necesarias según los métodos de trabajo actuales.

En relación al análisis de la familia de productos balerina con correa del segmento femenino de calzado escolar se han podido identificar oportunidades de mejora enfocadas a la estandarización del patronaje, el mismo que conlleva a tiempos de operación mayores; se ha detectado que a pesar de los modelos estudiados son similares existen diferencias en consumos de materiales y variación en secuencia de operaciones como en tiempos. Existe la necesidad de estandarizar el patronaje en la familia balerina con correa en las siguientes piezas:

- Correa (cuero) a excepción del modelo Isabel
- Portahebillas (cuero) a excepción del modelo Isabel
- Talón Posterior (cuero)
- Capellada (cuero)
- Contrafuerte (N5)

Finalmente en relación al mapa de flujo de valor de la situación actual se establece el tiempo de procesamiento en 13,61 min por par de corte aparado; sin embargo el tiempo de entrega (lead time) es de 9 h, esto porque existe una espera de un turno completo desde el proceso de troquelado para que las gavetas ingresen completas al área de aparado, luego existe un tiempo de espera de una hora una vez finalizado el conformado de talones, para que las capelladas sean revisadas por control de calidad; en este punto hay que considerar que existe el riesgo de que luego de ser revisados los cortes exista algún reproceso por incumplimiento de especificaciones.

3.3.4 DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES, CAPACIDADES Y POTENCIALIDADES DE LA FAMILIA BALERINA CON CORREA

3.3.4.1 Definir el valor del producto desde la perspectiva del cliente final

El área de Mercadeo a través de la ejecución de un focus group consultó al cliente de calzado escolar sobre los aspectos más valorados los cuales se muestran en la Tabla 3.34:

Tabla 3.34 Valor del cliente de calzado escolar de cuero, segmento femenino

Criterios	Definiciones
Grupo Etareo de Consumo	<ul style="list-style-type: none"> - Niñas de 7 a 12 años - Señoritas de 13 a 18 años
Frecuencia de Uso	<ul style="list-style-type: none"> - Niñas: 2 a 3 veces a la semana - Señoritas: 3 a 4 veces por semana
Otros Usos	<ul style="list-style-type: none"> - Niñas: Combinan con alguna vestimenta específica (fiestas). - Señoritas: Uso exclusivo escolar
Frecuencia de Compra	<ul style="list-style-type: none"> - Una vez al año; sin embargo depende de la calidad del producto.
Razones de compra	<ul style="list-style-type: none"> - Inicio del año escolar - Crecimiento del pie - Desgaste del zapato punta o suela
Decisores de Compra	<ul style="list-style-type: none"> - Se consideran los siguiente aspectos en orden de importancia en función de experiencias anteriores: 1. Calidad - Durabilidad 2. Marca Reconocida 3. Precio accesible 4. Gustos del usuario (niña o señorita) 5. Seguridad: aspecto de la suela (labrado antideslizante) y forma de cierre (correa, velcro, etc) 6. Nuevos modelos (moda)
Diseño del modelo	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Modelo: Balerina - Capellada: 100% Cuero - Método de Cierre: niñas: correa regulable de cuero, ubicada en zona del empeine; señoritas: prefieren modelos llanos - Apliques (adornos): 100% Cuero, diseños femeninos: corazones, flores, etc. - Aplique Venus: Da la seguridad que es un producto original - Suela: Diseño antideslizante - Plantilla: Confortable al caminar, un color que no manche los calcetines.

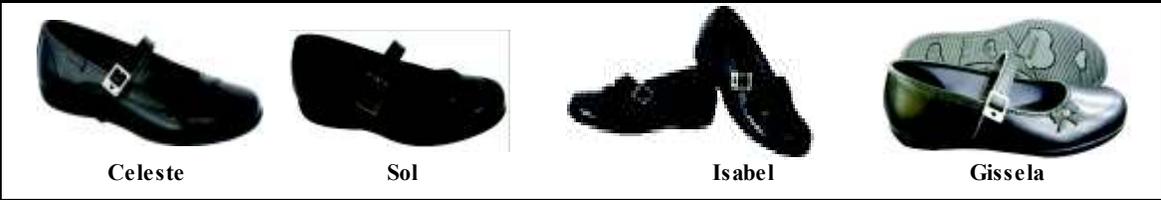
En general se aprecia que el consumidor busca un productos que cumpla con requisitos mínimos enfocados al uso del calzado en la escuela o colegio; por lo tanto su desempeño debe estar alineado a las actividades que ello conlleva; en relación a funciones adicionales del producto se evidencia el uso del productos en el segmento infantil para eventos específicos como fiestas; por otro lado la decisión de compra es con base a experiencias anteriores relacionadas a la calidad percibida y durabilidad del producto; finalmente la composición del producto debe dar seguridad en el uso para el caso de niñas, un poco de moda y minimalismo para las señoritas.

3.3.4.2 Identificar el flujo de valor de la familia de productos seleccionada

3.3.4.2.1 Aplicación técnica Scamper

Con el apoyo de la herramienta Scamper (qué pasaría si sustituyo, combino, adapto, modifico, elimino o reordeno) se realizó un análisis de la familia de productos balerina con correa con la finalidad de obtener mejoras a nivel productivo a través de la estandarización, en la Tabla 3.35 se muestran los datos obtenidos:

Tabla 3.35 Scamper aplicado a familia de productos balerina con correa

ANÁLISIS SCAMPER		
DATOS GENERALES		
Fecha:	10/07/2017	Balerina de Correa
Modelos motivo de análisis:		Elaborado por: Verónica Apushón
		
ACCIÓN	INTERROGANTE	RESPUESTAS
Sustituir (elementos, procedimientos, recursos, etc.)	¿Puede sustituirse una pieza, componente o parte por otra?	- La marquilla Venus y apliques pueden ser aplicados vía láser - El patronaje del modelo Celeste se puede realizar similar al modelo Sol
	¿Qué puede ser sustituido para bajar costos?	- Los modelos de esta familia pueden ser ribeteados al 50% (sólo zona de talón)
	¿Puede sustituirse alguna actividad?	- Todas las costuras adorno en capellada pueden ser sustituidas por costura automática. - La costura adorno de correas debe ser sustituida por costuras automática en planchas (mayor cantidad de pares)
Combinar (conceptos, elementos, complementos, etc.)	¿Pueden combinarse distintos componentes, partes o piezas?	- Unificar el modelaje de capelladas para el reutilizar las diferentes herramientas de producción.
	¿Pueden combinarse alguna actividad con otra?	- El ribeteado puede realizarse en conjunto con la marquilla Venus sin necesidad de prefijado.
	¿Pueden mezclarse personas/habilidades de otra área?	- Los operarios de la célula de trabajo deben tener equilibradas sus habilidades manuales y operativas (manejo de máquinas de costura).
Adaptar (contextos, elementos, actividades, cambiar una función, etc.)	¿Puede adaptarse un componente, parte o pieza?	- Los modelos de esta familia pueden usar el mismo tipo (patrón) de contrafuerte, talón posterior y analizar la unificación de portahebillas y correas.
	¿Se puede adaptar un mecanismo de tizado más rápido al proceso de costura?	- Construir una máquina para tizado automático - Colocar muescas en el corte para usarlas como guías en la costura.
Modificar (diseño, atributos, funcionamiento)	¿Qué puede modificarse para dar mayor valor añadido?	- Desarrollar correas autoajustables para no realizar la operación de abrochado de correa
	¿Puede modificarse su diseño (tamaño, forma, etc.)?	- Los modelos de esta familia no deben tener piezas sobrepuestas en la zona de capellada, en su efecto deben incorporarse costuras adorno.
Proponer (replantear usos y romper reglas establecidas)	No Aplica esta acción por cuanto se analizó un producto en proceso: corte aparado	
Eliminar (simplificar lo que no agrega valor o genera inconvenientes)	¿Puede eliminarse alguna actividad?	- Prefijado de marquillas (Venus y otros)
	¿Pueden eliminarse materiales, componentes, piezas o partes?	- Eliminar la operación de tizado de capellada en el caso que se pueda automatizar la costura adorno.
	¿Puede reducirse el equipo de trabajo o el tiempo de producción?	- El tiempo de procesamiento se puede disminuir al automatizar ciertas operaciones de costura.
	¿Qué más se puede eliminar o	- La operación de zigzago talones por empalmes
Reordenar (cambiar la secuencia de actividades)	¿Pueden reordenarse la secuencia de operaciones?	- Al automatizar la operación de costura adorno de capelladas se puede separar de la célula de aparado la colocación de puntera.
	¿Qué más se puede reordenar o invertir?	- Entregar las gavetas de cortes en cada célula de trabajo el turno anterior junto con todos los insumos.

De este análisis se desprenden algunas alternativas para la búsqueda de mejoras en el proceso de armado de calzado escolar, éstas van enfocadas al uso de costura automática para costuras adorno en capellada, por ende se elimina el tiempo de tizado; eliminar operaciones de prefijado de marquilla Venus, estandarizar el modelaje (capelladas, contrafuertes, correas), esto permitirá tener una secuencia de operaciones estándar para la familia de productos seleccionada; por otro lado se considera cambiar la secuencia de inspección cortes luego del conformado talones por cuanto en el caso de que existieran novedades a nivel de calidad este proceso podría evitarse el consumo de recursos y tiempo; estas mejoras se representan a través del mapa de flujo de valor.

En Figura 3.27 se muestran algunas ideas de mejora que van enfocadas a capacitación y entrenamiento en sistemas de manufactura esbelto, que de cierta manera va alineado al quinto principio del sistema; luego se considera necesaria la actualización y mantenimiento del sistema 5 “S” para mantener lugares de trabajo limpios y ordenados; finalmente el enfoque para elevar la productividad del área de costura de calzado escolar está alineado con la estandarización de patronaje y operaciones para la fabricación de cortes aparados, uno de los apoyos para lograr el objetivo es la costura automática.

3.3.4.2.2 Mapa de Flujo de Valor – Situación Futura

Se consideraron los mismos datos para el cálculo de inventarios, siendo en este caso para bodega seccional 1568 pares de cortes aparados (modelos femeninos) y troquelado 965 pares de cortes troquelados (modelos femeninos); sin embargo hay que considerar que el inventario de cortes troquelados tiende disminuir a la mitad por cuanto la actividad de costura automática puede adelantarse en función de cómo se van preparando las gavetas, pues se debe priorizar el corte de las piezas que tienen costuras adorno automáticas.

En cuanto al tiempo estándar de troquelado se mantuvo el mismo valor promedio de 190,2 s por ende la necesidad de personas es la mismas de la situación actual: 6,65 trabajadores para suplir el inventario de 965 pares hacia el proceso de aparado. En lo que compete a los tiempos de costura se ocuparon los valores promediados de las actividades mejoradas como indica la Tabla 3.36. Adicional a ello se incorpora el cálculo de número de personas con base a 965 pares que ingresan al proceso de costura desde el área de troquelado, finalmente se mantiene el tiempo de conformado de talones.

Tabla 3.36 Datos de proceso aparado para construcción de mapa de flujo de valor – situación esperada

Operaciones de Costura Familia Balerina con Correa	TS seg	TS min	Prod. Hora pares/hora	Horas Hombre	Req. Personas
Tizar capellada (colocación correa)	18,7	0,312	192	5,0	0,65
Aparar capellada	157,8	2,630	23	42,3	5,52
Aparar portahebillas	100,5	1,675	36	26,9	3,51
Aparar correas	118,9	1,982	30	31,9	4,16
Colocar adornos en capellada	47,0	0,783	77	12,6	1,64
Terminar y limpiar corte	59,3	0,989	61	15,9	2,07
Conformado de Talones	17,046	0,284	211	4,6	0,60

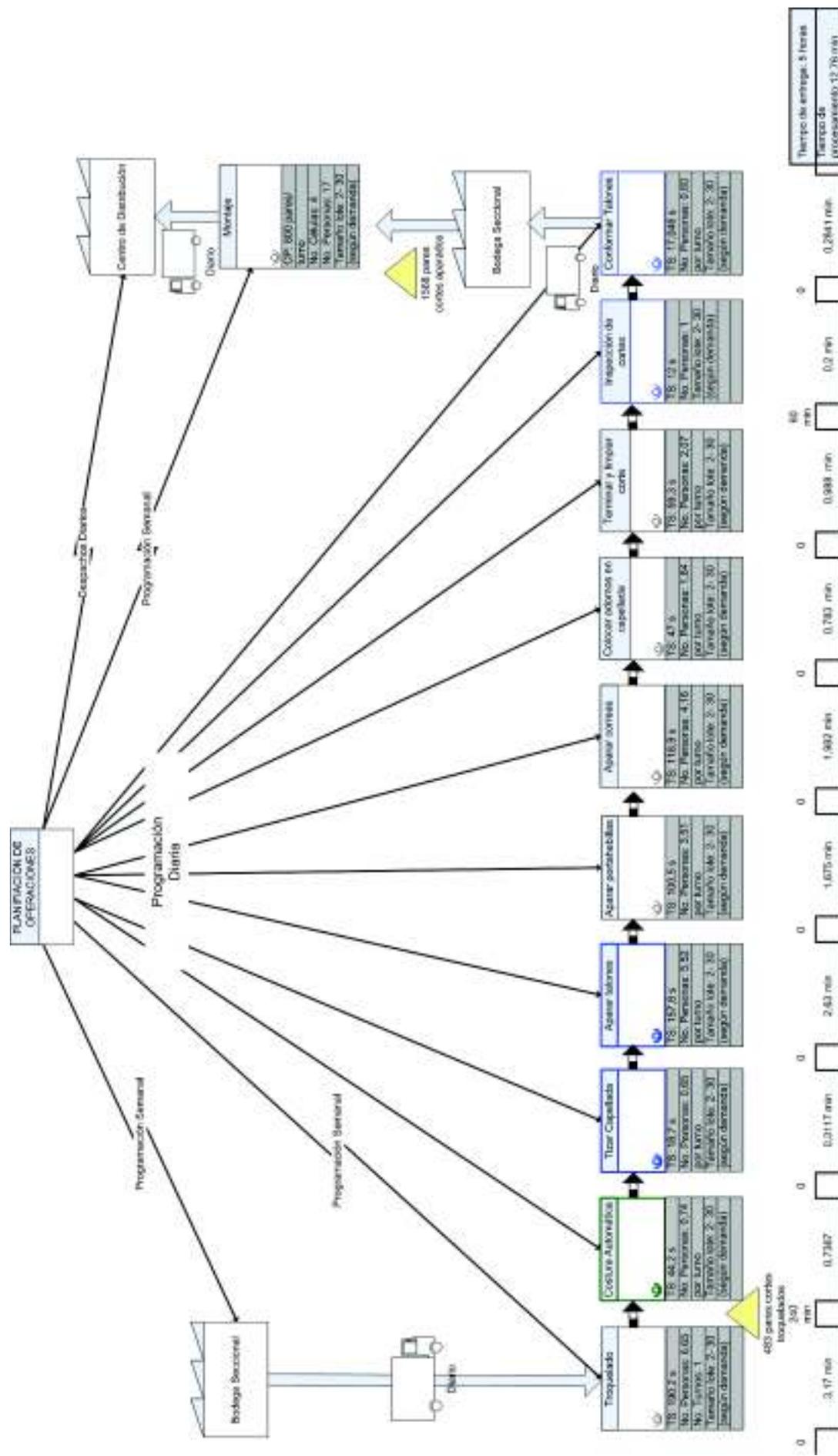


Figura 3.28 Mapa de flujo de valor – estado futuro

Con los datos recopilados en relación a la familia de productos balerina con correa se establece un mapa de flujo de valor de estado futuro como se aprecia en Figura 3.28, se eliminaron las operaciones de tizado capellada para costura adorno y la costura adorno en capellada, con ello la operación de tizado baja su tiempo y está representada con azul; la operación de aparado talones disminuye su tiempo al estandarizar los tiempos de operación y el patronaje. Se implementa la costura automática en el inicio de las operaciones de aparado conllevando a la disminución del tiempo de inventario de cortes troquelados por cuanto no es necesario disponer de todas las piezas para arrancar con este proceso, se considera una disminución de al menos el 50% en tiempo e inventario; finalmente se intercalan las operaciones de inspección por conformado talones con la finalidad de evitar desperdiciar este recurso en el caso de existir problemas de calidad con los cortes; sin embargo, es necesario empoderar a los operarios sobre la importancia del control de calidad en origen con el objetivo de a futuro eliminar la inspección de cortes.

3.3.4.3 Optimizar el flujo de valor

Para obtener mejoras en el proceso se propuso trabajar en tres aspectos que corresponden al mantenimiento del sistema 5 “S”, estandarización de patronaje y operaciones de costura.

3.3.4.3.1 Mejoras a través de 5 “S”

La mejora a través de la metodología tiene como objetivo capacitar, entrenar, motivar y empoderar a los colaboradores para fortalecer el sistema de 5 “S”, para elevar la productividad, calidad y seguridad en su área de trabajo.

La metodología 5 “S” es uno de los pilares fundamentales del Sistema de Manufactura Esbelta para su adecuada implementación, es un mecanismo que no requiere de mucha inversión a nivel económico sino trabajar asertiva y

propositivamente con el personal que labora en el área, con el fin de “cambiar el chip” cultural en pro del orden y la limpieza, para ello se propone el plan de trabajo indicado en Tabla 3.37, Tabla 3.38 y Tabla 3.40, en las mismas se especifican las acciones a tomar por cada etapa de la metodología, sus herramientas de apoyo y los responsables de la ejecución:

Tabla 3.37 Plan de acción 5 “s” – fase previa y clasificar

Criterio de Implementación	Acciones a Tomar	Herramientas de Apoyo	Responsable	Tiempo de Ejecución
<p>Fase Previa - Preparación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar los resultados de una auditoría previa - Identificar áreas con oportunidades de mejora. - Capacitación y entrenamiento al personal al respecto de la metodología 5 "S" con enfoque a los siguientes temas: Cambio Cultural, Qué son las 5"S", beneficios, proceso de implementación, formatos y registros de apoyo, evaluación de resultados, ejemplos de aplicación y entrenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fotografías de estado actual. - Resultados de auditoría - Plan de Capacitación y Entrenamiento 5 "S" 	<p>Verónica Apushón</p>	<p>7 días laborales</p>
<p>Clasificar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar la regla "<i>separar lo necesario de lo innecesario y ante la duda, descartar</i>"; para ello se implementa el uso de etiquetas rojas según el formato indicado en la el Anexo XIV para la identificación de elementos innecesarios dentro del área de trabajo con las siguientes consideraciones: <ol style="list-style-type: none"> a) El principal responsable debe capacitar, entrenar y motivar a su equipo de trabajo para la adopción de esta nueva práctica; b) Involucrar a todo el personal del área administrativa y operativa; c) En la ejecución aplicar una tarjeta por cada objeto identificado; d) Al momento de etiquetar evitar pensar que todo lo que se tiene en el área de trabajo es necesario, considerar las pautas mencionadas en el Anexo XV; e) La permanencia de tarjetas rojas en el área de trabajo no debe superar los dos días laborales. - Realizar un seguimiento de tarjetas rojas con el fin de verificar que se cumplió con la acción solicitada según el formato del Anexo XVI. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tarjeta Roja - Pautas para clasificar objetos identificados en el área de trabajo. - Seguimiento Tarjetas Rojas 	<p>Personal Administrativo y Operativo del área de Aparado de Calzado Escolar</p>	<p>7 días laborales</p>

Tabla 3.38 Plan de acción 5 “s” – ordenar y limpiar

Criterio de Implementación	Acciones a Tomar	Herramientas de Apoyo	Responsable	Tiempo de Ejecución
Ordenar	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar la regla "cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa" de forma tal que cualquier persona pueda ubicar los objetos fácilmente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Señalética en áreas destinadas para: producto en proceso, producto terminado, producto en control de calidad, ubicación de muestras de calzado, especificaciones de producto y proceso, células de trabajo según ejemplos de Anexo XVII. - Check List de Control Visual según indica Anexo XVIII - Codificación de colores: color de tuberías: energía, aire, agua. - Paneles con siluetas para herramientas y sus indicadores de préstamo. 	<p>Personal Administrativo y Operativo del área de Aparato de Calzado Escolar</p>	7 días laborales
Limpiar	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar la regla "el lugar más limpio no es el que más se limpia, sino el que menos se ensucia", para ello es vital apoyar la gestión en la disciplina de los colaboradores. - Verificar las responsabilidades asignadas a los responsables de las actividades de limpieza y definir la frecuencia y método de ejecución. - Fomentar en los colaboradores la propuesta de iniciativas enfocadas en oportunidades de mejoras que pudieran existir en el área de trabajo, utilizar la tarjeta de oportunidades de mejora (amarilla) indicada en el Anexo XIX. 	<ul style="list-style-type: none"> - Check List de Limpieza según se indica en Anexo XX - Programa de Limpieza: incorporar instrucciones, fotografía de área estándar, responsabilidades (ejemplo Tabla 3.37), frecuencia, etc. 	<p>Personal Administrativo y Operativo del área de Aparato de Calzado Escolar</p>	7 días laborales

A continuación en Tabla 3.39 se muestra el ejemplo referido a plan de limpieza para el personal de las células de aparato.

Tabla 3.39 Plan de limpieza de máquina en la célula de trabajo

Nombre	Máquinas de 1 aguja	Máquinas de 2 agujas	Ribeteadora	Zigzadora	Quemador de Hilos	Aplicador de Pega	Mesa de Trabajo	Piso y pasillos
Operador 1	L		J		L	J	L	
Operador 2	MA		V		MA		MA	V
Operador 3	MI			L	MI	V	MI	
Operador 4	J	L		MA	J		J	
Operador 5	V	MA			V		V	J
Operador 6		MI	L	MI		L		L
Operador 7		J	MA	J		MA		MA
Operador 8		V	MI	V		MI		MI

Tabla 3.40 Plan de acción 5 “S” – estandarizar y disciplina

Criterio de Implementación	Acciones a Tomar	Herramientas de Apoyo	Responsable	Tiempo de Ejecución
<p>Estandarizar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar la regla <i>"di lo que haces, has lo que dices y demuéstralo"</i>, para ellos es necesario evidenciar que en el área NO haya suciedad, desorden ni elementos innecesarios. Adicional a ello es necesario considerar las siguientes reglas básicas: <ul style="list-style-type: none"> a) Empoderamiento y compromiso para mantener el sistema. b) Creativamente fomentar la búsqueda de la mejora continua c) Generar hábitos de las actividades estandarizadas. d) Tomar el sistema 5 "S" como una señal de respeto hacia el equipo de trabajo. e) En el caso de la ocurrencia de desviaciones notificarlas para ejecutar planes preventivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación 5 "S", se puede utilizar el formato especificado en los Anexos VI - X - Programa de Insignias para las áreas más que cumplen en mayor medida con el sistema 5 "S" - Evaluaciones periódicas al respecto del conocimiento del sistema 5 "S" por parte de los colaboradores. 	<p>Personal Administrativo y Operativo del área de Aparado de Calzado Escolar</p>	<p>7 días laborales</p>
<p>Disciplina</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recordar la regla <i>"Lo difícil no es llegar, sino mantenerse"</i>, por ello es necesario incorporar el sistema como parte de la cultura organizacional. 		<p>Jefe de Planta Calzado Escolar</p>	<p>Seguimiento periódico cada tres meses</p>

3.3.4.3.2 Estandarización del patronaje del corte

En un mercado globalizado los tiempos de lanzamiento de nuevos productos deben disminuir progresivamente si se espera tener buenos volúmenes de venta, ello hace vital la estandarización, en este caso se propuso unificar a una base el patronaje de la familia de productos balerina con correa de forma que las herramientas de producción se puedan reutilizar en la fabricación de estos modelos y las operaciones de costura sean una secuencia estándar, ello permite ahorros en dinero y tiempo de operación.

La estandarización de modelaje se realizó en piezas tales como: contrafuerte, talón posterior, capellada (a excepción del modelo Isabel por tener 2 piezas), en relación a las correas y portahebillas se unificaron todos a excepción del modelo Isabel por cuanto su diseño es diferente, en la Tabla 3.41 se muestra el resultado de la homologación de piezas de cuero (imagen lila) y contrafuerte (imagen fucsia).

Tabla 3.41 Patronaje estándar familia balerina con correa

Familia	Modelo	Foto	Cantidad de Piezas de ensamblaje	Piezaje	Accesorios adicionales
BALERINA CON CORREA	Celeste		7		- Hebilla - Marquilla Venus - Applique Mariposa
	Sol		7		- Hebilla - Marquilla Venus - Remache - Applique Lazo
	Isabel		6		- Hebilla
	Gissela		7		- Hebilla - Remache - Applique Lazo

Los criterios para la estandarización en las piezas de los cortes fueron:

- Utilizar talón posterior y portahebillas de modelo Gissela, en la actualidad presenta el consumo más bajo.
- Utilizar correa de modelo Celeste, en la actualidad presenta el consumo más bajo.

- Estandarizar la forma de capellada y talones. Se mantiene el número de piezas en el modelo Isabel.
- Homologación del contrafuerte en relación con la nueva base de modelaje.
- En relación a correa y portahebilla del modelo Isabel se mantiene su forma por cuanto el diseño de estas piezas es diferente al de los otros tres modelos.

En la Tabla 3.42 se muestran los consumos por cada una de las piezas que conforman el corte, en general el principal ahorro se presentó en el modelo Celeste por cuanto antes requería de 14,6 dm² y ahora se consumirá 10 dm², esto representa una mejora del 32% en consumo de cuero para este modelo.

Tabla 3.42 Consumos propuestos por modelo

Modelo	Segmento	Horma	CONS N5	CONSUMO DE CUERO					Total dm ² /par
			Contrafuerte m ²	Talones	Capellada	Talón Posterior	Portahebilla	Correa	
Celeste 36	Infantil	Horma 1	1,38	3,29	5,15	0,36	0,34	0,82	10,0
Sol 36	Infantil	Horma 1	1,38	3,29	5,15	0,36	0,34	0,82	10,0
Isabel 36	Infantil	Horma 1	1,38	2,16	6,42	0,36	0,28	1,16	10,4
Gissela 36	Joven	Horma 2	1,38	3,29	5,15	0,36	0,34	0,82	10,0

En Tabla 3.43 se indican los valores que corresponden a los ahorros en dólares por par de corte aparado, como se mencionó anteriormente Celeste es el modelo que presenta mayor ahorro, adicional a ello hay que considerar que es el modelo con mayor venta en función de los históricos en el periodo 2010 – 2015; por otro lado Gissela es el modelo que no ha generado ahorro por cuanto se evidencia que corresponde a otra horma, por ende se considera que en su momento se deberá replicar el mismo ejercicio de estandarización.

Tabla 3.43 Comparativo de costos de materiales actual vs propuesta

Segmento	Horma	Modelo	Comparativo Costo de Materiales \$/par		
			Actual (USD)	Propuesta (USD)	Ahorro (USD)
Infantil	Horma 1	Celeste 36	4,43	3,21	-1,22
Infantil	Horma 1	Sol 36	3,29	3,22	-0,07
Infantil	Horma 1	Isabel 36	3,12	3,10	-0,03
Joven	Horma 2	Gissela 36	3,10	3,15	0,05

En general la homologación del modelaje disminuye los tiempos de desarrollo de producto, fabricación de herramientas de producción, cambios en producción y permite que los aparadores adquieran habilidad en las operaciones de costura.

3.3.4.3.3 Estandarización de operaciones de aparado familia balerina con correa

Con el apoyo de la estandarización en patronaje se realizaron ajustes a la secuencia de operaciones de la familia balerina con correa como es el caso de:

- Eliminar operaciones de prefijado: para este caso se elimina el prefijado de etiqueta Venus y marquillas de adorno.
- Eliminar las operaciones manuales de tizado capellada para costuras adorno, por cuanto se incorpora el uso de costura automática para el corte, en el caso del tizado para correas se mantiene su tiempo estándar. Adicional a ello se traslada la operación de colocación de puntera fuera de la célula de trabajo.

En Tabla 3.44, Tabla 3.45 , Tabla 3.46 y Tabla 3.47 se muestran las actividades que se eliminaron (marcadas con rojo) o modificaron (marcadas con azul) en los modelos Celeste, Sol, Isabel y Gissela respectivamente; a continuación se indica el análisis de la secuencia de operaciones de cada uno de los modelos.

Tabla 3.44 Análisis de operaciones a eliminar y/o modificar modelo Celeste

Línea de Negocio: Calzado Escolar
 Segmento: Femenino
 Proceso Productivo: Aparado
 Nombre de Modelo: Celeste
 Horas de Trabajo Disponible: 7,67
 No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	Acciones
1	Colocar puntera en corte	9,0	Trasladar operación fuera de la célula
2	Tizar capellada (empalme, colocación correa y aplique mariposa)	68,7	Mantener tiempo para tizado ubicación de correas, estandarizar a 20,55 s de modelo Sol.
3	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	Mantener operación
4	Coser tira posterior	41,2	Operación mantener tiempo de 40,9 s de modelo Isabel
5	Prefijar marquilla Venus en corte	46,4	Eliminar operación, personal va adquiriendo habilidad para coser marquilla sin prefijar
6	Ribetear talón	25,3	Mantener operación
7	Coser contrafuerte en corte abierto	47,4	Operación debe homologar su tiempo con el de los otros modelos a 37,5 s
8	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	50,8	Del total se elimina el tiempo de costura zigzag de la pieza pequeña lateral por cambio en el modelaje, se mantiene tiempo en 31,56 s
9	Prefijar capellada inferior a superior	77,0	Eliminar operación, se realizará costura automática
10	Coser capellada inferior a superior	47,1	Eliminar operación, se realizará costura automática
11	Prefijar Hebilla en correa	54,0	Mantener operación
12	Coser costura adorno en correa	64,0	Mantener operación
13	Coser portahebillas a corte	54,6	Mantener operación
14	Coser correa a corte	54,9	Mantener operación
15	Coser adorno mariposa en capellada	70,3	Al coincidir la costura de la mariposa con la costura adorno de capellada se puede unificar en una actividad a través de costura automática.
16	Abrochar correa	24,1	Mantener operación
17	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	Mantener operación

Tabla 3.45 Análisis de operaciones a eliminar y/o modificar modelo Sol

Línea de Negocio: Calzado Escolar
 Segmento: Femenino
 Proceso Productivo: Aparado
 Nombre de Modelo: Sol
 Horas de Trabajo Disponible: 7,67
 No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	Acciones
1	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	53,6	Eliminar tizado de capellada, mantener tiempo para tizado ubicación de correas (20,55 s)
2	Coser costura adorno en capellada	40,1	Eliminar operación, se realizará costura automática
3	Colocar puntera en corte	9,0	Trasladar operación fuera de la célula
4	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	Mantener operación
5	Coser tira posterior	41,2	Operación mantener tiempo de 40,9 s de modelo Isabel
6	Prefijar marquilla Venus en corte	46,4	Eliminar operación, personal va adquiriendo habilidad para coser marquilla sin prefijar
7	Ribetear talón (corte abierto)	25,3	Mantener operación
8	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	Mantener operación
9	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	45,4	Estandarizar tiempo de operación a 31,56 de modelos Gissela y Celeste
10	Prefijar Hebilla en correa	54,0	Mantener operación
11	Coser costura adorno en correa	64,0	Mantener operación
12	Coser portahebillas a corte	54,6	Mantener operación
13	Coser correa a corte	54,9	Mantener operación
14	Abrochar correa	24,1	Mantener operación
15	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	47,0	Mantener operación
16	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	Mantener operación

Tabla 3.46 Análisis de operaciones a eliminar y/o modificar modelo Isabel

Línea de Negocio: Calzado Escolar
 Segmento: Femenino
 Proceso Productivo: Aparado
 Nombre de Modelo: Isabel
 Horas de Trabajo Disponible: 7,67
 No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	Acciones
1	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	50,6	Eliminar tizado de capellada, mantener tiempo para tizado ubicación de correas (20,4 s)
2	Coser costura adorno en capellada	23,0	Eliminar operación, se realizará costura automática
3	Colocar puntera en corte	9,0	Trasladar operación fuera de la célula
4	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	Mantener operación
5	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	Mantener operación
6	Coser zigzag talón lateral - capellada	27,6	Mantener operación
7	Coser tira posterior	40,9	Mantener operación
8	Ribetear talón (corte abierto)	33,9	Mantener operación
9	Prefijar Hebilla en correa	21,6	Mantener operación
10	Coser costura adorno en correa	64,0	Mantener operación
11	Coser portahebillas a corte	54,6	Mantener operación
12	Coser correa a corte	54,9	Mantener operación
13	Abrochar correa	24,1	Mantener operación
14	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	Mantener operación

Tabla 3.47 Análisis de operaciones a eliminar y/o modificar modelo Gissela

Línea de Negocio: Calzado Escolar
 Segmento: Femenino
 Proceso Productivo: Aparado
 Nombre de Modelo: Gissela
 Horas de Trabajo Disponible: 7,67
 No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	Acciones
1	Tizar capellada (costura adorno y colocación correa)	50,1	Eliminar tizado de capellada, mantener tiempo para tizado ubicación de correas (13,44 s)
2	Coser costura adorno en capellada	35,0	Eliminar operación, se realizará costura automática
3	Colocar puntera en corte	9,0	Trasladar operación fuera de la célula
4	Coser tira posterior	48,5	Operación mantener tiempo de 40,9 s de modelo Isabel
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	Mantener operación
6	Ribetear talón (corte abierto)	47,4	Operación debe estandarizar su tiempo a 33,9s de modelo Isabel (100% Ribeteado)
7	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	Mantener operación
8	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	31,6	Mantener operación
9	Prefijar Hebilla en correa	54,0	Mantener operación
10	Coser costura adorno en correa	64,0	Mantener operación
11	Coser portahebillas a corte	54,6	Mantener operación
12	Coser correa a corte	54,9	Mantener operación
13	Abrochar correa	24,1	Mantener operación
14	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	47,0	Mantener operación
15	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	Mantener operación

En función a la información recabada en las tablas anteriores a continuación se presentan las propuestas de secuencia de operaciones para los modelos Celeste, Sol, Isabel y Gissela en Tabla 3.48, Tabla 3.49, Tabla 3.50 y Tabla 3.51 respectivamente acompañadas de sus tiempos estándar, productividad por hora y productividad para un turno de trabajo.

Tabla 3.48 Propuesta de secuencia de operaciones de costura modelo Celeste

Línea de Negocio: Calzado Escolar
 Segmento: Femenino
 Proceso Productivo: Aparado
 Nombre de Modelo: Celeste
 Horas de Trabajo Disponible: 7,67
 No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	% Tiempo	Prod. Hora pares/hora
1	Tizar capellada (colocación correa)	20,6	4%	175
2	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	4%	187
3	Coser tira posterior	40,9	9%	88
4	Ribetear talón	25,3	5%	142
5	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	8%	96
6	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	31,6	7%	114
7	Prefijar Hebilla en correa	54,0	12%	67
8	Coser costura adorno en correa	64,0	14%	56
9	Coser portahebillas a corte	54,6	12%	66
10	Coser correa a corte	54,9	12%	66
11	Abrochar correa	24,1	5%	149
12	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	8%	102
Tiempo Estándar (s/par)		461,9	100%	
Productividad (Pares/Turno)		478,0		

Tabla 3.49 Propuesta de secuencia de operaciones de costura modelo Sol

Línea de Negocio: Calzado Escolar
 Segmento: Femenino
 Proceso Productivo: Aparado
 Nombre de Modelo: Sol
 Horas de Trabajo Disponible: 7,67
 No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	% Tiempo	Prod. Hora pares/hora
1	Tizar capellada (colocación correa)	20,6	4%	175
2	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	4%	187
3	Coser tira posterior	40,9	8%	88
4	Ribetear talón (corte abierto)	25,3	5%	142
5	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	7%	96
6	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	31,6	6%	114
7	Prefijar Hebilla en correa	54,0	11%	67
8	Coser costura adorno en correa	64,0	13%	56
9	Coser portahebillas a corte	54,6	11%	66
10	Coser correa a corte	54,9	11%	66
11	Abrochar correa	24,1	5%	149
12	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	47,0	9%	77
13	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	7%	102
Tiempo Estándar (s/par)		508,9	100%	
Productividad (Pares/Turno)		433,9		

Tabla 3.50 Propuesta de secuencia de operaciones de costura modelo Isabel

Línea de Negocio: Calzado Escolar
Segmento: Femenino
Proceso Productivo: Aparado
Nombre de Modelo: Isabel
Horas de Trabajo Disponible: 7,67
No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	% Tiempo	Prod. Hora pares/hora
1	Tizar capellada (colocación correa)	20,4	5%	176
2	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	4%	187
3	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	9%	96
4	Coser zigzag talón lateral - capellada	27,6	6%	130
5	Coser tira posterior	40,9	9%	88
6	Ribetear talón (corte abierto)	33,9	8%	106
7	Prefijar Hebilla en correa	21,6	5%	167
8	Coser costura adorno en correa	64,0	15%	56
9	Coser portahebillas a corte	54,6	13%	66
10	Coser correa a corte	54,9	13%	66
11	Abrochar correa	24,1	6%	149
12	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	8%	102
Tiempo Estándar (s/par)		433,9	100%	
Productividad (Pares/Turno)		508,8		

Tabla 3.51 Propuesta de secuencia de operaciones de costura modelo Gissela

Línea de Negocio: Calzado Escolar
Segmento: Femenino
Proceso Productivo: Aparado
Nombre de Modelo: Gissela
Horas de Trabajo Disponible: 7,67
No. Personas por célula de trabajo 8



No	Operación	TS (s/par)	% Tiempo	Prod. Hora pares/hora
1	Tizar capellada (colocación correa)	13,4	3%	268
2	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	19,2	4%	187
3	Coser tira posterior	40,9	8%	88
4	Ribetear talón (corte abierto)	33,9	7%	106
5	Coser contrafuerte en corte abierto	37,5	7%	96
6	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	31,6	6%	114
7	Prefijar Hebilla en correa	54,0	11%	67
8	Coser costura adorno en correa	64,0	13%	56
9	Coser portahebillas a corte	54,6	11%	66
10	Coser correa a corte	54,9	11%	66
11	Abrochar correa	24,1	5%	149
12	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	47,0	9%	77
13	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	35,2	7%	102
Tiempo Estándar (s/par)		510,3	100%	
Productividad (Pares/Turno)		432,7		

Para el cálculo de productividad se procedió a dividir el tiempo disponible en la jornada de trabajo (7,67 h, 8 personas) para el tiempo total por modelo.

Con base al análisis anterior se establece una modificación en las operaciones comunes de los modelos como lo presenta la Tabla 3.52:

Tabla 3.52 Comparativo de operaciones estandarizadas

Operación	Operaciones Comunes				Tiempos Estándar (s/par)			
	Celeste	Sol	Isabel	Gissela	Celeste	Sol	Isabel	Gissela
Tizar capellada (colocación correa)	X	X	X	X	20,6	20,6	20,4	13,4
Realizar costura Zigzag talones parte posterior	X	X	X	X	19,2	19,2	19,2	19,2
Coser tira posterior	X	X	X	X	40,9	40,9	40,9	40,9
Ribetear talón	X	X	X	X	25,3	25,3	33,9	33,9
Coser contrafuerte en corte abierto	X	X	X	X	37,5	37,5	37,5	37,5
Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	X	X	X	X	31,6	31,6	27,6	31,6
Prefijar Hebilla en correa	X	X	X	X	54,0	54,0	21,6	54,0
Coser costura adorno en correa	X	X	X	X	64,0	64,0	64,0	64,0
Coser portahebillas a corte	X	X	X	X	54,6	54,6	54,6	54,6
Coser correa a corte	X	X	X	X	54,9	54,9	54,9	54,9
Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	-	X	-	X	-	47,0	-	47,0
Abrochar correa	X	X	X	X	24,1	24,1	24,1	24,1
Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	X	X	X	X	35,2	35,2	35,2	35,2
Total Actividades/ Tiempo Estándar por modelo	12	13	12	13	461,9	508,9	433,9	510,3
Indicador de Productividad (pares/ turno)					478	434	509	433

A través de la estandarización de operaciones se ha determinado nuevos indicadores de productividad por modelo, estos valores se pueden observar en Tabla 3.53, su cálculo está apoyado en la cantidad de tiempo disponible en la jornada de trabajo (7,67 h) por la cantidad de operarios en la célula de trabajo (ocho personas) dividido para el nuevo tiempo estándar; en general se obtuvo en promedio un 33,3% de mejora en la productividad de nivel de estándares de aparato en calzado escolar.

Tabla 3.53 Comparativo indicador de productividad actual vs propuesta por modelo

Modelo	Comparativo de Indicador de Productividad			
	Actual	Propuesta	Mejora	%
Celeste	280	478	198	70,9%
Sol	339	434	95	28,0%
Isabel	445	509	64	14,3%
Gissela	361	433	72	19,9%
Promedio de la Mejora				33,3%

Luego para la operación de costura automática se determinó la productividad en función del tiempo de la máquina como sigue a continuación en Tabla 3.54. Adicional a ello para tener un adecuado balanceo del proceso de costura automática con el aparato manual se calculó el número de personas requeridas

para abastecer un turno de producción en función del nuevo indicador de productividad.

Tabla 3.54 Productividad de costura automática por modelo

Modelo - Operación	Máquina Automata			Datos para balancear la línea de producción		
	TS (s/par)	Prod. Hora pares/hora	Prod. Jornada pares/turno	Estándar de Costura en Célula pares/turno	Horas Hombre Requeridas	Req. Personas
Celeste - Costura adorno capellada y marquilla mariposa	65,6	55	421	478	8,70	1,14
Sol - Costura adorno capellada	57,5	63	480	434	6,93	0,90
Isabel - Costura adorno capellada	38,9	93	710	509	5,49	0,72
Gissela - Costura adorno capellada	41,3	87	669	433	4,96	0,65

Con base a esta información se procedió a obtener el cálculo de mano de obra directa por aparado manual en célula y costura automática, esta información se presenta en Tabla 3.55, los valores se calcularon en función del indicador de productividad y el costo hora – hombre presentado en las tablas del ANEXO XVII para los casos de aparador (célula) y operador (máquina de costura automática).

Tabla 3.55 Comparativo de costo de mano de obra directa

Segmento	Horma	Modelo	Comparativo Mano de Obra Directa Aparado (\$/par)				Ahorro (USD)
			Actual	Propuesta			
			Aparado en Célula (USD)	Aparado en Célula (USD)	Costura Automática (USD)	Total Propuesta (USD)	
Infantil	Horma 1	Celeste	0,97	0,57	0,10	0,67	-0,31
Infantil	Horma 1	Sol	0,80	0,63	0,07	0,69	-0,11
Infantil	Horma 1	Isabel	0,61	0,53	0,04	0,57	-0,04
Joven	Horma 2	Gissela	0,75	0,63	0,03	0,66	-0,09

Adicional a ello en el ANEXO XV se propone el diseño de la herramienta de producción pallet, para la costura automática de los modelos Sol y Gissela, aquí se ejemplifica como se pueden compartir herramientas al estandarizar el patronaje, ello representa ahorro de recursos económicos y tiempo de elaboración de pallet, en este caso únicamente se invierte tiempo en la configuración del programa de costura (diseño, número de puntadas, remates, inicio y fin de costura); este aspecto es importante tomar en cuenta en el desarrollo de producto ya que es la base para la fabricación de nuevos modelos.

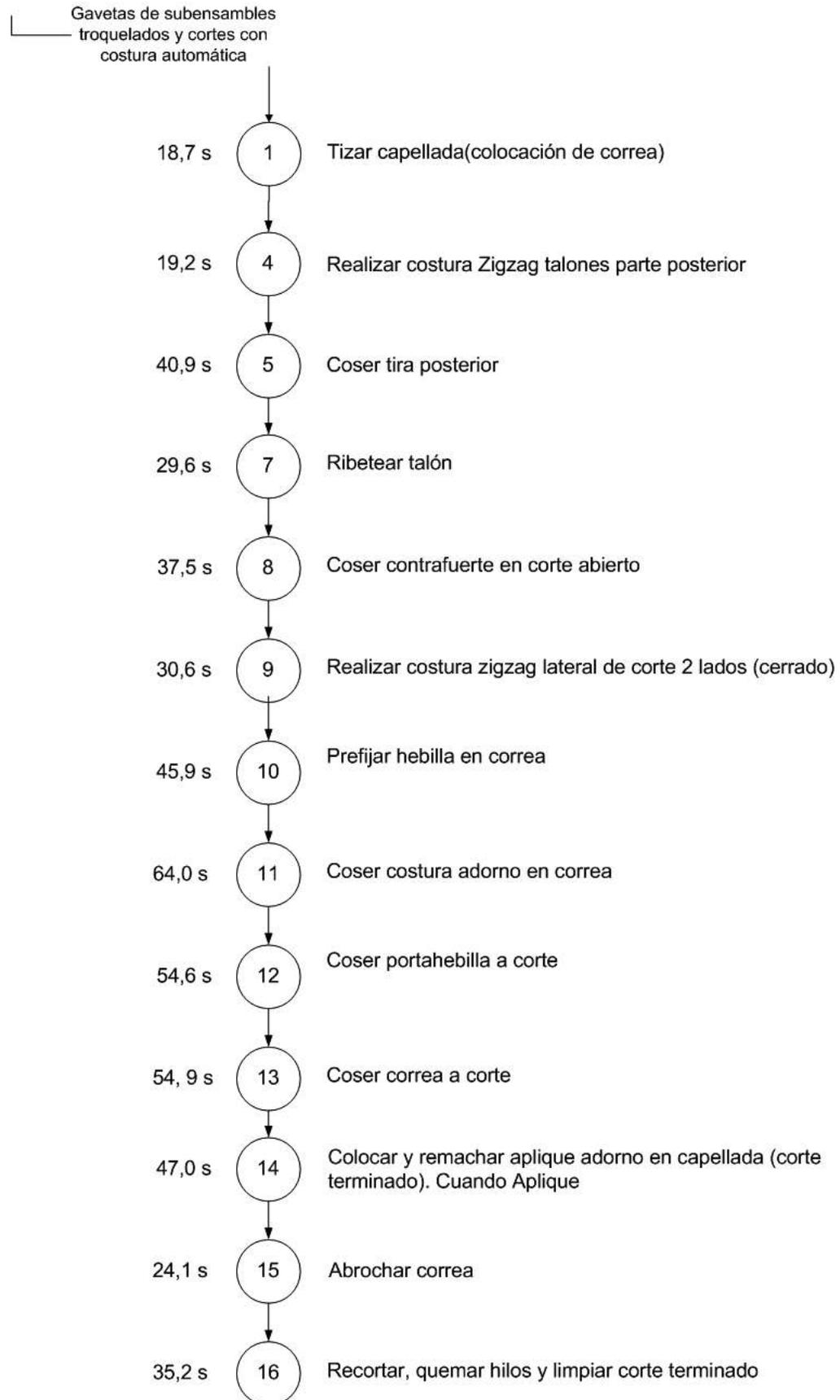


Figura 3.29 Secuencia de operaciones propuesta para familia balerina con correa

En la Figura 3.29 se identificaron las operaciones que son parte de la secuencia de pasos (comunes entre los modelos analizados) a seguir para coser un par de corte perteneciente a la familia balerina con correa. Como apoyo en el proceso de costura se han elaborado especificaciones de costura presentadas en ANEXO XVI, el ejemplo se realizó para los modelos Gissela y Sol con el fin de ejemplificar las ventajas que conllevan la estandarización, en este caso existe ahorro de tiempo para el área encargada de elaborar este documento así como al momento de la entrega de copias controladas, se lo hará en menor cantidad de hojas.

Una vez modificada la secuencia de operaciones y los tiempos estándar se determinan los tiempos de ciclo con el apoyo del cursograma analítico de material, adicional a ello es necesario considerar que el tiempo de almacenamiento de cortes troquelados bajó al 50% del valor inicial es decir 240 min por cuanto mientras se troquelan los subensambles o el resto de la orden se puede avanzar con la costura automática de capelladas, la representación de la propuesta para los modelos Celeste, Sol, Isabel y Gissela se presenta en Tabla 3.56, Tabla 3.57, Tabla 3.58, Tabla 3.59 respectivamente.

Tabla 3.56 Propuesta cursograma analítico de material modelo Celeste

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL											
DATOS GENERALES											
Diagrama No. 1		Fecha: 20/07/2017		Familia de Productos: Balerina de Correa		Nombre del Modelo: Celeste (Orden de 478 pares)		Proceso de Análisis: Aparado		Método de Trabajo: Propuesto	
Lugar de Trabajo		Céliba No 2 (8 personas)		Responsable: Verónica Apushón		FOTO PRODUCTO		Resumen Actividades		UM	
								Cant. Act.		Tot. Tiempo	
								13		3815,8	
								7		23,0	
								0		0,0	
								1		95,6	
								1		240,0	
								22		4174	
No	Descripción Actividad		Distancia	Tiempo		Símbolos			Observaciones		
	m	#	UM	○	→	□	▽				
1	-	240	min/orden								Se prepara el día anterior el lote de producción: 16 gavetas
2	7	6	min/orden								Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1
3	-	164	min/orden								Rayado para colocación de correa
4	2	3	min/orden								Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1
5	-	153	min/orden								
6	-	326	min/orden								
7	-	202	min/orden								
8	-	299	min/orden								
9	-	251	min/orden								
10	2	2	min/orden								Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1
11	-	430	min/orden								
12	2	2	min/orden								Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1
13	-	510	min/orden								
14	-	435	min/orden								
15	-	437	min/orden								
16	2	2	min/orden								Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1
17	-	192	min/orden								
18	-	281	min/orden								
19	6	5	min/orden								Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1
20	-	96	min/orden								Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno
21	-	136	min/orden								
22	13	5	min/orden								El traslado se lo hace a través de ascensor
		Totales		13	7	0	1	1	1		
			34	4174							

Tabla 3.57 Propuesta cursograma analítico de material modelo Sol

CURSORGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL											
DATOS GENERALES											
Diagrama No.		1									
Fecha:		20/07/2017									
Familia de Productos:		Balerina de Correa									
Nombre del Modelo:		Sol (Orden de 434 pares)									
Proceso de Análisis:		Aparado									
Método de Trabajo		Propuesto									
Lugar de Trabajo		Célula No 4 (8 personas)									
Responsable:		Verónica Apushón									
		FOTO PRODUCTO									
											
		Resumen Actividades									
		Cant. Act.		Tot. Tiempo		UM					
		14		3803,3		min/orden					
		7		20,0		min/orden					
		0		0,0		min/orden					
		1		86,8		min/orden					
		1		240,0		min/orden					
		23		4150							
No	Descripción Actividad	Distancia		Tiempo		Símbolos				Observaciones	
		m	#	UM	○	→	□	▽			
1	Almacenar provisionalmente los cortes	-	240	min/orden						●	Se prepara el día anterior el lote de producción: 15 gavetas
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5	5	min/orden						●	Mesa de Preparación y actividades manuales
3	Tizar capellada (colocación correa)	-	149	min/orden						●	Rayado para costura correa
4	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2	3	min/orden						●	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	-	139	min/orden						●	
6	Coser tira posterior	-	296	min/orden						●	
7	Ribetear talón (corte abierto)	-	183	min/orden						●	
8	Coser contrafuerte en corte abierto	-	271	min/orden						●	
9	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	-	228	min/orden						●	
10	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden						●	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
11	Prefijar Hebilla en correa	-	391	min/orden						●	
12	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	2	1	min/orden						●	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
13	Coser costura adorno en correa	-	463	min/orden						●	
14	Coser portahabilla a corte	-	395	min/orden						●	
15	Coser correa a corte	-	397	min/orden						●	
16	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden						●	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
17	Abrochar correa	-	174	min/orden						●	
18	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminal)	-	340	min/orden						●	
19	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	-	255	min/orden						●	
20	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	6	4	min/orden						●	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
21	Inspeccionar capelladas aparadas	-	87	min/orden						●	Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno
22	Moldear capellada	-	123	min/orden						●	
23	Trasladar a bodega seccional	13	5	min/orden						●	El traslado se lo hace a través de ascensor
Totales		32	4150		14	7	0	1	1		

Tabla 3.58 Propuesta cursograma analítico de material modelo Isabel

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL

DATOS GENERALES

Diagrama No. 1

Fecha: 20/07/2017

Familia de Productos: Balerna de Correa

Nombre del Modelo: Isabel (Orden de 509 pares)

Proceso de Análisis: Aparado

Método de Trabajo: Propuesto

Lugar de Trabajo: Célula No 3 (8 personas)

Responsable: Verónica Apushón



Actividad	Resumen Actividades		UM
	Cant. Act.	Tot. Tiempo	
Operación	13	3824,6	mm/orden
Transporte	7	22,0	mm/orden
Espera	0	0,0	mm/orden
Inspección	1	101,8	mm/orden
Almacenamiento	1	240,0	mm/orden
Total	22	4188	

No	Descripción Actividad	Distancia m	Tiempo		UM	Símbolos			Observaciones	
			#	UM		○	→	□		▽
1	Almacenar provisionalmente los cortes	-	240	mm/orden					Se prepara el día anterior el lote de producción: 17 gavetas	
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5	5	mm/orden					Mesa de Preparación y actividades manuales	
3	Tizar capellada (colocación correa)	-	173	mm/orden					Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa	
4	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2	3,0	mm/orden					Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2	
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	-	163	mm/orden						
6	Coser contrafuerte en corte abierto	-	318	mm/orden						
7	Coser zigzag talón lateral - capellada	-	234	mm/orden						
8	Coser tira posterior	-	347	mm/orden						
9	Rbeteear talón (corte abierto)	-	287	mm/orden						
10	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1,5	mm/orden					Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2.	
11	Prefijar Hebilla en correa	-	183	mm/orden						
12	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	2	1,5	mm/orden					Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2	
13	Coser costura adorno en correa	-	543	mm/orden						
14	Coser portahabilla a corte	-	463	mm/orden						
15	Coser correa a corte	-	466	mm/orden						
16	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1,5	mm/orden					Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2	
17	Abrochar correa	-	205	mm/orden						
18	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	-	299	mm/orden						
19	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	6	5	mm/orden					Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2	
20	Inspeccionar capelladas aparadas	-	102	mm/orden					Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno	
21	Moldear capellada	-	145	mm/orden						
22	Trasladar a bodega seccional	13	5	mm/orden					El traslado se lo hace a través de ascensor	
Totales			32		4188	13	7	0	1	1

Tabla 3.59 Propuesta cursograma analítico de material modelo Gissela
CURSOGRAMA ANALÍTICO DE MATERIAL

DATOS GENERALES

Diagrama No.
 Fecha: 20/07/2017
 Familia de Productos: Balerina de Correa
 Nombre del Modelo: Gissela (orden de 433 pares)
 Proceso de Análisis: Aparado
 Método de Trabajo: Propuesto
 Lugar de Trabajo: Célula No.2 (8 personas)
 Responsable: Verónica Apushón



Resumen Actividades		
Actividad	Cant. Act.	Tot. Tiempo
Operación	14	3802,9
Transporte	7	20,0
Espera	0	0,0
Inspección	1	86,5
Almacenamiento	1	240,0
Total	23	4149

No	Descripción Actividad	Distancia		Tiempo		Símbolos				Observaciones		
		m	#	UM	○	→	D	□	▽			
1	Almacenar provisionalmente los cortes	-	240	min/orden								
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5	5	min/orden								Se prepara el día anterior el lote de producción: 15 gavetas
3	Tizar capellada (colocación correa)	-	97	min/orden								Mesa de Preparación y actividades manuales
4	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2	3	min/orden								Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	-	139	min/orden								Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas
6	Coser tira posterior	-	295	min/orden								
7	Ribetear talón (corte abierto)	-	244	min/orden								
8	Coser contrafuerte en corte abierto	-	270	min/orden								
9	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	-	228	min/orden								
10	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden								Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas
11	Prefijar Hebilla en correa	-	389	min/orden								
12	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	2	1	min/orden								Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas
13	Coser costura adorno en correa	-	462	min/orden								
14	Coser portahabilla a corte	-	394	min/orden								
15	Coser correa a corte	-	396	min/orden								
16	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	2	1	min/orden								Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas
17	Abrochar correa	-	174	min/orden								
18	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	-	339	min/orden								
19	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	-	254	min/orden								
20	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	6	4	min/orden								Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas
21	Inspeccionar capelladas aparadas	-	87	min/orden								Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno
22	Moldear capellada	-	123	min/orden								
23	Trasladar a bodega seccional	13	5	min/orden								El traslado se lo hace a través de ascensor
Totales		32	4149		14	7	0	1	1			

Con base a la información de las tablas anteriores en relación al seguimiento de material a través del cursograma analítico y la propuesta de secuencia de operaciones se procedió al cálculo del tiempo de ciclo por modelo, estos valores se presentan en Tabla 3.60.

Tabla 3.60 Tiempos de ciclo por modelo luego de la mejora

Actividades	UM	Celeste	Sol	Isabel	Gissela
Operación	min/orden	3816	3803	3825	3803
Transporte	min/orden	23	20	22	20
Espera	min/orden	0,0	0	0	0
Inspección	min/orden	96	87	101,8	86,535
Almacenamiento	min/orden	240	240	240	240
Total (min/orden)		4174	4150	4188	4149
Pares por Orden		478	434	509	433
Tiempo de Ciclo (min/par)		8,7	9,6	8,2	9,6

Finalmente se procedió al análisis de valor de las operaciones propuestas para los modelos Celeste, Sol, Isabel y Gisella, esta información se presenta en Tabla 3.61, Tabla 3.62, Tabla 3.63 y Tabla 3.64 respectivamente.

Tabla 3.61 Propuesta de análisis de valor modelo Celeste

ANÁLISIS DE VALOR						
DATOS GENERALES						
Fecha:	20/07/2017					
Familia de Productos:	Balerina de Correa					
Nombre del Modelo:	Celeste					
Proceso de Análisis:	Aparado					
Método de Trabajo	Propuesto					
Responsable:	Verónica Apushón					
		FOTO PRODUCTO				
						
ANÁLISIS DE ACTIVIDAD						
No	Descripción Actividad	Tiempo min/orden	Observaciones	ANÁLISIS DE ACTIVIDAD		
				¿Es necesaria?	Tipo	Tiempo Valor Agregado
1	Almacenar provisionalmente los cortes	240,0	Se prepara el día anterior el lote de producción: 16 gavetas	No	NVA	-
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	6,0	Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1	No	NVAN	-
3	Tizar capellada (colocación correa)	163,7	Rayado para colocación de correa	Si	VA	163,7
4	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	3,0	Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1	No	NVAN	-
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	153,2		Si	VA	153,2
6	Coser tira posterior	326,0		Si	VA	326,0
7	Ribetear talón	201,9		Si	VA	201,9
8	Coser contrafuerte en corte abierto	298,7		Si	VA	298,7
9	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	251,4		Si	VA	251,4
10	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,5	Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1	No	NVAN	-
11	Prefijar Hebilla en correa	430,2		No	NVAN	-
12	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,5	Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1	No	NVAN	-
13	Coser costura adorno en correa	509,9		Si	VA	509,9
14	Coser portahquilla a corte	434,7		Si	VA	434,7
15	Coser correa a corte	437,4		Si	VA	437,4
16	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,5	Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1	No	NVAN	-
17	Abrochar correa	192,2		No	NVAN	-
18	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	280,6		Si	VA	280,6
19	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	4,5	Se hacen 5 traslados en grupos de 3 gavetas y 1 de 1	No	NVAN	-
20	Inspeccionar capelladas aparadas	95,6	Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno	No	NVAN	-
21	Moldear capellada	135,8		Si	VA	135,8
22	Trasladar a bodega seccional	5,0	El traslado se lo hace a través de ascensor	No	NVAN	-
		4174,4				3193,4
				Total	100%	4174
				Cant. Act.	%	Tiempo
				Agrega Valor (VA)	50%	3193
				No Agrega Valor (NVA)	5%	240
				No Agrega Valor, pero es necesaria (NVAN)	45%	741

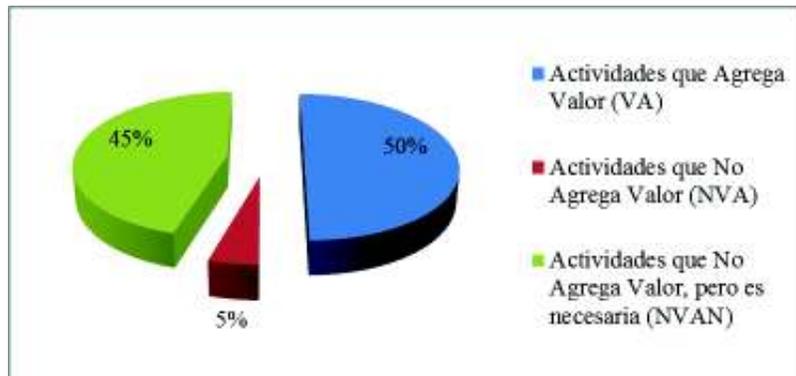


Figura 3.30 Propuesta composición de actividades proceso aparato modelo Celeste

En la Figura 3.30 se aprecia la propuesta de composición de actividades que corresponden a la secuencia de operaciones que se sigue para la fabricación de cortes aparados del modelo Celeste. En relación a la Eficiencia del ciclo del proceso, se obtiene el siguiente valor:

$$ECP = \frac{TVA}{TC} \implies \frac{3193 \text{ min}}{4174 \text{ min}} \implies ECP = 76,50 \%$$

Según el resultado se puede considerar como un proceso esbelto; la clasificación de actividades indica que al menos el 50% de ellas agregan valor al corte aparato.

Tabla 3.62 Propuesta de análisis de valor modelo Sol

ANÁLISIS DE VALOR		DATOS GENERALES	
ANÁLISIS DE VALOR		DATOS GENERALES	
ANÁLISIS DE VALOR		DATOS GENERALES	
Fecha: 20/07/2017 Familia de Productos: Balerna de Correa Sol Nombre del Modelo: Aparato Proceso de Análisis: Propuesto Método de Trabajo: Verónica Apushón Responsable:		FOTO PRODUCTO 	
Resumen Actividades		Resumen Actividades	
Actividad	Cant. Act.	%	Tiempo
Agrega Valor (VA)	12	55%	3238
No Agrega Valor (NVA)	1	5%	240
No Agrega Valor, pero es necesaria (NVAN)	9	41%	667
Total	22	100%	4145
ANÁLISIS DE ACTIVIDAD		ANÁLISIS DE ACTIVIDAD	
No	Descripción Actividad	Tiempo min/orden	Observaciones
1	Almacena provisionalmente los cortes	240,0	Se prepara el día anterior el lote de producción: 15 gavetas
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5,0	Mesa de Preparación y actividades manuales
3	Tizar capellada (colocación correa)	148,6	Rayado para costura correa
4	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2,5	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	139,1	
6	Coser tira posterior	295,9	
7	Ribetear talón (corte abierto)	183,2	
8	Coser contrafuerte en corte abierto	270,9	
9	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	228,2	
10	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,3	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
11	Pre fijar Hebilla en correa	390,5	
12	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	1,3	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
13	Coser costura adorno en correa	462,9	
14	Coser portahabilla a corte	394,6	
15	Coser correa a corte	397,0	
16	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,3	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
17	Abrochar correa	174,4	
18	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte terminado)	339,9	
19	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	254,7	
20	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	3,8	Se hacen 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
21	Inspeccionar capelladas aparadas	86,8	Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno
22	Moldear capellada	123,3	
23	Trasladar a bodega seccional	5,0	El traslado se lo hace a través de ascensor
		4150,0	
			3238,3

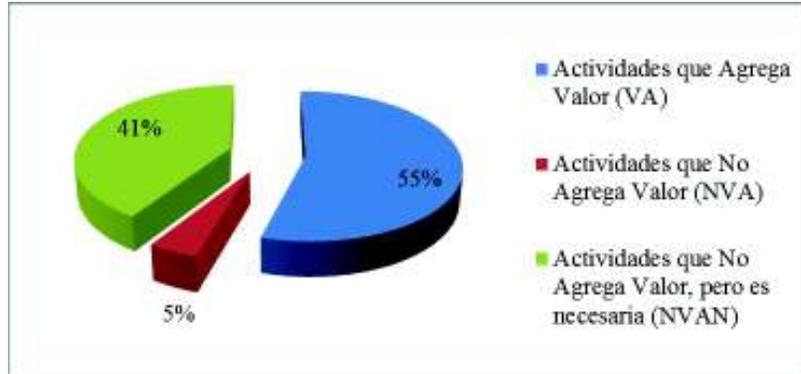


Figura 3.31 Propuesta composición de actividades proceso aparado modelo Sol

En la Figura 3.31 se aprecia la propuesta de composición de actividades que corresponden a la secuencia de operaciones que se sigue para la fabricación de cortes aparados del modelo Sol. En relación a la eficiencia del ciclo del proceso, se obtiene el siguiente valor:

$$ECP = \frac{TVA}{TC} \implies \frac{3238 \text{ min}}{4150 \text{ min}} \implies ECP = 78,03 \%$$

Según el resultado se puede considerar como un proceso esbelto; la clasificación de actividades indica que al menos el 55% de ellas agregan valor al corte aparado.

Tabla 3.63 Propuesta de análisis de valor modelo Isabel

ANÁLISIS DE VALOR		DATOS GENERALES				
Fecha:		20/07/2017				
Familia de Productos:		Balerina de Correa				
Nombre del Modelo:		Isabel				
Proceso de Análisis:		Aparado				
Método de Trabajo		Actual				
Responsable:		Verónica Apushón				
FOTO PRODUCTO						
Resumen Actividades						
Actividad	Cant. Act.	%	Tiempo			
Agrega Valor (VA)	11	52%	3437			
No Agrega Valor (NVA)	1	5%	240			
No Agrega Valor, pero es necesaria (NVAN)	9	43%	506			
Total	21	100%	4183			
No	Descripción Actividad	Tiempo min/orden	Observaciones	ANÁLISIS DE ACTIVIDAD		
				¿Es necesaria?	Tipo	Tiempo Valor Agregado
1	Almacenar provisionalmente los cortes	240,0	Se prepara el día anterior el lote de producción: 17 gavetas	No	NVA	-
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5,0	Mesa de Preparación y actividades manuales	No	NVAN	-
3	Tizar capellada (colocación correa)	173,0	Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa	Si	VA	173,000078
4	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	3,0	Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2.	No	NVAN	-
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	163,1		Si	VA	163,1
6	Coser contrafuerte en corte abierto	317,7		Si	VA	317,7
7	Coser zigzag talón lateral - capellada	234,4		Si	VA	234,4
8	Coser tira posterior	347,1		Si	VA	347,1
9	Ribetear talón (corte abierto)	287,1		Si	VA	287,1
10	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,5	Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2	No	NVAN	-
11	Prefijar Hebilla en correa	183,2		No	NVAN	-
12	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	1,5	Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2	No	NVAN	-
13	Coser costura adorno en correa	542,8		Si	VA	542,8
14	Coser portahabilla a corte	462,8		Si	VA	462,8
15	Coser correa a corte	465,6		Si	VA	465,6
16	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,5	Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2	No	NVAN	-
17	Abrochar correa	204,5		No	NVAN	-
18	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	298,7		Si	VA	298,7
19	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	4,5	Se realizan 5 traslados en grupos de 3 gavetas y uno de 2	No	NVAN	-
20	Inspeccionar capelladas aparadas	101,8	Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno	No	NVAN	-
21	Moldear capellada	144,6		Si	VA	144,6
22	Trasladar a bodega seccional	5,0	El traslado se lo hace a través de ascensor	No	NVAN	-
		4188,3				3436,8

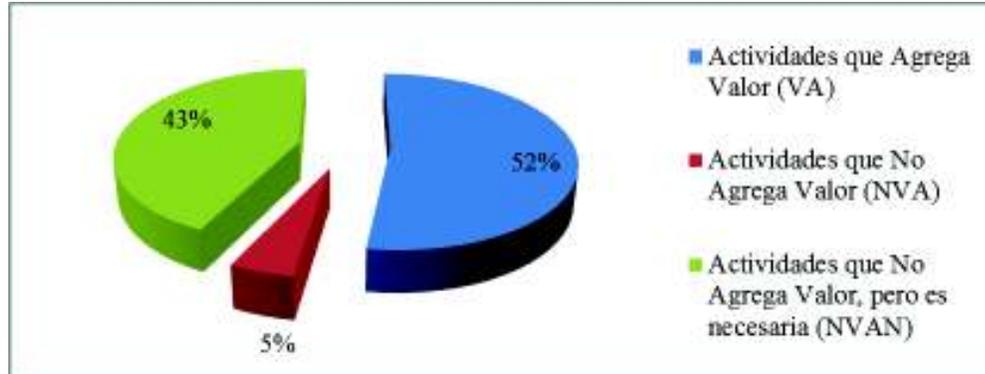


Figura 3.32 Propuesta composición de actividades proceso aparato modelo Isabel

En la Figura 3.32 se aprecia la propuesta de composición de actividades que corresponden a la secuencia de operaciones que se sigue para la fabricación de cortes aparados del modelo Isabel. En relación a la eficiencia del ciclo del proceso, se obtiene el siguiente valor:

$$ECP = \frac{TVA}{TC} ==> \frac{3437 \text{ min}}{4188 \text{ min}} ==> ECP = 82,06 \%$$

Según el resultado se puede considerar como un proceso esbelto; la clasificación de actividades indica que al menos el 52% de ellas agregan valor al corte aparato.

Tabla 3.64 Propuesta de análisis de valor modelo Gissela

ANÁLISIS DE VALOR		DATOS GENERALES	
Fecha:		20/07/2017	
Familia de Productos:		Balerina de Correa	
Nombre del Modelo:		Gissela	
Proceso de Análisis:		Aparado	
Método de Trabajo		Actual	
Responsable:		Verónica Apushón	
FOTO PRODUCTO			
Resumen Actividades			
Actividad	Cant. Act.	%	Tiempo
Agrega Valor (VA)	13	57%	3326
No Agrega Valor (NVA)	1	4%	240
No Agrega Valor, pero es necesaria (NVAN)	9	39%	583
Total	23	100%	4149
ANÁLISIS DE ACTIVIDAD			
No	Descripción Actividad	Tiempo min/orden	Observaciones
1	Almacenar provisionalmente los cortes	240,0	Se prepara el día anterior el lote de producción: 15 gavetas
2	Trasladar gavetas de cortes a mesa de trabajo manual	5,0	Mesa de Preparación y actividades manuales
3	Tizar capellada (colocación correa)	96,9	Rayado para costura adorno, colocación de aplique y correa
4	Trasladar gaveta de cortes a mesas de costura	2,5	Se realizan 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
5	Realizar costura Zigzag talones parte posterior	138,7	
6	Coser tira posterior	295,1	
7	Ribetear talón (corte abierto)	244,1	
8	Coser contrafuerte en corte abierto	270,2	
9	Realizar costura zigzag lateral 2 lados (cerrado corte)	227,6	
10	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,3	Se realizan 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
11	Prefijar Hebilla en correa	389,5	
12	Trasladar gaveta de cortes a mesa de costura	1,3	Se realizan 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
13	Coser costura adorno en correa	461,6	
14	Coser portahabilla a corte	393,5	
15	Coser correa a corte	395,9	
16	Trasladar gaveta de cortes a mesa de trabajo manual	1,3	Se realizan 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
17	Abrochar correa	173,9	
18	Colocar y remachar aplique adorno en capellada (corte termina)	339,0	
19	Recortar, quemar hilos y limpiar corte terminado	254,0	
20	Trasladar de gavetas a zona de moldeado	3,8	Se realizan 5 trasladados en grupos de 3 gavetas
21	Inspeccionar capelladas aparadas	86,5	Revisión integral de cortes aparados, finalizado el turno
22	Moldear capellada	122,9	
23	Trasladar a bodega seccional	5,0	El traslado se lo hace a través de ascensor
		4149,5	
ANÁLISIS DE ACTIVIDAD			
Agrega Valor?	¿Es necesaria?	Tipo	Tiempo Valor Agregado
No	No	NVA	-
No	Si	NVAN	-
Si	Si	VA	96,9
No	Si	NVAN	-
Si	Si	VA	138,7
Si	Si	VA	295,1
Si	Si	VA	244,1
Si	Si	VA	270,2
Si	Si	VA	227,6
No	Si	NVAN	-
No	Si	NVAN	-
No	Si	NVAN	-
Si	Si	VA	461,6
Si	Si	VA	393,5
Si	Si	VA	395,9
No	Si	NVAN	-
No	Si	NVAN	-
Si	Si	VA	339,0
Si	Si	VA	254,0
No	Si	NVAN	-
Si	Si	VA	86,5
Si	Si	VA	122,9
No	Si	NVAN	-
			3326,1

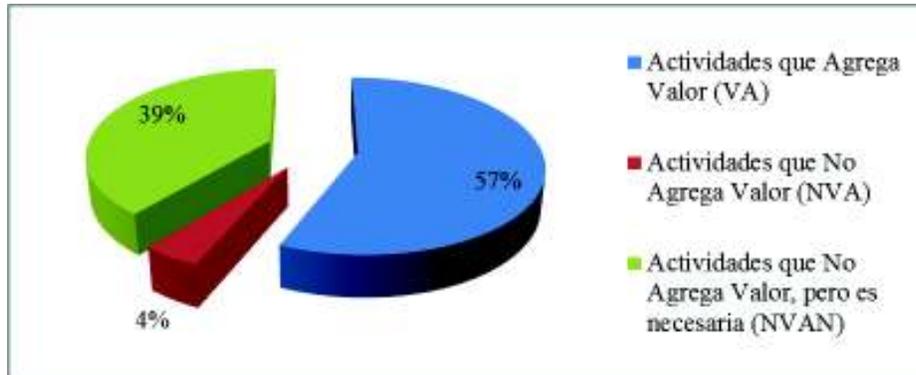


Figura 3.33 Propuesta composición de actividades proceso aparato modelo Gissela

En la Figura 3.33 se aprecia la propuesta de composición de actividades que corresponden a la secuencia de operaciones que se sigue para la fabricación de cortes aparados del modelo Gissela. En relación a la eficiencia del ciclo del proceso, se obtiene el siguiente valor:

$$ECP = \frac{TVA}{TC} ==> \frac{3326 \text{ min}}{4149 \text{ min}} ==> ECP = 80,16 \%$$

Según el resultado se puede considerar como un proceso esbelto; la clasificación de actividades indica que al menos el 57% de ellas agregan valor al corte aparato.

Con base a la información recabada en los cuadros anteriores se resume en Tabla 3.65 la tipología de actividades por modelo así como la eficiencia del ciclo del proceso:

Tabla 3.65 Eficiencia de ciclo por modelo luego de la mejora

Actividades	Celeste	Sol	Isabel	Gissela
Agrega Valor (VA)	11	12	11	13
No Agregas Valor (NVA)	1	1	1	1
No Agregas Valor, pero es necesaria (NVAN)	10	9	9	9
ECP	76,5%	78,0%	82,1%	80,2%

Esto representa en promedio un 79,2% de eficiencia del ciclo del proceso entre los cuatro modelos analizados.

3.3.4.4 Producir según sistema pull (seguir la demanda del cliente)

Para el apoyo de este principio se utilizó Heijunka, con la finalidad de ejemplificar su aplicación se trabajó con tres modelos representativos (Celeste, Nora, Isabel) de los más vendidos en el periodo 2010 – 2015. Se consideró la venta de estos modelos en el año 2015, se usó el supuesto que el 90% de su producción anual fue en la temporada costa (cuatro meses de fabricación), la necesidad de producción diaria por cada modelo se presenta en la Tabla 3.66:

Tabla 3.66 Modelos seleccionados para corrida Heijunka

Modelo	Familia	Modelo	Ventas 2015	Temporada Costa	Necesidad Mensual	Necesidad Diaria
A	Balerina con Correa	Celeste	32681	29412	7353	368
B	Mafalda	Nora	4729	4256	1064	53
C	Balerina con Correa	Isabel	37893	34104	8526	426
Totales			75303	67772	16943	847

Con esta información se calculó el takt time, para este caso se trabajó con los siguientes datos para la determinación del tiempo disponible de producción:

- No. Horas de Jornada: 8 h
- No. Turnos: 2 turnos/ día
- No. Personas por célula de costura: 8 personas/célula
- Tiempo de Comida: 20 min

En el caso de la demanda se consideró la suma de la necesidad diaria de los tres modelos seleccionados para la simulación.

$$\text{Takt Time} = \frac{T_d}{D_c}$$

Donde:

T_d: Tiempo de producción disponible por periodo (segundos) → 7,67 h * 3600 s * 8 personas * 2 turnos = **441792 s**

D_c: Demanda cliente por periodo (unidades) → **847 pares**

$$\text{Takt Time} = \frac{441792 \text{ s}}{847 \text{ pares}} = 521,6 \text{ s/par}$$

Esto significa que para satisfacer la demanda se debe fabricar un par de cortes aparados cada 521,6 s; si va más rápido puede haber problemas de calidad, inventario en proceso y posibilidad de producir en exceso; si va más lento se generará un cuello de botella y probabilidad de no cumplir con el pedido del cliente.

Se hizo la corrida con la fabricación de un producto después del otro y a través de diferentes tamaños de lote: a) 50 pares; y, b) 25 pares, con base en los datos obtenidos se procedió a realizar la programación de la producción para un día de trabajo con los dos escenarios: a) producción normal (sin averías); y, b) producción con paro no planificado, los datos se muestran a continuación:

- a) **Programación de producción - un producto después de otro:** se programa la fabricación del producto A, luego B y al final C, para lo cual con base a los estándares de producción actuales se requiere de 2,5 turnos para abastecer la necesidad de los tres modelos, esta información es presentada en Tabla 3.67 .

Tabla 3.67 Datos para simulación fabricación un modelo después de otro: A – B – C

Modelo	Necesidad Diaria (pares)	Estándar Actual		
		CP (pares/turno)	TS	No. Turnos requeridos
A	368	280	788,9	1,3
B	53	275	803,3	0,2
C	426	445	496,4	1,0
Totales	847			2,5

- b) **Programación de producción – lotes de 25 y 50 pares:** en este caso se determina el número de tarjetas Kanban para la fabricación en lotes de 50 pares y 25 pares, se toma en cuenta que actualmente el proceso no tiene un stock de seguridad, el valor asignado será cero; a continuación se muestra una ejemplificación del cálculo:

$$No. Kanbans = \frac{(\text{Requerimiento diario} + \text{inventario de seguridad})}{\text{Número de Piezas por Contenedor}}$$

Modelo A – lote 50 pares

$$\text{No. Kanbans} = \frac{368 \text{ pares}}{50 \text{ pares}} = 7,4 \text{ Kanbans}$$

En este caso existirán siete Kanban de 50 pares y un Kanban de 18 pares.

Modelo A – lote 25 pares

$$\text{No. Kanbans} = \frac{368 \text{ pares}}{25 \text{ pares}} = 14,7 \text{ Kanbans}$$

En este caso existirán catorce Kanban de 25 pares y un Kanban de 18 pares.

El resto de cálculos se resumen en Tabla 3.68, para equilibrar la salida de producto de la línea de costura se establece la siguiente secuencia de producción: C-A-C-A y a media jornada se enviará el producto B. A través del número de Kanban se determina la cantidad de tarjetas de producción que se deben generar a lo largo de la jornada de producción, estos datos se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 3.68 Datos para simulación fabricación lotes de 25 y 50 pares

Modelo	Necesidad Diaria (pares)	Lote = 50 pares		Lote = 25 pares	
		Estándar de empaque (pares)	# de Kanbans	Estándar de empaque (pares)	# de Kanbans
A	368	50	7,4	25	14,7
B	53	50	1,1	25	2,1
C	426	50	8,5	25	17,1
Totales	847		16,9		33,9

• **ESCENARIO 1 PRODUCCIÓN NORMAL (SIN AVERÍAS)**

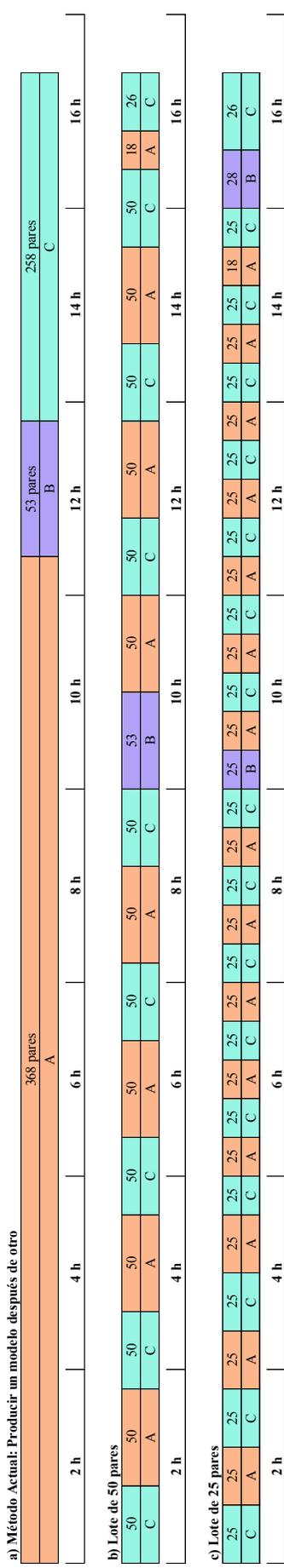


Figura 3.34 Diagrama de Gantt - producción normal (sin averías)

En la Figura 3.34 se presenta la simulación de la programación con las siguientes consideraciones: a) fabricación de producto después del otro; b) lote de 50 pares; y, c) lote de 25 pares. El curso de la producción es sin novedades; sin embargo, para el primer caso se evidencia que no se alcanza a cumplir con la demanda por cuanto hay un faltante de 168 pares del modelo C pues la fabricación es con base a los estándares de producción de cada modelo.

En este escenario se evidencia el beneficio de trabajar en lotes más pequeños, por cuanto hay mayor variedad de productos a lo largo de la jornada laboral, ello permitirá que los tiempos de entrega disminuyan, no tener inventario inmóvil por esperar al último artículo fabricado.

Tabla 3.69 Comparativo producción normal (sin averías) vs producción con paro no planificado

Ítem	Pedido	Fabricación Escenario 1: Producción Normal (Sin Averías)						Fabricación Escenario 2: Paro No Planificado					
		A - B - C		Lote 50 pares		Lote 25 pares		A - B - C		Lote 50 pares		Lote 25 pares	
		Cant.	% Cumpl.	Cant.	% Cumpl.	Cant.	% Cumpl.	Cant.	% Cumpl.	Cant.	% Cumpl.	Cant.	% Cumpl.
A	368	100%	368	100%	368	100%	333	90%	288	78%	280	76%	
B	53	100%	53	100%	53	100%	0	0%	53	100%	53	100%	
C	426	61%	426	100%	426	100%	229	54%	356	84%	339	79%	
Totales	679	87%	847	100%	847	100%	562	48%	697	87%	672	85%	

En el escenario producción con paro no planificado se ratifica la importancia de trabajar en lotes de producción ya que al momento de presentarse algún inconveniente, este afecta directamente al nivel de servicio brindado al cliente pues cuando se fabrica lotes grandes se corre el riesgo que algún producto no esté disponible al momento del despacho.

3.3.4.5 Buscar permanentemente la perfección

El objetivo principal se debe enfocar en desarrollar competencias y habilidades en el uso herramientas que fortalezcan los cimientos de los principios de manufactura esbelta para coadyuvar con la mejora continua de la empresa, a través de ello generar un cambio cultural hacia el pensamiento esbelto en áreas operacionales, mandos medios y directivos; por ello es necesario desarrollar una visión integral de conceptos y prácticas esenciales para la implementación de manufactura esbelta.

Como parte de un sistema de manufactura esbelta constantemente la empresa debe colocar metas más ambiciosas encaminadas a la mejora continua, para evitar caer en la zona de confort o la inercia del día a día, a menudo existirán procesos productivos y métodos de trabajo perfectibles.

La capacitación y el entrenamiento deben ser escalados a todas las áreas de la organización, inicialmente arranca con los directivos, quienes serán los abanderados en la transferencia de nuevos hábitos a través de la enseñanza de métodos enfocados al cómo aplicar las herramientas de manufactura esbelta.

Todos los líderes designados para los procesos de capacitación y entrenamiento deben enfocar el aprendizaje hacia el saber hacer las cosas, por cuanto la mejor forma de aprender es a través de la práctica, el complemento vital e ideal es el Gemba (lugar donde suspenden las cosas).

Los miembros de la organización que asistan a las jornadas de capacitación y entrenamiento deben convertirse en practicantes asiduos de la filosofía de manufactura esbelta, con la capacidad de enseñar, guiar y ser mentores en la implementación y uso diario de la metodología. Es importante el empoderamiento de todos los niveles de la organización para que el mejoramiento continuo sea tangible en la menor cantidad de tiempo, recordar que el objetivo principal es tener una empresa esbelta en todos sus procesos a través de la estandarización y mejora de procesos apoyados en el uso de las herramientas de manufactura esbelta.

Como parte del programa de capacitación y entrenamiento se propuso el plan presentado en Tabla 3.70, éste arranca desde los orígenes de manufactura esbelta y pasa por aspectos que se deben interiorizar en todos los niveles jerárquicos como es el caso de los capítulos I a III, luego las charlas y dinámicas son especializadas hacia el área de gestión, productiva y mantenimiento para al final asignar proyectos de mejora a los miembros de la organización en pro de buscar procesos ágiles, eficientes e innovadores como lo manda la misión de la empresa.

Tabla 3.70 Propuesta de plan de capacitación

MÓDULOS	TEMARIO	MES 1				MES 2			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
CAPÍTULO I. Introducción a Manufactura Esbelta	Orígenes de Manufactura Esbelta								
	Pensamiento Esbelto								
	Pilares de Manufactura Esbelta								
	Principios de Manufactura Esbelta								
CAPÍTULO II. Análisis de Valor	Desperdicios - Tipos								
	Identificación y eliminación de desperdicios								
	Valor Agregado								
	Tipo de Actividades								
	Mapa de flujo de Valor								
	Dinámica - Reconocer desperdicios en el proceso productivo								
CAPÍTULO III. Cultura de Mejora Continua	Dinámica - Mapeo de Flujo de Valor proceso piloto								
	Kaizen								
	Análisis y Solución de Problemas								
	PCDA								
	Empoderamiento								
	Dinámica - Análisis de 5 por qué?								
CAPÍTULO IV. Fábrica Visual	Dinámica - Reporte A3 - Desarrollo de Mejoras								
	5 S								
	Tipo de Señalética								
	Dinámica - Auditoría 5 "S" área de trabajo piloto								
CAPÍTULO V. Procesos Flexibles	Dinámica - Criterios para clasificar y ordenar objetos en el área de trabajo								
	Estandarización								
	Celdas de Manufactura								
	Kanban								
	Heijunka								
	Producción por lotes y flujo continuo								
	Cálculo Takt Time								
CAPÍTULO VI. Mantenimiento Productivo Total	Dinámica - Estandarizar un proceso piloto								
	Dinámica - Simulación Heijunka								
	Tipos de Mantenimiento								
	Efectividad Global de Equipos								
CAPÍTULO VII. Procesos Confiables	Smed								
	Dinámica - Smed proceso piloto								
	Jidoka								
CAPÍTULO VIII. Manos a la Obra	Andon								
	Poka Yoke								
	Dinámica - Poka Yoke herramientas proceso de costura								
CAPÍTULO VIII. Manos a la Obra	Asignación de Proyectos por grupo de trabajo								

Como complemento es importante el uso registros para el análisis y solución de oportunidades de mejora con el fin de entrenar a los miembros de la organización en la buena práctica de ser activos agentes de cambio en la mejora de procesos de Plasticaucho Industrial S.A. Por ello se sugiere el uso de herramientas para la investigación de problemas como es caso de análisis de oportunidades de mejora (5 por qué?) y resolución de oportunidades de mejora (A3):

- **Sección 1:** Colocar la información general relacionada a:
 - Número de Reporte
 - Fecha en que se detecta la oportunidad de mejora
 - Nombre del colaborador que liderará la investigación
 - Nombre de la oportunidad de mejora (mencionar objeto + problema)
- **Sección 2:** Colocar fotografías e información relevante que permita identificar la oportunidad de mejora.
- **Sección 3:** Luego de una observación directa describir todas las condiciones (cualitativas y cuantitativas) al respecto de la ocurrencia de la oportunidad detectada.
- **Sección 4:** Aquí arranca el análisis causal de la oportunidad detectada, para ello la investigación debe ser muy detallada al tomar como base del análisis los criterios que pueden afectar a mano de obra, materiales, maquinaria y métodos de trabajo. Adicional a ello es necesario hacer las preguntas ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Quién? según sea el caso para detectar la causa raíz.
- **Sección 5:** Después del análisis inicial se determina el primer porqué y se procede a las siguientes interrogantes hasta determinar la causa que ocasionó la ocurrencia del problema.
- **Sección 6:** Se determina un plan de acción con responsables y fechas, el mismo deberá tener tres instancias:
 - Actividades Temporales: son acciones de contención para contrarrestar la ocurrencia del problema en el corto plazo.
 - Acciones permanentes: son acciones que evitarán que el problema se vuelva a presentar.
 - Estandarización en Líneas Similares: es necesario implementar acciones en líneas similares ya que las lecciones aprendidas.

Para complementar el análisis anterior se plantea el uso del reporte formato A3 con la finalidad de que a través de una sola página se presente la cronología de la resolución de oportunidades de mejora.

		REPORTE DE RESOLUCIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA (A3)		Código: PI-SME-REG02 Fecha de Elaboración: 20/07/2017 Última aprobación: 21/07/2017 Revisión: 1
Elaborado por: Verónica Apushón		Revisado por: Verónica Apushón		Aprobado por: Jefe de Planta Calzado Escolar
No. Reporte	Equipo de Trabajo	Fecha de Inicio	Observaciones Generales	
Líder del Equipo		Fecha de Finalización		
1. Aclarar y Validar el problema ¿Qué es? ¿Qué no es? Definición del Problema:		3. Análisis de Causas Raíz		7. Evaluar Resultados
2. Análisis de Situación Actual		5. Plan de Acción - Desarrollar Contramedidas Actividad 1 2 3		8. Estandarizar en áreas similares
3. Establecer objetivos de mejora 1 2 3 4		6. Seguimiento de Contramedidas		

Figura 3.37 Formato de reporte de resolución de oportunidades de mejora (A3)

En Figura 3.37 se muestra el registro para reporte de resolución de oportunidades de mejora, el mismo debe llenarse de la siguiente forma:

- **Aclarar y validar el problema:** el equipo debe aclarar el problema a través de datos (cuantitativos, si es posible) para validar qué es y qué no es, el que se problema, luego se procede a la definición del problema, en el caso de considerarlo necesario colocar una fotografía que evidencie la problemática.
- **Análisis de situación actual:** consiste en descomponer el problema a través de herramientas de análisis como el caso de diagramas de proceso, SIPOC, mapa de flujo de valor, gráficas de tendencias, etc.
- **Establecer objetivos de mejora:** el equipo determinará qué aspectos son los esperados a través de la solución de la oportunidad de mejora detectada, los objetivos deben ser: específicos, medibles, alcanzable, relevantes y en un tiempo determinado.
- **Análisis de causas raíz:** a través del uso del diagrama de Ishikawa es necesario determinar las causas raíz del problema detectado, el análisis se puede complementar con el uso de las herramientas de 5 por qué? y Pareto.

- **Plan de acción - desarrollar contramedidas:** el equipo debe definir el plan de acción de contramedidas para abordar sólo la causa raíz y, en teoría, deberían resolver el problema identificado, para este caso se usa lluvia de ideas.
- **Seguimiento de contramedidas:** consiste en hacer el seguimiento de las contramedidas y asegurar que cada una de ellas se haya cumplido.
- **Evaluar resultados:** el análisis se lo realiza luego de finalizadas las contramedidas, a través de datos comparativos se evalúan si han existido las mejoras esperadas.
- **Estandarizar en áreas similares:** una vez finalizado el proceso es importante reconocer el esfuerzo del equipo y luego proceder a estandarizar los resultados obtenidos en áreas que pudieran presentar potencialmente las novedades detectadas al inicio del taller con la finalidad de minimizar su ocurrencia.

3.4 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En Tabla 3.71 se evidencian las mejoras logradas a nivel de productividad en los modelos estudiados dentro de la familia de productos balerina con correa, siendo el modelo Celeste el que representa la mejora más alta pues al realizar la estandarización a nivel de patronaje se disminuyeron la cantidad de piezas a procesar.

Tabla 3.71 Comparativo de productividad proceso aparado antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta

Modelo	Comparativo de Indicador de Productividad (pares/turno)			
	Actual	Propuesta	Mejora	%
Celeste	280	478	198	70,9%
Sol	339	434	95	28,0%
Isabel	445	509	64	14,3%
Gissela	361	433	72	19,9%
Promedio de la Mejora				33,3%

Con el apoyo de ANEXO XVII para el cálculo del costo de hora – hombre y los datos recabados a partir del cálculo de productividad en la situación actual y la propuesta se calcularon los costos de mano de obra directa por par de corte

aparado, esta información se presenta en Tabla 3.72 aquí se aprecian mejoras considerando que en la propuesta se incorpora el valor de la mano de obra del operador de la máquina de costura automática, como se mencionó Celeste es el modelo que mayor mejoras representa.

Tabla 3.72 Comparativo de costo de mano de obra directa proceso aparado antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta

Segmento	Horma	Modelo	Comparativo Mano de Obra Directa Aparado (\$/par)				Ahorro
			Actual Aparado en Célula	Propuesta		Total Propuesta	
				Aparado en Célula	Costura Automática		
Infantil	Horma 1	Celeste	\$ 0,96	\$ 0,56	\$ 0,07	\$ 0,63	\$ (0,32)
Infantil	Horma 1	Sol	\$ 0,79	\$ 0,62	\$ 0,05	\$ 0,67	\$ (0,12)
Infantil	Horma 1	Isabel	\$ 0,60	\$ 0,53	\$ 0,03	\$ 0,55	\$ (0,05)
Joven	Horma 2	Gissela	\$ 0,74	\$ 0,62	\$ 0,03	\$ 0,64	\$ (0,10)

En relación a la estandarización del patronaje se logró disminuir el consumo de contrafuerte y cuero en tres modelos (Celeste, Sol e Isabel), en el caso de Gissela se obtuvo un incremento en el consumo de capellada por cuanto este modelo pertenece a otra horma lo cual le da un volumen diferente a los otros modelos, en Tabla 3.73 se presentan los valores para contrafuerte N5 y cuero expresados en sus unidades de medida metros cuadrados y decímetros cuadrados respectivamente. En promedio existió un ahorro del 8% en consumo de cuero por par de calzado.

Tabla 3.73 Comparativo de consumos de materiales antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta

Modelo	Segmento	Horma	Comparativo Consumo de Materiales - Contrafuerte (m ²)			Comparativo Consumo de Materiales - Cuero (dm ²)			
			Actual	Propuesta	Ahorro	Actual	Propuesta	Ahorro \$	Ahorro %
Celeste 36	Infantil	Horma 1	1,41	1,38	-0,03	14,6	10,0	-4,7	-32%
Sol 36	Infantil	Horma 1	1,43	1,38	-0,05	10,2	10,0	-0,3	-3%
Isabel 36	Infantil	Horma 1	1,62	1,38	-0,24	10,5	10,4	-0,1	-1%
Gissela 36	Joven	Horma 2	1,6	1,38	-0,22	9,7	10,0	0,2	2%
Promedio					-0,135			-1,2	-8%

Lógicamente las mejoras en consumo de cuero impactan directamente al costo del corte aparado, pues ésta es una materia prima que representa el 80% del

valor total del subensamble en materiales, las mejoras se muestran en Tabla 3.74 para cada uno de los modelos, el valor ahorrado en el modelo Celeste es sustancialmente alto a diferencia de los modelos Sol e Isabel; sin embargo al momento de traducir a cantidad de pares de demanda los ahorros se escalan. En el caso del modelo Gissela el valor del patronaje se compensa con la mejora obtenida en costo a nivel de productividad teniendo así un ahorro en el global de cinco centavos para este modelo.

Tabla 3.74 Comparativo de costos de materiales de cortes aparados antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta

Segmento	Horma	Modelo	Comparativo Costo de Materiales \$/par		
			Actual (USD)	Propuesta (USD)	Ahorro (USD)
Infantil	Horma 1	Celeste 36	4,43	3,21	-1,22
Infantil	Horma 1	Sol 36	3,29	3,22	-0,07
Infantil	Horma 1	Isabel 36	3,12	3,10	-0,03
Joven	Horma 2	Gissela 36	3,10	3,15	0,05

Finalmente en Tabla 3.75 se aprecian los valores obtenidos a nivel de eficiencia de ciclo con un 24% de mejora, luego en relación al tiempo de ciclo se obtuvo una mejora del 27,9% comparado con los datos originales.

Tabla 3.75 Comparativo de ECP y TC antes y después de implementación de las herramientas de manufactura esbelta

Modelo	Eficiencia de Ciclo (%)			Tiempo de Ciclo (min/par)		
	Actual	Propuesta	% Mejora	Actual	Propuesta	% Mejora
Celeste	57,3%	76,5%	33,4%	15,60	8,7	44%
Sol	61,7%	78,0%	26,5%	13,25	9,6	28%
Isabel	69,3%	82,1%	18,4%	10,03	8,2	18%
Gissela	68,2%	80,2%	17,5%	12,25	9,6	22%
Promedio	64,1%	79,2%	24,0%	12,78	9,03	27,9%

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Con el apoyo de herramientas como el caso de mapa de flujo de valor y cursograma analítico de material se identificaron las actividades necesarias para obtener un corte de aparado, se evaluó su valor y se propusieron mejoras a nivel de estandarización en ciertos puntos del proceso, por ejemplo en el caso de costura adorno capellada, se propuso costura automática.
- El proceso de aparado con los métodos de trabajo actuales tiene una productividad promedio de 356 pares/ turno y un tiempo de ciclo de 12,8 min/par.
- A través del uso de las herramientas de manufactura esbelta se logró estandarizar el patronaje y las operaciones de costura de la familia de productos Balerina con correa, con ello se obtuvo una mejora en el Indicador de productividad de un 33,3 % por turno de trabajo, esto representa la fabricación de 463 pares/ turno en promedio.
- En función de la selección de una familia de productos dentro de la categoría calzado escolar se logró estandarizar el patronaje con el apoyo del área de desarrollo y producción, este aspecto tuvo incidencia en las mejoras a nivel de productividad; se obtuvo un ahorro de materia prima cuero de un 8% por par de calzado en el total de los modelos estudiados, siendo la mayor mejora en el modelo Celeste con el 32% de ahorro en consumo de piel por par.
- Con la estandarización de operaciones de costura para la familia de productos Balerina con Correa los tiempos de ciclo de los modelos estudiados bajaron en un promedio (simple) de 27,9% por par y la eficiencia del ciclo del proceso tuvo una mejora de un 24%.
- Al considerar el flujo de producción alineado al takt time se obtienen mejores tiempos de entrega, en complemento con Heijunka y Kanban los niveles de servicio son altos principalmente cuando el tamaño de lote disminuye o existen paros no planificados durante la jornada de producción.

4.2 RECOMENDACIONES

- Al inicio del desarrollo de producto es necesario identificar las operaciones que generan valor y los desperdicios tipo uno y dos, para establecer cuáles pueden eliminarse para mejorar la productividad, o a la vez qué proceso puede ser mejorado, estandarizado o sintetizado para garantizar un mejor producto en menor tiempo, es importante que este análisis se lo haga antes de implementar el producto en producción y así mismo durante la fabricación de calzado, pues en la mayoría de los casos se encuentran oportunidades de mejora.
- Constantemente reevaluar toda situación o proceso de la compañía para no dejar que la inercia se convierta en la restricción del sistema, es importante el compromiso de los colaboradores a todo nivel para la implementación de metodologías que ayuden a elevar la productividad de los procesos fabriles y administrativos.
- Realizar un análisis SMED con la finalidad de disminuir los tiempos de actividades manuales como es el caso del tizado, prefijado o elaboración de correas.
- Incorporar en la programación de producción el método de trabajo a través de takt time para responder adecuadamente a la demanda del mercado.
- Trasladar los resultados obtenidos en la investigación a los otros segmentos de productos de la línea de calzado escolar, utilizar la metodología de manufactura esbelta desarrollada en el presente trabajo de investigación.
- A través de la estandarización del patronaje realizar un estudio de su incidencia en los estándares de producción del proceso de troquelado y el aprovechamiento de la piel.
- Creativamente a través de diseño utilizar técnica láser para simular apliques, marquillas e incluso costuras adorno; por otro lado evaluar el desarrollo de correas autoajustables con el fin de mejorar la productividad de las operaciones ya establecidas para la familia de productos balerina con correa.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atom, G. (2016). *Troqueladoras Manuales*. Recuperado de http://www.atom-spain.com/troquelado_manual.html (Junio 2017).
2. Baca, G., Cruz, M., Vázquez, I., Baca, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., Rivera, A., Rivera, I., y Obregón, M. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. (2da ed.). México DF, México: Grupo Editorial Patria, S.A de C,V.
3. Ballesteros, P. (2008). *Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84903839.pdf> (Febrero 2017).
4. Cámara de Industrias de Tungurahua. (2016). *Tungurahua abarca el 44% de producción en calzado ecuatoriano*. Recuperado de <https://camaradeindustriasdetungurahua.wordpress.com/2016/03/07/tungurahua-abarca-el-44-de-produccion-en-calzado-ecuatoriano/> (Junio 2017).
5. Chase, Aquilano y Jacobs. (2007). *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva*. (12ma ed.). México DF, México: Mc Graw - Hill.
6. Cuatrecasas, L. (2017). *La productividad y el volumen de producción en Lean: dos conceptos independientes*. Recuperado de <http://www.mylean.org/en/que-es-lean/definiciones-lean/principios/728-1701-cuatrecasas> (Febrero 2017).
7. D'Alessio, F. (2004). *Administración y dirección de la producción. Enfoque estratégico y de calidad*. (2da ed.). México DF, México: Pearson.
8. El Comercio. (2017). *86 expositores de calzado presentes en una feria en Ambato*. Recuperado de <http://www.revistalideres.ec/lideres/estrategias-expositores-calzado-presentes-feria.html>. (Julio 2017).
9. Erps. (2017). *Indústria de Máquinas Erps*. Recuperado de <http://www.erps.com.br/> (20 Junio 2017).

10. ESADE Business School. (2004). *Guías de Gestión de la Innovación: Producción y Logística*. (1ra ed.). Barcelona, España: Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM).
11. Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. (3ra ed.). México DF, México: Mcgraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
12. Harvard Business. (2010a). *Cómo ejecutar la Innovación*. (1ra ed.). Santiago, Chile: Impact Media Comercial S.A.
13. Harvard Business. (2010b). *Fomentar la creatividad*. (1ra ed.). Santiago, Chile: Impact Media Comercial S.A.
14. Hay, E. (2003). *Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. (1ra ed.). Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma.
15. Heizer, J. y Render, B. (2008). *Dirección de la producción y operaciones. Decisiones tácticas*. (8va ed.). Madrid, España: Pearson Educación S.A.
16. Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. (7ma ed.). México DF, México: Pearson Education.
17. Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion> (Febrero 2017).
18. Imporcalza. (2016). *Imporcalza*. Recuperado de <http://www.imporcalza.com.ec/productos/ivomaq/> (Julio 2017).
19. INEC. (2010). *Proyecciones Poblacionales*. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/> (Julio 2017).
20. Jones, D. y Womack, J. (2012). *Lean Thinking. Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. (2da ed.). Barcelona, España: Ediciones Gestión 2000.

21. Krajewski, L., Ritzman, L. y Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones, procesos y cadena de valor*. (8va ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
22. Liker, J. (2006). *Las Claves del Éxito Toyota*. (1ra ed.). Barcelona, España: Gestión 2000.
23. Liker, J. y Meier, D. (2008). *El Talento Toyota. Desarrolle a su gente al estilo Toyota*. (1ra ed.). México DF, México: Mc Graw - Hill.
24. Lledó, P., Rivarola, G., Mercáu, R., Cucchi, D., y Esquembre, J. (2006). *Administración Lean de Proyectos. Eficiencia en la gestión de múltiples proyectos*. (1ra ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
25. Madariaga, F. (2013). *Lean Manufacturing. Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Madrid, España: Bubok Publishing S.L.
26. Manos, A. (2015). *12 Consejos Para Mejorar Sus Mapas De Flujo De Valor*. Recuperado de <http://www.thefabricator.com/spanish/12-consejos-para-mejorar-sus-mapas-de-flujo-de-valor> (Febrero 2017).
27. Mecsul. (2013). *Mecsul Maquinas e Equipamentos*. Recuperado de <http://www.mecsul.com.br/produtos> (Junio 2017).
28. Milnitz, D. y Ferrari, D. (2013). *Aplicação do método de Mapeamento de Fluxo de Valor no setor de engenharia de uma empresa têxtil*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81029238006> (Febrero 2017).
29. Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. (12ma ed.). México DF, México: McGraw-Hill.
30. Ohno, T. (1991). *El sistema de Producción Toyota. Más allá de la producción a gran escala*. (1ra ed.). Barcelona, España: Gestión 2000.
31. Plasticaucho Industrial. (2017). *Líneas de Productos de Plasticaucho*. Recuperado de <http://www.plasticaucho.com.ec/nwp/> (Mayo 2017).

32. Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. (1ra ed.). Madrid, España: Fundación Laboral de la Construcción.
33. Rajadel, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. (1ra ed.). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
34. Revista Ekos. (2016). *Ranking 1000 – 2016*. Recuperado de <http://www.ekosnegocios.com/negocios/especiales/documentos/ranking2016.pdf> (Abril 2017).
35. Romero, A. (2005). *Creatividad e Innovación en empresas y organizaciones. Técnicas para la resolución de problemas*. (1ra ed.) Madrid, España: Díaz de Santos S.A.
36. Rother, M. y Shook, J. (1999). *Observar para crear valor. Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar "muda"*. (1ra ed.). Massachusetts, Estados Unidos de América: The Lean Enterprise Institute.
37. Silva de Lima, D., De França, P., Santos, L., Freitas, L., y Moreira da Silva, R. (2016). *Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas lean em uma empresa calçadista*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901> (Febrero 2017).
38. Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso*. (1ra ed.). México DF, México: Norma.
39. Suárez, S. (2013). *Herramientas creatividad: Ejemplo de Método SCAMPER*. Recuperado de <https://mprende.es/2013/02/28/herramientas-creatividad-ejemplo-de-metodo-scamper/> (Febrero 2017).
40. The Economist, J. D. (2010). *Cadena de Suministros: Guía para una gestión exitosa*. (1ra ed.). Quito, Ecuador: Ediecuatorial.
41. Villaseñor, A. y Galindo, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing: Guía Básica*. (1ra ed.). Balderas, México: Editorial Limusa, S.A de C.V.

42. Villavicencio Lilia. (2012). *PYMES como eje central de la cadena productiva en el Ecuador*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14453448/lilia-villavicencio-presidenta-de-la-camara-nacional-de-segib/2> (Julio 2017).
43. Vives, J. M. (2012). *Introducción a Lean. Principios para crear valor, eliminar despilfarros y transformar su empresa*. Recuperado de <https://leanpub.com/introduccionalean> (Febrero 2017).

ANEXOS

ANEXO I

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN (ECUADOR) POR AÑOS EN EIDADES SIMPLES PERÍODO 2010 - 2020

Tabla AI.1. Proyección poblacional 0 – 50 años

EDAD	AÑOS										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	341.045	340.137	338.879	337.546	336.328	335.228	334.222	333.325	332.505	331.773	331.139
1	339.943	339.584	338.832	337.662	336.417	335.281	334.250	333.306	332.461	331.699	331.025
2	338.971	339.438	339.122	338.397	337.255	336.032	334.920	333.902	332.979	332.148	331.400
3	337.205	338.688	339.161	338.855	338.150	337.020	335.805	334.703	333.687	332.775	331.953
4	334.973	336.969	338.464	338.940	338.649	337.953	336.822	335.614	334.516	333.509	332.598
5	332.503	334.792	336.794	338.294	338.776	338.488	337.789	336.660	335.463	334.371	333.369
6	329.887	332.364	334.654	336.659	338.163	338.650	338.369	337.669	336.533	335.341	334.252
7	327.098	329.765	332.249	334.541	336.547	338.058	338.549	338.265	337.561	336.422	335.235
8	324.088	326.993	329.663	332.149	334.444	336.449	337.969	338.459	338.179	337.465	336.319
9	320.768	323.972	326.877	329.551	332.043	334.340	336.347	337.870	338.363	338.086	337.360
10	317.131	320.633	323.837	326.743	329.417	331.909	334.213	336.224	337.745	338.243	337.965
11	313.197	316.965	320.469	323.670	326.573	329.252	331.747	334.053	336.067	337.593	338.098
12	309.051	312.991	316.754	320.257	323.456	326.363	329.042	331.542	333.852	335.863	337.393
13	304.736	308.793	312.729	316.488	319.986	323.179	326.086	328.770	331.276	333.590	335.605
14	300.256	304.422	308.478	312.405	316.155	319.649	322.835	325.737	328.421	330.933	333.250
15	295.577	299.876	304.032	308.079	311.997	315.737	319.226	322.402	325.297	327.983	330.500
16	290.696	295.134	299.419	303.560	307.597	311.500	315.229	318.704	321.867	324.759	327.453
17	285.655	290.184	294.603	298.876	302.995	307.014	310.909	314.622	318.090	321.236	324.116
18	280.557	285.089	289.593	293.995	298.246	302.351	306.353	310.229	313.926	317.381	320.515
19	275.541	279.957	284.464	288.948	293.329	297.561	301.643	305.630	309.488	313.171	316.614
20	270.685	274.922	279.315	283.798	288.256	292.613	296.819	300.888	304.855	308.695	312.363
21	266.015	270.041	274.259	278.632	283.090	287.524	291.863	296.050	300.093	304.047	307.868
22	261.513	265.362	269.374	273.581	277.939	282.371	286.779	291.097	295.259	299.287	303.227
23	257.137	260.881	264.721	268.724	272.922	277.263	281.672	286.063	290.361	294.505	298.509
24	252.834	256.535	260.275	264.111	268.109	272.297	276.628	281.016	285.387	289.672	293.794
25	248.580	252.280	255.977	259.713	263.540	267.533	271.717	276.039	280.406	284.765	289.036
26	244.349	248.072	251.772	255.467	259.198	263.021	267.010	271.187	275.499	279.859	284.203
27	240.125	243.899	247.620	251.320	255.012	258.733	262.553	266.542	270.720	275.022	279.380
28	235.833	239.723	243.502	247.223	250.924	254.613	258.334	262.156	266.148	270.321	274.615
29	231.407	235.474	239.372	243.145	246.876	250.577	254.265	257.994	261.813	265.806	269.978
30	226.805	231.100	235.171	239.070	242.850	246.585	250.291	253.981	257.709	261.530	265.526
31	222.005	226.539	230.843	234.915	238.825	242.610	246.342	250.051	253.745	257.477	261.307
32	217.087	221.789	226.327	230.634	234.711	238.628	242.417	246.152	249.865	253.565	257.300
33	212.098	216.898	221.601	226.146	230.457	234.545	238.463	242.258	246.001	249.721	253.424
34	207.089	211.925	216.730	221.438	225.989	230.310	234.407	238.328	242.125	245.876	249.602
35	202.113	206.934	211.778	216.586	221.294	225.849	230.172	234.279	238.207	242.008	245.766
36	197.202	201.971	206.795	211.638	216.449	221.165	225.723	230.050	234.160	238.095	241.905
37	192.390	197.066	201.836	206.663	211.510	216.322	221.039	225.599	229.935	234.052	237.986
38	187.705	192.258	196.937	201.707	206.533	211.382	216.194	220.917	225.481	229.823	233.943
39	183.165	187.570	192.125	196.800	201.570	206.394	211.243	216.056	220.781	225.348	229.696
40	178.786	183.014	187.419	191.979	196.651	201.417	206.246	211.091	215.906	220.627	225.197
41	174.555	178.611	182.841	187.250	191.805	196.478	201.236	206.063	210.910	215.728	220.449
42	170.428	174.357	178.412	182.639	187.047	191.602	196.273	201.029	205.854	210.703	215.517
43	166.359	170.213	174.139	178.194	182.420	186.828	191.379	196.046	200.799	205.622	210.470
44	162.285	166.119	169.974	173.897	177.950	182.171	186.579	191.129	195.792	200.541	205.362
45	158.180	162.019	165.852	169.705	173.626	177.670	181.892	186.295	190.845	195.501	200.252
46	154.010	157.886	161.719	165.551	169.400	173.314	177.353	181.570	185.965	190.507	195.163
47	149.754	153.675	157.550	161.382	165.208	169.051	172.961	176.998	181.203	185.594	190.130
48	145.415	149.395	153.310	157.173	160.998	164.819	168.656	172.563	176.593	180.798	185.181
49	140.974	145.012	148.986	152.897	156.752	160.566	164.379	168.215	172.117	176.141	180.341
50	136.433	140.539	144.568	148.537	152.436	156.283	160.094	163.904	167.735	171.626	175.640

(INEC, 2010)

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN (ECUADOR) POR AÑOS EN EIDADES SIMPLES PERÍODO 2010 - 2020... CONTINUACIÓN

Tabla AI.2. Proyección poblacional 51 – 100 años

EDAD	AÑOS										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
51	131.801	135.963	140.061	144.081	148.044	151.936	155.781	159.585	163.389	167.213	171.099
52	127.102	131.303	135.453	139.538	143.551	147.504	151.393	155.231	159.025	162.822	166.640
53	122.364	126.565	130.755	134.894	138.963	142.971	146.915	150.792	154.621	158.406	162.189
54	117.639	121.788	125.972	130.152	134.276	138.338	142.331	146.263	150.129	153.947	157.725
55	112.965	117.019	121.149	125.327	129.489	133.603	137.648	141.630	145.550	149.406	153.218
56	108.357	112.302	116.343	120.459	124.614	128.766	132.863	136.900	140.869	144.776	148.625
57	103.834	107.654	111.586	115.605	119.704	123.848	127.983	132.066	136.083	140.041	143.938
58	99.400	103.083	106.890	110.801	114.803	118.883	123.003	127.122	131.187	135.189	139.133
59	95.086	98.608	102.269	106.057	109.951	113.935	117.991	122.094	126.191	130.238	134.219
60	90.896	94.247	97.750	101.390	105.155	109.027	112.987	117.022	121.107	125.186	129.210
61	86.846	90.008	93.340	96.821	100.439	104.182	108.023	111.961	115.976	120.040	124.098
62	82.927	85.905	89.046	92.356	95.817	99.410	103.130	106.948	110.862	114.855	118.896
63	79.118	81.932	84.891	88.011	91.299	94.735	98.305	102.005	105.799	109.686	113.650
64	75.405	78.073	80.870	83.806	86.904	90.167	93.579	97.122	100.789	104.555	108.417
65	71.792	74.313	76.958	79.735	82.645	85.719	88.958	92.342	95.857	99.497	103.234
66	68.286	70.653	73.155	75.777	78.531	81.420	84.468	87.681	91.041	94.527	98.132
67	64.882	67.102	69.443	71.924	74.521	77.244	80.108	83.127	86.307	89.629	93.083
68	61.570	63.638	65.836	68.153	70.608	73.178	75.872	78.704	81.690	84.838	88.124
69	58.359	60.264	62.307	64.482	66.777	69.208	71.751	74.416	77.214	80.170	83.281
70	55.222	56.987	58.877	60.893	63.042	65.306	67.706	70.217	72.847	75.604	78.522
71	52.166	53.781	55.524	57.388	59.379	61.501	63.733	66.096	68.572	71.158	73.878
72	49.211	50.663	52.257	53.974	55.815	57.774	59.863	62.059	64.385	66.820	69.365
73	46.367	47.639	49.073	50.647	52.341	54.148	56.075	58.128	60.290	62.565	64.958
74	43.618	44.720	45.975	47.386	48.930	50.592	52.366	54.256	56.265	58.383	60.619
75	40.940	41.887	42.976	44.212	45.600	47.112	48.742	50.473	52.319	54.284	56.356
76	38.313	39.131	40.069	41.136	42.347	43.709	45.191	46.777	48.467	50.268	52.184
77	35.733	36.420	37.231	38.150	39.199	40.388	41.713	43.161	44.706	46.349	48.104
78	33.208	33.756	34.440	35.238	36.140	37.163	38.325	39.616	41.025	42.523	44.111
79	30.748	31.164	31.711	32.384	33.166	34.047	35.043	36.165	37.420	38.779	40.222
80	28.347	28.641	29.057	29.599	30.262	31.023	31.876	32.840	33.925	35.132	36.434
81	26.003	26.186	26.487	26.901	27.432	28.077	28.818	29.638	30.561	31.603	32.753
82	23.712	23.807	24.004	24.306	24.712	25.225	25.847	26.554	27.339	28.217	29.206
83	21.483	21.494	21.609	21.814	22.116	22.509	23.004	23.592	24.261	25.003	25.833
84	19.323	19.271	19.306	19.432	19.645	19.939	20.317	20.787	21.345	21.973	22.671
85	17.267	17.144	17.121	17.176	17.315	17.518	17.803	18.160	18.601	19.124	19.707
86	15.329	15.147	15.057	15.055	15.124	15.263	15.463	15.731	16.063	16.473	16.957
87	13.503	13.274	13.136	13.075	13.094	13.173	13.310	13.501	13.749	14.053	14.426
88	11.808	11.544	11.364	11.258	11.223	11.256	11.340	11.473	11.650	11.876	12.151
89	10.244	9.957	9.751	9.616	9.542	9.523	9.560	9.643	9.768	9.931	10.135
90	8.821	8.520	8.297	8.135	8.031	7.977	7.975	8.015	8.092	8.203	8.347
91	7.588	7.230	6.994	6.821	6.693	6.612	6.573	6.572	6.615	6.685	6.782
92	6.513	6.121	5.843	5.658	5.521	5.416	5.352	5.330	5.334	5.371	5.430
93	5.560	5.158	4.853	4.636	4.490	4.384	4.303	4.255	4.238	4.242	4.269
94	4.715	4.317	4.005	3.775	3.612	3.499	3.421	3.357	3.320	3.306	3.309
95	3.963	3.574	3.282	3.051	2.871	2.748	2.665	2.603	2.552	2.525	2.514
96	3.313	2.936	2.651	2.434	2.261	2.129	2.040	1.981	1.935	1.897	1.875
97	2.775	2.389	2.121	1.915	1.762	1.635	1.544	1.479	1.435	1.400	1.370
98	2.331	1.952	1.681	1.492	1.351	1.240	1.150	1.085	1.040	1.006	985
99	1.951	1.590	1.335	1.151	1.022	923	850	789	742	712	689
100	1.330	786	639	542	467	413	369	341	316	297	281
TOTAL	15.012.228	15.266.431	15.520.973	15.774.749	16.027.466	16.278.844	16.528.730	16.776.977	17.023.408	17.267.986	17.510.643

(INEC, 2010)

ANEXO II

EVALUACIÓN 5 “S” ÁREA APARADO

Tabla AII.1. Evaluación primera S: Clasificar

EVALUACIÓN SITUACIÓN ACTUAL 5 S		Escala de Evaluación
Área de Trabajo: Aparado Escolar Responsable de Auditoría: Verónica Apushón Fecha: 08/08/2017	0 = Inexistente: Se evidencia el incumplimiento de mayoría los parámetros 5 "S". 1 = Insuficiente: El grado de cumplimiento evidenciado es menor al 60%. 2 = Bien: El grado de cumplimiento está entre 60% - 95% 3 = Excelente: El grado de cumplimiento es mayor al 95%	
IS - Clasificar	Calif.	Observaciones
¿Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso?	3	Se evidencia que martillos, tijeras, picadores y otros elementos en buen estado
¿Existen excesos de material dentro del proceso productivo de aparado?	2	Al inicio del turno se distribuyen las gavetas de cortes según la orden de producción; sin embargo en ciertas mesas de trabajo se evidencia sobrantes de materiales y cortes de otras órdenes.
¿Las herramientas de trabajo y máquinas se utilizan continuamente?	2	La mayoría de máquinas asignadas a las células de aparado se encuentran en uso; sin embargo existen máquinas que mientras no están en uso están encendidas, por ejemplo: quemador de hilos, entreteladora, máquinas de costura.
¿La información colocada en las carteleras/ pizarrones es la necesaria? ¿Está actualizada?	2	* Se evidencia que la mayoría de carteleras están vacías, adicional a ello se encontró publicada información de procesos del año 2016. * El pizarrón de seguimiento de la planificación de producción no está actualizado (turno tarde). * La cartelera de Producción No Conforme se encuentra tapada por gavetas vacías
¿Es claro el procedimiento para disponer los objetos innecesarios presentes en el puesto de trabajo?	1	En la mayoría de células de trabajo se evidencian materiales sobrantes, cortes de otras órdenes de producción y residuos en las áreas de trabajo.
¿En las células de aparado NO se encuentran materiales diferentes a los asignados a la orden de trabajo?	1	En las mesas de costura reposan rayadores, sobrantes de materiales, residuos de procesos, cortes de otras órdenes de producción.
¿La mayoría de máquinas de costura se encuentran cerca de las mesas de trabajo?	3	Cada célula de trabajo tiene asignado un conjunto de máquinas de costura para la ejecución de sus actividades.

Tabla AII.2. Evaluación segunda S: Ordenar

2 S - Ordenar		Observaciones
Calif.		
2	¿Los pasillos y áreas de trabajo están adecuadamente delineados, identificados y son respetados?	Los espacios están delineados; sin embargo no están identificados.
3	¿Existe fácil acceso a paneles de control, extintores y salidas de emergencia?	Se evidencia que salidas de emergencia y paneles están libres de obstáculos.
2	¿Se respetan las identificaciones de estanterías, almacenes y otros para el adecuado almacenamiento de materiales, herramientas, implementos de limpieza, ropa de trabajo, etc.?	Las áreas de trabajo se encuentran marcadas; sin embargo no todas están identificadas. En algunos casos no se respeta el lugar signado para el almacenamiento de ropa de trabajo por cuanto se evidencia su presencia en sillas y mesas de trabajo.
3	¿Los pasillos están libres de objetos que obstaculicen el tránsito normal?	La mayoría de pasillos se encuentran libres de objetos; sin embargo hay casos puntuales que se encuentran obstaculizados con sillas o gavetas.
3	¿Cada célula cuenta con los materiales e insumos necesarios para trabajar?	Constantemente las gavetas de cortes están completas
2	¿Las herramientas y gavetas que no se están ocupando son regresadas a su lugar?	La mayoría de gavetas vacías se han regresado a su lugar asignado; sin embargo se identificó un grupo de jvas vacías en el área de revisión de cortes aparados y en uno de los pasillos de tránsito.
0	¿Las carpetas de especificaciones y muestras físicas están almacenadas apropiadamente e identificado su contenido?	* Las muestras físicas se encuentran guardadas en una estantería de forma inadecuada provocando que las mismas se arruguen. La estantería tampoco está identificada. * Las especificaciones de proceso y producto están ubicadas en un site virtual al cual tiene acceso únicamente el personal de calidad.
2	¿Las especificaciones de producto y proceso para la fabricación del producto son claras y legibles?	El personal de producción se apoya en el área de control de calidad para la fabricación de nuevos modelos.
3	¿En el área de trabajo mesas y sillas están el lugar designado?	Las sillas y mesas se encuentran dentro del área de trabajo; existen casos aislados de sillas obstaculizando los pasillos.

Tabla AII.3. Evaluación tercera S: Limpiar

3 S - Limpiar	Calif.	Observaciones
¿Máquinas, mesas de trabajo, herramientas están libres de grasa, polvo, residuos?	2	Existe acumulación de residuos cercanos a la maquinaria
¿El piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas?	2	Se evidencia ciertas zonas cercanas a las células de aparado con residuos (hilos, pedazos de cuero, piezas sobrantes, etc.)
¿No se evidencian objetos guardados arriba de estanterías o máquinas?	2	Se encuentran herramientas de producción sobre estanterías, ropa de trabajo en mesas, residuos e insumos alrededor de máquinas y mesas de trabajo.
¿Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso?	2	La mayoría de mesas de costura se encuentran libres de objetos; sin embargo la mayor parte de mesas de trabajo manual evidencia la presencia de sobrantes de materiales y residuos.
¿Existen programas de limpieza (maquinaria, instalaciones) durante la jornada de trabajo en el centro productivo?	2	Al fin de cada turno los colaboradores limpian su área de trabajo
¿Se cumple con el programa de mantenimiento de máquinas y extractores ?	3	Existe un programa de mantenimiento preventivo

Tabla AII.4. Evaluación cuarta S: Estandarizar

4 S - Estandarizar	Calif.	Observaciones
¿Las gavetas de cortes están identificadas y estandarizadas (tamaño de lote)?	3	Las gavetas se encuentran identificadas; sin embargo existe variabilidad en el lote, la cantidad máxima de cortes colocada en cada gaveta es de 30 pares
¿En el área de trabajo se ocupa código de colores?	3	Existe el uso de codificación en señalética y cumplimiento de órdenes de producción
¿La maquinaria y equipos tienen controles visuales, por ejemplo paros de emergencia?	3	La maquinaria tiene identificados los riesgos asociados, etiquetas de mantenimiento y paros de emergencia.
¿Los basureros están en el lugar designado para éstos? ¿Están identificados para clasificación de desechos?	3	Los basureros están identificados para papel/ cartón; plástico y basura general
¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	2	El área de trabajo está correctamente iluminada; sin embargo hay zonas en las que no se está laborando y las luces están encendidas.
¿Están marcados los lugares para la colocación de materiales trabajo, máquinas, insumos, etc.?	2	Se encuentran marcados; sin embargo no están identificados con letreros.
¿Las mesas de trabajo, sillas, gavetas son iguales en todas las células de aparato?	3	Se evidencia la implementación de sillas ergonómicas para el personal que trabaja en las mesas de preparación.
¿El personal operativo conoce e identifica los defectos de su operación?	2	El personal operativo apoya sus decisiones en el área de control de calidad
¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	3	Existen instructivos de trabajo definidos para las operaciones ejecutadas en el proceso de aparato

Tabla AII.5. Evaluación quinta S: Disciplina

5 S - Disciplina	Calif.	Observaciones
¿Existe el hábito constante de limpiar el área de trabajo?	2	La limpieza se cumple únicamente al finalizar el turno.
¿El personal operativo usa adecuadamente el equipo de protección personal dependiendo de sus labores?	2	Se evidencia el uso de equipo de protección personal (tapones, mascarillas); sin embargo se encontró mascarillas en algunas mesas de trabajo que no han sido distribuidas adecuadamente.
¿Se utiliza el uniforme reglamentario para las actividades que se llevan a cabo?	3	El personal se encuentra correctamente uniformado
¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estandarizados?	2	El personal tiene claros los instructivos de trabajo; sin embargo es necesario fortalecer el control de calidad en el origen.
¿Los elementos de limpieza se almacenan correctamente?	3	Los elementos de limpiezas se encuentran adecuadamente almacenados.
¿Los reportes/ informes diarios de producción y calidad son realizados oportunamente?	2	El pizarrón asignado para el seguimiento de producción (hora a hora) no se encontró actualizado.
¿El personal que labora en el área de aparato conoce la metodología 5S; sin embargo se evidencian ciertos hábitos que se deben fortalecer.	2	El personal del área de aparato conoce sobre la metodología 5S; sin embargo se evidencian ciertos hábitos que se deben fortalecer.

ANEXO III
INFORME FOTOGRÁFICO DE AUDITORIA 5 “S”

CRITERIO	OK 	NOK 
Información colocada en las cartelera/ pizarrones	 Instruccivos de trabajo	 Cartelera y pizarrones vacios, información obsoleta
Materiales innecesarios en el área de trabajo	 Mesas de Trabajo	 Objetos innecesarios en mesas de trabajo, presencia de suciedad

Figura AIII.1. Situación actual área de aparato

INFORME FOTOGRÁFICO DE AUDITORIA 5 "S". CONTINUACIÓN...

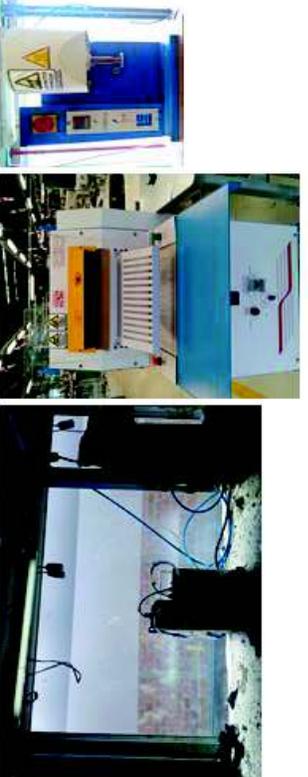
CRITERIO	OK 	NOK 
<p>Señalética y Control Visual</p>	 <p>Identificación de: zonas de seguridad, mantenimiento de maquinaria, riesgos asociados, lote de producción</p>	 <p>Identificación de patrones muestras de modelos, respeto a zonas delimitadas, identificación de zonas delimitadas</p>
<p>Otros</p>	 <p>Ergonomía en el puesto de trabajo Clasificación de residuos</p>	 <p>Máquinas y luces encendidas en zonas donde no existe personal laborando.</p>

Figura AIII.2. Situación actual área de apartado 2

MODELOS MÁS VENDIDOS SEGMENTO FEMENINO 2010 – 2015

Tabla AIV.1. Pareto Modelos más vendidos años 2010 - 2015

Segmento	Modelo	TOT	%	Fa
INFANTIL FEMENINO	CELESTE	285721	8,84%	8,84%
INFANTIL FEMENINO	SOL	184091	5,70%	14,54%
INFANTIL FEMENINO	FRIDA	135920	4,21%	18,74%
INFANTIL FEMENINO	NORA	116733	3,61%	22,35%
INFANTIL FEMENINO	ISABEL	105842	3,27%	25,63%
JOVEN FEMENINO	SAMANTA	104911	3,25%	28,87%
JOVEN FEMENINO	DANIELA	103945	3,22%	32,09%
INFANTIL FEMENINO	BELINDA	82467	2,55%	34,64%
JOVEN FEMENINO	CINTIA	78969	2,44%	37,09%
JOVEN FEMENINO	ADRIANA	77433	2,40%	39,48%
INFANTIL FEMENINO	ABY	72373	2,24%	41,72%
INFANTIL FEMENINO	MILENA	72212	2,23%	43,95%
JOVEN FEMENINO	GISSELLA	70776	2,19%	46,14%
INFANTIL FEMENINO	ANDREA	65370	2,02%	48,17%
JOVEN FEMENINO	TAMARA	63079	1,95%	50,12%
JOVEN FEMENINO	DOMENICA	62956	1,95%	52,07%
INFANTIL FEMENINO	JOHANNA	60091	1,86%	53,93%
INFANTIL FEMENINO	CLARITA	59399	1,84%	55,76%
INFANTIL FEMENINO	DONA	58817	1,82%	57,58%
JOVEN FEMENINO	SOFY	58730	1,82%	59,40%
INFANTIL FEMENINO	IBETH	57381	1,78%	61,18%
INFANTIL FEMENINO	PAULA	57336	1,77%	62,95%
INFANTIL FEMENINO	LILI	57247	1,77%	64,72%
JOVEN FEMENINO	JIMENA	53433	1,65%	66,37%
INFANTIL FEMENINO	VICKY	52257	1,62%	67,99%
JOVEN FEMENINO	ANTONELA	48344	1,50%	69,49%
INFANTIL FEMENINO	MAYA	47900	1,48%	70,97%
INFANTIL FEMENINO	NATALI	47828	1,48%	72,45%
JOVEN FEMENINO	AMELIA	47646	1,47%	73,92%
INFANTIL FEMENINO	ANIS	42796	1,32%	75,25%
JOVEN FEMENINO	VIVY	38801	1,20%	76,45%
INFANTIL FEMENINO	LIZ	38695	1,20%	77,65%
JOVEN FEMENINO	ALEJANDRA	38558	1,19%	78,84%
INFANTIL FEMENINO	NIDIA	38377	1,19%	80,03%

ANEXO V

DEFINICIÓN MODELOS MÁS VENDIDOS PERIODO 2010 – 2015

SEGMENTO FEMENINO

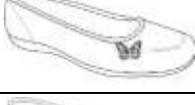
Segmento	Foto	Nombre	%	Fa
Joven		Samanta	3,2%	28,9%
Joven		Daniela	3,2%	32,1%
Joven		Cintia	2,4%	37,1%
Joven		Adriana	2,4%	39,5%
Joven		Gissella	2,2%	46,1%
Joven		Tamara	2,0%	50,1%
Joven		Domenica	1,9%	52,1%
Joven		Sofy	1,8%	59,4%
Joven		Jimena	1,7%	66,4%
Joven		Antonella	1,5%	69,5%
Joven		Amelia	1,5%	73,9%
Joven		Vivy	1,2%	76,4%
Joven		Alejandra	1,2%	78,8%

Figura AV.1. Modelos más vendidos años 2010 – 2015 joven femenino

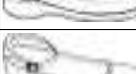
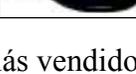
Segmento	Foto	Nombre	%	Fa
Infantil		Celeste	8,8%	8,8%
Infantil		Sol	5,7%	14,5%
Infantil		Frida	4,2%	18,7%
Infantil		Nora	3,6%	22,4%
Infantil		Isabel	3,3%	25,6%
Infantil		Belinda	2,6%	34,6%
Infantil		Aby	2,2%	41,7%
Infantil		Milena	2,2%	44,0%
Infantil		Andrea	2,0%	48,2%
Infantil		Johanna	1,9%	53,9%
Infantil		Clarita	1,8%	55,8%
Infantil		Dona	1,8%	57,6%
Infantil		Ibeth	1,8%	61,2%
Infantil		Pauka	1,8%	63,0%
Infantil		Lili	1,8%	64,7%
Infantil		Vicky	1,6%	68,0%
Infantil		Maya	1,5%	71,0%
Infantil		Natali	1,5%	72,4%
Infantil		Anis	1,3%	75,2%
Infantil		Liz	1,2%	77,6%
Infantil		Nidia	1,2%	80,0%

Figura AV.2. Modelos más vendidos años 2010 – 2015 infantil femenino

ANEXO VI

CARACTERÍSTICAS COMUNES MODELOS MÁS VENDIDOS

Tabla AVI.1. Características comunes entre modelos Pareto segmento femenino

Segmento	Nombre	Características Comunes								
		Tipo Modelaje	Correa	Hebilla	Velcro	Elástico	Aplique	Costura Adorno	Ribetado	Embolsado
Infantil	Celeste	Balerina	X	X			X	X	50%	
Infantil	Sol	Balerina	X	X			X	X	50%	
Infantil	Frida	Mafalda	X	X				X		50%
Infantil	Nora	Mafalda	X	X						50%
Infantil	Isabel	Balerina	X	X				X	100%	
Joven	Samanta	Balerina					X	X	100%	
Joven	Daniela	Balerina	X			X	X		100%	
Infantil	Belinda	Balerina	X	X				X	100%	
Joven	Cintia	Mocasin					X		50%	
Joven	Adriana	Balerina				X	X		100%	
Infantil	Aby	Balerina	X	X			X	X	100%	
Infantil	Milena	Balerina				X	X	X	50%	
Joven	Gissella	Balerina	X	X			X	X	100%	
Infantil	Andrea	Balerina					X	X	100%	
Joven	Tamara	Balerina				X	X		100%	
Joven	Domenica	Balerina	X	X				X		50%
Infantil	Johanna	Balerina	X		X			X	50%	
Infantil	Clarita	Balerina				X	X		100%	
Infantil	Dona	Mafalda	X		X					50%
Joven	Sofy	Balerina	X	X				X	100%	
Infantil	Ibeth	Balerina	X		X		X	X	100%	
Infantil	Paula	Balerina	X		X		X	X	100%	
Infantil	Lili	Balerina	X				X	X	100%	
Joven	Jimena	Balerina					X	X	100%	
Infantil	Vicky	Balerina	X		X		X		50%	
Joven	Antonella	Balerina	X				X		100%	
Infantil	Maya	Mafalda	X	X				X		50%
Infantil	Natali	Balerina	X	X			X	X	100%	
Joven	Amelia	Balerina	X		X		X	X	100%	
Infantil	Anis	Mafalda	X	X						50%
Joven	Vivy	Balerina					X	X	100%	
Infantil	Liz	Mafalda	X		X					50%
Joven	Alejandra	Balerina					X	X	100%	
Infantil	Nidia	Balerina	X		X		X	X		50%

ANEXO VII

LISTA DE MATERIALES MODELOS DE ANÁLISIS

Tabla AVII.1. Materiales modelos Celeste, Sol, Isabel y Gissela

Modelo	Material	Consumo	UM	Costo por UM	Costo Total
Celeste	Aplique mariposa	2	un	0,08	0,16
Celeste	Contrafuerte N5	0,0138	m ²	3,61	0,05
Celeste	Cuero Negro	10,7625	dm ²	0,26	2,80
Celeste	Hebilla correa	2	un	0,11	0,22
Celeste	Hilo Negro	1,8	g	0,02	0,04
Celeste	Pega de Cortes	6	g	0,00	0,01
Celeste	Limpiador	0,24	g	0,02	0,00
Celeste	Marquilla Venus	2	un	0,04	0,08
Celeste	Puntera JK	3,451	g	0,01	0,03
Celeste	Ribete Negro	0,53	m	0,04	0,02
Sol	Aplique laso	2	un	0,08	0,16
Sol	Contrafuerte N5	0,0138	m ²	3,61	0,05
Sol	Cuero Negro	10,71	dm ²	0,26	2,78
Sol	Hebilla correa	2	un	0,11	0,22
Sol	Hilo Negro	1,8	g	0,02	0,04
Sol	Limpiador	0,24	g	0,02	0,00
Sol	Marquilla Venus	2	un	0,04	0,08
Sol	Pega de Cortes	3,5	g	0,00	0,01
Sol	Puntera JK	3,451	g	0,01	0,03
Sol	Remache Negro	2	un	0,01	0,01
Sol	Ribete Negro	0,53	m	0,04	0,02
Isabel	Contrafuerte N5	0,0138	m ²	3,61	0,05
Isabel	Cuero Negro	11,2968	dm ²	0,26	2,94
Isabel	Hebilla correa	2	un	0,11	0,22
Isabel	Hilo Negro	2,11	g	0,02	0,05
Isabel	Limpiador	0,24	g	0,02	0,00
Isabel	Pega de Cortes	4	g	0,00	0,01
Isabel	Puntera JK	3,451	g	0,01	0,03
Isabel	Ribete Negro	0,829	m	0,04	0,03
Gissela	Aplique laso	2	un	0,08	0,16
Gissela	Contrafuerte N5	0,0138	m ²	3,61	0,05
Gissela	Cuero Negro	10,773	dm ²	0,26	2,80
Gissela	Hebilla correa	2	un	0,11	0,22
Gissela	Hilo Negro	1,8	g	0,02	0,04
Gissela	Limpiador	0,24	g	0,02	0,00
Gissela	Pega de Cortes	4	g	0,00	0,01
Gissela	Puntera JK	3,451	g	0,01	0,03
Gissela	Remache Negro	2	un	0,01	0,01
Gissela	Ribete Negro	0,9	m	0,04	0,03

ANEXO VIII

TARJETA ROJA PARA IDENTIFICAR OBJETOS INNECESARIOS

TARJETA ROJA	
	
No. _____ Propuesta por: _____	
Responsable del área: _____	
Descripción del artículo: _____	
Ubicación del hallazgo: _____	
CATEGORÍA	
<input type="checkbox"/> Herramientas	<input type="checkbox"/> Material de empaque
<input type="checkbox"/> Maquinaria/ Equipo	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Producto en proceso
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Producto Terminado
<input type="checkbox"/> Artículos de limpieza	<input type="checkbox"/> Equipo de oficina
<input type="checkbox"/> Equipos de Seguridad	<input type="checkbox"/> Papelería
<input type="checkbox"/> Gavetas, recipientes	<input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____
RAZÓN DE TARJETA	
<input type="checkbox"/> Contaminante	<input type="checkbox"/> Defectuoso
<input type="checkbox"/> Pertenece a otra área	<input type="checkbox"/> Desperdicio
<input type="checkbox"/> No se necesita	<input type="checkbox"/> Inventario Excedente
<input type="checkbox"/> Uso desconocido	<input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____
ACCIÓN REQUERIDA	
<input type="checkbox"/> Eliminar	<input type="checkbox"/> Reciclar
<input type="checkbox"/> Enviar a bodega	<input type="checkbox"/> Vender
<input type="checkbox"/> Reubicar (especifique) _____	<input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____
Fecha inicio: __/__/__	Fecha fin: __/__/__

Figura AVIII.1. Tarjeta roja objetos innecesarios

ANEXO IX

PAUTAS PARA CLASIFICAR OBJETOS IDENTIFICADOS EN EL ÁREA DE TRABAJO

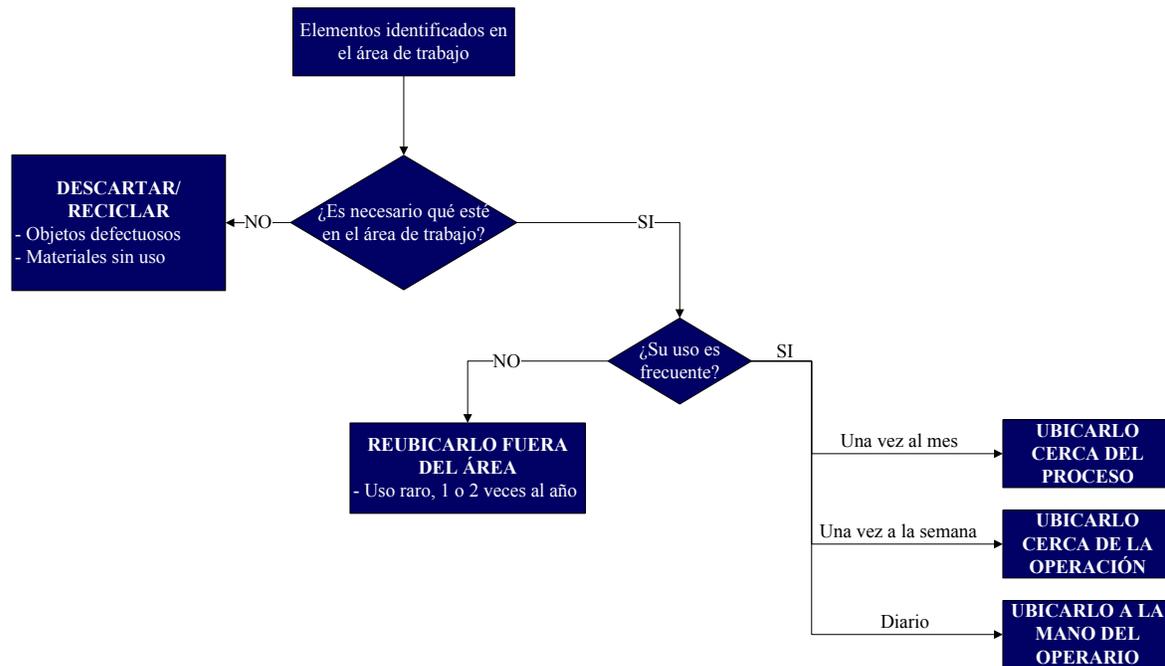


Figura AIX.1. Flujo de decisión para clasificación de objetos

ANEXO XI
EJEMPLOS SEÑALÉTICA PARA ÁREA DE APARADO DE CALZADO ESCOLAR



Figura AXI.1. Señalética para áreas de trabajo



Figura AXI.2. Señalética para ubicación de herramientas de apoyo

ANEXO XII

FORMATO LISTA DE CHEQUEO 5 "S" – CONTROL VISUAL

LISTA DE CHEQUEO 5 "S" - CONTROL VISUAL



Responsable: _____ Fecha: ____/____/____

Área Auditada: _____ Alcance: _____

No.	Punto de Control	Cumplimiento		Acciones Correctivas			Fecha Inicio	Fecha Fin
		SI	NO	Observaciones	Acción	Responsable		
1	¿Las gavetas de cortes aparados se pueden ubicar inmediatamente por célula de trabajo?							
2	¿Las gavetas vacías se pueden ubicar inmediatamente en el área de trabajo?							
3	¿Las herramientas de producción (especificaciones, tiradores, prototipos) se pueden ubicar inmediatamente para su uso?							
4	¿Se distingue a simple vista la ubicación de los diferentes puestos de trabajo en la planta de producción?							
5	¿Las áreas de trabajo y almacenamiento se encuentran delineadas adecuadamente?							
6	¿Son correctos los colores de las líneas de los pisos y tuberías?							
7	¿Se distingue el área asignada para máquinas que están fuera de uso?							
8	¿Los basureros están correctamente rotulados, se evidencia clasificación de residuos en cada recipiente?							
9	¿La información contenida en carteleros y pizarrones está actualizada, es necesaria y entendible?							
10	¿Las máquinas y equipos están correctamente identificados cuando se encuentran en mantenimiento?							
11	¿Los instructivos de trabajo se encuentran actualizados y a disposición del personal operativo?							
12	¿Se identifica la zona designada para producto en cuarentena o que debe ser reprocesado?							
13	¿El personal identifica las salidas de emergencia y los equipos contra incendios?							
14	¿Los recipientes que han sido reenvasados están correctamente identificados?							

Figura AXII.1. Check List seguimiento Control Visual

ANEXO XIII
TARJETA DE MEJORAS PARA IDENTIFICAR OPORTUNIDADES

TARJETA DE OPORTUNIDADES DE MEJORA	
No. _____ Propuesta por: _____ Ubicación del hallazgo: _____	
CATEGORÍA	
<input type="checkbox"/> Herramientas	<input type="checkbox"/> Material de empaque
<input type="checkbox"/> Maquinaria/ Equipo	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Producto en proceso
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Producto Terminado
<input type="checkbox"/> Artículos de limpieza	<input type="checkbox"/> Procesos
<input type="checkbox"/> Equipos de Seguridad	<input type="checkbox"/> Especificaciones
<input type="checkbox"/> Gavetas, recipientes	<input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____
DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA	
ACCIÓN CORRECTIVA IMPLEMENTADA	
SOLUCIÓN DEFINITIVA	
Fecha inicio: __/__/__ Fecha fin: __/__/__	

Figura AXIII.1. Tarjeta amarilla oportunidades de mejora

ANEXO XIV

FORMATO LISTA DE CHEQUEO 5 "S" – LIMPIEZA

LISTA DE CHEQUEO 5 "S" - LIMPIEZA

Responsable: _____ Fecha: ____/____/____

Área Auditada: _____ Alcance: _____



No.	Punto de Control	Cumplimiento		Acciones Correctivas				
		SI	NO	Observaciones	Acción	Responsable	Fecha Inicio	Fecha Fin
1	¿Ha sido removido el polvo y/ residuos del área de trabajo (piso, mesas, sillas, cajones, gavetas)?							
2	¿Polvo y aceite han sido removido de máquinas, equipos y sus alrededores?							
3	¿Han sido los residuos de adhesivos removidos de las mesas de trabajo y envases?							
4	¿Las herramientas se guardan libres de aceite y grasa?							
5	¿Ha sido removido el sucio y/o grasa de los manómetros y paneles de máquinas?							
6	¿Son reemplazados los equipos de protección personal cuando tienen acumulación de suciedad?							
7	¿Ha sido removido todo el polvo y residuos de los extractores de olores?							
8	¿Han sido removidos el polvo y/o residuos pegados en las lámparas?							
9	¿Las mesas de costura y de trabajo manual se encuentran libres de residuos?							
10	Las paredes, techos, ventanas y pasillos se encuentran libres de polvo y/o residuos?							
11	¿Existen contenedores de basura próximos y accesibles a las células de trabajo?							
12	¿Cuándo los basureros están llenos se evita el rebose de contenedores?							
13	¿La zona alrededor de los basureros están libres de residuos y limpieas?							
14	¿Hay disponibilidad completa de los accesorios necesarios para la limpieza del área de trabajo?							

Figura AXIV.1. Check List seguimiento Limpieza

ANEXO XV
PALLET PILOTO MODELOS SOL Y GISSELA - TALLA 36

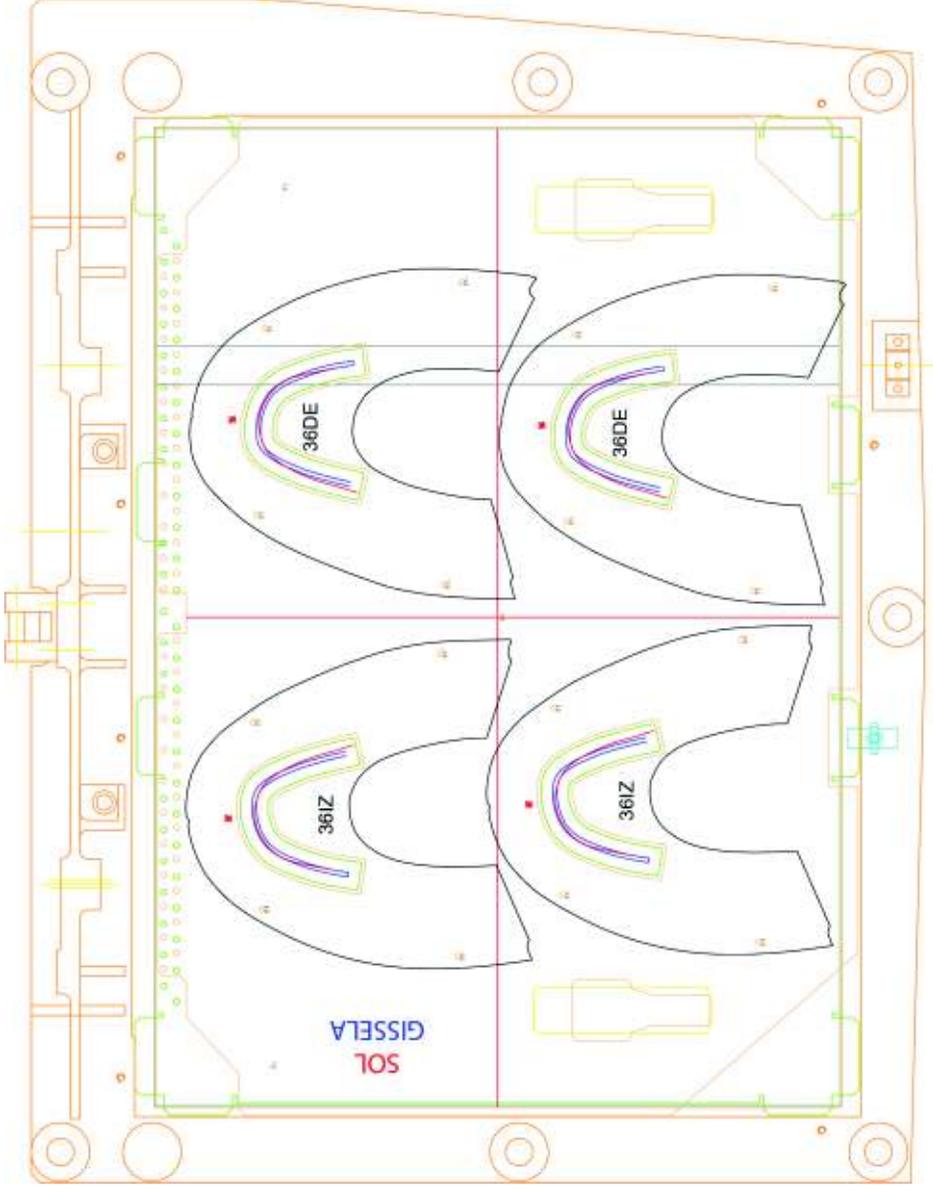


Figura AXV.1. Diagrama para construcción de Pallet de Costura

ANEXO XVII
CÁLCULO DE COSTO HORA – HOMBRE MANO DE OBRA
DIRECTA

Tabla AXVII.1. Costo mano de obra directa – aparador

DETALLE	APARADOR
SUELDO	460,00
APORTE PATRONAL	51,29
DECIMO TERCER SUELDO	38,33
DECIMO CUARTO SUELDO	32,17
VACACIONES	25,56
FONDO DE RESERVA	38,33
ALIMENTACIÓN	51,25
VALOR MENSUAL	696,93
HORAS TRABAJADAS	8,00
DIAS TRABAJADOS	20,50
COSTO HORA - HOMBRE	4,25

Tabla AXVII.2. Costo mano de obra directa – operador

DETALLE	OPERADOR
SUELDO	510,00
APORTE PATRONAL	56,87
DECIMO TERCER SUELDO	42,50
DECIMO CUARTO SUELDO	32,17
VACACIONES	28,33
FONDO DE RESERVA	42,50
ALIMENTACIÓN	51,25
VALOR MENSUAL	763,62
HORAS TRABAJADAS	8,00
DIAS TRABAJADOS	20,50
COSTO HORA - HOMBRE	4,66