



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y COMPUTACIÓN

**Diseño de un Sistema de Producción Modular
para el incremento de la Flexibilidad en la Línea
de Producción de una empresa de confección
textil en la ciudad de Arequipa**

Presentado por :

Franco Patricio De la Gala Pinto

Para Optar por el Título Profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Asesor: Ana Daneida Villanueva Llapa

Arequipa, Diciembre de 2019

Dedicatoria

A Dios y la Virgen por haberme dado a la familia que tengo. A mis padres por ser un gran apoyo para todos los pasos que he dado en mi vida y enseñarme la importancia de vivir con valores y principios para el servicio a los demás. A mis hermanas Elamine y Nicole por siempre apoyarme y darme el amor fraternal tan bonito que tenemos a pesar de la distancia de edad que tenemos cada una ha sabido enseñarme grandes cosas desde sus perspectivas distintas. Y finalmente a Andrea por acompañarme, entenderme, apoyarme y sobre todo confiar en mí en todo momento.

RESUMEN

El presente trabajo surge de la necesidad de brindar flexibilidad a una línea de producción de una empresa de confección textil dada el rechazo de pedidos de pequeña envergadura, No resultando atractivos para la empresa, sin embargo, se pierde la oportunidad de clientes potenciales. por ello se plantea como solución la modularización de la línea de producción.

El sistema modular es un sistema de producción moderno que brinda mayor flexibilidad, mayor eficiencia, mayor capacidad de respuesta y mejor calidad del producto. Estos beneficios en la producción traen consigo mayor competitividad y satisfacción del cliente, que es lo que se busca en todas las empresas.

El presente trabajo tiene como objetivo proponer el diseño de un sistema de producción modularizado en una empresa de confección textil en la ciudad de Arequipa y así darle mayor flexibilidad y eficiencia a su cadena productiva.

La metodología que propondrá el trabajo de investigación se abordará mediante un diseño Cuasi experimental, el tipo de investigación será explicativo por el tipo de información el método de investigación será cualitativo-cuantitativo, donde se levantará información de los detalles de la línea de producción actual de la empresa, se analizará los puntos de mejora y se simulará mediante el software Arena el sistema de producción actual y el propuesto para poder comparar resultados.

PALABRAS CLAVE

Manufactura Modular, Industria de la confección, producción pull, flexibilidad, simulación

ABSTRACT

This work arises from the need to provide flexibility to a production line of a textile manufacturing company given the rejection of small orders, not being flexible for the company, however, lost potential customers. Therefore, the modularization of the production line is proposed as a solution.

The modular system is a modern production system that provides greater flexibility, greater efficiency, greater responsiveness and better product quality. These benefits in production offer greater competitiveness and customer satisfaction, which is sought in all companies.

The present work aims to propose the design of a modularized production system in a textile manufacturing company in the city of Arequipa and thus give greater flexibility and efficiency to its production chain.

The methodology proposed by the research work will be approached through a non-experimental design, the type of research will be explanatory by the type of information the research method will be qualitative-quantitative, where information on the details of the current production line will be collected The company will analyze the improvement points and simulate the current and proposed production system using Arena software to compare results.

KEYWORDS

Modular manufacturing, garment industry, pull production, flexibility, Simulation

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objeto proponer un nuevo diseño de la línea de producción de una empresa de confección textil aplicando técnicas de manufactura modular, una herramienta de Lean Manufacturing. Esto se debe a que la empresa objeto de estudio tiene una inflexibilidad en la línea de producción dado que tiene un modelo de producción tipo Pull, es decir, a pedido y además tiene el diseño de la línea de producción por lotes que fue influenciado por la tendencia de las economías de escala en las industrias.

La empresa en estudio tiene aproximadamente 20 años de experiencia en el mercado de la confección de prendas industriales y/o institucionales, es decir, que los clientes no son los usuarios propiamente dichos, sino que los clientes son empresas que desean vestir a sus colaboradores. A lo largo del tiempo la empresa ha adquirido un prestigio en el mercado local lo que llevó al aumento de la afluencia de pedidos que son de pequeña envergadura, dichos pedidos no son aceptados por la empresa puesto que, por la inflexibilidad de la línea de producción y su diseño por lotes, se le hizo imposible atender esos pedidos pequeños que significa la pérdida de clientes potenciales.

Para De la Cruz (2011) la producción modular permite tener un flujo continuo de producción en lotes tanto pequeños como grandes y la flexibilidad según Upton (1994) es la habilidad de adecuarse a los cambios de los requerimientos del cliente sin ser castigados en tiempo, productividad, desempeño y costos, el sistema de producción modular da la capacidad de tener una mayor flexibilidad en una línea de producción.

Entonces, surge la pregunta ¿De que manera va a contribuir el diseño de un sistema de producción modular en el incremento de la flexibilidad de la línea de producción? Esta pregunta es resuelta a lo largo de toda la presente investigación a través de 4 etapas divididas en los seis capítulos del presente documento: Primero, se evalúa los procesos involucrados en la línea de producción en función a las características de las familias de productos, Seguidamente se propone un nuevo diseño de la línea de producción teniendo en cuenta las variables de estudio (Flexibilidad y productividad), seguidamente se evalúa estas variables de estudio en la propuesta de mejora y finalmente se cuantifica los beneficios productivos y económicos que generaría este nuevo modelo de producción.

INDICE

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO	
1.1. Antecedentes Generales de la organización	1
1.1.1. Antecedentes y condiciones actuales de la organización.	1
1.1.2. Sector y actividad económica.	1
1.1.3. Misión, Visión y Valores	2
1.1.4. Política de la organización	2
1.1.5. Organización	3
1.1.6. Principales procesos y operaciones	6
1.2. Planteamiento del problema	6
1.2.1. Descripción del problema	6
1.2.2. Formulación del problema	8
1.2.3. Sistematización del Problema	8
1.3. Objetivos	8
1.3.1. Objetivo General	8
1.3.2. Objetivos Específicos	8
1.4. Justificación del Proyecto	9
1.4.1. Justificación Teórica	9
1.4.2. Justificación Metodológica	9
1.4.3. Justificación Práctica	9
1.5. Alcances	10
1.6. Viabilidad del Proyecto	10
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEORICO	11
2.1. Antecedentes del Tema de Investigación	11
2.2. Marco de Referencia Teórico	12
2.2.1. Diseño	12
2.2.2. Sistema de Producción Modular	13
2.2.3. Flexibilidad	23
2.2.4. Procesos del sector Textil	27
2.2.5. Producción Pull	31
2.3. Marco De Referencia Conceptual	35
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	37
3.1. Aspectos Metodológicos de la Investigación	37
3.1.1. Diseño de Investigación	37

3.1.2.	Tipo de Investigación	37
3.1.3.	Método de Investigación	37
3.1.4.	Técnicas de Investigación	38
3.1.5.	Instrumentos de Investigación	39
3.2.	Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora	39
3.2.1.	Métodos y/o Técnicas de ingeniería a aplicarse	39
3.2.2.	Herramientas de análisis, planificación, desarrollo y evaluación	39
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL		41
4.1.	Plan estratégico (Políticas, Objetivos y Estrategias de la Organización)	41
4.1.1.	Políticas	41
4.1.2.	Definición de Objetivos y Metas	42
4.2.	Cumplimiento de los objetivos estratégicos	44
4.2.1.	Primer objetivo	44
4.2.2.	Segundo Objetivo	45
4.3.	Evaluación de los procesos involucrados	47
4.3.1.	Proceso de Diseño	48
4.3.2.	Proceso Plotteado y Tendido	50
4.3.3.	Proceso Corte	52
4.3.4.	Proceso Fusionado	54
4.3.5.	Proceso Bordado	56
4.3.6.	Proceso de Confección	57
4.3.7.	Proceso de acabados	65
4.4.	Identificación de los puntos de mejora	67
4.4.1.	Análisis Proceso de Diseño	67
4.4.2.	Análisis Proceso Plotteado y Tendido	68
4.4.3.	Análisis Proceso Corte	68
4.4.4.	Análisis Proceso Fusionado	69
4.4.5.	Análisis Proceso Bordado	69
4.4.6.	Análisis Proceso de Confección	70
4.4.7.	Análisis Proceso de acabados	71
4.4.8.	Puntos de mejora de todos los procesos	72
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA		73
5.1.	Recopilación de Datos del Problema	73
5.2.	Análisis de Causa Raíz	74
5.3.	Planteamiento de mejoras.	75

5.4. Selección de las mejores alternativas	75
5.4.1. Breve Análisis de las Propuestas de Mejora	76
5.4.2. Planteamiento de la propuesta de mejora	79
5.4.3. Categorización de operaciones	81
5.4.4. Balance y agrupación de operaciones	86
5.4.5. Diagrama Multiproducto	90
5.4.6. Diagramas de Precedencia	91
5.4.7. Metodo de Guerchet	94
5.4.8. Propuesta de redistribución de planta	96
5.4.9. Simulación de sistemas con software ARENA	98
5.5. Evaluación de la Propuesta Costo-beneficio	109
5.5.1. Costos y presupuestos	109
5.5.2. Beneficios	112
5.6. Plan de implementación y cronograma de actividades	114
5.7. Evaluación de la Propuesta de Mejora	115
5.7.1. Evaluación de la Productividad, Calidad y Seguridad	115
5.7.2. Evaluación del Impacto Económico	117
5.7.3. Evaluación del Impacto Social	118
5.7.4. Evaluación del Impacto Medioambiental	118
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
6.1. CONCLUSIONES	119
6.2. RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFIA	120
ANEXOS	
Apéndice 1: Estudio de tiempos de la empresa	
Apéndice 2: Reporte de la Simulación Global del Estado Actual	
Apéndice 3: Reporte de la simulación Global de las Camisas (Propuesta)	
Apéndice 4: Reporte de la simulación Global de los chalecos (Propuesta)	
Apéndice 5: Reporte de la simulación Global de los Pantalones(Propuesta)	
Apéndice 6: Reporte de la simulación Global de los Sacones (Propuesta)	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Organigrama de la Empresa	3
Ilustración 2: Mapa de Procesos de la Organización	6
Ilustración 3: Plataforma de productos, módulos/Componentes y familia de productos	15
Ilustración 4: Combinaciones entre las prendas	17
Ilustración 5: Operaciones de Cuello y puño para Camisa	18
Ilustración 6: Piezas por Patrick Cox	19
Ilustración 7: Referencias Modulares	20
Ilustración 8: Distribución Modular en Rectángulo	21
Ilustración 9: Distribución modular tipo "T"	21
Ilustración 10: Distribución modular en Paralelo	22
Ilustración 11: Distribución Modular en Media Luna	22
Ilustración 12: La Cadena Productiva Textil	28
Ilustración 13: Estrategia Pull	31
Ilustración 14: Los tres tipos de la clasificación VAX	34
Ilustración 15: DOP Proceso de Diseño	48
Ilustración 16: DOP Proceso de Plotteado y Tendido	50
Ilustración 17: DOP Proceso de Corte	52
Ilustración 18: DOP Proceso de Fusionado	54
Ilustración 19: DOP Proceso de Bordado	56
Ilustración 20: Lay-out Actual de la planta de Confección	58
Ilustración 21: Árbol de problemas del Estudio	74
Ilustración 22: Tiempo de cambio de línea (SMED)	80
Ilustración 23: Diagrama Multiproducto	90
Ilustración 24: Diagrama de Precedencia del Proceso de Confección de Camisas	91
Ilustración 25: Diagrama de Precedencia del proceso de Confección de Pantalones	92
Ilustración 26: Diagrama de Precedencia del proceso de Confección de Chalecos	93
Ilustración 27: Diagrama de Precedencia del Proceso del confección de Sacones	94
Ilustración 28: Lay-out Modularizado (Propuesta)	97
Ilustración 29: Diagrama de Precedencia Camisa (Actual)	100
Ilustración 30: Diagrama de Precedencia Pantalón (Actual)	101
Ilustración 31: Diagrama de precedencia Chaleco (Actual)	101
Ilustración 32: Diagrama de precedencia Sacón (Actual)	101
Ilustración 33: Captura de Pantalla Modelo Simulación proceso Actual	103
Ilustración 33: Captura de Pantalla Modelo Simulación proceso Actual	103
Ilustración 33: Captura de Pantalla Modelo Simulación proceso Actual	103
Ilustración 33: Captura de Pantalla Modelo Simulación proceso Actual	103
Ilustración 34: Captura de pantalla Simulador propuesto de Camisas	105
Ilustración 34: Captura de pantalla Simulador propuesto de Camisas	105
Ilustración 34: Captura de pantalla Simulador propuesto de Camisas	105
Ilustración 34: Captura de pantalla Simulador propuesto de Camisas	105
Ilustración 35: Captura de pantalla Simluador Propuesto Pantalón	106
Ilustración 35: Captura de pantalla Simluador Propuesto Pantalón	106
Ilustración 35: Captura de pantalla Simluador Propuesto Pantalón	106

Ilustración 35: Captura de pantalla Simluador Propuesto Pantalón	106
Ilustración 36: Captura de pantalla Simluador Propuesto Chaleco.....	107
Ilustración 36: Captura de pantalla Simluador Propuesto Chaleco.....	107
Ilustración 36: Captura de pantalla Simluador Propuesto Chaleco.....	107
Ilustración 36: Captura de pantalla Simluador Propuesto Chaleco.....	107
Ilustración 37: Captura de pantalla Simluador Propuesto Sacón	108
Ilustración 37: Captura de pantalla Simluador Propuesto Sacón	108
Ilustración 37: Captura de pantalla Simluador Propuesto Sacón	108
Ilustración 37: Captura de pantalla Simluador Propuesto Sacón	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de objetivos y metas de la Organización	42
Tabla 2: Productividad por semana	43
Tabla 3: Pedidos atendidos por la empresa en 1 año	44
Tabla 4: Pedidos no atendidos por la empresa en el periodo de Jun-Ago 2019	45
Tabla 5: Tabla de puntos de mejora por proceso	72
Tabla 6: Técnicas de Recopilación de Datos	73
Tabla 7: Planteamientos de Mejoras por Procesos	75
Tabla 8: Evaluación de las mejoras planteadas	79
Tabla 9: Categorización del proceso de confección de Camisas	82
Tabla 10: Categorización del proceso de Confección de Pantalones	83
Tabla 11: Categorización del proceso de Confección de Chalecos	84
Tabla 12: Categorización del proceso de confección de Sacones	85
Tabla 13: Balance y agrupación del Proceso de Camisas	86
Tabla 14: Balance y Agrupación del proceso de Confección de Pantalones	87
Tabla 15: Balance y Agrupación de la Línea de confección de Chalecos	88
Tabla 16: Balance y Agrupación del proceso de Confección de Sacones	89
Tabla 17: Tabla de relaciones del Proceso de Confección de Camisas	91
Tabla 18: Tabla de relaciones del Proceso de Confección de Pantalones	92
Tabla 19: Tabla de Relaciones del Proceso de Confección de Chalecos	93
Tabla 20: Tabla de Relaciones del Proceso de Confección de Sacones	94
Tabla 21: Tabla de medidas de elementos	95
Tabla 22: Tabla Metodo Guerchet	95
Tabla 23: Calculo final Metodo Guerchet	96
Tabla 24: Tabla de Cantidad de Recursos de Simulación	98
Tabla 25: Tabla de Arribos de Simulación	99
Tabla 26: Tabla de Arribos especiales de Simulación	99
Tabla 27: Tabla de operarios por Módulo	100
Tabla 28: Presupuesto Actividad 1	109
Tabla 29: Presupuesto Actividad 2	109
Tabla 30: Presupuesto Actividad 3	110
Tabla 31: Presupuesto Actividad 4	110
Tabla 32: Presupuesto Actividad 5	110
Tabla 33: Presupuesto Actividad 6	111
Tabla 34: Presupuesto Actividad 7	111
Tabla 35: Presupuesto Actividad 8	111
Tabla 36: Presupuesto Total General	112
Tabla 37: Costo de oportunidad Anual (Pedidos Recibidos y no realizados por falta de Capacidad)	112
Tabla 38: Valor Presente Neto y Costo de oportunidad en los próximos 10 Años	113
Tabla 39: Tabla comparativa de la simulación General	116
Tabla 40: Tabla comparativa de la Productividad por diferentes lotes en la simulación del estado Actual	117
Tabla 41: Tabla comparativa de la Productividad por diferentes lotes en la simulación Propuesta	¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Generales de la organización

1.1.1. Antecedentes y condiciones actuales de la organización.

La empresa objeto de estudio es una empresa familiar que cuenta con aproximadamente 20 años de operación en el mercado de confecciones, siendo una MYPE de 10 trabajadores distribuidos, en su mayoría, en el área de producción.

En cuanto a las condiciones actuales del área de producción, estas se han mantenido por varios años; logrando en el 2016 el desarrollo de la operación de diseño. En esta última se compraron recientemente un software de diseño de última generación y una máquina plotter; los cuales ayudan a la productividad y precisión en el corte de las prendas. Actualmente en la empresa se tiene un modelo de producción y remuneración a destajo, es decir, que se pacta con el operario un costo por cada tipo de prenda y se le paga en base a su producción. Por este tipo de manejo de la organización en el área de producción, es que es necesario entregar, por cada operario, las piezas para confeccionar una prenda y es esta misma persona quien se encargará de entregarla terminada. Esto ayuda en lo que a la organización de la planta se refiere, sin embargo, perjudica en cierto modo a la productividad.

Además, tiene la disponibilidad de talleres satélite y personal externo al cual la empresa puede recurrir en ciertas etapas del año, cuando la demanda lo requiera.

1.1.2. Sector y actividad económica.

La empresa objeto de estudio se encuentra en el sector textil y más específicamente en la “confección de prendas de vestir industriales”, es decir, que se dedica a confeccionar prendas para instituciones y/o

empresas.

1.1.3. Misión, Visión y Valores

1.1.3.1. Visión

“Ser la empresa de confección de prendas industriales con mayor participación en el mercado del sur del Perú, ofreciendo la mejor calidad a bajos precios para lograr la satisfacción máxima de nuestra clientela.”

1.1.3.2. Misión

“Confeccionar prendas industriales para todos los puestos de trabajo de las organizaciones comprendidas en la región, mediante procesos estandarizados con el respaldo de la mejor tecnología del sector para brindar productos de alta calidad. A su vez, preocupándonos por el bienestar y comodidad de nuestros colaboradores y proveedores.”

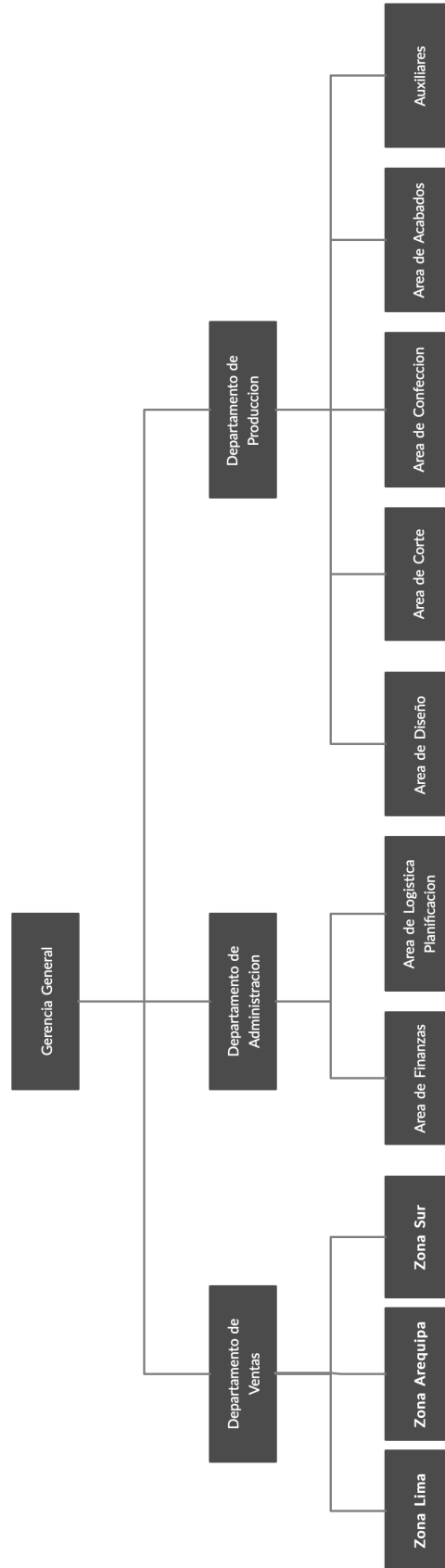
1.1.4. Política de la organización

La empresa actualmente no tiene políticas formales de calidad, seguridad y medioambiente. Sin embargo, respecto a políticas de calidad, se tienen procedimientos empíricos, los cuales son transmitidos desde la gerencia hacia toda la organización, haciéndose énfasis en el departamento de producción principalmente.

1.1.5. Organización

1.1.5.1. Organigrama

Ilustración 1: Organigrama de la Empresa



Fuente: Elaboración Propia

1.1.5.2. Descripción de las áreas funcionales

a) Departamento de Ventas

Este departamento se encarga de conseguir los pedidos en las 3 diferentes zonas mostradas anteriormente: Lima, Arequipa y Sur (Tacna, Cusco, Moquegua). Dichos miembros del departamento son remunerados por comisiones en función al pedido ingresado.

b) Departamento de Administración

- Área de Finanzas

Esta área es la encargada de gestionar el dinero, préstamos, pagos y toda la contabilidad de la empresa.

- Área de Logística y planificación

Esta área se encarga de la recepción, requerimientos, compras y abastecimiento de materiales en función al área de producción; así mismo, trabaja a la par con el área de diseño.

- Área de Diseño

Esta área trabaja en función a un pedido nuevo, o cuando el cliente requiere un modelo en específico que no está en la base de datos de la empresa. Esto genera la necesidad de realizar el diseño y patronaje técnico mediante el software AUDACES.

c) Departamento de Producción

- Área de Corte

Esta área es la responsable de hacer el corte de las

respectivas telas, forros, entretelas y adhesivos.

- Área de Confección

Encargada de la costura propiamente dicha, desde el fijado de las piezas, como bolsillos, hasta en ensamblaje total de la prenda.

Esta área se divide en 1) Producción interna (realizada en la planta de la empresa) y 2) Los talleres satélite (externos). Esta modalidad fue adoptada por la empresa para que durante etapas del año en las que la demanda baje, no se tenga tanto personal parado; por otro lado, dichos talleres externos son solicitados cuando la demanda es muy alta o en casos de pedidos de gran envergadura.

- Área de Acabados

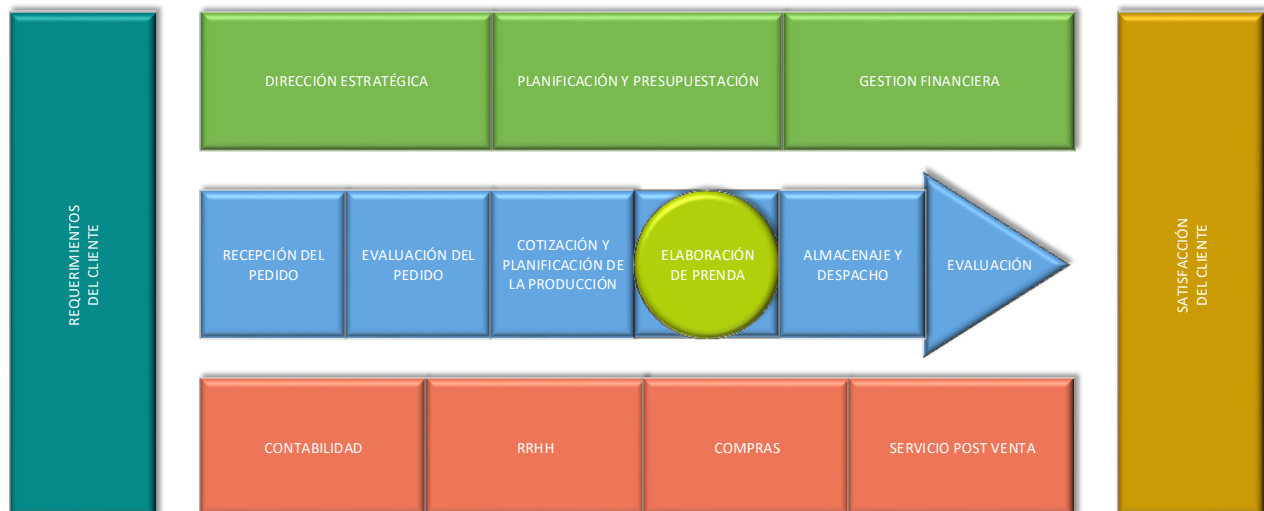
En esta área se llevan a cabo los procesos finales de la prenda, entre los cuales pueden distinguirse dos partes. La primera parte es desarrollada por máquinas especializadas operadas por una persona, y engloba procesos como colocar botones, bordado, ojales, presillas y atraques. La segunda parte comprende un trabajo manual en el que las prendas son deshiladas y planchadas.

➤ Auxiliar

Un factor o elemento importante al hablar de las áreas de la empresa es el auxiliar, el cual se definirá a continuación para efectos de una mejor comprensión de los procesos de la organización. Auxiliar es la persona encargada del área de corte usualmente, sin embargo, mientras las prendas están en el proceso de confección o acabados; es el personal auxiliar quien cumple con diversas funciones de apoyo según sean requeridas.

1.1.6. Principales procesos y operaciones

Ilustración 2: Mapa de Procesos de la Organización



Fuente Korbes (2015)

En el Mapa de procesos presentado, se muestran todos los procesos de la organización en general, no obstante, cabe resaltar, que la presente investigación se enfocará netamente a la elaboración de las prendas como objeto de estudio.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción del problema

El gran problema de la empresa es el rechazo de pedidos pequeños debido a la baja flexibilidad de la línea de producción. En la empresa estudiada, se rechazan aproximadamente el 40% de pedidos por tener la característica de ser de bajo volumen; lo cual genera una pérdida de clientes potenciales y a su vez la disminución de pedidos en momentos en los que la demanda es baja, puesto que hay etapas en el año en las que los pedidos son escasos (aproximadamente 2-3 meses al año) y la empresa, al no tener demanda en esos meses, se limita a producir stock para algunos pedidos del siguiente año. Esto se debe a que la empresa

trabaja en su mayoría bajo licitaciones, las cuales han sido ganadas con frecuencia, lo cual genera que se opte por dicho riesgo de fabricación. Sin embargo, al hacer esto, la empresa incurre en un riesgo innecesario por simplemente tener a su personal ocupado y al final todos estos problemas repercuten en los estados financieros de la empresa.

Además, el tiempo de setup promedio de cada máquina es entre 5 y 10 minutos, dependiendo de la complejidad de la máquina, no obstante, las empresas de confección no observan estos costos en este modelo de producción tradicional; dado a que estos costos, distribuidos en un lote grande de producción, son imperceptibles; sin embargo, si la empresa aceptara pedidos de menor volumen, dichos costos si serían considerables.

“El sistema modular o celular se define como un sistema técnico especializado en una fase de producción en la cual el equipo de estaciones del trabajo es combinado para facilitar la producción de pequeños lotes y mantener flujos de producción continuos” (De La Cruz, 2011), este sistema tiene varios beneficios, tales como la reducción de tiempos muertos, la mejora de la capacidad de respuesta, el mayor aprovechamiento de los espacios y la maquinaria y, sobre todo, el aumento de la flexibilidad de la producción (Gudiel Torres, 2005).

Todos estos beneficios pueden ayudar a los problemas productivos de las empresas de confección, puesto que, para evitar la segregación de pedidos por tener un lote bajo, es necesario cambiar el sistema de producción a uno mas flexible y eficiente. Esto permite adecuarse mejor a las necesidades del cliente y darle mayor versatilidad a la producción.

En la presente tesis el tema de estudio es la producción modular para aumentar la flexibilidad de la línea de la producción en una empresa de confecciones en la ciudad de Arequipa; siendo el objeto de estudio la misma empresa. Dicha organización tiene como actividad principal la confección de prendas industriales (ropa de trabajo), mediante un sistema de producción a pedido, por lo que los stocks son bajos.

1.2.2. Formulación del problema

¿De que manera va a contribuir el diseño de un sistema de producción modular en el incremento de la flexibilidad de la línea de producción de una empresa de confección textil en la ciudad de Arequipa?

1.2.3. Sistematización del Problema

- ¿Cómo se desarrollan los procesos involucrados en la línea de producción de la empresa en estudio?
- ¿Cómo diseñar este sistema de producción modular aplicado a la empresa en estudio?
- ¿Cómo evaluar las mejoras en la productividad y flexibilidad en la línea de producción?
- ¿Cuáles serían los beneficios productivos y económicos que traería consigo este sistema de producción?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la contribución de la manufactura modular en la flexibilidad de la línea de producción de una empresa de confección Textil

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los procesos involucrados en la línea de producción en función a las características de las familias de productos.
- Proponer un nuevo diseño de la línea de producción teniendo en cuenta las variables de estudio.
- Evaluar las mejoras en la productividad y flexibilidad de este sistema modular.

- Cuantificar el beneficio productivo y económico que generaría este modelo de producción.

1.4. Justificación del Proyecto

1.4.1. Justificación Teórica

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar el conocimiento de nuevos modelos de producción en el sector de confecciones, ya que, debido a la optimización de costos, se ha utilizado durante muchos años el método tradicional de producción (por lotes), el cual no es el más adecuado para las necesidades del mercado actuales. Además, se aplicará una reingeniería del proceso de producción al aplicar el sistema modular de producción.

1.4.2. Justificación Metodológica

Este sistema de producción modular es importante en la industrial de la confección puesto que, es necesario en este mercado tener una alta flexibilidad para poder producir prendas que se adecuen a las necesidades del cliente y con la capacidad de producir variedad de productos sin que se aumenten excesivamente los costos de producción.

1.4.3. Justificación Práctica

1.4.3.1. Económica

La presente investigación tiene como objetivo mejorar la línea de la producción de la empresa, volviéndola más flexible y eficiente. Esto generará a su vez, un mayor nivel de competitividad y, por tanto, una mejor participación en el mercado. Además, todos estos beneficios traerán consigo una mejora en los resultados económicos.

1.4.3.2. Personal

Ante todo, la presente investigación se realiza con el objetivo de permitir al investigador la obtención del grado profesional de Ingeniero Industrial, el cual considera de vital importancia para su desempeño y crecimiento profesional. Además, es un tema de interés personal, puesto que la empresa a analizar es una empresa familiar, de la cual forma parte el autor de esta tesis y lo que este último desea, es mejorar los procesos de su empresa y contribuir con un mejor desarrollo de esta.

1.5. Alcances

- **Temático:** Sistema de producción modular.
- **Espacial:** El área de producción de una empresa de confección textil en Arequipa- Perú.
- **Temporal:** Diciembre 2018 – Noviembre 2019.

1.6. Viabilidad del Proyecto

Quien está realizando la presente investigación es el mismo autor de esta, quien también correrá con todos los gastos de la misma. Es importante también mencionar que el autor tiene acceso completo a toda la información de la empresa objeto de estudio, dado a que, como se mencionó anteriormente, el autor es parte de dicha organización.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA TEORICO

2.1. Antecedentes del Tema de Investigación

En 2015 Rafael Korbes, realiza el estudio “O design de sistemas modulares: Customizacao em massa de produtos de moda”, para optar por el grado de master en diseño por la Universidad Federal de Rio Grande; el tema de estudio es customización en masa aplicado al rubro de confección textil, donde aborda que una de las ventajas de esta estrategia de producción es la de atender a un mayor número de consumidores, y para ello se tiene que adoptar sistemas de producción modulares para poder abordar esta filosofía de producción de customización en masa, el texto es rico en cuanto al como diseñar el sistema modular de producción.

En 2004 la revista International Journal of Clothing Science and Technology publica el estudio, “Modular manufacturing: an alternative to improve the competitiveness in the DSX los últimos años en la industria de confección textil, estos cambios que se han suscitado a nivel mundial han motivado el rediseño, en muchos casos, de sus estructuras organizativas y productivas. El estudio pone en preponderancia que es cada vez es más necesario alcanzar una mayor competitividad, ya que es la única forma de permanecer en el mercado, para ello, se requiere la adopción e implementación de diferentes estrategias que actúen sobre varios eslabones de la cadena de suministro. Uno de estos eslabones clave es el área de producción de las empresas de confección. En este estudio se mencionan las ventajas de la filosofía "just-in-time" para la industria de la confección, y más específicamente las de fabricación modular, mostrando su superioridad sobre la producción en línea.

Empresas internacionales del sector textil-confección en países como Guatemala, Ecuador, México y Colombia utilizan actualmente un sistema confección modular para pequeños lotes y mantienen la producción de flujos continuos, incrementando así la calidad del producto final. Un ejemplo de ello se ve evidenciado en Ecuador (2011) donde De la Cruz Inuaca Luz, realizó un estudio sobre la "Implementación de un sistema de producción modular en Confecciones Filato S.A."; como principales conclusiones se encontró que la implementación de un sistema modular, logró reducir los tiempos en un 26% por cada prenda, un mejor control de calidad

de un 99% mejorando la productividad en un 57%, también se muestra que mediante un sistema modular, el personal se identifica más con el producto convirtiéndose en inspector de su propio trabajo, por consiguiente la calidad se ve incrementada, se reducen inventarios por el balance continuo del sistema y se otorga mayor flexibilidad y respuesta inmediata a las necesidades del cliente.

Por ello cada vez más empresas buscan ampliar su mercado mediante la adopción de nuevos modelos eficientes de producción, entre ellos el sistema de producción modular, que aumenta significativamente la productividad, busca la realización del proceso con aquello que le da valor agregado al producto, dejando de lado los "desperdicios". Adicionalmente, en una línea multifuncional y especializada, el operario recibe, corta, confecciona, dobla y empaca la prenda, y con un sistema modular, conlleva a un seguimiento continuo del proceso, lo que mejora el desempeño de los trabajadores, la comunicación, motivación, compromiso en sus tareas y flexibilidad.

En 2005 fue presentado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Marcos, en la escuela profesional de ingeniería industrial el trabajo de grado "Implementación de un sistema de producción modular para una empresa de confección de prendas de vestir" por Gudiel Torres, Saúl, como requisito para optar el título de Ingeniero Industrial. El trabajo es un estudio donde se propone como opción a tratar la demanda fluctuante que hay en el mercado nacional de confecciones de prendas de vestir, la alternativa de producir bajo el sistema de producción modular, con ello se pretende aumentar la competitividad de la empresa de confecciones que se trató en dicho estudio.

2.2. Marco de Referencia Teórico

2.2.1. Diseño

2.2.1.1. Definición

Según Garcia, Cloquell y Gomez (2001, p. 9.10) El diseño enfocado a la industria es un proceso creativo de carácter proyectual donde se determinan las propiedades formales, funcionales, constructivas y logísticas de un proceso productivo que da como resultado un producto.

Por otro lado, para Gustavo Peña (2015, p.55), El cual cita un concepto planteado por el International Council of Societies of Industrial Design (ICSID) es que el diseño es una actividad creativa, cuya voluntad es la de establecer las cualidades multifacéticas de objetos, procesos, servicios y sus sistemas en ciclos de vida completos. Es una definición Basica

Diseño se toma como innovación, como creación, como avance, como solución renovadora, como un nuevo modo de relacionar un número de variables o factores, como una nueva forma de expresión, como el logro de una mayor eficacia (Cross, Elliot, Roy, Holm, 1982, p.53)

2.2.2. Sistema de Producción Modular

2.2.2.1. Definición

Según De la Cruz (2011) “El sistema modular o celular se define como un sistema técnico especializado en una fase de producción en la cual el equipo de estaciones del trabajo es combinado para facilitar la producción de pequeños lotes y mantener flujos de producción continuos” (pag. 6). Es importante resaltar que la producción modular no está limitada solo para lotes pequeños de producción, sino que es lo suficientemente versátil como para producir lotes grandes y pequeños de producción e incluso simultáneamente, esta característica es indispensable para darle flexibilidad a la línea de producción.

2.2.2.2. ¿Qué es un Modulo?

Para Miller y Elgard (1998) citado por (Korbes, 2015), menciona que un módulo puede ser entendido como una unidad funcional bien definida del producto en el que forma parte. En un sistema, el módulo tiene interfaces estandarizadas e interacciones predeterminadas, lo que posibilita la composición de productos distintos por medio de operaciones de combinación y arreglo entre sí. Sin embargo Elsie

Pastor dice que “Un módulo, es un equipo de trabajadores asignados a la fabricación de un producto específico, organizados, de forma tal, que el producto fluya de forma rápida y sincronizada de acuerdo con el orden de sus operaciones”(Pastor, 2007).

Analizando las dos posturas, Miller se enfoca a que el modulo debe ser capaz de crear productos distintos por medio de operaciones de combinación, por otro lado Pastor dice que son un equipo de trabajadores que se le asigna un producto específico, es decir, un producto estandarizado que no puede tener variaciones, puesto que para Pastor la generación de nuevos productos se hace en el remplazo de módulos por otros distintos. Pero esto podría traer consigo problemas como cambios de línea lentos y por lo tanto una mayor cantidad de tiempos muertos

2.2.2.3. Ventajas

Según De la Cruz (2011), la manufactura modular tiene varios beneficios, de los que se pueden resaltar:

- Mayor aprovechamiento de máquina y espacios
- Reducción de tiempos muertos
- La respuesta rápida a las exigencias del mercado.
- Reducción del capital inmovilizado mediante la reducción de las existencias en proceso.
- Incremento del nivel de eficiencia de la planta.

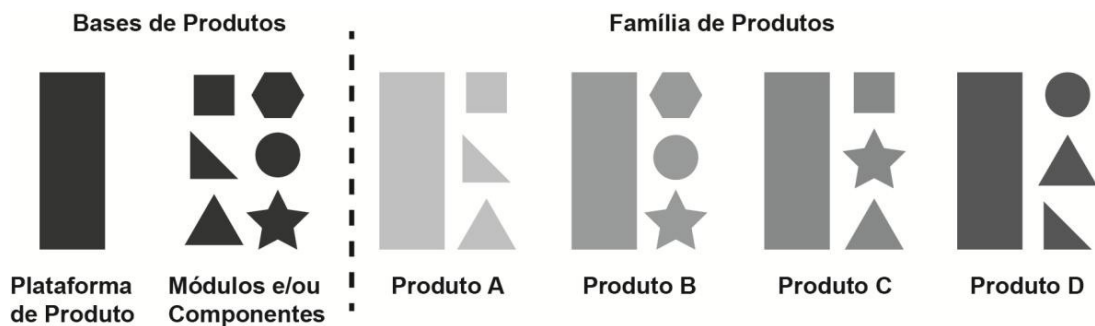
Estos beneficios son importantes para las empresas de confección como la empresa en estudio que tienen como estrategia competitiva Liderazgo en costos, sin necesidad de reducir la calidad del producto.

2.2.2.4. Familia de Productos

Según Fetterman y Echeveste (2010) citado por (Korbes, 2015): "El concepto de familia de productos consiste en un grupo de productos relacionados destinados a atender una variedad de segmentos de mercado compartiendo un conjunto de componentes, módulos y / o subsistemas"

En el mercado de la confección es importante mencionar las "familias de productos" puesto que existe una gran variedad de prendas de vestir, que pueden ser agrupadas en familias, por ejemplo, la familia de pantalones de Denime existe varios tipos según diseño, color y densidad de tejido; sin embargo, estos productos son manufacturados con la misma maquinaria y el tiempo de ciclo son muy cercanos, lo cual hace fácil que se pueda hacer distintos productos utilizando los mismos recursos.

Ilustración 3: Plataforma de productos, módulos/Componentes y familia de productos



Fuente: (Korbes, 2015)

Como vemos en la ilustración 3, utilizando la misma plataforma y los módulos de una familia de productos, se pueden producir varios productos (A, B, C, D)

2.2.2.5. Modularidad y Modularización

Después de revisar el concepto de producción modular y del módulo propiamente dicho surge los términos modularidad y modularización. Modularidad significa la capacidad de la estructura de un objeto en convertirse en un proceso modular, en contraposición a una estructura integral; por otro lado, modularización es la acción modularizar un producto, es decir, que la estructura del objeto y el proceso para producir este, sea por módulos.

2.2.2.6. Tipos de Modularidad

Según Korbes (2015) Existen 6 tipos de modularidad que son:

- **Modularidad por Compartimiento de Componentes**

En este tipo de modularidad un mismo componente es utilizado por diversos productos, proporcionando así economía de alcance, es decir producción en masa de diversidad de productos. Este modelo ayuda a reducir los costos al compartir los componentes con una gran variedad de productos, sin embargo, no es capaz de producir una verdadera personalización individual. (Korbes, 2015)

Este modelo puede ayudar a la empresa a atender pedidos pequeños de forma semi-personalizada, sin necesidad de cambiar de línea y tener tiempos muertos

- **Modularidad por permuta de Componentes**

Este método de modularidades complementario a la modularidad por uso compartido de componentes.

Para Bolton (2002) citado por Korbes (2015) Este sistema se basa en unidades separadas, como faldas, pantalones, camisas,

chaquetas y abrigos que se pueden combinar o arreglar según las necesidades del individuo. En este tipo de modularización los módulos son las propias prendas.

Este sistema de módulos está pensado para la producción de moda evitando la obsolescencia de las colecciones pasadas y las nuevas, puesto que con las combinaciones de los módulos o prendas que se pueden hacer, se pueden generar nuevas colecciones (Ilustración 4)

Ilustración 4: Combinaciones entre las prendas



Fuente Korbes (2015)

- **Modularidad por Ajuste de Componentes**

Este tipo de modularidad también es complementario a los dos tipos de modularidad mencionados anteriormente. Esta modularidad útil para productos cuyo valor del consumidor reside en gran parte en el componente que puede ser continuamente variado para combinar voluntades y necesidades individuales (Korbes, 2015)

Por ejemplo, las camisas de vestir para varones tienen tamaños y colores estándar los cuales no varían el diseño de la propia

prenda, sin embargo, piezas como los cuellos y los puños (ilustración 5.) le generan valor a la prenda mientras más complejo o fino sea el acabado y el diseño de estos componentes.

Ilustración 5: Operaciones de Cuello y puño para Camisa



Fuente: Korbes (2015)

- **Modularidad por Mix**

En este tipo de modularidad se busca hacer una combinación completa de componentes de tal manera que pueden formar una prenda totalmente distinta y difícil de distinguir sus componentes. Por otro lado a este tipo de modularidad se les llama vestuarios transformables que tienen piezas mutables lo que hace que se adapte creativamente a las necesidades que tiene el cliente (Korbes, 2015)

Quinn (2002) citado por Korbes (2015), determina dos características necesarias para que una prenda sea transformable:

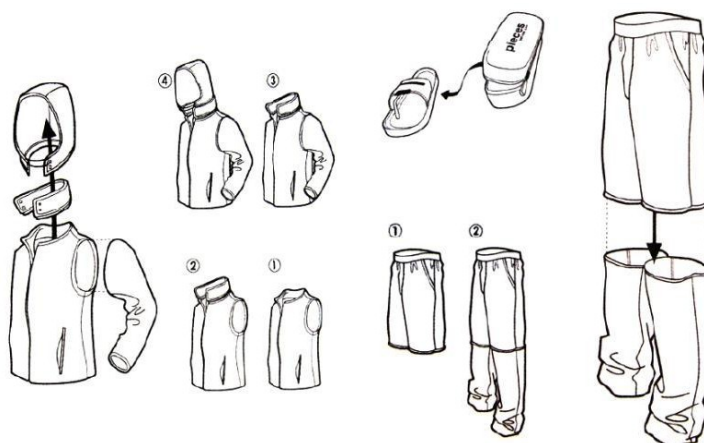
- el diseño de la prenda debe tener por lo menos una posibilidad de transformación
- La prenda después de ser transformada debe tener la capacidad de regresar a su estado original.

- **Modularidad por Bus**

En este tipo de modularidad se permite la adición o resta de módulos, cambiando el diseño de cada pieza. Lo característico de la modularidad por bus es que se basa en una estructura estándar (plataforma), que permite variaciones de tipo, número y lugar de los módulos. (Korbes, 2015). Previamente esto requiere de un diseño de la prenda especial para este tipo de producción, es decir, que se debe tener previamente un “design for assembly” (Keckl, Abou-Haydar, & Westkämper, 2016) para mejorar el proceso de ensamblaje y reducir el tiempo de ciclo.

Este tipo de modularidad es importante para las empresas de confección, puesto que, por ejemplo, una casaca si se le desmuenta las mangas se convierte en un chaleco o si a un pantalón se desmuenta de la rodilla para abajo, se convierte en un short. Esto les da versatilidad y un cambio fácil de producto (Ilustración 6.)

Ilustración 6: Piezas por Patrick Cox



Fuente: (Korbes, 2015)

- **Modularidad Seccional**

Este tipo de modularidad permite la conformación de diferentes productos por medio de componentes que puedan ser conectados a otro por medio de interfaces estándares. El ejemplo más clásico es el juguete Lego. El número de objetos que se pueden crear es

limitado sólo por la imaginación del usuario (PINE, 1994) citado por Korbes (2015).

Con este tipo de modularidad, la arquitectura del producto por sí sola puede cambiar, proporcionando innumerables posibilidades de variación y personalización.

Ilustración 7: Referencias Modulares



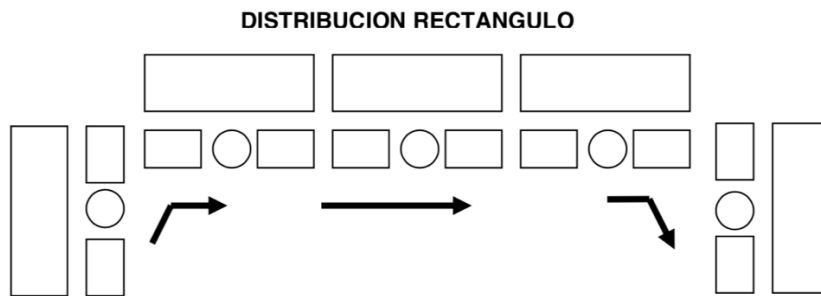
Fuente: Fletcher e Grose (2011)

En conclusión, de todos estos tipos de modularidad aplicado a las empresas de confección se pueden resaltar 2 tipos: la modularidad por compartimiento de componentes y la modularidad por Bus. Estos dos tipos pueden ser aplicados a la industria de la confección de prendas industriales dada sus características

2.2.2.7. Tipos de Distribución de Modulo

- **Distribución rectángulo**

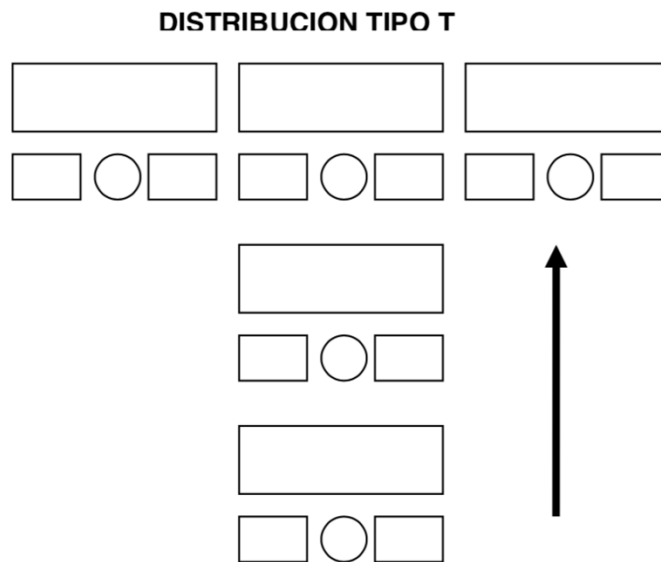
Ilustración 8: Distribución Modular en Rectángulo



Fuente: Gudiel (2005)

- **Distribución tipo "T"**

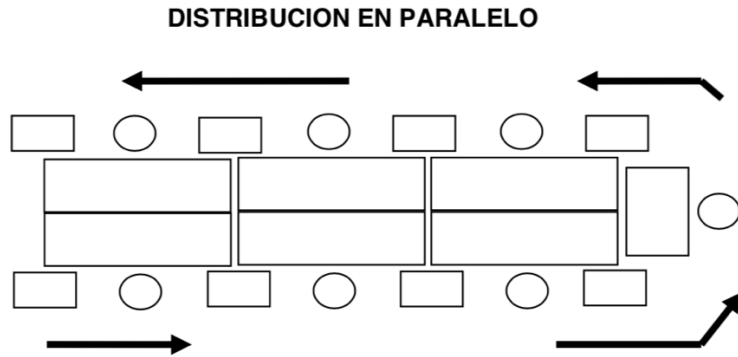
Ilustración 9: Distribución modular tipo "T"



Fuente: Gudiel (2005)

- **Distribución paralelo**

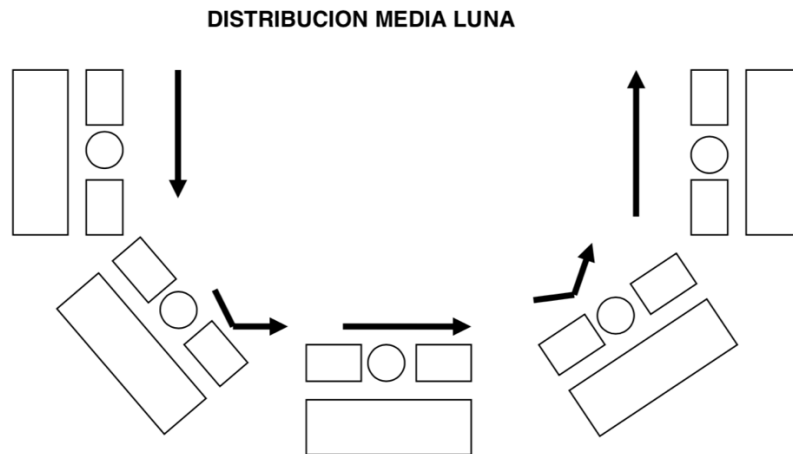
Ilustración 10: Distribución modular en Paralelo



Fuente: Gudiel (2005)

- **Distribución media luna**

Ilustración 11: Distribución Modular en Media Luna



Fuente: Gudiel (2005)

2.2.3. Flexibilidad

2.2.3.1. Definición

La flexibilidad en manufactura es un concepto complejo y multidimensional que representa la habilidad o capacidad de un sistema de producción para adaptarse con éxito a las condiciones cambiantes del entorno, a las necesidades del proceso y de los clientes sin incurrir en grandes castigos de tiempo, esfuerzo, calidad, costo y desempeño (Upton, 1994).

La flexibilidad en manufactura mejora la habilidad de una organización para reaccionar frente a la demanda del cliente sin incurrir en tiempos y costos excesivos.

2.2.3.2. Elementos básicos de la Flexibilidad

- **Rango**

Es el número de opciones o posiciones flexibles diferentes que pueden lograr un tipo de flexibilidad. Los rangos más comunes son:

- Rango de tamaño
- Rango de volúmenes
- Rango de productos

- **Movilidad**

Es la facilidad con la que una organización se mueve de un estado a otro dentro del rango delimitado. Dicha facilidad es evaluada en términos de tiempo y costo que se incurre al cambiar el producto, puesto que se es más flexible mientras menos sea el tiempo o costo gastada (Manyoma, 2011).

Un ejemplo de estos costos es el tiempo de setup el cual es necesario en algunos procesos; sin embargo, hay que intentar reducirlo a su mínima expresión.

- **Uniformidad**

Es la habilidad de la línea de producción para mantener la calidad de producto y la productividad del sistema mientras realiza el proceso de manufactura.

2.2.3.3. Tipos de Flexibilidad

Segun Chang, Yang, Cheng y Sheu (2006) Citados por Pablo Manyoma después de una revisión bibliográfica que realizó, concluyo que hay un consenso sobre las dimensiones de la flexibilidad. Estas dimensiones son de seis tipos que son desarrollados brevemente a continuación (2011):

- **Flexibilidad en Volumen**

Esta dimensión es la habilidad para cambiar el nivel de volumen de producción de un proceso de manufactura (sea aumento o decremento de este volumen), adaptándose al cambio de la demanda del producto (Manyoma, 2011)

Actualmente la empresa en estudio si cuenta con este tipo de flexibilidad por el propio hecho que trabaja a pedido.

- **Flexibilidad en producto**

En esta dimensión es necesario reconocer tres tipos que son (Manyoma, 2011):

- **Flexibilidad en variedad (mezcla, mix):**

Es la habilidad del sistema de producción para desarrollar un número determinado de diferentes productos. Puede ser medida como la relación entre el número de partes hechas por el sistema en un determinado período y su capacidad de ejecución.

- **Flexibilidad en nuevos productos o flexibilidad en diseño:**

Es la capacidad de introducir nuevos productos a una producción normal en términos de cantidad y variedad de productos, en función del tiempo y del costo.

- **Flexibilidad en modificación**

Medida por el número de cambios en el diseño de los productos en un determinado período.

- **Flexibilidad en maquina, equipos y herramientas**

Esta dimensión es la facilidad de cambio para procesar un determinado número de partes. Además, se puede considerar como el número y variedad de operaciones que puede realizar la máquina, equipo o herramienta. Se mide como el tiempo necesario o requerido para hacer los cambios y pasar de un estado a otro, que pueden ser considerados como tiempos muertos (Manyoma, 2011).

Todas las dimensiones están ligadas al SMED (single minute Exchange of die), sin embargo, este tipo de flexibilidad está muy ligado a este que es una herramienta de *Just in Time*, el cual

permite un cambio de línea rápido y eficiente para evitar esos tiempos muertos.

- **Flexibilidad en manejo de materiales**

Es la habilidad del sistema de transporte interno para entregar efectivamente y en etapas del proceso apropiadas, el material requerido durante el proceso de manufactura. En esta flexibilidad deben medirse el tiempo y costo de transferencia de material y el número de partes movidas, entre otras componentes, como posibles indicadores de desempeño (Manyoma, 2011).

Esta dimensión de la flexibilidad depende mucho de la distribución de planta utilizada, puesto que para ser medido se necesita cuantificar el tiempo y costo de transferencia de materiales los cuales dependen de la distancia recorrida para la entrega de estos materiales.

- **Flexibilidad de ruta**

Muy ligado a la anterior dimensión se encuentra este tipo de flexibilidad, definida como la capacidad que tiene una planta para fabricar un producto a través de varias rutas (centros de trabajo o máquinas) alternas en la misma instalación.

Los diferentes recursos asociados, tales como máquinas, herramientas y personas, por lo general, hacen que la implementación de una ruta sea más o menos costosa. Si los recursos asociados para todas las rutas posibles es el mismo, entonces la decisión es trivial, ya que todas las rutas se pueden implementar sin costo adicional. Por el contrario, cuando el costo de estos recursos es muy alto, sólo una ruta se puede implementar. Entre estos dos extremos se encuentran todas las posibilidades de la flexibilidad de ruta.

- **Flexibilidad laboral**

Es la habilidad del proceso de cambiar el número de trabajadores, las tareas realizadas por ellos y sus responsabilidades alternas. Es importante tener fuerza de trabajo multifuncional, que tengan la capacidad de realizar diferentes actividades. Es importante resaltar que los procesos de selección y las políticas administrativas son elementos que pueden afectar el grado de la flexibilidad laboral, dado que el factor persona, sus capacidades y motivaciones interviene bastante en el desempeño de este (Manyoma, 2011).

2.2.4. Procesos del sector Textil

La cadena de producción del sector textil tiene varios procesos que son el Hilado, Tejido, Teñido y acabado y finalmente la confección. (Ilustración 12). Esta cadena tiene como elemento de entrada o materia prima fibras naturales como algodón, lana, lino y seda; y/o fibras sintéticas o filamentos como el nylon y el poliéster. (Gudiel, 2005)

Esta cadena productiva tiene muchos detalles y variantes en cada eslabón de la cadena que serán brevemente explicados en los siguientes puntos

Ilustración 12: La Cadena Productiva Textil



Fuente: Elaboración Propia

2.2.4.1. Hilado

Para llegar a conseguir el hilo se necesitan varios procesos que son: Cardado, Estirado, peinado, trenzado y finalmente el Hilado. En cada uno de estos procesos se le puede modificar algunas variables para que el hilo final tenga alguna característica distinta, por lo que hay muchos tipos de hilos resultantes en función al grosor, tipo de trenza y mezcla de fibras. (Hollen, Saddler, Langford, p.147)

2.2.4.2. Tejido

Según José Gay (1995, p. 39-41). Teniendo como inputs a los hilos del proceso anterior, se debe tener en cuenta de la gran variedad de tejidos que se pueden formar, sin embargo, se pueden agrupar en dos familias grandes que son: El Tejido plano y el Tejido de Punto.

- **Tejido Plano**

Las telas se elaboran con dos o mas conjuntos de hilos entrelazados perpendicularmente. Los hilos que van en dirección longitudinal son llamados Hilos de Urdiembre y el hilo que va perpendicular a este se llama trama. Existen muchas variantes en este tipo de tejido que generan subfamilias de ligamentos como Plano, acanalado, esterilla, sarga y raso. El ligamento es la forma como esta construida la tela. Además, el tejido plano se caracteriza por ser rígido.

- **Tejido de Punto**

Es a diferencia del tejido plano que están posicionados perpendicularmente, el punto consiste en formar una única hilatura estructuradas en formas de bucles entrelazados, por esa propia forma de construir la tela es que el tejido de punto es naturalmente las elástico y flexible Existen también muchas variantes del tejido de punto como el punto Jersey, punto elástico, punto al revés, punto doble, etc.

2.2.4.3. Teñido y acabado

Si en todos los procesos anteriores se podían generar numerosos productos en función a la estructura de la tela, en este proceso se puede multiplicar esa variedad puesto que en el teñido y acabado es el embellecimiento de la tela para que se pueda convertir en una prenda. (Gay 1995, p. 42-43)

El proceso de teñido o tintado es un proceso químico simple o complejo donde se da color a la tela e incluso diseños estampados, estos procesos químicos se realizan por separado para hacer tinturas de fibras naturales y fibras sintéticas.

Por otro lado, el acabado son procesos que pueden ser físicos como el perchado, cardado, plisado, enfurtido y enramblado; y/o químicos como

el apresto y los suavizantes que son acabados temporales, es decir, que con el lavado y uso posterior de la prenda tiende a desaparecer. (Gay 1995, p. 44-45)

La tecnología ha permitido también crear otros tipos de acabado que son enfocados a la especialización de los tejidos para otras industrias. Por ejemplo, acabados antibacterianos, resistente a las manchas, antimoho y otros que suelen ser utilizados en la industria de salud y de alimentos; Además telas repelentes al agua, impermeables, resistentes a la suciedad, ignífugas y otros que pueden ser usados en la indumentaria de bomberos o en personal de trabajo en plantas de alto riesgo. (Gay 1995, p. 45)

2.2.4.4. Confección

Según la Real Academia de la Lengua Española confección es la acción de preparar o hacer determinadas cosas generalmente por mezcla u combinación de otras; además, otra definición de la propia RAE es “Hechura de prendas de vestir” asociándola directamente a los productos desarrollados en la presente investigación.

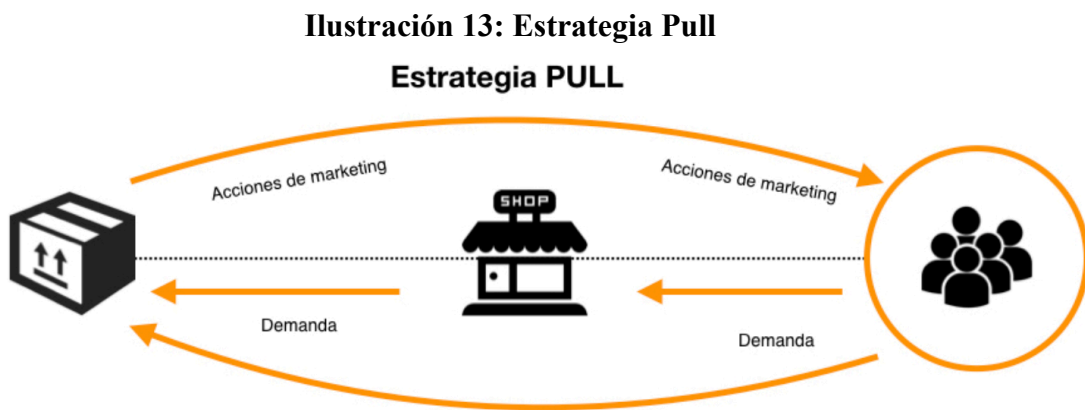
Por otro lado, José Gay (1995, p.2) tiene una concepción mas artística de la confección, alegando que es comparable al arte clásico de la escultura, puesto que el escultor mantiene una estrecha vinculación con el material que manipula para darle forma y realizar su arte, del mismo modo la hace un confeccionista cuando empieza a coser establece una conexión que genera con el tejido mientras lo palpa, evalúa sus propiedades y finalmente lo trabaja para convertirlo en un objeto tridimensional.

Del mismo modo compara, así como un escultor elige el mejor material para representar la idea que tiene en mente, el confeccionista y sobre todo el modelista también tiene que elegir la tela, hilo, aguja y demás cosas que le permitirán plasmar a la realidad su idea para la prenda resultante.

2.2.5. Producción Pull

2.2.5.1. Conceptualización

Primero hay que entender el concepto de pull y push como estrategia organizacional. Según Javier Varela (2018) la estrategia Pull (la cual es la usada por la empresa en estudio) es motivar al cliente a que venga a la empresa por nuestros productos (a pedido), en cambio la estrategia “push” es llevar los productos directamente a al cliente mediante mayoristas y/o minoristas. (ilustración 13)



Fuente: The orange Market (2018)

2.2.5.2. Concepto y características

El sistema de producción *pull* o de jalar significa realizar un pedido en el que la producción se basa en la demanda real como en Just-in-Time (JIT), está representado en el “make to order” de tal manera que a gestión de la cadena de suministro mantiene los inventarios al mínimo, controla la sobreproducción y disminuye desperdicios. También reducen los costos de producción, permiten a las empresas estructurar los procedimientos de fabricación a través del uso de tarjetas, las cuales ayudan a dividir el proceso de forma secuencial y ordenada. (Villaseñor, Galindo, 2017, p. 120)

Para Lluís Cuatrecasas (2013, p. 86) El sistema pull es en pocas palabras es ajustarse a producir solo lo requerido por los clientes en producto, cantidad y momento puesto que este sistema se encarga de “jalar” de la demanda en las variables anteriormente mencionadas.

Sin embargo, puede haber varias formas entre pull; esto depende de las formas de inventario de materiales, trabajo en curso (WIP) y artículos terminados, y el cómo lidiar con la demanda real en la gestión de la cadena de suministro.

2.2.5.3. Diferencia sistema “pull type” y “push type”

Alberto Villaseñor (2017, p.120) concluye que el sistema de producción tipo *push* es un sistema que procesa grandes lotes de producción a una velocidad muy alta, puesto que el tamaño del lote de producción esta basado en pronósticos de demanda. Esto hace que el lote se mueva estación por estación de hasta llegar a los almacenes.

(Muramatsu, 1995) concluyen lo siguiente:

A diferencia del “pull type” que está determinado por la demanda real, el “push type” esta determinado por la demanda pronosticada, que es la duración del tiempo de espera acumulado a la línea de ensamblaje final, y del feedback del producto o inventario en proceso en cada etapa, en este sistema, la cantidad ordenada en cada etapa de producción, lo hace un “sistema de ordenes centralizado”; los flujos de materiales se controlan como si fueran” expulsados de la etapa de materias primas hacia la etapa final.

Otra gran diferencia entre estos dos sistemas de orden, es el término de la “amplificación” entiéndase este fenómeno donde las ordenes al proveedor tienden a tener una varianza mayor que las ventas a los compradores (distorsión de la demanda) y la distorsión se propaga hacia arriba de forma amplificada (Benedito, 2006), el push type, las amplificaciones en el pedido de producción y las cantidades de inventario en cada etapa son más difusas en las etapas posteriores a la producción final, por ello se necesita un parámetro de control para evitarlas; en el sistema pull type no hay amplificación en el pedido de

producción y las cantidades de inventario, lo que supone que este sistema es más efectivo para estabilizar sistemas de etapas múltiples y para aumentar la flexibilidad y la productividad de la cadena de suministro.

2.2.5.4. Sistema híbrido push y Pull

El primer paso para desarrollar un sistema híbrido pull y push, requiere la identificación del espacio para la toma de decisiones disponible en la empresa, este espacio se compone de tres dimensiones. La primera dimensión es restricciones de transporte y el colchón de espacio, que se refiere al área disponible en el área de transporte y ensamblaje, estas limitaciones dependerán del surtido de productos finales y sus componentes. La segunda dimensión es plan de producción secuencia de orden, se sugiere aplicar la metodología ABC (para el tamaño del flujo) y la metodología XYZ (para la frecuencia). La dimensión parámetros dinámicos del sistema de producción, representa las características del sistema de producción que afectan el rendimiento del flujo, como el nivel de perturbaciones p la fluctuación de los tiempos de operación.

El sistema híbrido se desarrolla combinando el control de requisitos basado en el uso con el basado en el requisito, para así poder dividir los productos finales en dos grandes grupos principales un primer grupo “A” donde habrá una gran cantidad de artículos producidos con inherente repetibilidad de producción, y un grupo “B” donde por el contrario habrá pocos artículos producidos, con una baja repetibilidad de la producción.

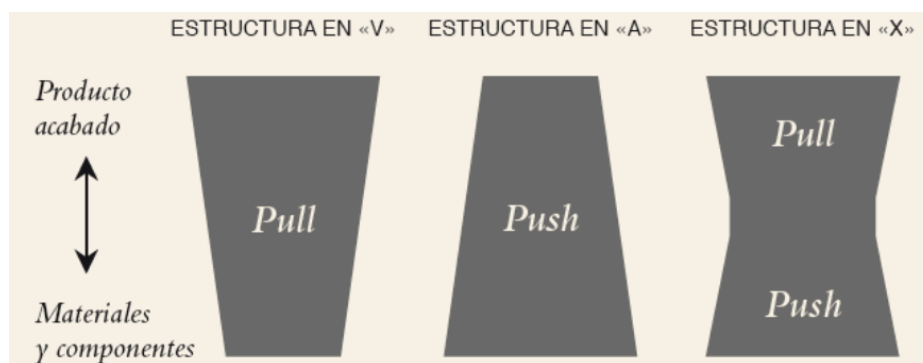
El siguiente paso es la definición de principios del registro de flujos de materiales. La gestión de materiales basada en el uso no esta vinculada con los planes de producción y tampoco con los documentos de almacén (esto para hacerlos lo más simple posible), existe la necesidad de una verificación periódica del número de componentes utilizados. El procedimiento que se puede aplicara en este caso es el llamado “back flushing”, donde la cantidad real de piezas (contadas físicamente) se

enfrenta al número de componentes que deben usarse de acuerdo con la lista de materiales y el tamaño del lote de producción. Por lo tanto, la cantidad de componentes se cuenta hacia atrás y se compara con el uso real en un almacén.

El sistema híbrido o sistema de reloj de arena según Cuatrecasas (2013, p. 85-87) es más apropiada para producciones en flujo y con módulos de ensamblaje para productos diversos, es decir, que con un número determinado de componentes como materia prima y otros aditamentos se lleva a cabo una cantidad significativa pero menor que la de materiales que entraron como inputs al proceso y al final de proceso por medio del ensamblaje final y la diversidad de combinaciones que se pueden hacer con los WIP que existen en la línea de producción, se obtiene una gran variedad de productos finales. Por eso es que la cantidad y variedad de componentes al inicio y al final no tienen diferencia significativa como en el caso de push y pull.

Es por ello que se denomina a este sistema *reloj de arena* puesto que inicia con una gran cantidad de materias primas que con el transcurso del proceso de producción disminuyen para dar componentes que al ensamblarlos puede dar una gran variedad de productos finales. (Ilustración 14).

Ilustración 14: Los tres tipos de la clasificación VAX



Fuente: Cuatrecasas (2013)

Como se observa también en la ilustración 14 en el sistema push-pull se aplica segmentadamente cada uno de los sistemas en función a las etapas que se tiene en la producción, es decir, que en la etapa inicial de

los materiales y componentes es mas conveniente el sistema push mediante una planificación vía MRP de lean manufacturing, sin embargo por el lado de los productos terminados es mas conveniente el sistema pull para poder brindar a los clientes la variedad de productos que requieren.

2.3. Marco De Referencia Conceptual

Según Flores (2015):

Lean Manufacturing: O También llamado Manufactura Esbelta es una filosofía y políticas de valor agregado donde e eliminan los elementos que no generan valor a la cadena de valor.

SMED: en ingles Single Minute Exchange of Die o cambio de molde en la minima fracción, es el cambio ágil en diferentes tipos de productos.

Just in Time: O justo a tiempo, es un sistema de producción que reduce los costes a través de la eliminación de desperdicios con el que se pretende fabricar los artículos necesarios, en las cantidades y tiempos requeridos.

DOP: Diagrama de operaciones del proceso, es un diagrama que muestra la secuencia de operaciones para la realización de un producto, denotando las operaciones, inspecciones y otros componentes incluso la entrada y salida de materiales al inicio, durante y final del proceso.

DAP: Diagrama de Análisis del Proceso, es un diagrama donde se muestra las operaciones, inspecciones, transporte y almacenajes, ademas de los puntos donde se ingresa o retira materiales.

Diagrama de Recorrido: Es un diagrama que representa el flujo de movimientos de un proceso productivo desde su origen.

Setup Time: Es el tiempo de cambio de la línea de producción entre cada tipo de producto o estilo de producción.

Lead Time: Es el tiempo que transcurre entre el inicio y el final del proceso.

WIP: que significa en ingles Work in Process, que es el trabajo en proceso o en almacenamiento que se encuentra en la línea de producción sin haber terminado el producto final.

Lay-out: es la distribución de planta donde implica la forma y orden racional de los elementos para producción y garantizar un flujo continuo.

Takt Time: Es el tiempo que se debe tardar en terminar el proceso de un

producto que sea igual al tiempo en que se demanda el producto.

Según Fernández (2019)

Software Arena: es un software de simulación de eventos discretos para la optimización de procesos complejos. El modelado de eventos discretos es el proceso de representar el comportamiento de un sistema complejo como una serie de eventos bien definidos y ordenados en el tiempo. Esto permite analizar rápidamente el comportamiento de un proceso o sistema a lo largo del tiempo.

Según Jose Gay(1995):

Tela: Tejido Formado por muchos hilos entrecruzados que terminan formando una lamina u hoja flexible.

Telar: Maquina para fabricar tejidos y/o telas. Existen telares desde la antigua Grecia, sin embargo, los primeros telares mecánicos aparecieron en el siglo XVII

Patron: Diseño técnico de la silueta de una pieza de una prenda la cual es realizada según las medidas y la complejión de la persona a quien será dirigida la prenda.

Tizada: Distribución y disposición de los patrones en la tela de la manera las eficiente posible aprovechando al máximo los espacios para disminuir el consumo de tela.

Plotter: Maquina impresora de grandes tamaños, en el ámbito textil usualmente es de 1.80m de ancho dado que es ancho máximo de una tela.

Prenda: Cada una de las piezas que visten a una persona. Puede ser de tela, u otros materiales, por ejemplo, los collares y aretes también son considerados prendas.

CAPÍTULO III:

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1. Aspectos Metodológicos de la Investigación

3.1.1. Diseño de Investigación

La presente investigación es de tipo cuasi-experimental, ya que, se pretende manipular y evaluar el efecto que tiene la producción modular en la flexibilidad.

3.1.2. Tipo de Investigación

- Explicativo: La investigación es de tipo explicativo, pues no solo busca describir una situación específica, sino que también, pretende determinar las causas que se ubican detrás de ella. Como su mismo nombre lo dice, pretende explicar por qué ocurre un fenómeno y cómo es que este se manifiesta.

- Concluyente: El fin de esta investigación descriptiva consta en lograr la identificación de las distintas situaciones, métodos y formas de trabajo más resaltantes a través de la explicación exacta de las actividades, procesos, objetos e individuos. Su objetivo no se restringe únicamente a la recolección de datos, sino que permite también identificar las relaciones existentes entre dos o más variables, así como medir y mejorar dichas relaciones a través de predicciones.

3.1.3. Método de Investigación

Según el tipo de información:

- a.) Cualitativo: Este es un método de investigación cualitativa, ya que desarrolla un comparativo de su propia realidad, es decir,

toma un público objetivo, recopila sus datos y elabora su propio análisis. Los datos tomados para la investigación fueron obtenidos por medio de la observación y las entrevistas, las cuales se aplicarán en el momento oportuno; y posterior a ello fueron codificados. Este tipo de método se debe a que se requiere convertir los datos en información y conocimiento. La recopilación de los datos y su análisis se realizarán en forma paralela.

Esta metodología está basada en el análisis de las tareas cotidianas que se realizan, en los métodos de trabajo utilizados, es decir, a las formas de realizar las actividades, en base a la interrelación de las máquinas, en función a los roles que los colaboradores del área cumplen, y finalmente, en la interrelación que tienen las diferentes áreas involucradas.

- b.) Cuantitativo: La investigación es también de tipo cuantitativo, puesto que pretende expresar la relación entre las variables numéricamente expresadas en términos de tiempos y productividad.

3.1.4. Técnicas de Investigación

- c.) Observación:
En cuanto a la observación, es realizada con la llamada observación directa experimental, ya que el estudio se basa en el contraste producido por los grupos y fenómenos. El proceso de observación es experimentado conforme a la adulteración del objetivo de nuestra investigación.
- d.) Entrevista personal:
Esta se realizará de manera directa a los colaboradores del área de producción y a colaboradores que intervengan, de alguna manera, con dicha área, para el adecuado acopio de la información.

3.1.5. Instrumentos de Investigación

e.) Guías de observación:

Este instrumento le pertenece a la técnica de investigación conocida como observación. Esta guía de observación se realizará en base a preguntas y alternativas precisas de manera ordenada y sistemática, para evitar los errores de saltos de tareas o pasos en los procesos. Esto tiene como finalidad crear un histórico en la constancia de los puntos que se inspeccionen; verificar o examinar ciertos bienes o funcionalidades; evaluar e identificar el lugar en el que se producen los defectos; analizar la secuencia de sus operaciones y, finalmente, dar fe sobre el acopio de información y su respectivo análisis.

f.) Ficha de entrevista:

Esta será considerada por medio de un formato de preguntas relacionadas a las tareas y actividades cotidianas que el encuestado realice.

3.2. Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora

3.2.1. Métodos y/o Técnicas de ingeniería a aplicarse

Los métodos y/o técnicas de ingeniería a aplicarse se detallan a continuación:

Se detalla a continuación las más importantes:

- Simulación de procesos mediante software ARENA.
- Sistema de producción modular de Lean Manufacturing.

3.2.2. Herramientas de análisis, planificación, desarrollo y evaluación

- Determinación de la variación porcentual de uso de los recursos.
- Diagnóstico de procesos.
- Estructura de problemas.
- Árbol de problemas.

- Diagrama de afinidad.
- Matriz semi cuantitativa.
- Pareto.
- Diagrama de Gantt.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Plan estratégico (Políticas, Objetivos y Estrategias de la Organización)

4.1.1. Políticas

La empresa no cuenta actualmente con políticas formales de calidad. Sin embargo, según el gerente, se tienen políticas no formales transmitidas por el mismo hacia los colaboradores, estas son de continuo perfeccionamiento y dirección a la calidad que quiere proyectar la empresa hacia sus clientes. Esto es fundamentado en que comúnmente, en el mercado en el que se desarrolla la empresa, las competencias suelen recurrir a la reducción de calidad por alcanzar una disminución de costos; la cual, al final, no puede traducirse en una reducción de precios para el cliente. Es por lo que dicha reducción de calidad lleva a algunas empresas competidoras a usar materiales de menor calidad, menor duración, sin tecnologías, entre otras cosas; ya que son de menor costo. Estas prácticas son prohibidas en la empresa objeto de estudio, debido a las políticas que se tienen.

Estas buenas prácticas de manufactura han permitido a la empresa tener un buen posicionamiento en el mercado, esto debido al reconocimiento de calidad percibido por los clientes (incluso por medio de algunos premios a nombre de la policía por haber salvado la vida de algunas personas). Dicha política de calidad es la única que se maneja en la empresa y se hace de manera no documentada, dado al tamaño de la empresa (MYPE).

Cabe resaltar que, para la empresa, calidad se refiere a la utilización de los mejores materiales (relación durabilidad, comodidad y tecnología) y herramientas para que el cliente final, que son empresas que desean vestir a sus trabajadores, tengan la mayor satisfacción con los productos de la empresa. Entiéndase por:

- Durabilidad: Capacidad de la prenda para resistir al trabajo normal, lavado, color y textura.
- Comodidad: Capacidad de la prenda de ser cómoda para el uso en el ambiente de trabajo del usuario final

- Tecnología: uso de telas con tecnología anti fluidos, antihongos, anti-manchas, ignifugas y entre otras tecnologías que pueden ser requeridas según las necesidades del usuario final. Por ejemplo, en un hospital, se necesita una tela anti hongos; un bombero necesita telas ignifugas, etc. Para esta última característica la empresa tiene una alianza estratégica con un proveedor de telas llamado LaFayette, de origen colombiano, dicha empresa aliada a la organización cuenta con muchas telas con las tecnologías anteriormente mencionadas.

4.1.2. Definición de Objetivos y Metas

Dado a que el alcance de la presente investigación se limita al departamento de producción y este es el único departamento con objetivos claros y medibles en la empresa, puesto que, según el gerente, las demás áreas están controladas directamente por él y los objetivos van cambiando según la coyuntura del momento. Es entonces que se procede a nombrar los objetivos de la organización, metas e indicadores del área.

Tabla 1: Tabla de objetivos y metas de la Organización

Objetivos	Metas
Ser reconocidos en el mercado regional, fabricando productos de calidad y manteniendo su liderazgo en costos.	Devolución de prendas por clientes menor al 1%.
Mejora continua en su proceso productivo (optimizando el proceso y la materia prima a utilizar).	Productividad promedio de 80 prendas por costurero, lo cual dependerá del tipo de prenda que se realice.
	Actividades de reproceso menor del 5%.
	Merma menor al 15% en el corte de la tela.

Fuente: Elaboración Propia

a) Primer Objetivo

Este objetivo esta muy ligado a la misión y visión de la empresa, sin embargo, puede observarse que está bastante descuidado; puesto que solo tiene una meta e indicador que cuantifica dicho objetivo, que es la devolución de prendas por los clientes. Es por ello que la presente

investigación propone subir un nivel más en el objetivo de que la empresa sea reconocida en el mercado.

b) Segundo Objetivo

Este objetivo es el que más controlado y detallado está, ya que, para la empresa, es lo más importante en el proceso, puesto que si se descuida este objetivo, esto podría llevar o implicar un aumento significativo de los costos, y, por tanto, perjudicar los resultados financieros.

Respecto a la primera meta, que es tener una productividad por costurero de 80 prendas aproximadamente, se presenta a continuación el detalle por prenda aproximado. Según lo conversado con el gerente, este depende mucho de la complejidad del diseño de la prenda e incluso de la maniobrabilidad de la tela.

Es debido a esto, que para cada pedido obtenido por la empresa se hacen muestras para el cliente y, además, se mide y categoriza la complejidad de la prenda.

Tabla 2: Productividad por semana

Tipo de prenda	Productividad (prendas/semana)
Camisas	90
Pantalones	90
Casacas	40
Sacos	35
Chalecos	90
Gorros y sombreros	120

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, la meta referida a tener un 5% de reprocesos en la línea de producción, se refiere a la cantidad de productos rechazados por el área de acabados que son reingresados al área de confección para ser reprocesados. Estos reprocesos, como su propio nombre lo

indica, implican incurrir en una pérdida de tiempo al procesar nuevamente un producto, tanto por el propio proceso como por los cambios de configuración de las máquinas (cambio de setup).

Por último, los desperdicios menores al 15% en el corte de tela, son posibles gracias a la adquisición reciente (4 años aproximadamente) del software de digitalización de patrones “Audaces”, el cual se encarga de aprovechar al máximo la tela para de esta manera minimizar los costos.

4.2. Cumplimiento de los objetivos estratégicos

4.2.1. Primer objetivo

Este objetivo, según la meta planteada por la empresa que es la de tener un máximo del 1% de devoluciones de los clientes; es cumplido a lo largo del tiempo debido a las políticas de calidad anteriormente mencionadas. Sin embargo, la presente investigación pretende demostrar que esta meta es insuficiente para alcanzar su objetivo, dado que, según el análisis que se presentará a continuación, se demuestra que se rechaza un 40% de los pedidos ingresados a la empresa por el hecho de ser pedidos de pequeña envergadura. Estas políticas tienen como consecuencia la pérdida de clientes potenciales y, por lo tanto, no es acorde con el objetivo de ser reconocidos en el mercado arequipeño y de la región Sur.

A continuación, se presenta la cantidad de pedidos aceptados desde octubre del 2018 hasta Noviembre del 2019.

Tabla 3: Pedidos atendidos por la empresa en 1 año

Mes	Pedidos	Chalecos	Camisas	Pantalones	Casacas	Mamelucos	Sacos	Sombreros	Guardapolvos	TOTAL
Oct-18	FONCODES	300	700	700						1700
Feb-19	Colegio Militar FB		700	700	300		300	700		2700
Abr-19	Southern Peru	500								500
May-19	Bodega Najar	20	35	35	20				30	140
Jun-19	SPCC	600								600
Ago-19	Sedapar	810	1060	1060	370					3300
Set-19	Southern Peru	400								400
Oct-19	Colegio Militar FB		100	100			250	200		650
Nov-19	Ministerio de Cultura	1050	600	700			220			2570
TOTAL		3680	3195	3295	690	0	770	900	30	

Fuente: Elaboración Propia

Como puede observarse en la tabla 3, casi todos los pedidos atendidos por la empresa son de gran envergadura, teniendo estos como promedio un número de 800 prendas por pedido; sin embargo, en el mes de mayo existe un pedido bastante pequeño que las políticas de la empresa no permiten atender. Dicho pedido fue aceptado por amistad existente entre los gerentes de Bodega Najari y el gerente de la empresa que se está estudiando.

Por otro lado, se presentan a continuación los pedidos no atendidos por la empresa entre los meses de Junio y Agosto:

Tabla 4: Pedidos no atendidos por la empresa en el periodo de Jun-Ago 2019

Mes	Pedidos	Chalecos	Camisas	Pantalones	Casacas	Mamelucos	Sacos	Sombreros	Guardapolvos	TOTAL
Jun-19	Soluciones Integrales	20				20				40
Jun-19	Consejeros y Corredores de S.	16	24		8					48
Jun-19	Servosa	20	20		20					60
Jul-19	Bazar militar		20	20	10		10	10		70
Jul-19	LEDIRSA		20			8			15	43
Ago-19	Transportes Lideca	12	24	12						48
Ago-19	Centro de liderazgo		18							18
Ago-19	Laboratorios		15	15					20	50
TOTAL		68	141	47	38	28	10	10	35	
PRECIO DE VENTA PROMEDIO		45.00	30.00	30.00	80.00	90.00	170.00	12.00	50.00	
TOTAL DE VENTA PERDIDA		3,060.00	4,230.00	1,410.00	3,040.00	2,520.00	1,700.00	120.00	1,750.00	17,830.00

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 4, en solo tres meses se rechazaron 8 pedidos pequeños, los cuales, si se multiplican por el precio de venta promedio suman la cantidad de S/ 17 830 perdidos por la empresa. Esta es una suma considerable de dinero que no es aprovechada por la empresa. Lo importante aquí es resaltar la contradicción entre esta acción y la visión de la empresa de ser reconocida en el mercado, pues es contraproducente que rechace pedidos perdiendo clientes potenciales.

4.2.2. Segundo Objetivo

Respecto a la primera meta, que es el mantener la productividad acordada, según lo conversado con el gerente, esta es mayormente cumplida. No se

tienen datos estadísticos del cumplimiento de dicho indicador, sin embargo, es un aspecto controlado semanalmente por el mismo gerente. Aun así, este indicador llega a ser un poco subjetivo a veces, ya que depende mucho de la complejidad del diseño de la prenda e incluso del tipo de tela. Es debido a esto que existe un proceso de acondicionamiento y aprendizaje, y, los primeros días, e incluso semanas, la productividad de los costureros baja entre un 30 y 40%. No obstante, una vez que ya se haya acondicionado y aprendido, la productividad vuelve a su estado normal.

Por otro lado, la segunda meta que restringe la cantidad de reprocesos es evaluada y cuantificada, sin embargo, esta meta depende si es que el cliente requiere sus prendas con urgencia, en ese momento la planta de producción sufre modificaciones como: los operarios auxiliares vienen a apoyar al área de confección, además se trabajan horas extras, aceleración del ritmo de producción u otros medios usados para lograr el objetivo de terminar el pedido de urgencia. Lamentablemente estos medios para llegar al objetivo suelen traer complicaciones de reprocesos donde pueden llegar hasta un 20% de las prendas confeccionadas Sin embargo, dichos reprocesos suelen ser muy sencillos de solucionar, por lo que sigue siendo conveniente tener mayor cantidad de reprocesos a que el ritmo sea pausado.

Finalmente, como se mencionó en el punto anterior, antes de que el software fuera aplicado en la empresa, se desperdiciaba mucho más la tela, puesto que la tizada se realizaba de una forma manual, en la que el desperdicio y la precisión eran de los problemas más grandes en la empresa. Gracias a este software estos dos problemas se encuentran ya mucho más controlados, pues el propio sistema mide el aprovechamiento y el desperdicio de la tela. Es ahí, donde la empresa se planteó la meta de que la merma sea menor al 15%, la cual, dependiendo del tipo de prenda, puede llegar incluso hasta el 8%.

4.3. Evaluación de los procesos involucrados

La presente investigación tiene como objeto de investigación el área de producción de la empresa en cuestión y los procesos involucrados en dicha área varían según el tipo de producto que se esté desarrollando en la línea de producción. Es por esto que se presentan los siguientes diagramas:

4.3.1. Proceso de Diseño

4.3.1.1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Ilustración 15: DOP Proceso de Diseño



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.2. Descripción del proceso

Es importante resaltar que este proceso puede darse o no, en función a si el cliente desea tener un diseño nuevo de alguna prenda o no. Si existe el diseño deseado por el cliente en la base de datos de la empresa, pues este proceso no se realiza.

El proceso en cuestión empieza con plantillar y trazar la muestra de la prenda o los moldes que se consiguieron para poder diseñar la prenda solicitada por el cliente. A continuación, se trazan líneas, las cuales, junto con la colocación de las medidas de la muestra, permiten el siguiente paso que es el referido a la digitalización de los patrones. Estos patrones son todas las piezas necesarias para la producción de la prenda a diseñar. Luego de ellos se determinan los puntos de control y se dibujan las líneas auxiliares que ayudan a la confección de las prendas.

Una vez listos los patrones base se procede a colocar los parámetros en el sistema, los cuales son:

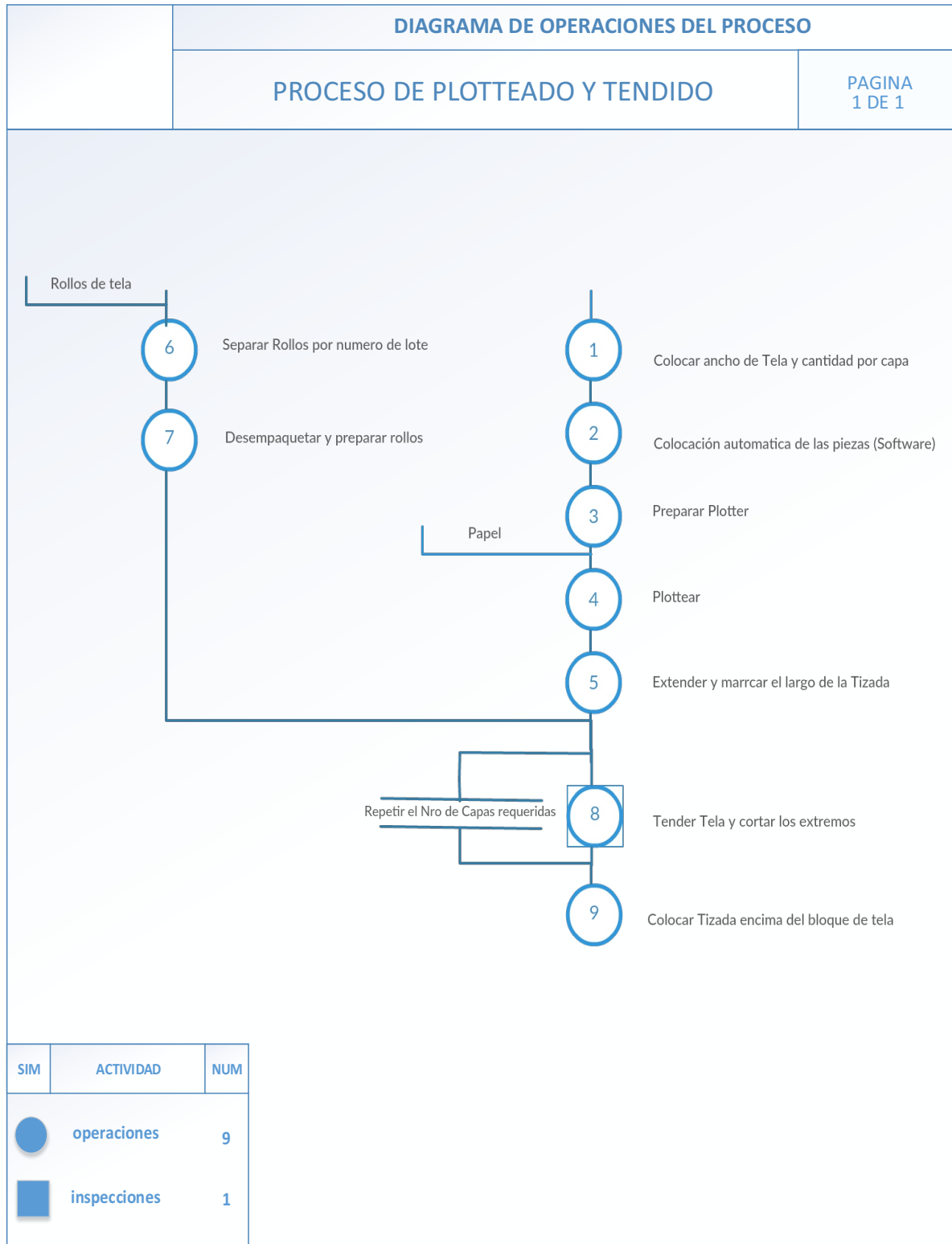
- Cantidad: Entendida como el número de repeticiones que se requiere para la producción de la prenda.
- Sentido del Hilo: Dirección que debe tener la pieza.
- Rotación: Ángulo que está permitido rotar la pieza.

Luego se procede a realizar el escalado, que significa determinar las tallas que tendrá el patrón y la diferencia de tamaño que tendrán en los dos ejes de coordenadas (“x” & “y”), que posteriormente serán conferidos en los puntos de unión para que todas las medidas coincidan en el momento de la costura y ensamblaje de la prenda. Una vez conferidas todas las piezas, se procede a dar el margen a las piezas en las que irán las costuras de cada tipo de maquina o de costuras que se darán a cada segmento de la prenda. Por último, se procede a simular la tizada con el objetivo de conocer el consumo promedio de tela que tendrá la prenda además de corroborar que todas las piezas se encuentren en el plano de la tizada.

4.3.2. Proceso Plotteado y Tendido

4.3.2.1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Ilustración 16: DOP Proceso de Plotteado y Tendido



Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.2. Descripción del proceso

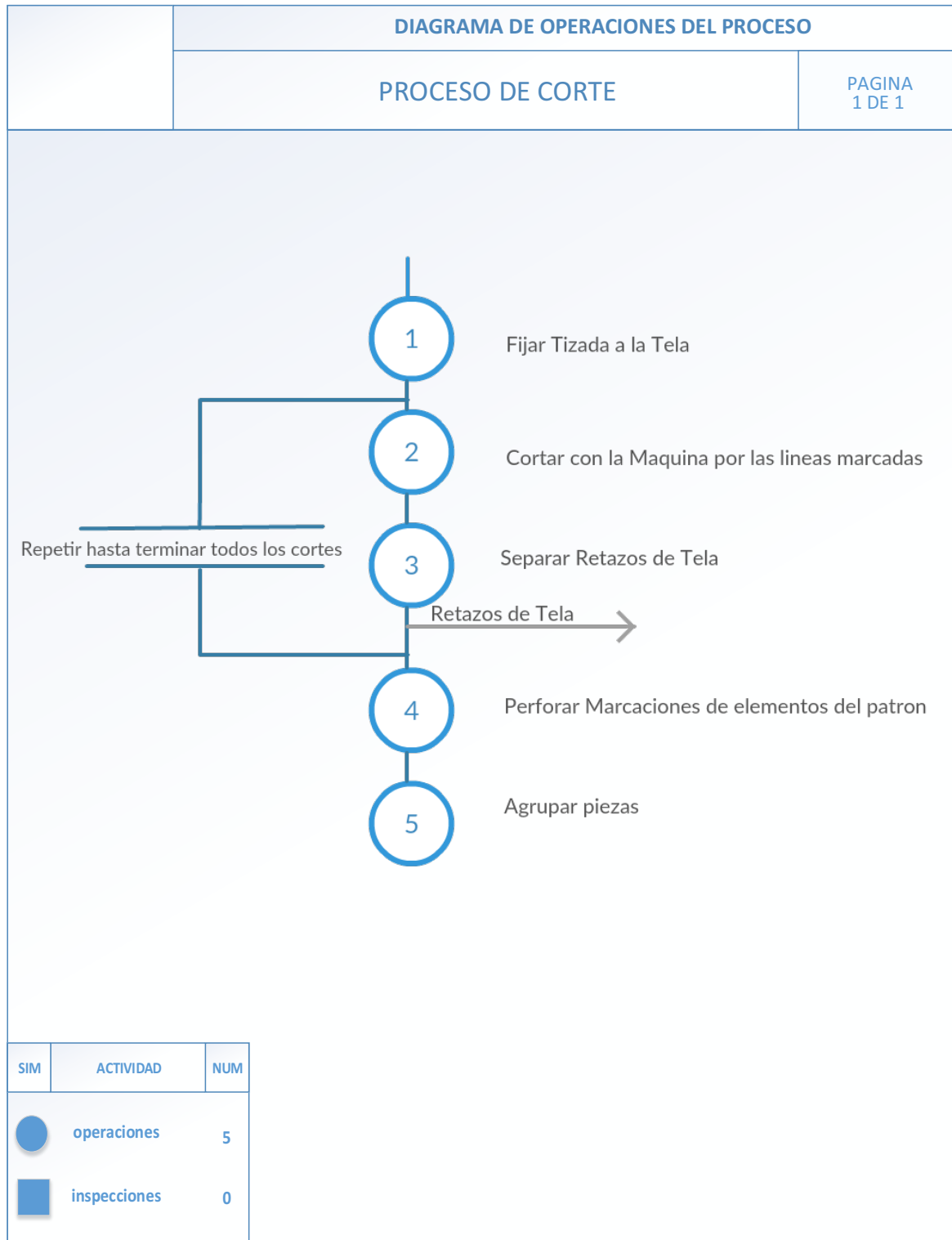
Una vez terminado el diseño se procede a generar la tizada para que posteriormente pueda ser plotteada y tendida. Este proceso inicia con colocar en el software el ancho de la tela y la cantidad de prendas que habrá por capa de tela, esta cantidad es delimitada según el indicador de tener como máximo 15% de merma de la tela, es decir, por ejemplo, si se coloca 1 camisa por capa el porcentaje de merma es mayor a 15% se coloca como cantidad por capa 2 o 3 o la cantidad necesaria para que este indicador se cumpla fielmente. Una vez definido esos parámetros se procede a la colocación automática de las piezas en la tizada del software, luego se prepara el plotter y se procede a imprimir a escala real la tizada donde están cada una de las piezas de la prenda.

Luego esta tizada es llevada a la mesa de corte donde se extiende y marca en dicha mesa el largo total de la tizada, y en paralelo se separa los rollos según el número de lote de fabricante con el objetivo de mantener el color de la tela lo más uniforme posible, luego se desempaqueta y prepara los rollos para llevarlos a una herramienta que facilita desenrollar las telas para que después se tienda la tela y se corta los extremos en ese largo marcado previamente con la tizada la cantidad de capas planificada previamente. En esta operación también se realiza la inspección de que la tela no tenga fallas, en el caso que tenga fallas se separa para hacer la gestión pertinente con el proveedor. Finalmente, una vez terminado de tender la última capa se procede a extender encima de el bloque de telas el papel con la tizada.

4.3.3. Proceso Corte

4.3.3.1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Ilustración 17: DOP Proceso de Corte



Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.2. Descripción del proceso

Este proceso empieza con la fijación del papel de la tizada al bloque de telas mediante un engrapador. Cabe resaltar que según la experiencia del cortador, este va fijando a la par que va cortando por las líneas marcadas en la tizada. A su vez, también va separando las mermas o retazos que quedan para colocarlos en el tacho al que pertenecen los retazos; estos pasos los repite hasta que la tizada completa ha sido cortada. No obstante, este proceso es realizado por una o dos personas en función al tiempo en el que se requieren las piezas cortadas (regularmente solo se le encarga a una persona).

Finalmente se procede a perforar las marcaciones colocadas en la tizada. Estas perforaciones son realizadas con una máquina tipo taladro que hace pequeñas perforaciones a la tela, sirven para que los costureros tengan la marca de dónde van colocados los accesorios como bolsillos, correas, tapas y bordados.

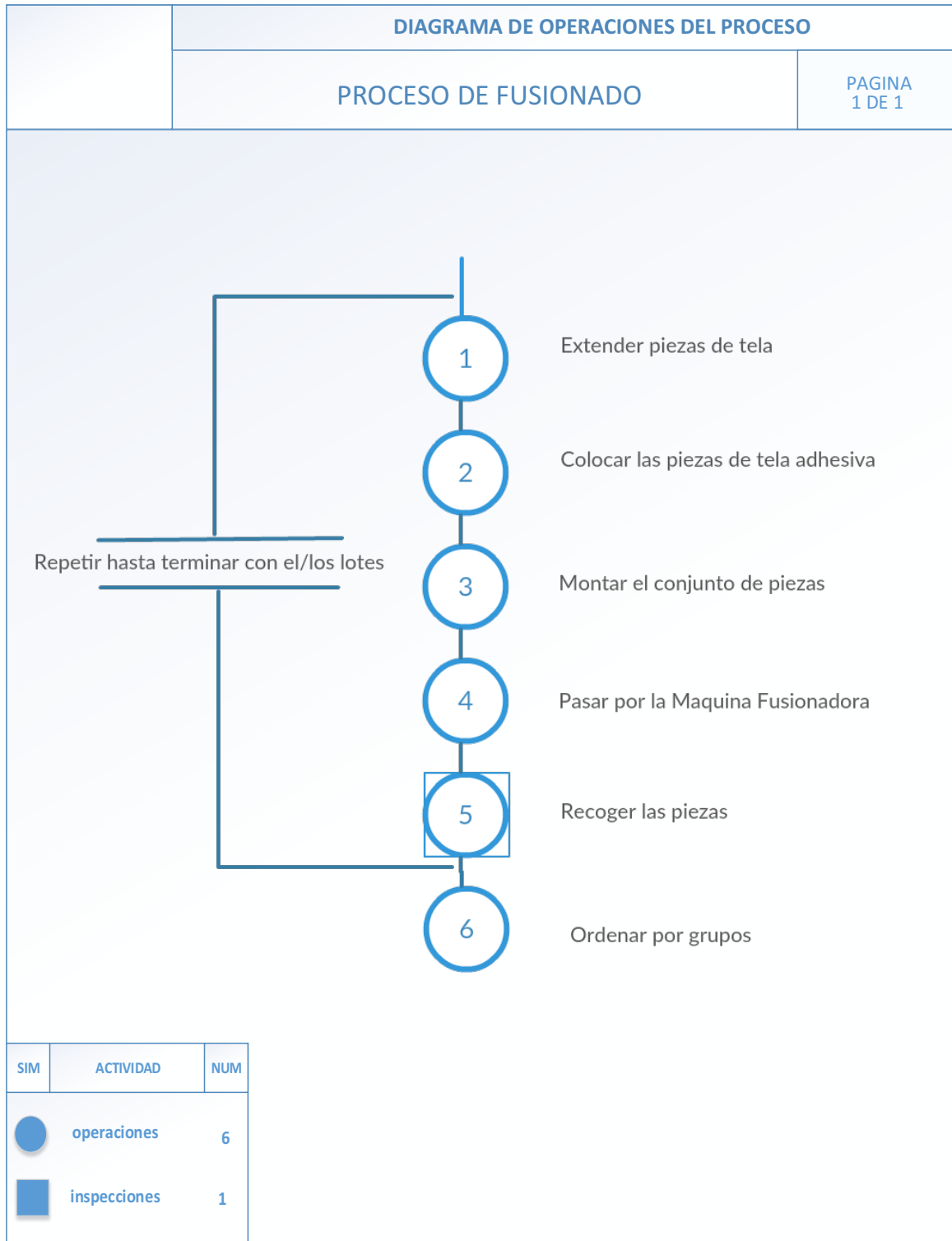
Después se procede a agrupar las piezas según el grupo. Este paso es muy importante, dado que, al utilizar una gran cantidad de tela para las producciones grandes, existe una diferencia de colores entre rollo y rollo de tela (diferencia mínima, pero notable), por lo es muy importante agrupar y respetar los grupos asignados.

Por otro lado, cabe resaltar que este proceso también es muy variable según el tipo y la complejidad de la prenda. Por ejemplo, una camisa con los pasos mencionados anteriormente basta, sin embargo, una casaca lleva incluso dos tipos de forro: uno para el cuerpo y otro para los bolsillos. Estos forros tienen que ser cortados con casi todos los pasos mencionados en el diagrama.

4.3.4. Proceso Fusionado

4.3.4.1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Ilustración 18: DOP Proceso de Fusionado



Fuente: Elaboración Propia

4.3.4.2. Descripción del proceso

Este proceso consta de pegar una película adhesiva (llamada Pelón usualmente) a la tela, para proporcionarle una mayor rigidez y mejor presentación a la prenda. Este proceso no es utilizado en todas las prendas, usualmente se utiliza en cuellos, pecheras y puños de camisas; pretinas de los pantalones y en varios segmentos importantes de sacos.

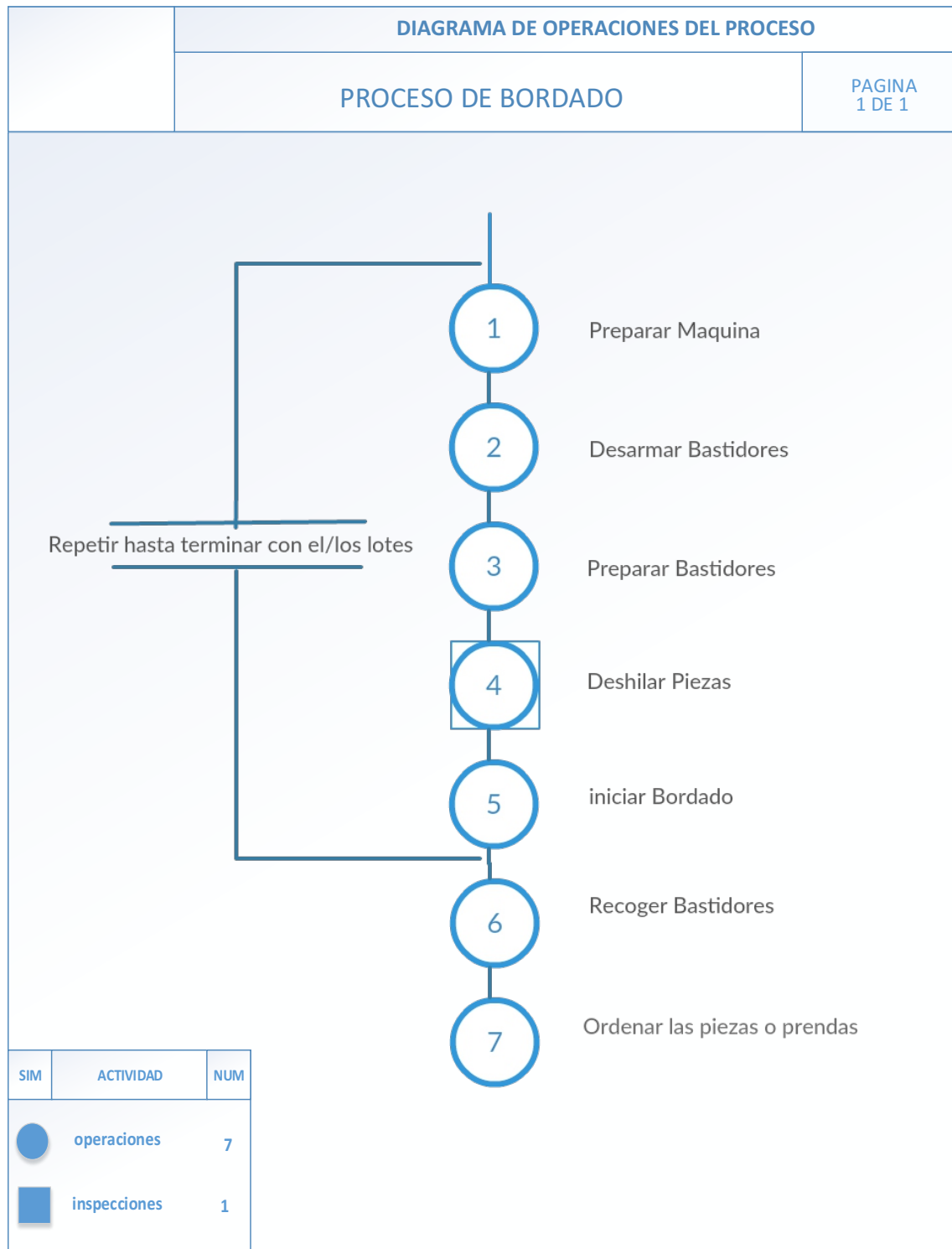
Este proceso empieza extendiendo las piezas de tela en la mesa colocada a lado de la máquina fusionadora, luego se colocan encima las películas adhesivas y posteriormente se agrupan una encima de otra para mayor aprovechamiento de la máquina. Es después de esto que se pasa las piezas por la máquina, que consta de dos fajas movidas por rodillos a altas temperaturas que cumplen el papel de una plancha, pero a gran escala. Luego se recogen las piezas y se ordenan secuencialmente para no mezclar colores. Finalmente, se ordenan las piezas y se colocan en el grupo respectivo para evitar la mezcla de colores.

Cabe resaltar que esta máquina al tratarse de sostener altas temperaturas tiene un consumo de energía elevado, es por ello, que por decisiones estratégicas, se acumulan varios lotes (la cantidad la determina el gerente) para que el consumo de energía sea menor; e incluso, en los casos de lotes pequeños de producción, a veces se utilizan planchas en vez de la máquina fusionadora.

4.3.5. Proceso Bordado

4.3.5.1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Ilustración 19: DOP Proceso de Bordado



Fuente: Elaboración Propia

4.3.5.2. Descripción del proceso

Este proceso consta de aplicar logos e imágenes que los clientes quieren bordar en las prendas, que, al igual que el proceso de diseño, puede o no ser requerido por el cliente.

Este proceso inicia con la preparación y configuración de la máquina en la que se configura el diseño, las agujas, colores a utilizar y la configuración del centro del bordado; luego se procede a preparar los bastidores (4), colocando la tela a bordar en la posición marcada previamente en el proceso anterior. Posteriormente, se colocan los cuatro bastidores a la máquina y se da inicio al bordado propiamente dicho de la máquina. Cabe resaltar que mientras la máquina automáticamente hace el bordado, el operario de la máquina, va deshilando las piezas bordadas previamente, además de preparar los bastidores para la siguiente ronda de bordados; y así continúa el ciclo hasta terminar con todas las piezas.

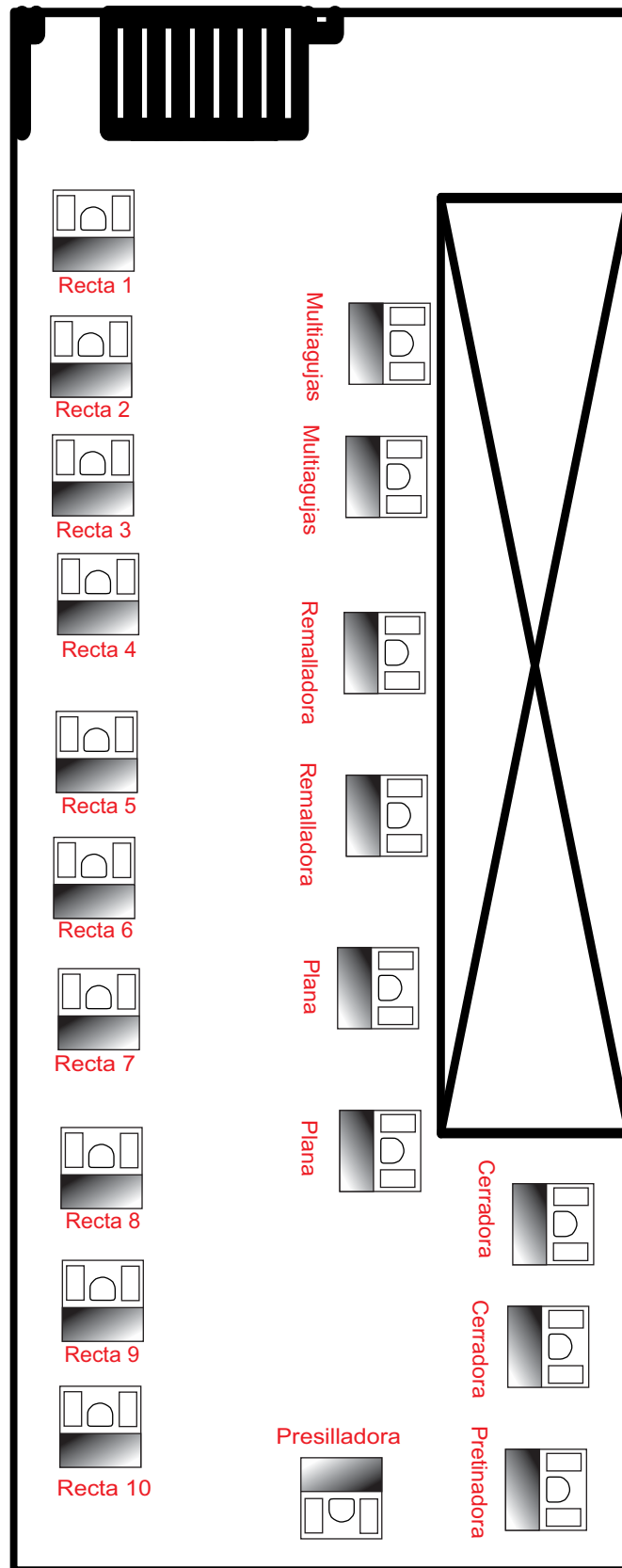
Por otro lado, se considera prudente mencionar que esta máquina solía ser un cuello de botella en la producción, puesto que, para bordar un lote de 100 prendas, esta se demora aproximadamente de 6 a 8 horas. Se coloca estrictamente en la posición en la que se encuentra en la línea de producción, generaría un cuello de botella. No obstante, este proceso puede hacerse también con la prenda terminada o semi terminada (dependiendo de si lleva forro o no).

4.3.6. Proceso de Confección

4.3.6.1. Lay-Out actual de la línea de Confección

A continuación, se presenta el layout actual de la empresa donde se observa que existe un orden de las maquinas según su tipo y dejando el flujo de los materiales por el centro de todas las maquinas, sin embargo, este layout no permite la flexibilidad de la línea de producción.

Ilustración 20: Lay-out Actual de la planta de Confección



Fuente: Elaboración Propia

4.3.6.2. Diagramas de Análisis del Proceso (DAP)

Dada la importancia, complejidad y el grado de personalización del proceso de confección, a continuación, se presentan los diagramas de análisis del proceso de las cuatro prendas principales que produce la empresa: Camisa, Pantalón, Chaleco y Casaca o Sacón. Cabe resaltar que dichos diagramas están hechos en base al pedido de Sedapar realizado en la empresa en los meses de Agosto y Septiembre, las operaciones pueden cambiar ligeramente según el diseño de la prenda.

c) DAP de de la Confección de un chaleco

DIAGRAMA DAP HOJA 1 de 1		RESUMEN						
PRODUCTO	CHALECO REFLECTIVO	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA				
PROCESO	CONFECCION DE CHALECO REFLECTIVO	OPERACIÓN ●	35					
		TRANSPORTE →	7					
		ESPERA ◐	0					
		INSPECCIÓN ■	0					
MÉTODO	ACTUAL	ALMACENAMIENTO ▼	0					
LUGAR	TALLER DE CONFECCION	DISTANCIA (metros)	0					
OPERARIO(S)	OPERARIOS VARIOS	TIEMPO (minutos)	70.7666667					
ELABORADO POR:	GRUPO	COSTO						
APROBADO POR:	KNH FECHA:26/09/2018	MANO DE OBRA						
		MATERIAL						
		TOTAL						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLOS				OBSERVACIONES
		(metros)	(minutos)	●	→	◐	■	
Marcar Delantero superior			0.99					Manual
Marcar Espalda superior			0.65					Manual
Marcar bolsillo superior			1.42					Manual
Marcar bolsillo porta radio			0.90					Manual
Unir Espalda superior e inferior			1.34					Recta
Transporte a Multiaguja								
Encintar delantero Horizontal			0.69					Multiaguja
Encintar Espalda horizontal			0.75					Multiaguja
Encintar delanteros			0.75					Multiaguja
Encintado de espalda			1.20					Multiaguja
Preparar bolsillo portaradio			1.82					Recta
Preparar bolsillo portapicero			1.18					Recta
Marcar tapas (3)			1.00					Manual
Embolsar Tapas (3)			2.14					Recta
Voltear Tapas y recortar			2.44					Manual
Pespuntar Tapas			1.96					Plana de 1/4
Preparar fuelle bolsillos inferiores			1.76					Recta
Remallar Bolsillos inferiores			0.49					Remalladora
Subir basta de bolsillos inferiores			0.73					Recta
Unir bolsillo con bolsillo interno			1.30					Recta
Pespuntar bolsillos inferiores			1.04					Plana de 1/4
Marcar bolsillo delantero inferior			1.64					Manual
Embolsillar Bolsillo inferior			4.83					Plana de 1/4
Embolsillar Bolsillos Superiores			3.98					Recta
Cerrar bolsillo Interno			0.66					Recta
Pegado de Banjock			1.64					Recta
Pegado de Vuelta Delantero			2.69					Recta
Armado de forro			2.22					Recta
Preparado correas de reguladores			3.62					Recta
marcar y Fijar correas de Regulador			3.05					Recta
Cerrar Hombros			1.43					Recta
Cerrar costados			2.80					Recta
Fijar cierre al cuerpo			2.20					Recta
Embolsado con forro y voltear			7.53					Recta
Pespunte de contorno y sisas			5.74					Recta
Levantar Basta Ruedo			2.19					Recta
TOTAL		0	70.77	35	7	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

d) DAP de de la Confección de un Sacón

Este es el proceso principal de todos los procesos existentes en la línea de producción, como se observa en los diagramas de Análisis del Proceso en el numeral anterior, las operaciones que se realizan para cada tipo de producto son muy distintas. A su vez, como se define en el marco teórico, este proceso de costura puede tomarse como una acción artística, es decir, cada costurero tiene su propia forma, orden y detalles para confeccionar cada prenda. Es por esto que los diagramas presentados en el numeral anterior son el proceso cuasi estandarizado que llevan los costureros para la producción de los cuatro tipos de prendas en estudio para la investigación.

Cada operación en el diagrama narra por sí sola la secuencia de pasos que realizan los costureros. Dentro de los pasos hay algunas operaciones manuales que no requieren ninguna máquina; dichas operaciones, dependiendo del grado de urgencia del pedido, pueden ser realizadas por el personal auxiliar que tiene la empresa para poder agilizar el proceso; sin embargo, esto muchas veces causa problemas, puesto que, como cada costurero tiene su forma de hacer las cosas, el personal auxiliar tiene que acoplarse a este procedimiento personalizado que lleva cada costurero y por fallas de comunicación entre ellos, a veces se retrasa la producción en lugar de hacerla más rápida.

Actualmente como el modelo de negocio de la empresa de estudio es de Economías de Escala, toda la producción se basa en lotes de 100 prendas aproximadamente, entonces, a cada uno de los costureros de esta área, se le asigna un lote. Este lote debe ser terminado en una cierta cantidad de días que para 100 prendas, debe oscilar entre los 6 a 12 días hábiles aproximadamente.

4.3.7. Proceso de acabados

4.3.7.1. Diagramas de Análisis del Proceso (DAP)

a) DAP de Acabados de una Camisa

DIAGRAMA DAP		HOJA 1 de 1	RESUMEN				
PRODUCTO		CAMISA	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA		
PROCESO	ACABADOS CAMISAS		OPERACIÓN	7			
			TRANSPORTE	4			
			ESPERA	0			
			INSPECCIÓN	0			
MÉTODO	ACTUAL		ALMACENAMIENTO	0			
LUGAR	TALLER DE CONFECCION		DISTANCIA (metros)	0			
OPERARIO(S)	OPERARIOS VARIOS		TIEMPO (minutos)	20.245			
ELABORADO POR:	GRUPO		COSTO				
APROBADO POR:	KNH FECHA:26/09/2018		MANO DE OBRA				
			MATERIAL				
			TOTAL				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (minutos)	SÍMBOLOS			OBSERVACIONES
Poner Atraques			1.30	●	→		Atracadora
Transporte a Ojaladora							
Hacer Ojales (14)			2.63	●	→		Ojaladora
Transporte a mesa central							
Marcar Para Botonar			1.30	●	→		Manual
Transporte a Botonera							
Colocar Botones			2.12	●	→		Botonera
Trasporte a mesa central							
Inspeccion Final deshilando			6.00	●	→		Manual
Transporte a planchado							
Planchado con inspeccion			6.00	●	→		Manual
Botonado y doblado			1.80	●	→		Manual
Empacado			0.40	●	→		Manual
TOTAL		0	20.25	7	4	0	0

Fuente: Elaboración Propia

b) DAP de Acabados de un Pantalón

DIAGRAMA DAP		HOJA 1 de 1	RESUMEN				
PRODUCTO		PANTALON	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA		
PROCESO	ACABADOS DE PANTALON		OPERACIÓN	6			
			TRANSPORTE	3			
			ESPERA	0			
			INSPECCIÓN	0			
MÉTODO	ACTUAL		ALMACENAMIENTO	0			
LUGAR	TALLER DE CONFECCION		DISTANCIA (metros)	0			
OPERARIO(S)	OPERARIOS VARIOS		TIEMPO (minutos)	17.46041667			
ELABORADO POR:	GRUPO		COSTO				
APROBADO POR:	KNH FECHA:26/09/2018		MANO DE OBRA				
			MATERIAL				
			TOTAL				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (minutos)	SÍMBOLOS			OBSERVACIONES
Preparar presillas			0.96	●	→		Presilladora
Transporte a atracadora							
Atracar Pasadores y puntos (20)			2.95	●	→		Atracadora
Transporte a botonera							
Marcar Para botón			0.39	●	→		Manual
Colocar Botones (3)			0.55	●	→		Botonera
Transporte a mesa central							
Inspeccion y deshilado			4.03	●	→		Manual
Transporte a planchado							
Planchado y Inspeccion			9.14	●	→		Manual
Empacado			0.41	●	→		Manual
TOTAL		0	17.46	6	3	0	0

Fuente: Elaboración Propia

c) DAP de Acabados de un Chaleco

DIAGRAMA DAP		HOJA 1 de 1		RESUMEN					
PRODUCTO		CHALECO REFLECTIVO		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA			
PROCESO		ACABADOS DE CHALECO REFLECTIVO		OPERACIÓN	4				
MÉTODO		ACTUAL		TRANSPORTE	2				
LUGAR		TALLER DE CONFECCION		ESPERA	0				
OPERARIO(S)		OPERARIOS VARIOS		INSPECCIÓN	0				
ELABORADO POR:		GRUPO		ALMACENAMIENTO	0				
APROBADO POR:		KNH FECHA:26/09/2018		DISTANCIA (metros)	0				
				TIEMPO (minutos)	14.45833333				
				COSTO					
				MANO DE OBRA					
				MATERIAL					
				TOTAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (minutos)	SÍMBOLOS					OBSERVACIONES
Inspeccion y deshilado			5.38	●	→	■	■	▼	Manual
Transporte a colocadora de broches									
Colocar Broches (5)			4.00						
Transporte a planchado									
Planchado y Inspeccion			4.60						
Empacado			0.48						
TOTAL		0	14.46	4	2	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

d) DAP de Acabados de un Sacón

DIAGRAMA DAP		HOJA 1 de 1		RESUMEN					
PRODUCTO		SACON		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA			
PROCESO		ACABADOS DE CASACAS		OPERACIÓN	7				
MÉTODO		ACTUAL		TRANSPORTE	2				
LUGAR		TALLER DE CONFECCION		ESPERA	0				
OPERARIO(S)		OPERARIOS VARIOS		INSPECCIÓN	0				
ELABORADO POR:		GRUPO		ALMACENAMIENTO	0				
APROBADO POR:		KNH FECHA:26/09/2018		DISTANCIA (metros)	0				
				TIEMPO (minutos)	20.28066667				
				COSTO					
				MANO DE OBRA					
				MATERIAL					
				TOTAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (minutos)	SÍMBOLOS					OBSERVACIONES
Pegado de Broches (3)			2.78	●	→	■	■	▼	Manual
Transporte a mesa central									
Preparado de cordon Capucha con terminal			0.75						
Colocar cordon Capucha con terminal			0.95						
Inspeccion deshilado			6.26						
Transporte a planchado									
Planchado inspeccion			7.19						
Doblado de Capucha			1.31						
Empacado			1.02						
TOTAL		0	20.28						7

Fuente: Elaboración Propia

4.3.7.2. Descripción del proceso

El proceso de acabados puede dividirse en dos fases grandes: el maquinado y la parte manual. En el maquinado, por un lado, como su propio nombre lo indica, la prenda pasa por un conjunto de máquinas (ojaladora, botonera y atracadora) según lo requiera cada tipo de prenda. Luego está la etapa de maquinado, en la cual se procede a realizar las operaciones manuales, las que comparten absolutamente todos los productos son: el deshilado, el planchado y el empaçado; dado a que son los pasos finales para que una prenda esté lista para el cliente. Cabe resaltar que las tres operaciones mencionadas líneas arriba, son operaciones/inspecciones, puesto que el personal revisa que todas las costuras estén conformes y es por ello que este proceso de acabados es considerado el proceso de calidad dado que las tres operaciones manuales se realizan inspecciones de calidad de la prenda y en el caso de que se encuentre alguna falla, la prenda se lleva al área de confección y se reprocesan. Una ventaja de la producción por lotes es que como cada costurero se hace responsable de sus lotes, en el caso de haber alguna falla, es esa misma persona quien responde y se hace responsable de sus errores.

4.4. Identificación de los puntos de mejora

Después de determinar y describir los procesos involucrados en la línea de producción de la empresa; se procederá pues ahora a evaluar dichos procesos e identificar sus respectivos puntos de mejora.

4.4.1. Análisis Proceso de Diseño

El proceso de diseño ha sido renovado desde que llegó el software Audaces a la empresa. El proceso de por sí, es flexible, puesto que se pueden diseñar prendas de todo tipo, con las características necesarias y, sobre todo, aprovechando la materia prima al máximo. Además, es un proceso muy variable, dado el grado de personalización que quiere cada cliente y la gran

variedad de productos que puede diseñarse en dicho software. Esto hace que el proceso tenga una flexibilidad inherente.

4.4.2. Análisis Proceso Ploteado y Tendido

Este proceso, en conjunto con el anterior, logra el objetivo de minimizar las mermas de tela y maximizar la precisión en el corte de la tela. Respecto al plotteado, el único punto de mejora que puede observarse es de que el plotter está ubicado en los ambientes de las oficinas y cuando está listo el papel, para pasar al tendido, el traslado es de aproximadamente 20 metros. Por otro lado, en lo que al tendido se refiere, este se realiza de una manera muy manual, requiriendo al menos dos personas para realizar esta labor. La duración de esta oscila entre los 30 y 60 minutos aproximadamente, dependiendo de la cantidad de capas. Según investigaciones realizadas, esta operación de tendido puede realizarse mediante una herramienta semiautomática operada por una sola persona o por una máquina automatizada que realiza toda la operación de tendido con mayor precisión y rapidez.

4.4.3. Análisis Proceso Corte

Este proceso es donde mayor peligro corre el personal, puesto que se utilizan máquinas con cuchillas o discos diseñados para cortar la tela; este riesgo es mitigable con un guante de acero. Sin embargo, a los trabajadores que han pasado por este proceso a lo largo de la existencia de la empresa no les gusta utilizar protección en las manos, pues indican que les genera incomodidad por el peso del guante de acero y fundamentan que están “seguros” debido a que las propias máquinas tienen guardas de seguridad. Felizmente, dado el control y capacitación constante del supervisor, es que en toda la vida de la empresa solo ha ocurrido un accidente de este tipo, hace aproximadamente 10 años.

Por otro lado, para eliminar este riesgo y, además, aumentar la productividad y calidad, existen en el mercado máquinas robotizadas.

Estas máquinas cortan la tela de manera automatizada en la décima parte del tiempo y sin la necesidad de ningún operario que esté controlando la máquina constantemente.

Además, dado que la presente investigación pretende flexibilizar los procesos, puede observarse que el proceso de corte es flexible, ya que es capaz de cortar 1 o varias prendas en los diferentes tipos de tela y cualquier otra variable que se presente; todo esto gracias a la adquisición del software, que facilita la operación de colocar las piezas en la tizada.

4.4.4. Análisis Proceso Fusionado

En este proceso las únicas opciones de mejora son encontrar alguna máquina que reemplace la actual para minimizar el consumo y/o adquirir alguna prensa pequeña que se utilice para aplicar este proceso a lotes pequeños de producción, puesto que dado el tamaño y la potencia de la máquina fusionadora, según lo conversado con el gerente, cada arranque de esta máquina cuesta aproximadamente S/ 60 en energía eléctrica. Si bien, si se divide este costo entre un lote grande de producción, este sigue siendo rentable, en el caso de encender dicha máquina para pedidos pequeños, aumentarían mucho los costos; es por lo que se hace a plancha los pedidos pequeños.

4.4.5. Análisis Proceso Bordado

Estratégicamente este proceso, al no ser requerido constantemente porque no se necesita en todas las prendas y porque las máquinas de bordado son bastante costosas (entre 30 000 y 50 000 dólares), parece una inversión absurda y sería mejor tercerizar este proceso. Sin embargo, el gerente aprovechó la oportunidad de comprar una máquina de segundo uso en buen estado que le costó 6500 dólares hace aproximadamente 6 años.

Además, dado a que el proceso puede realizarse tanto antes, durante o después de la confección, es considerado como un sistema flexible de ruta.

4.4.6. Análisis Proceso de Confección

Este proceso, como fue explicado anteriormente, es un proceso artístico, lo cual hace que uno de los principales problemas sea el de la falta de flexibilidad. Existen numerosas razones del por qué este proceso no es flexible:

En primer lugar, el propio modelo del negocio de economías de escala y la costumbre de los costureros de tener la responsabilidad de solo un lote, hace que la producción no es flexible y es una de las causas del porque se rechaza tantos pedidos pequeños puesto que el proceso de confección no es capaz de tener un cambio de línea rápido (SMED).

Por ejemplo, si mientras se está atendiendo un pedido grande llega un pedido pequeño que tiene carácter de urgencia, es imposible atender dicho pedido, puesto que, si se demora entre 6 y 15 días acabar un lote de producción, el cliente tendría que esperar mínimamente ese tiempo para poder ser atendido y recién iniciar, la empresa, la producción de las prendas requeridas. Esto incluso desestabiliza la línea de producción, ya que se tiene que detener a un costurero para que haga ese pedido pequeño y se pierde el ritmo de producción. Es por todo lo expuesto que se rechazan estos pedidos y existe una pérdida de clientes potenciales.

Otro problema es la distribución de las máquinas, como se observa en los diagramas de recorrido, sobre todo para hacer una camisa o un pantalón, se requieren varias máquinas especializadas en las que los costureros tienen que estar moviendo todo el tiempo; sin embargo, por el modelo de negocio por lotes, no se siente tan necesario el mejoramiento de la distribución, puesto que hacer dichos movimientos para 100 prendas no resulta tanto. No obstante, si los lotes de producción fueran de 10 o 20 unidades, ese tiempo de traslado entre máquinas sí representaría un problema.

Por otro lado, una de las razones por las cuales en el sistema de producción actual es muy complicado ser flexible, es que cuando una máquina está configurada para hacer tejidos livianos (polipima, tafeta y otras telas delgadas) y llega un pedido pequeño de telas medianas, como drill, se necesita cambiar agujas y la estructura de arrastre lo que implica entre 15

y 20 minutos para cambiar dichas piezas de la máquina. Es incluso peor si llega un pedido pequeño de telas gruesas como el Denime, en ese caso, es necesario cambiar las piezas anteriormente mencionadas y además calibrar el garfio, lo cual tomaría un tiempo aproximado de 30-40 minutos. Actualmente la empresa puede perder ese tiempo haciendo cambios de línea, ya que acepta pedidos de gran envergadura y esos tiempos de cambio distribuidos entre las grandes cantidades de prendas, resulta insignificante.

4.4.7. Análisis Proceso de acabados

Este proceso es complejo de mejorar, dado que en la etapa de maquinado la relación hombre-máquina es muy estrecha, por lo que lo único que podría mejorarse es la tecnología de las máquinas, la cual es determinante para el proceso. Por ejemplo, una ojaladora que no tenga cuchilla para abrir el ojal generaría la necesidad de tener una operación de abrir ojales manualmente, lo cual aumentaría el tiempo y el riesgo de malograr las prendas. La antigüedad promedio de las máquinas utilizadas en este proceso es entre 3 y 6 años, y cumplen con los requerimientos para que el flujo de la producción sea el ideal.

Por otro lado, el problema identificado en este punto es el referido a la inflexibilidad del proceso de confección, ya que puede haber momentos en los que el personal esté parado esperando a que los costureros terminen sus prendas y muchas veces cuando estos terminan, el área de acabados se satura, pues en un solo instante llegó una gran cantidad de prendas por acabar. Esto genera un ritmo deficiente de producción. Sin embargo, el proceso de acabados es flexible, dado que este tiene la capacidad de procesar varias prendas a la vez en función a las necesidades del cliente (por ejemplo, si un cliente que pidió 1000 camisas y requiere una cantidad urgentemente, si esa cantidad está en el área acabados, estos tienen la capacidad de terminar ese requerimiento especial del cliente sin comprometer el flujo normal del proceso).

Por otro lado, en los diagramas presentados se observan bastantes transportes hacia las diferentes máquinas o mesas, no obstante, estos traslados se dan entre 1 y 2 metros, los cuales son de importancia mínima

tanto en lotes grandes como pequeños.

4.4.8. Puntos de mejora de todos los procesos

Tabla 5: Tabla de puntos de mejora por proceso

Proceso	Puntos de Mejora
Diseño	No se observan puntos de mejora.
Plotteado y tendido	<ul style="list-style-type: none">- El plotter se encuentra alejado de la línea de producción.- El proceso de tendido se encuentra desactualizado.
Corte	<ul style="list-style-type: none">- Falta de uso de EPPs.- Variabilidad en la velocidad y precisión de corte .
Fusionado	<ul style="list-style-type: none">- Alto consumo de energía eléctrica de la máquina.- Inflexibilidad del tamaño de lote de la máquina fusionadora.
Bordado	No se observan puntos de mejora.
Confección	<ul style="list-style-type: none">- Inflexibilidad de la línea de confección.- Mala distribución de la maquinaria.
Acabados	<ul style="list-style-type: none">- Deficiente Ritmo de Producción.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE MEJORA

5.1. Recopilación de Datos del Problema

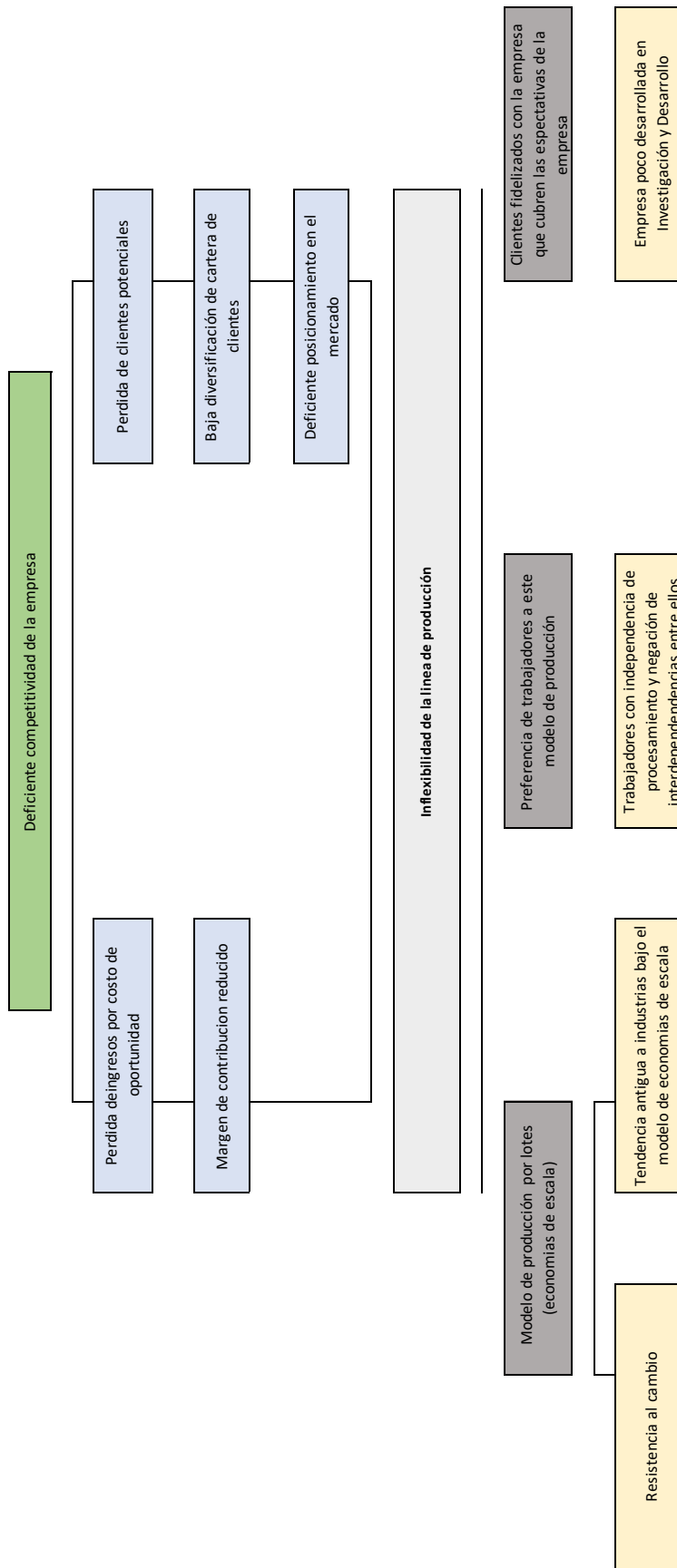
A continuación se presentan las técnicas que se usaron para la recopilación de datos de la empresa en estudio.

Tabla 6: Técnicas de Recopilación de Datos

Técnica	Unidad de análisis	Información brindada
Entrevista	Gerente	Problemas de la empresa, específicamente acerca de los pedidos desatendidos debido a la saturación de su sistema productivo, costos de producción.
Observación	Área de producción	Limitada capacidad de respuesta ante las fluctuaciones del mercado muy común en el rubro textil confección; caracterización del proceso de producción.
Entrevista	Operarios	Caracterización del proceso productivo, cuellos de botella.
Investigación	Artículos, publicaciones, tesis.	Teoría concerniente a producción modular, JIT, flexibilidad de líneas de producción.
Cuestionario	Supervisor de planta	Tiempos de ciclo y costo de producción por prenda, cuellos de botella, capacidad instalada de la planta, últimos lotes de pedidos despachados y sesgados, diseño actual de la planta.
Recopilación de data	Archivos de tiempos de la empresa	Tiempos de cada operación de los procesos involucrados en el área de producción.

5.2. Análisis de Causa Raíz

Ilustración 21: Árbol de problemas del Estudio



Fuente: Elaboración Propia

5.3. Planteamiento de mejoras.

Tabla 7: Planteamientos de Mejoras por Procesos

Proceso	Puntos de Mejora		Planteamiento de Mejoras	Costo Aprox.
Plotteado y tendido	El plotter se encuentra alejado de la planta de producción	1	Llevar el plotter al edificio de la planta de producción	Sin Costo
	El proceso de tendido se encuentra desactualizado	2	Adquisición de una herramienta la cual permite a realizare el tendido con solo una persona y de una forma mas uniforme.	S/ 10,000.00
		3	Adquisición de una maquina automatizada programable para tender sin la necesidad de personal operando.	S/150,000.00
Corte	Falta de uso de EPPs	4	Capacitación y concientización a los cortadores para el uso de EPPs	Sin Costo
	Variabilidad en la velocidad y precisión de corte	5	Adquisición de una Maquina robotizada de corte	S/600,000.00
Fusionado	Alto consumo de energía eléctrica de maquina fusionadora	6	Adquisición de una nueva maquina fusionadora	S/ 10,000.00
	Inflexibilidad del tamaño de lote de la maquina fusionadora	7	Adquisición de una prensa térmica para pedidos pequeños	S/ 1,500.00
Confección	Inflexibilidad de la línea de confección	8	Modularización de la línea de producción	Sin Costo
	Mala distribución de la maquinaria	9	Redistribución de maquinas	Sin Costo
Acabados	Deficiente Ritmo de Producción	10	Modularización de la línea de producción	Sin Costo

Fuente: Elaboración Propia

5.4. Selección de las mejores alternativas

Antes de analizar las propuestas de mejora es pertinente revisar los intentos que hizo la empresa para mejorar la flexibilidad de la línea de producción para atender pedidos pequeños:

El primer intento que realizó fue el tercerizar esos pedidos pequeños para no afectar a la línea de producción, esto resulto fallidamente puesto que se afectó en gran medida la calidad de las prendas, teniendo que reprocesarlas en la planta de producción de la empresa en estudio, perdiendo tiempo y dinero; y además estos talleres donde se tercerizó terminaron llevándose al cliente con ellos ofreciéndole un precio menor al que la empresa le ofreció.

El segundo intento que realizó la empresa es el de designar algunas máquinas para la producción de estos pedidos pequeños e incluso muestras para los clientes, sin embargo, como se observa en la ilustración 22 del numeral 5.5, los tiempos de setup

para configurar una máquina de tejido liviano a pesado son muy altos y hacer esos cambios para hacer una muestra o algún pedido pequeño, esto trajo desperdicio de tiempos y peor aún si se requería usar máquinas especiales como cerradora o multiagujas las cuales son muy complicadas de configurar y calibrar.

5.4.1. Breve Análisis de las Propuestas de Mejora

En conjunto con el gerente se realizó un análisis de cada una de las propuestas de mejora para que posteriormente puedan ser evaluadas para la selección de las mejores alternativas.

a) Primera propuesta

La propuesta de llevar el plotter al edificio de la planta de producción si se puede realizar puesto que mejoraría en el traslado de las tizadas y además en el flujo de información como el ancho de las telas las cuales son almacenadas en la planta de producción.

b) Segunda Propuesta

Esta mejora ha estado siendo analizada por la empresa desde hace un tiempo, sin embargo, como su modelo de producción es por lotes, el proceso de Corte es intermitente, es decir, que básicamente es la etapa inicial de todos los pedidos; la empresa determinó que no era necesario la inversión en su momento. No obstante, si se genera la flexibilidad que es el objetivo de la presente investigación, esta propuesta de mejora adquiere una mayor importancia.

c) Tercera Propuesta

Esta máquina automatizada aumenta la productividad y la precisión de una manera impresionante, sin embargo, esta máquina está diseñada para grandes empresas con un volumen de 2000 prendas diarias, con ese volumen de producción sería rentable tener dicha máquina.

d) Cuarta Propuesta

Esta propuesta tiene características muy peculiares porque es algo con la que el gerente ha estado batallando con la falta de consciencias del peligro de las personas encargadas del corte que insisten que el guante de acero les quita movilidad, practicidad y productividad. Sin embargo, por la insistencia constante del cuidado en este proceso es que en toda la historia de la empresa solo ha habido un accidente. Es por ello que esta propuesta tiene importancia, pero dada la coyuntura tiene sus complicaciones.

e) Quinta Propuesta

Al igual que la tercera propuesta, la maquina tiene mejoras impresionantes en productividad y precisión, sin embargo, por el costo de dicha maquinaria se necesitan volúmenes muy altos de producción para que sea rentable.

f) Sexta Propuesta

Respecto a la adquisición de una nueva maquina fusionadora, por lo conversado con el gerente, las maquinas modernas mejoran en otros aspectos como velocidad y rendimiento de la maquina, sin embargo, el problema en la empresa es el consumo de energía eléctrica y las maquinas modernas disminuyen el consumo solo en un 10% aproximadamente respecto a la maquina que tiene la empresa actualmente.

g) Séptima Propuesta

Esta pequeña maquina térmica en el modelo actual de la línea de producción dada la segregación constante de pedidos, no resulta tan importante adquirirla. Sin embargo, pensando en los resultados esperados de la presente investigación, la adquisición de esta maquina aumenta un poco mas su importancia.

h) Octava Propuesta

Esta propuesta es el objetivo principal de la presente investigación, en capítulos anteriores ya se analizó la importancia de dicha mejora en el proceso.

i) Novena Propuesta

Esta propuesta de redistribución de las maquinas es una consecuencia de las mejoras planteadas en la presente investigación, puesto que, modularizar la línea de producción implica un movimiento y redistribución de las maquinas.

j) Décima Propuesta

Como se explico en el capitulo anterior, un problema es que el area de acabados tiene etapas donde no tiene prendas por procesar y repentinamente se satura por lo que la línea de producción no tiene un ritmo de producción constante. Sin embargo, este proceso es totalmente flexible, puesto que, con configuraciones mínimas de cada maquina y solo un cambio de hilo se cambiar de tipo de producto, fácilmente y no esta supeditado a acabar un lote completo para atender a uno siguiente, incluso puede ir acabando las prendas uno por uno sin mayor inconveniente,

Una vez analizadas las propuestas de mejora se procede a valorar del 0 al 10 según los siguientes criterios de evaluación:

- Tiempo de implementación: Donde 0 es un tiempo muy alto y 10 es un tiempo muy bajo.
- Nivel de mejora del proceso: Donde 0 es un nivel muy bajo de mejora de los procesos y 10 es un nivel muy alto de la mejora de los procesos.
- Costo de implementación: Donde 0 es un costo muy alto y 10 es un costo muy bajo o nulo
- Atención a necesidades: Donde 0 es no atiende a las necesidades de la empresa y 10 es atiende muy bien a las necesidades de la empresa.

A continuación se presenta un cuadro con las valoraciones de el gerente y de el investigador de los criterios de evaluación anteriormente mencionados.

Tabla 8: Evaluación de las mejoras planteadas

Planteamiento de Mejoras	Criterios de Evaluación								Promedio
	Tiempo de Implementación		Nivel de Mejora del proceso		Costo de implementación		Atención a las necesidades		
	VG	VI	VG	VI	VG	VI	VG	VI	
Llevar el plotter al edificio de la planta de producción	8	7	1	3	10	10	1	2	5.25
Adquisición de una herramienta la cual permite a realizare el tendido con solo una persona y de una forma mas uniforme.	4	6	6	7	6	5	1	2	4.63
Adquisición de una maquina automatizada programable para tender sin la necesidad de personal operando	6	6	6	8	1	2	2	2	4.13
Capacitación y concientización a los cortadores para el uso de EPPs	7	5	2	3	10	10		2	5.57
Adquisición de una Maquina robotizada de corte	4	3	8	9	0	0	4	4	4.00
Adquisición de una nueva maquina fusionadora	6	6	1	2	4	5	2	2	3.50
Adquisición de una prensa térmica para pedidos pequeños	7	6	1	2	9	8	3	2	4.75
Modularización de la línea de producción (Confección)	5	6	8	9	9	10	9	9	8.13
Redistribución de maquinas	7	5	5	6	10	10	7	8	7.25

**"VG" es Valoración del Gerente y "VI" es Valoración del Investigador

Fuente: Elaboración Propia

Después del análisis y la valoración de todas las propuestas de mejora, se concluye que las mejores alternativas son: Modularización de la línea de confección y la redistribución la maquinaria del área de confección.

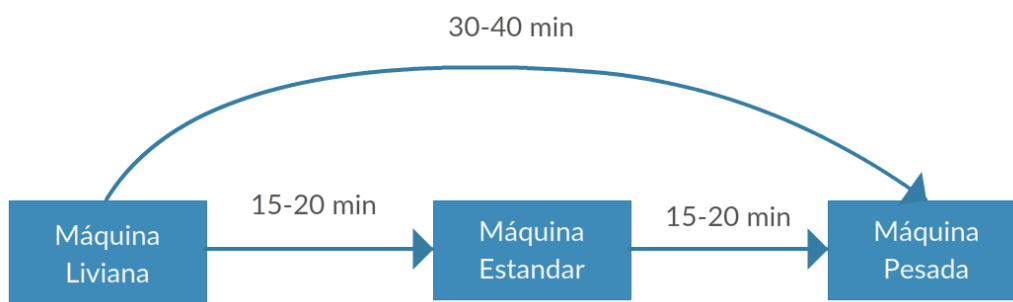
5.4.2. Planteamiento de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora consiste en la modularizar la línea de confección enfocándonos en incrementar la flexibilidad de la línea de producción, es por ello que se eligieron 4 tipos de flexibilidad a trabajar en la presente investigación:

- Flexibilidad de Volumen: Entiéndase como la capacidad del sistema de cambiar durante el proceso diferentes volúmenes de producción sin comprometer el flujo del proceso.
- Flexibilidad de Producto: Entiéndase de la capacidad del sistema de poder cambiar entre diferentes tipos de producto sin comprometer el flujo del proceso.
- Flexibilidad de Maquina: Entiéndase como la capacidad de que la maquina pueda ser cambiado en un menor tiempo para pasar de una configuración a otra.
- Flexibilidad de Ruta: Entiéndase como la capacidad del sistema para producir uno o varios productos en diferentes rutas del proceso.

Una vez identificado los tipos de flexibilidad que se desean obtener con los resultados de la presente investigación, se procede al inicio del diseño de esta nueva línea. Para ello en análisis constante entre el investigador y el gerente de la empresa se llegó a la conclusión de categorizar a las prendas y las operaciones de cada tipo de prenda según el tipo de tejido: Liviano, mediano o pesado. Dado que, como fue analizado en el capítulo anterior, es necesario hacer grandes cambios a la configuración de las maquinas como se presenta en la ilustración 22

Ilustración 22: Tiempo de cambio de línea (SMED)



Fuente: Elaboración Propia

Entonces, en la presente propuesta de mejora se procede a identificar y categorizar las operaciones que pueden hacer una maquina liviana, mediana y pesada en los procesos para la elaboración de 4 prendas:

- Camisas
- Pantalones
- Chalecos
- Sacones o casacas

Se tomo la decisión de analizar estos 4 tipos de prendas dado que las observaciones que se realizaron en la presente investigación se realizaron cuando la empresa esta atendiendo un pedido de estos 4 productos y además son los productos mas comerciales que requieren los clientes de la empresa. Sin embargo, estos procesos pueden variar en algunos aspectos en función al diseño de la prenda que requiera cada cliente .

5.4.3. Categorización de operaciones

En este apartado cada operaciones es categorizada en Liviana, Estándar o Pesada. Para poder determinar la categoría de cada operación se consultó con costureros y con el gerente a que categoría podría ir cada operación.

5.4.3.1. Proceso de Confección de Camisas

Tabla 9: Categorización del proceso de confección de Camisas

Nro de Op.	Operación	Máquina	Categoría
1	Unir bastones	Recta	Liviana
2	Pegar tablon Izquierdo	Multiagujas	Estándar
3	Pegar tablon derecho y separar	Multiagujas	Estándar
4	Bastillar Puño	Recta	Liviana
5	Bastillar Pie de Cuelo	Recta	Liviana
6	Basta de Bolsillos	Recta	Liviana
7	Embolsar tapas	Recta	Liviana
8	Embolsar Puño	Recta	Liviana
9	embolsar cuello	Recta	Estándar
10	Pespuntar cuello	Recta	Estándar
11	Embolsar cuello con pie de cuello y recortar	Recta	Estándar
12	Pegar Yugos de mangas	Recta	Estándar
13	Embolsar y Pespuntar hombros	Recta	Estándar
14	Montar Canesu Embolsado y pespuntar	Recta	Estándar
15	Pegar Cuello	Recta	Estándar
16	Pespuntar Tapas	Plana de 1/4	Estándar
17	Pegar tapas y bolsillos	Plana de 1/4	Estándar
18	Montar Mangas con cerradora	Cerradora	Estándar
19	Cerrar costados con cerradora	Cerradora	Estándar
20	Pespuntar Puño	Recta	Pesada
21	Pegar Puños	Recta	Pesada
22	Levantar Bastas ruedo	Recta	Pesada

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.2. Proceso de Confección de Pantalones

Tabla 10: Categorización del proceso de Confección de Pantalones

Nro de Op.	Operación	Máquina	Categoría
1	Preparado pasadores presillas	Recta	Liviana
2	Armado de pinzas delantero	Recta	Liviana
3	Armado de pinzas Posterior	Recta	Liviana
4	Preparar bolsa Bolsillo Posterior	Recta	Liviana
5	Preparar bolsa Bolsillo delantero	Recta	Liviana
6	Remallar vistas, Gta, Gton y Fundillo	Remalladora	Estándar
7	Embolsillado delanteros	Recta	Estándar
8	Embolsillado Posterior	Recta	Estándar
9	Armar Bragueta con cremallera	Recta	Estándar
10	Cerrar fundillo doble con pasador	Recta	Estándar
11	Cerrar costados	Cerradora	Estándar
12	Cerrar entrepierna	Cerradora	Estándar
13	Pegado de presillas y etiqueta	Recta	Pesada
14	Preparado de pretina con cinta	Recta	Pesada
15	Pretinado a maquina	Pretinadora	Estándar
16	Cerrar terminales de pretina	Recta	Pesada
17	Subir Basta de botapie	Recta	Pesada

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.3. Proceso de Confección de Chalecos

Tabla 11: Categorización del proceso de Confección de Chalecos

Nro de Op.	Operación	Máquina	Categoría
1	Encintar delantero Horizontal	Multiagujas	Estándar
2	Encintar Espalda horizontal	Multiagujas	Estándar
3	unir Delantero superior con inf	Recta	Liviana
4	Unir Espalda superior e inferior	Recta	Liviana
5	Encintar delanteros	Multiagujas	Estándar
6	Encintado de espalda	Multiagujas	Estándar
7	Preparar bolsillo portaradio	Recta	Estándar
8	Preparar bolsillo portalapicero	Recta	Estándar
9	Embolsar Tapas (3)	Recta	Estándar
10	Preparar fuelle bolsillos inferiores	Recta	Estándar
11	Subir basta de bolsillos inferiores	Recta	Estándar
12	Unir bolsillo con bolsillo interno	Recta	Estándar
13	Embolsillar Bolsillos Superiores	Recta	Estándar
14	Pegado de Banjock	Recta	Estándar
15	Pegado de Vuelta Delantero	Recta	Estándar
16	Armado de forro	Recta	Estándar
17	Preparado correas de reguladores	Recta	Estándar
18	marcar y Fijar correas de Regulador	Recta	Estándar
20	Pespuntar Tapas	Plana de 1/4	Estándar
21	Pespuntar bolsillos inferiores	Plana de 1/4	Estándar
22	Embolsillar Bolsillo inferior	Plana de 1/4	Estándar
23	Cerrar Hombros	Plana de 1/4	Estándar
24	Cerrar bolsillo Interno	Recta	Pesada
25	Cerrar costados	Recta	Pesada
26	Fijar cierre al cuerpo	Recta	Pesada
27	Embolsado con forro y voltear	Recta	Pesada
28	Pespunte de contorno y sisas	Recta	Pesada
29	Levantar Basta Ruedo	Recta	Pesada

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.4. Proceso de Confección de Sacones

Tabla 12: Categorización del proceso de confección de Sacones

Nro de Op.	Operación	Máquina	Categoría
1	Preparado capucha	Recta	Estándar
2	Preparar cierre cuello	Recta	Estándar
3	Embolsar cuello	Recta	Estándar
4	Unir Pecho montando vivo	Plana de 1/4	Estándar
5	Embolsillar delantero	Recta	Estándar
6	Preparado vista de bolsillo	Recta	Estándar
7	Preparar y colocar bolsillo de forro	Recta	Estándar
8	Preparado correa regulador Manga	Recta	Estándar
9	Armado de Puño c/ Regulador	Recta	Estándar
10	Ensamblar tela con cuello, capucha y manga	Recta	Estándar
11	Pegado de Puño	Recta	Pesada
12	Preparar Solapa tapa cierre	Recta	Pesada
13	Fijar solapa a delantero	Recta	Pesada
14	Pegar cierre al delantero	Recta	Pesada
15	Preparar y pegar colgador espalda y forro cuello	Recta	Pesada
16	Colocar porta etiqueta c/ Etiqu	Recta	Pesada
17	Pegado de vuelta al forro delantero	Recta	Pesada
18	Preparado bolsillo interior con velcro	Recta	Pesada
19	Pegado de Bolsillo interior	Recta	Pesada
20	Esamblar Forro	Recta	Pesada
21	Embolsar forro con tela,cuello,puño	Recta	Pesada
22	Pespuntar delanteros y cuello	Recta	Pesada
23	Lavantar Basta Ruedo	Recta	Pesada

Fuente: Elaboración Propia

5.4.4. Balance y agrupación de operaciones

5.4.4.1. Proceso de Confección de Camisas

Tabla 13: Balance y agrupación del Proceso de Camisas

Grupo	Nro de Op.	Operación	Tiempo/Op.	Tiempo/Grupo (min)
A	1	Unir bastones	0.26	0.26
B	2	Pegar tablon Izquierdo	1.00	2.00
	3	Pegar tablon derecho y separar	1.00	
C	4	Bastillar Puño	0.60	4.85
	5	Bastillar Pie de Cuelo	0.75	
	6	Basta de Bolsillos	0.80	
	7	Embolsar tapas	1.00	
	8	Embolsar Puño	1.70	
D	9	embolsar cuello	0.92	6.24
	10	Pespuntar cuello	0.60	
	11	Embolsar cuello con pie de cuello y recortar	4.72	
E	12	Pegar Yugos de mangas	5.15	5.15
F	13	Embolsar y Pespuntar hombros	2.87	5.60
	14	Montar Canesu Embolsado y respuntar	2.73	
G	15	Pegar Cuello	3.75	3.75
H	16	Pespuntar Tapas	1.00	5.70
	17	Pegar tapas y bolsillos	4.70	
I	18	Montar Mangas con cerradora	1.66	3.77
	19	Cerrar costados con cerradora	2.11	
J	20	Pespuntar Puño	2.00	6.92
	21	Pegar Puños	3.06	
	22	Levantar Bastas ruedo	1.86	
				44.24

Fuente: Elaboración Propia

5.4.4.2. Proceso de Confección de Pantalones

Tabla 14: Balance y Agrupación del proceso de Confección de Pantalones

Grupo	Nro de Op.	Operación	Tiempo/Op.	Tiempo/Grupo (min)
A	1	Preparado pasadores presillas	0.67	3.87
	2	Armado de pinzas delantero	1.60	
	3	Armado de pinzas Posterior	1.60	
B	4	Preparar bolsa Bolsillo Posterior	1.16	3.91
	5	Preparar bolsa Bolsillo delantero	2.75	
C	6	Remallar vistas, Gta, Gton y Fundillo	2.90	2.90
D	7	Embolsillado delanteros	7.57	7.57
E	8	Embolsillado Posterior Der	8.12	8.12
F	9	Embolsillado Posterior Izq.	8.12	8.12
G	9	Armar Bragueta con cremallera	2.90	4.79
	10	Cerrar fundillo doble con pasador	1.89	
H	11	Cerrar costados	2.32	3.92
	12	Cerrar entrepierna	1.60	
I	13	Pegado de presillas y etiqueta	1.16	4.79
	14	Preparado de pretina con cinta	3.63	
J	15	Pretinado a maquina	1.31	1.31
K	16	Cerrar terminales de pretina	3.62	4.78
	17	Subir Basta de botapie	1.16	
				54.08

Fuente: Elaboración Propia

5.4.4.3. Proceso de Confección de Chalecos

Tabla 15: Balance y Agrupación de la Línea de confección de Chalecos

Grupo	Nro de Op.	Operación	Tiempo/Op.	Tiempo/Grupo (min)
A	1	Encintar delantero Horizontal	0.69	1.44
	2	Encintar Espalda horizontal	0.75	
B	3	unir Delantero superior con inf	1.03	2.37
	4	Unir Espalda superior e inferior	1.34	
C	5	Encintar delanteros	0.75	1.95
	6	Encintado de espalda	1.20	
D	7	Preparar bolsillo portaradio	1.82	8.93
	8	Preparar bolsillo portapapicero	1.18	
	9	Embolsar Tapas (3)	2.14	
	10	Preparar fuelle bolsillos inferiores	1.76	
	11	Subir basta de bolsillos inferiores	0.73	
	12	Unir bolsillo con bolsillo interno	1.30	
E	13	Embolsillar Bolsillos Superiores	3.98	8.31
	14	Pegado de Banjock	1.64	
	15	Pegado de Vuelta Delantero	2.69	
F	16	Armado de forro	2.22	8.89
	17	Preparado correas de reguladores	3.62	
	18	marcar y Fijar correas de Regulador	3.05	
G	20	Pespuntar Tapas	1.96	9.26
	21	Pespuntar bolsillos inferiores	1.04	
	22	Embolsillar Bolsillo inferior	4.83	
	23	Cerrar Hombros	1.43	
H	24	Cerrar bolsillo Interno	0.66	5.66
	25	Cerrar costados	2.80	
	26	Fijar cierre al cuerpo	2.20	
I	27	Embolsado con forro y voltear	7.53	7.53
J	28	Pespunte de contorno y sisas	5.74	7.93
	29	Levantar Basta Ruedo	2.19	
				62.27

Fuente: Elaboración Propia

5.4.4.4. Proceso de Confección de Sacones

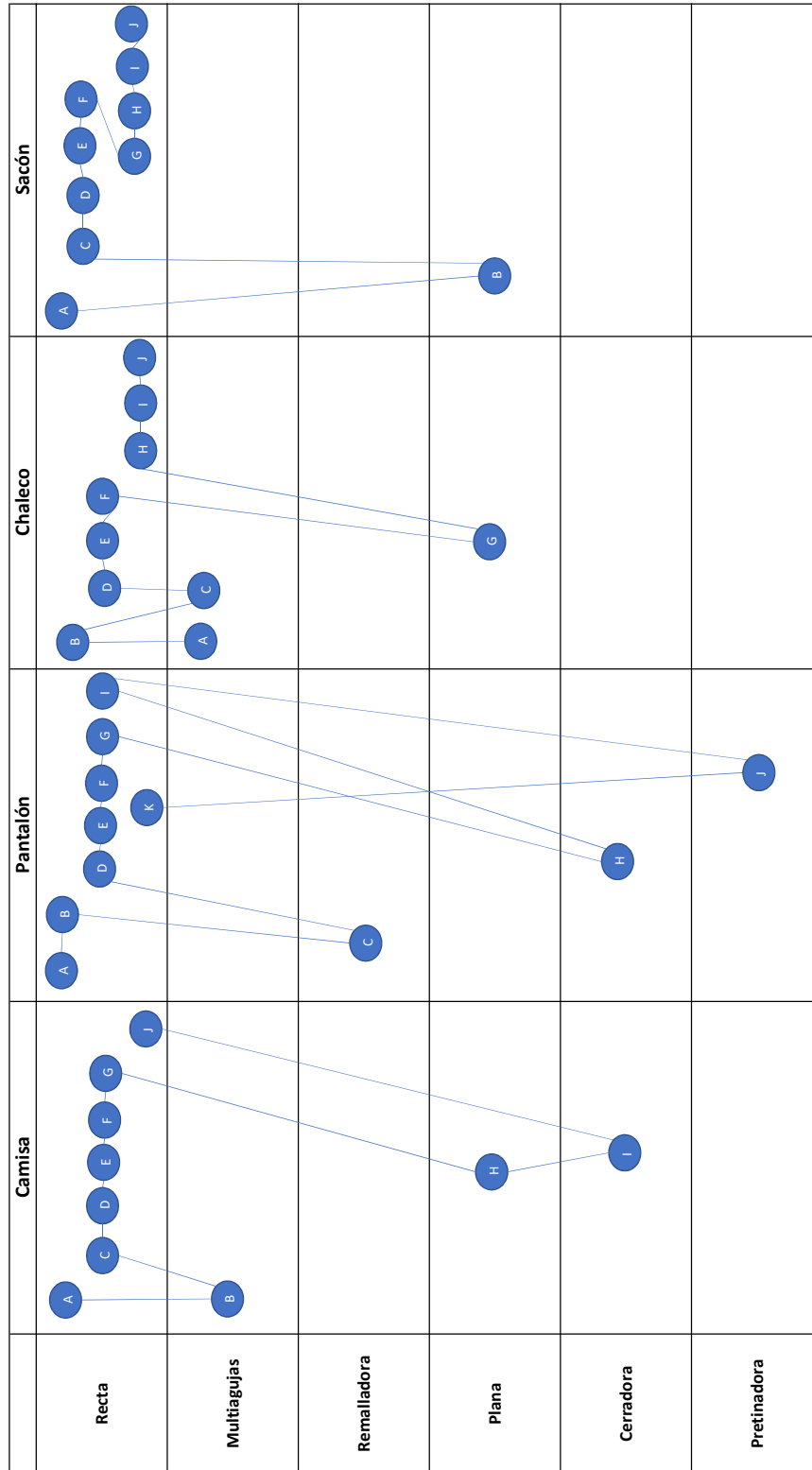
Tabla 16: Balance y Agrupación del proceso de Confección de Sacones

Grupo	Nro de Op.	Operación	Tiempo/Op.	Tiempo/Grupo (min)
A	1	Preparado capucha	7.73	12.21
	2	Preparar cierre cuello	4.27	
	3	Embolsar cuello	0.21	
B	4	Unir Pecho montando vivo	4.12	4.12
C	5	Embolsillar delantero	11.06	11.06
D	6	Preparado vista de bolsillo	4.39	10.48
	7	Preparar y colocar bolsillo de forro	2.51	
	8	Preparado correa regulador Manga	3.58	
E	9	Armado de Puño c/ Regulador	7.54	7.54
F	10	Ensamblar tela con cuello, capucha y manga	15.89	15.89
G	11	Pegado de Puño	1.55	10.99
	12	Preparar Solapa tapa cierre	1.06	
	13	Fijar solapa a delantero	0.77	
	14	Pegar cierre al delantero	0.97	
	15	Preparar y pegar colgador espalda y forro cuello	2.17	
	16	Colocar porta etiqueta c/ Etiquetas	2.03	
	17	Pegado de vuelta al forro delantero	1.55	
	18	Preparado bolsillo interior con velcro	0.89	
H	19	Pegado de Bolsillo interior	1.62	5.87
	20	Ensamblar Forro	4.25	
I	21	Embolsar forro con tela, cuello, puño	5.22	13.39
	22	Pespuntar delanteros y cuello	3.34	
	23	Lavantar Basta Ruedo	4.83	
				91.55

Fuente: Elaboración Propia

5.4.5. Diagrama Multiproducto

Ilustración 23: Diagrama Multiproducto



Fuente: Elaboración Propia

5.4.6. Diagramas de Precedencia

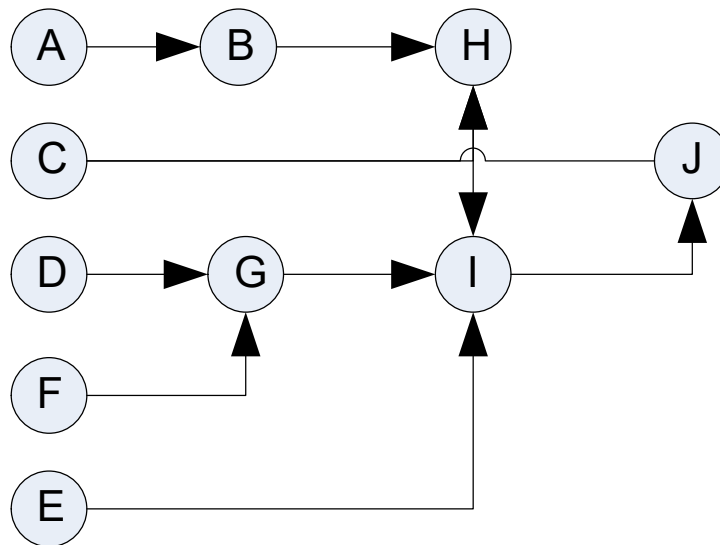
5.4.6.1. Proceso de Confección de Camisas

Tabla 17: Tabla de relaciones del Proceso de Confección de Camisas

PROCESO	DEPENDENCIA	TIEMPOS
A	-	0.26
B	A	2
C	-	4.85
D	-	6.24
E	-	5.16
F	-	5.6
G	D,E,F	3.76
H	B,C	5.7
I	E,G, H	3.77
J	C,I	6.92

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 24: Diagrama de Precedencia del Proceso de Confección de Camisas



Fuente: Elaboración Propia

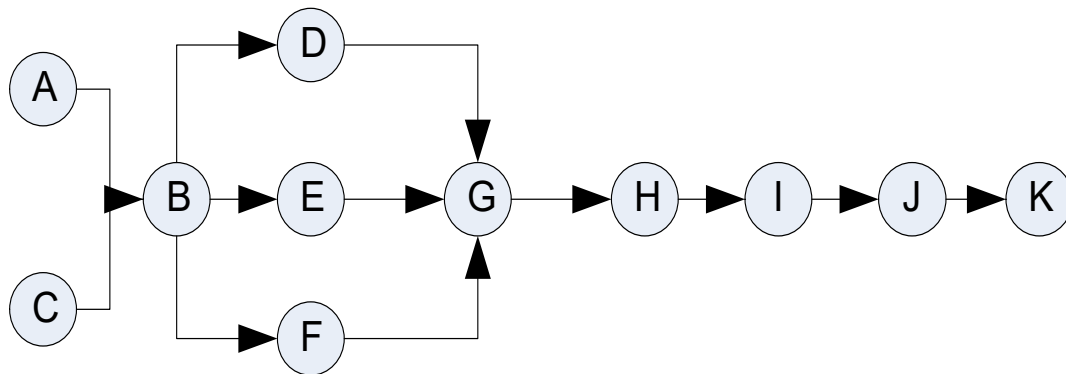
5.4.6.2. Proceso de Confección de Pantalones

Tabla 18: Tabla de relaciones del Proceso de Confección de Pantalones

PROCESO	DEPENDENCIA	TIEMPOS
A	-	3.87
B	C	3.91
C	-	2.9
D	B	7.57
E	B	8.12
F	B	8.12
G	D,E,F	4.79
H	G	3.92
I	H	4.79
J	I	1.31
K	J	4.78

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 25: Diagrama de Precedencia del proceso de Confección de Pantalones



Fuente: Elaboración Propia

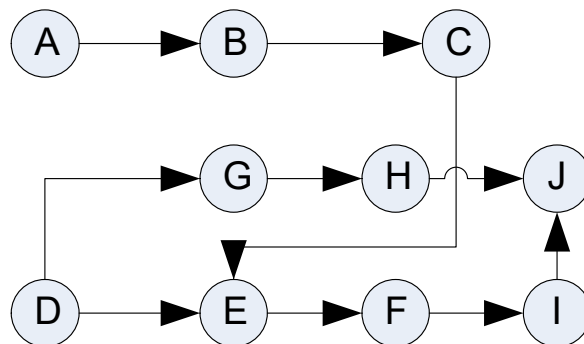
5.4.6.3. Proceso de Confección de Chalecos

Tabla 19: Tabla de Relaciones del Proceso de Confección de Chalecos

PROCESO	DEPENDENCIA	TIEMPO
A	-	1.44
B	A	2.37
C	B	1.96
D	-	8.93
E	C,D	8.31
F	E	8.89
G	D	9.26
H	G	5.66
I	F	7.53
J	H,I	7.93

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 26: Diagrama de Precedencia del proceso de Confección de Chalecos



Fuente: Elaboración Propia

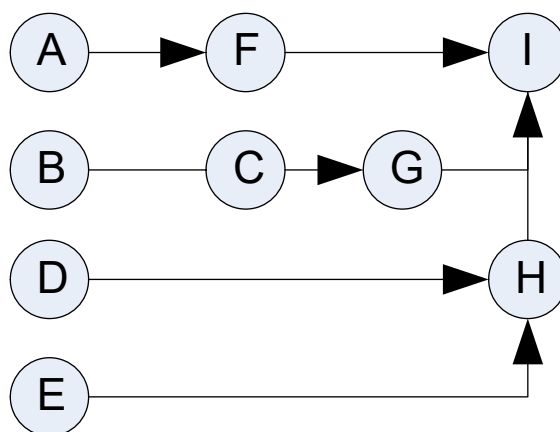
5.4.6.4. Proceso de Confección de Sacones

Tabla 20: Tabla de Relaciones del Proceso de Confección de Sacones

PROCESO	DEPENDENCIA	TIEMPO
A	-	12.21
B	-	4.12
C	B	11.06
D	-	10.48
E	-	7.54
F	A	15.89
G	B	10.99
H	G	5.87
I	F, G,H	13.39

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 27: Diagrama de Precedencia del Proceso del confección de Sacones



Fuente: Elaboración Propia

5.4.7. Metodo de Guerchet

Se utilizó el metodo de Guerchet para calcular el area requerida para la redistribución de la línea de confección de prendas, es por ello que primero se hace un listado con las maquinas necesarias, operarios y herramientas moviles que se puedan necesitar. Dichos datos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 21: Tabla de medidas de elementos

CUADRO DE MEDIDAS POR ELEMENTO					
Elemento	Cantidad	Nro LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA
	n	N	L (m)	A (m)	H (m)
Costura Recta	10	1	1.15	0.5	0.8
Remalladoras	2	1	1.15	0.5	0.8
Plana de 1/4	2	1	1.15	0.5	0.8
Cerradora de 1/4	2	1	1	0.55	0.8
Multiaguja 1/4	2	1	1.2	0.5	0.8
Presilladora	1	1	1.2	0.5	0.8
Pretinadora	1	1	1.2	0.5	0.8
Canastillas	20		67	40	50
Operarios	10				

Fuente: Elaboración Propia

Luego del listado detallado en la tabla anterior se procede hacer los cálculos necesarios para dimensionar la superficie Estática y la superficie gravitacional.

Tabla 22: Tabla Metodo Guerchet

CUADRO METODO GUERCHET										
Elemento	Cantidad	Nro LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	AREA	AREA TOT.		AREA T.	Ss+Sg
	n	N	L (m)	A (m)	H (m)	Ss	AREA x n	Sg=Ss*N	x ALTURA	
Costura Recta	10	1	1.15	0.5	0.8	0.575	5.75	0.575	4.6	1.15
Remalladoras	2	1	1.15	0.5	0.8	0.575	1.15	0.575	0.92	1.15
Plana de 1/4	2	1	1.15	0.5	0.8	0.575	1.15	0.575	0.92	1.15
Cerradora de 1/4	2	1	1	0.55	0.8	0.55	1.1	0.55	0.88	1.1
Multiaguja 1/4	2	1	1.2	0.5	0.8	0.6	1.2	0.6	0.96	1.2
Presilladora	1	1	1.2	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6	0.48	1.2
Pretinadora	1	1	1.2	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6	0.48	1.2
TOTALES								11.55	9.24	
Canastillas	20		0.67	0.4	0.5	0.268	5.36		2.68	
Operarios	10				1.65	0.5	5		8.25	
TOTALES								10.36	10.93	

Fuente: Elaboración Propia

Luego se procede a calcular el K de el proceso utilizando la fórmula que se presenta a continuación:

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EF}} = \frac{1.06}{2 * 0,8} = 0.66$$

Dicho coeficiente será utilizado en la siguiente tabla a continuación para determinar el espacio que se requiere por maquina y la superficie total de la planta de confección.

Tabla 23: Calculo final Metodo Guerchet

Elemento	Cantidad	AREA	AREA TOT.	Sg=Ss*N	AREA T.	Ss+Sg	K	Se	St por Estación	ST
	n	Ss	AREA x n		x ALTURA					
Costura Recta	10	0.575	5.75	0.575	4.6	1.15	0.66	0.759	1.909	19.09
Remalladoras	2	0.575	1.15	0.575	0.92	1.15	0.66	0.759	1.909	3.818
Plana de 1/4	2	0.575	1.15	0.575	0.92	1.15	0.66	0.759	1.909	3.818
Cerradora de 1/4	2	0.55	1.1	0.55	0.88	1.1	0.66	0.726	1.826	3.652
Multiaguja 1/4	2	0.6	1.2	0.6	0.96	1.2	0.66	0.792	1.992	3.984
Presilladora	1	0.6	0.6	0.6	0.48	1.2	0.66	0.792	1.992	1.992
Pretinadora	1	0.6	0.6	0.6	0.48	1.2	0.66	0.792	1.992	1.992
Canastillas	20	0.268	5.36		2.68					
Operarios	10	0.5	5		8.25					
TOTALES										38.346

Fuente: Elaboración Propia

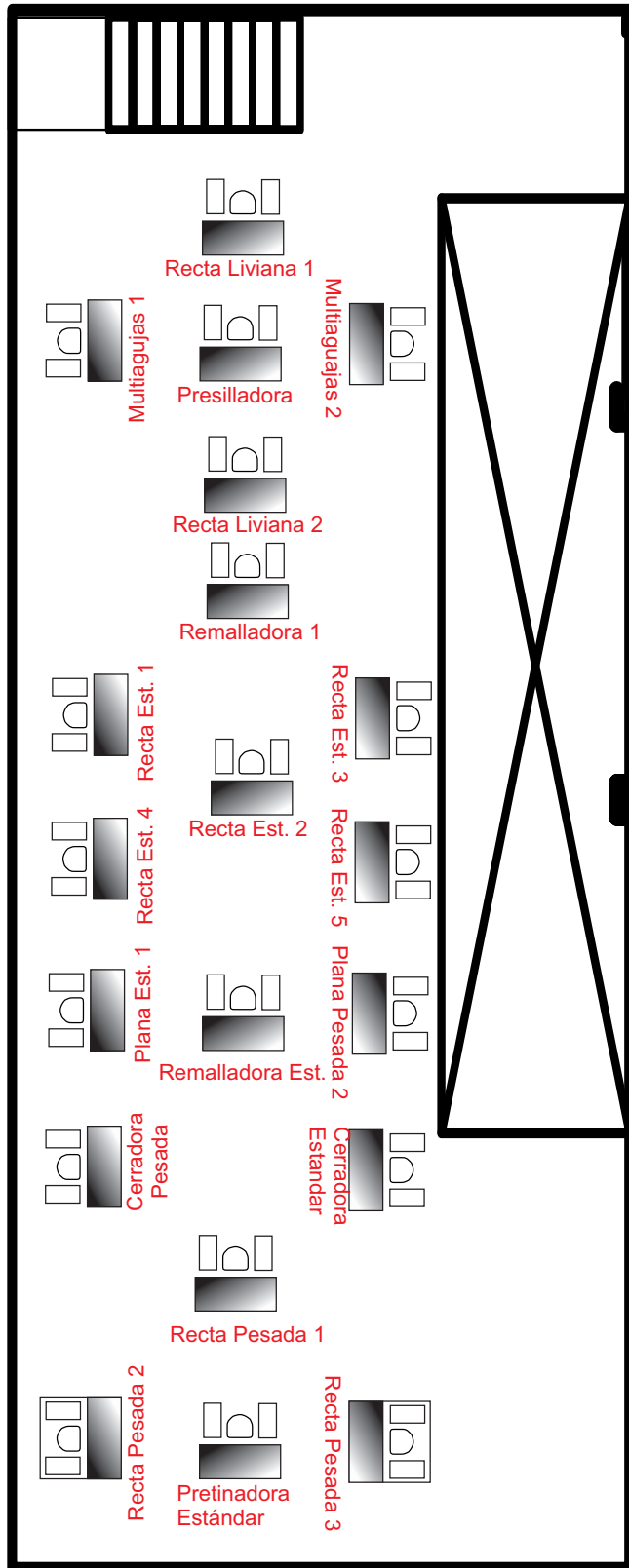
Finalmente después de aplicar el método de Guerchet se calcula que se necesita 38m². No obstante, La empresa cuenta con aproximadamente 78 m² destinados para esta area,

5.4.8. Propuesta de redistribución de planta

Después de analizar el método de Guerchet, la disponibilidad de espacio en la empresa y además todos los diagramas de prosedencia de cada uno de las cuatro prendas y teniendo en cuenta las categorías anteriormente mencionados (liviano, estándar y pesado) que es aplicable a cada una de las maquinas pertenecientes a la línea de producción.

A continuación se procede a formular una propuesta de redistribución de planta:

Ilustración 28: Lay-out Modularizado (Propuesta)



Fuente: Elaboración Propia

Esta distribución planteada se realizó con la base de modularización Tipo “T” y además se sectorizó algunas máquinas por el tipo de máquina y por la configuración que lleva (liviano, mediano o pesado). Se tuvo que realizar un modelo híbrido para todos los productos, dada la variedad de productos que se pueden realizar gracias a los cuatro tipos de flexibilidad que se tuvieron en cuenta para la presente investigación.

5.4.9. Simulación de sistemas con software ARENA

Se realizó 5 simuladores en el software arena: el primero es el estado actual de la línea de confección, en ese estado actual se encuentran los 4 productos en una sola programación y los restantes 4 simuladores se hicieron para ver el comportamiento de la línea de confección en cada uno de los productos analizados en la presente investigación (Camisa, Pantalón, Chaleco y Sacón).

Los dos procesos comparten exactamente los mismos recursos puesto que en la propuesta no se incluye la adquisición de ninguna maquinaria ni tampoco el aumento de personal:

Tabla 24: Tabla de Cantidad de Recursos de Simulación

Maquinaria	Cantidad
Costura Recta	10
Remalladoras	2
Plana de 1/4	2
Cerradora de 1/4	2
Multiagujas 1/4	2
Presilladora	1
Pretinadora	1
Operarios	10

Fuente: Elaboración Propia

Además se simuló también con exactamente las mismas entidades de entrada que es la simulación exacta de el pedido que se hizo en la empresa en los meses de Agosto y Septiembre del 2018 a la empresa SEDAPAR en Arequipa.

Tabla 25: Tabla de Arribos de Simulación

Prenda	Entidades por arribo	Numero de arribos	Total Prendas
Camisa	100	10	1000
Pantalón	100	10	1000
Chaleco	80	10	800
Sacón	36	10	360

Fuente: Elaboración Propia

Y además para saber como se comporta la línea de producción con la entrada de pedidos pequeños se genero otras entidades de entrada que llegaron a la línea de producción el día 5 una vez iniciada la simulación.

Tabla 26: Tabla de Arribos especiales de Simulación

Prenda	Cantidad	Primer Arribo (Días)
Camisa Especial	20	5
Pantalón Especial	20	5
Chaleco Especial	20	5
Sacón	20	5

Fuente: Elaboración Propia

Y finalmente cabe resaltar que todos los tiempos de las operaciones se consideraron constantes, puesto que, la empresa ya había hecho un estudio de tiempos donde tenemos el tiempo por procesamiento y el objetivo de la presente investigación no es hacer un estudio de tiempos sino es flexibilizar la línea de producción.

5.4.9.1. Proceso Actual

Respecto a el orden de las operaciones se tomó como una secuencia lineal de pasos para absolutamente todos los productos, repartiendo en los 3 módulos de Camisa, Pantalón y el módulo de Embolsados que es donde entran los chalecos y sacones. Entiéndase como embolsados a las prendas

que llevan forro en su estructura y así es como se necesita la recta en un 90% aproximadamente.

Es por ello entonces que se agruparon los tiempos por Tipo de Maquina (Recta, Remalladora, Plana ,etc). Entonces el proceso empieza con arribos diarios que según el tipo de producto son repartidos equitativamente para los 3 o 4 operarios que hay por modulo de producción:

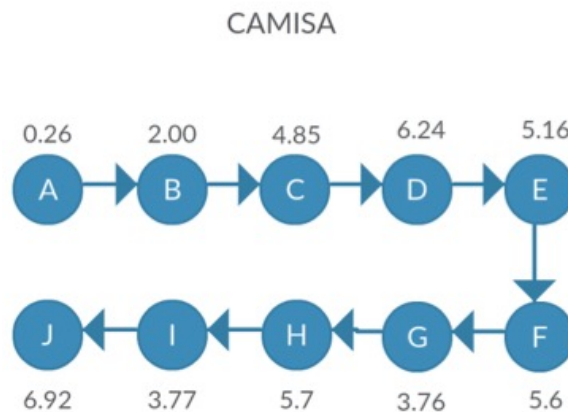
Tabla 27: Tabla de operarios por Módulo

Modulo de producción	Nro Operarios
Camisa	3
Pantalón	3
Embolsados (Chaleco y Sacón)	4

Fuente: Elaboración Propia

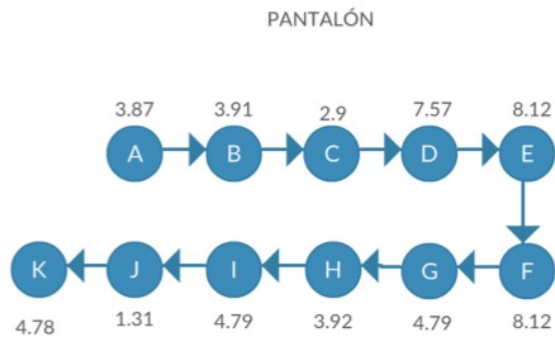
A continuación se muestra el flujo lineal que tiene cada tipo de prenda y sus tiempos respectivos

Ilustración 29: Diagrama de Precedencia Camisa (Actual)



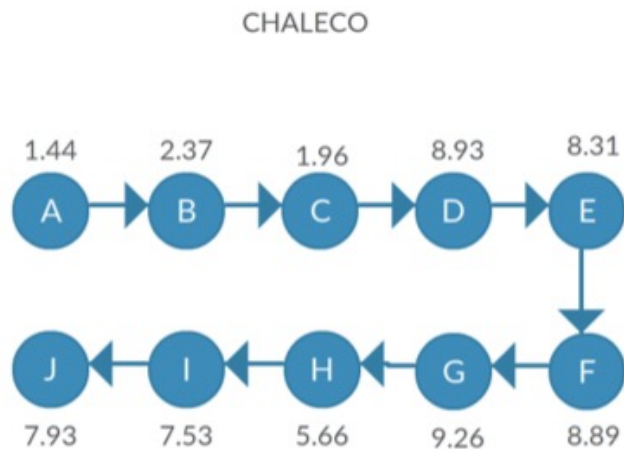
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 30: Diagrama de Precedencia Pantalón (Actual)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 31: Diagrama de precedencia Chaleco (Actual)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 32: Diagrama de precedencia Sacón (Actual)

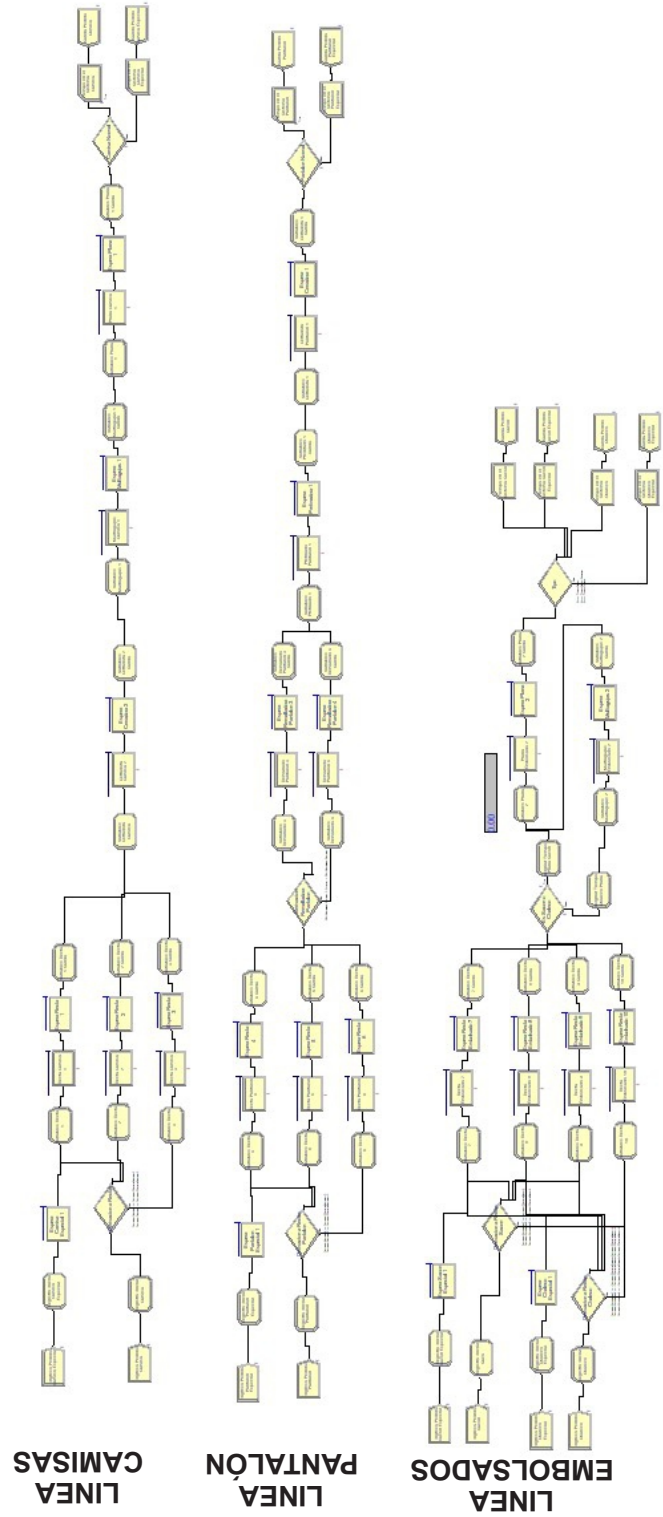


Fuente: Elaboración Propia

El reporte completo de la simulación esta en el apartado de Anexos del presente documento.

Y finalmente a continuación se muestra una captura de pantalla de el modelo de la simulación del proceso actual de la empresa:

Ilustración 33: Captura de Pantalla Modelo Simulación proceso Actual



Fuente: Elaboración Propia

5.4.9.2. Proceso Propuesto

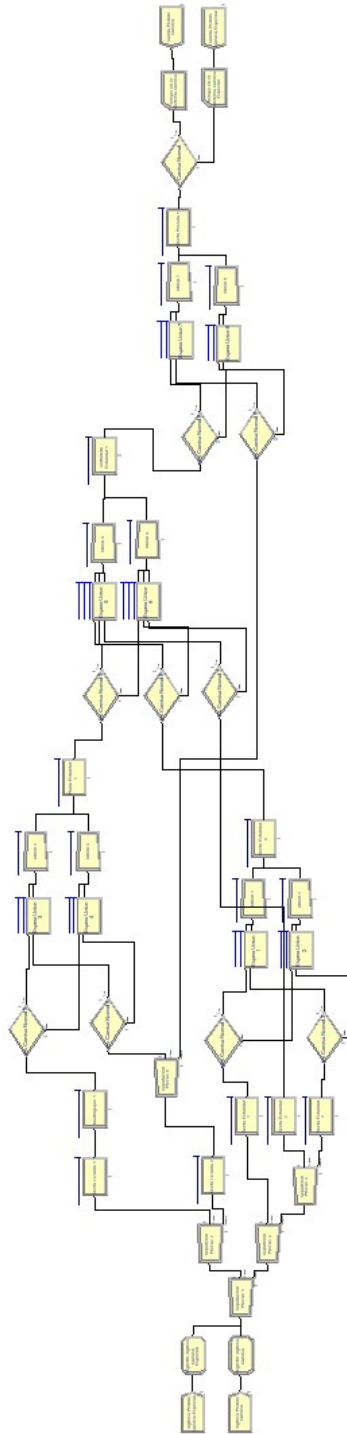
Para el proceso propuesto se tomo como referencia los diagramas de precedencia desarrollados en el numeral 5.1.4. donde se busco la manera de dividir entre las maquinas livianas, estándar y pesadas.

Como se menciona anteriormente, para el modelo de producción propuesto se realizaron 4 simuladores en el software arena, uno para cada tipo de producto, puesto que la ruta es distinta para cada tipo de producto y además se requiere utilizar todos los recursos y sobre todo operarios disponibles para poder realizar las tareas de cada proceso y además demostrar la nueva flexibilidad.

Modulo de producción	Nro Operarios
Módulo General de producción Flexible	10

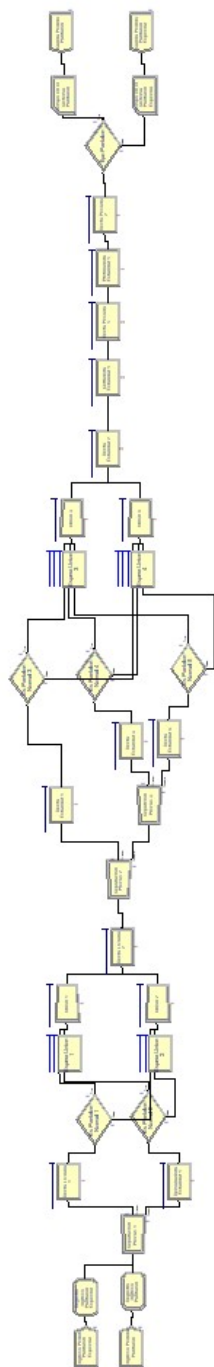
A continuación, se muestran capturas de pantalla de los 4 modelos para la línea de producción propuesta:

Ilustración 37: Captura de pantalla Simulador propuesto de Camisas



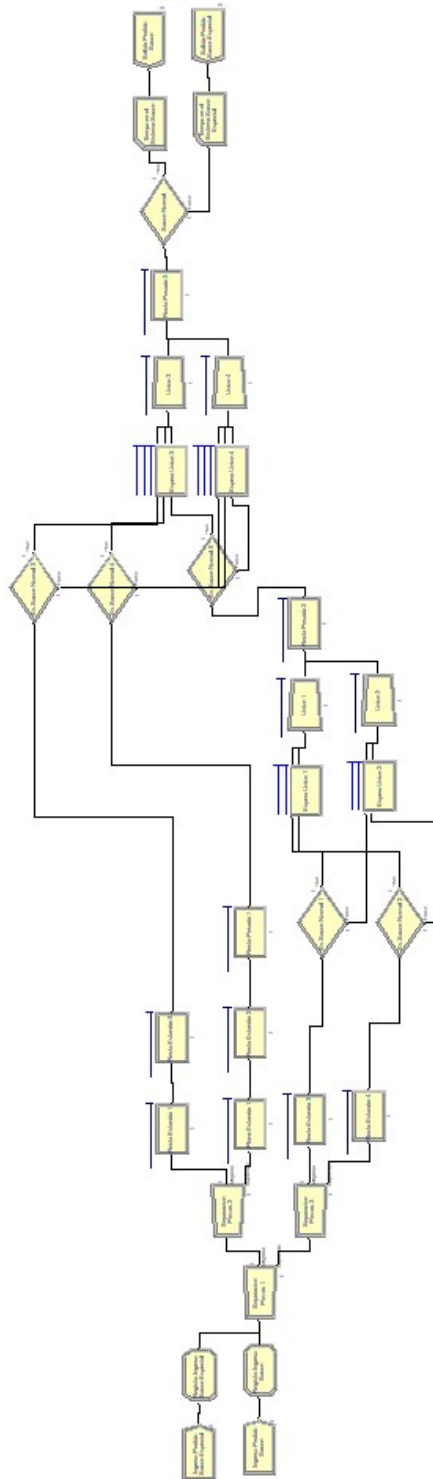
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 41: Captura de pantalla Simulador Propuesto Pantalón



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 49: Captura de pantalla Simulador Propuesto Sacón



Fuente: Elaboración Propia

5.5. Evaluación de la Propuesta Costo-beneficio

5.5.1. Costos y presupuestos

En el numeral 5.2 se detalla el cronograma de actividades para la implementación de la propuesta de la presente investigación, dichas actividades son costeadas a continuación:

Tabla 28: Presupuesto Actividad 1

Acondicionamiento de las tomas de corriente eléctrica					
Partida	Un.	Cantidad	Frecuencia	Costo Un.	Costo Tot.
Contratación Obreros	Per.	2	1	S/ 80.00	S/ 160.00
Canaletas/tubos	m	20	1	S/ 6.00	S/ 120.00
Accesorios (Codos, tomas,etc)	Un.	12	1	S/ 25.00	S/ 300.00
Cables	m	30	1	S/ 1.10	S/ 33.00
					S/ -
Total				S/ 112.10	S/ 613.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Presupuesto Actividad 2

Movimiento de las máquinas a su posición según el lay-out propuesto					
Partida	Un.	Cantidad	Frecuencia	Costo Un.	Costo Tot.
Operarios Auxiliares	Per.	4	1	S/ 20.00	S/ 80.00
					S/ -
					S/ -
					S/ -
					S/ -
Total				S/ 20.00	S/ 80.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30: Presupuesto Actividad 3

Configuración de las máquinas según lo designado (Livianas, Estandar y Pesadas)					
Partida	Un.	Cantidad	Frecuencia	Costo Un.	Costo Tot.
Contratación de técnicos	Per.	2	6	S/ 15.00	S/ 180.00
Compra de piezas faltantes	Un.	12	1	S/ 8.00	S/ 96.00
					S/ -
					S/ -
					S/ -
Total				S/ 23.00	S/ 276.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Presupuesto Actividad 4

Difusión de la propuesta por parte del Investigador y el Gerente al personal de costura					
Partida	Un.	Cantidad	Frecuencia	Costo Un.	Costo Tot.
Tiempo Gerente	Per.	1	1	S/ 120.00	S/ 120.00
Tiempo Investigador	Per.	1	1	S/ 80.00	S/ 80.00
					S/ -
					S/ -
					S/ -
Total				S/ 200.00	S/ 200.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Presupuesto Actividad 5

Simulación y prueba de una camisa					
Partida	Un.	Cantidad	Frecuencia	Costo Un.	Costo Tot.
Materia Prima	m	1.5	1	S/ 5.00	S/ 7.50
Avíos	Un.	1	1	S/ 1.80	S/ 1.80
Operario Costura	Per.	1	1	S/ 4.00	S/ 4.00
					S/ -
					S/ -
Total				S/ 10.80	S/ 13.30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33: Presupuesto Actividad 6

Simulación y prueba de una Pantalón					
Partida	Un.	Cantidad	Frecuencia	Costo Un.	Costo Tot.
Materia Prima	m	1.2	1	S/ 9.00	S/ 10.80
Avíos	Un.	1	1	S/ 2.00	S/ 2.00
Operario Costura	Per.	1	1	S/ 4.20	S/ 4.20
					S/ -
					S/ -
Total				S/ 15.20	S/ 17.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34: Presupuesto Actividad 7

Simulación y prueba de un Chaleco					
Partida	Un.	Cantidad	Frecuencia	Costo Un.	Costo Tot.
Materia Prima	m	1.15	1	S/ 9.00	S/ 10.35
Avíos	Un.	1	1	S/ 3.20	S/ 3.20
Operario Costura	Per.	1	1	S/ 6.00	S/ 6.00
					S/ -
					S/ -
Total				S/ 18.20	S/ 19.55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Presupuesto Actividad 8

Simulación y prueba de un Sacón					
Partida	Un.	Cantidad	Frecuencia	Costo Un.	Costo Tot.
Materia Prima	m	1.7	1	S/ 14.00	S/ 23.80
Avíos	Un.	1	1	S/ 14.00	S/ 14.00
Operario Costura	Per.	1	1	S/ 12.00	S/ 12.00
					S/ -
					S/ -
Total				S/ 40.00	S/ 49.80

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, el presupuesto total de todo el proyecto de la presente investigación es mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 36: Presupuesto Total General

Presupuesto total		
Partida	Costo Un.	Costo Tot.
Acondicionamiento de las tomas de corriente eléctrica	S/ 112.10	S/ 613.00
Movimiento de las Maquinas a su posición según el lay-out propuesto	S/ 20.00	S/ 80.00
Configuración de las maquinas según lo designado (Livianas, Estandar y Pesadas)	S/ 23.00	S/ 276.00
Difusión de la propuesta por parte del Investigador y el Gerente al personal de costura	S/ 200.00	S/ 200.00
Simulación y prueba de una camisa	S/ 10.80	S/ 13.30
Simulación y prueba de una Pantalón	S/ 15.20	S/ 17.00
Simulación y prueba de un Chaleco	S/ 18.20	S/ 19.55
Simulación y prueba de un Sacón	S/ 40.00	S/ 49.80
	S/ 439.30	S/ 1,268.65

Fuente: Elaboración Propia

5.5.2. Beneficios

En el capítulo anterior se valorizó en el tiempo de tres meses los ingresos no percibidos por la empresa dado el rechazo de los pedidos de pequeña envergadura. Este dato se anualizó y se calculó el costo de oportunidad perdido con un 30% de rentabilidad. Cabe resaltar que esta rentabilidad es mayor a la usual en la empresa dado que la relación entre el tamaño del pedido y la rentabilidad es inversamente proporcional.

Tabla 37: Costo de oportunidad Anual (Pedidos Recibidos y no realizados por falta de Capacidad)

Ingresos no percibidos (3 meses)	S/ 17,830.00
Ingresos no percibidos Anuales	S/ 71,320.00
% de rentabilidad anual (*)	30%
Costo de oportunidad neto	S/ 21,396.00

Fuente: Elaboración Propia

Ahora este valor del costo de oportunidad perdido es llevado al futuro para posteriormente calcular el VAN.

Tabla 38: Valor Presente Neto y Costo de oportunidad en los próximos 10 Años

Tasa de crecimiento anual		5%
Año	Costo de oportunidad	
0	S/. 21,396.00	
1	S/. 22,465.80	
2	S/.23,589.09	
3	S/.24,768.54	
4	S/.26,006.97	
5	S/.27,307.32	
6	S/.28,672.69	
7	S/.30,106.32	
8	S/.31,611.64	
9	S/.33,192.22	
10	S/. 34,851.83	

Tasa interés 3%

	VAN a 10 años	VAN a 5 años
VAN	S/ 259,590.30	S/ 134,771.55

Fuente: Elaboración Propia

El Valor Actual Neto en 5 años es de S/ 134,771.55 soles es una cantidad cuantiosa de dinero el cual esta dejando de ser aprovechado por la empresa. Cabe resaltar además que se considero que no existe costos de implementación dado que no implica la compra de ninguna máquina, aumento de personal, software, etc

5.6. Plan de implementación y cronograma de actividades

Gantt Implementación de la propuesta de Mejora												
Diseño de un sistema de producción modular en la empresa de confección textil GARCESS E.I.R.L. en Arequipa.		Presupuesto	Semana 1									
Actividades	Responsable		Dom	Lun	Mar	Mier	Jue	Vier	Sab	Dom		
Acondicionamiento de las tomas de corriente eléctrica	Gerente y personal	S/ 613.00										
Movimiento de las Maquinas a su posición según el lay-out propuesto	Gerente y Personal	S/ 80.00										
Configuración de las maquinas según lo designado (Livianas, Estandar y Pesadas)	Personal	S/ 276.00										
Difusión de la propuesta por parte del Investigador y el Gerente al personal de costura	Gerente e investigador	S/ 200.00										
Simulación y prueba de una camisa	Personal	S/ 13.30										
Simulación y prueba de un Pantalón	Personal	S/ 17.00										
Simulación y prueba de un Chaleco	Personal	S/ 19.55										
Simulación y prueba de un Sacón	Personal	S/ 49.80										
Movimiento de maquinas de ser necesario para alguna reestructuración.	Gerente e investigador	S/ -										

Fuente: Elaboración Propia

5.7. Evaluación de la Propuesta de Mejora

5.7.1. Evaluación de la Productividad, Calidad y Seguridad

5.7.1.1. Resumen resultados Arena

Para efectos prácticos de la presente investigación se hicieron varias simulaciones cuyos reportes completos están en el apartado de anexos de la presente investigación realizando las siguientes simulaciones:

- a) Simulación del estado actual de la empresa con las entidades mencionadas en la tabla 25
- b) Simulación de los 4 modelos propuestos para cada tipo de producto con las entidades de entrada de la tabla 25
- c) Simulación de los 4 modelos propuestos para cada tipo de producto con la entrada de 1 entidad.
- d) Simulación de los 4 modelos propuestos para cada tipo de producto con la entrada de 10 entidad.
- e) Simulación de los 4 modelos propuestos para cada tipo de producto con la entrada de 100 entidad.

Todo esto con el objetivo de diferenciar la productividad que tiene la línea de producción para cada lote. Cabe resaltar que los recursos y procesos se mantuvieron siempre a lo largo de todas las simulaciones.

Los resultados de las simulaciones son:

Tabla 39: Tabla comparativa de la simulación General

Actual		
Producto	Cantidad (Días)	Total Entidades
Todas las prendas	43.37	3240

Propuesto		
Producto	Cantidad (Días)	Total Entidades
Camisa	9.93	1020
Pantalón	11.49	1020
Chaleco	10.6	820
Sacón	9.7	380
Total	41.72	3240

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 39 se muestra la cantidad de días que demoró cada uno de los sistemas para poder producir el pedido modelo que se eligió. Se observa una diferencia de 4% donde el modelo propuesto es mas productivo por el porcentaje anteriormente mencionado. Es decir, que para producir las 3240 prendas (3160 prendas de un pedido de gran envergadura y 80 prendas de un pedido pequeño, tal y como se muestra en la tabla 25 y 26), el modelo de producción actual se demora 43.37 días para terminar ambos pedidos, dejando el pequeño para el final. Por otro lado, bajo las mismas condiciones de entrada el modelo de producción propuesto demora 41.72 días para terminar y con la diferencia que se empezó a confeccionar el pedido especial desde que llego el requerimiento.

Tabla 40: Tabla comparativa de la Productividad por diferentes lotes en la simulación (min)

Producto	Cantidad Simulada	Total		Diferencial	Unitario		Diferencial
		Actual (min)	Propuesto (Min)		Actual (min)	Propuesto (Min)	
Camisa	1	44.24	21.24	-23.00	44.24	21.24	-23.00
	10	141.31	44.26	-97.05	14.13	4.43	-9.71
	100	1482.22	411.46	-1070.76	14.82	4.11	-10.71
Pantalón	1	54.08	35.49	-18.59	54.08	35.49	-18.59
	10	177.32	54.08	-123.24	17.73	5.41	-12.32
	100	1805.00	519.28	-1285.72	18.05	5.19	-12.86
Chaleco	1	62.27	41.59	-20.68	62.27	41.59	-20.68
	10	379.12	62.27	-316.85	37.91	6.23	-31.69
	100	3846.23	587.02	-3259.21	38.46	5.87	-32.59
Sacón	1	91.55	41.49	-50.06	91.55	41.49	-50.06
	10	362.59	91.55	-271.04	36.26	9.16	-27.10
	100	3611.34	855.25	-2756.09	36.11	8.55	-27.56

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 40 se presentan comparativamente los resultados de la simulación del estado actual y de la propuesta de la presente investigación, poniendo como entradas 1, 10 y 100 unidades en cada una de las prendas. Como podemos observar existe una clara mejoría en cada una de las prendas puesto que se están utilizando todos los recursos y personal para hacer las prendas y los mas determinante para demostrar la flexibilidad es el hecho que ya no se esta esperando a que cada uno acabe sus prendas sino que prácticamente se esta haciendo una a una lo que facilita el trabajo en el siguiente proceso que es acabados.

5.7.2. Evaluación del Impacto Económico

Como se analizó en el apartado de la propuesta Costo-Beneficio la mejora planteada en la presente investigación, muy a parte de traer consigo la aceptación de nuevos clientes y por lo tanto una mayor diversidad en la cartera de clientes, también viene acompañado de nuevos ingresos que serán percibidos, dichos ingresos pueden llegar a ser en un año un poco mas de cien mil soles de utilidad Neta a la empresa. Esto ayuda a la empresa y al sector microeconómico de confecciones.

5.7.3. Evaluación del Impacto Social

La presente propuesta de mejora tiene impacto socialmente dando un poco más de trabajo primero a las personas que trabajan en la organización (sobre todo las personas que trabajan a destajo) y además a las personas que trabajan como talleres satélite de la empresa, los cuales también serían beneficiados con la aceptación de nuevos clientes.

5.7.4. Evaluación del Impacto Medioambiental

La presente investigación no tiene ningún impacto ambiental ni positivo ni negativo. La industria textil es muy confundida y cree que todos los eslabones de la cadena de valor son contaminantes, sin embargo, están muy equivocados dado que de toda la cadena solo el proceso de Hilandería y de Tintorería son los procesos más contaminantes por la cantidad de químicos que utilizan para pintar y/lavar las telas o fibras necesarias para su proceso de producción; a pesar de ellos la empresa en estudio se dedica netamente a la confección, la cual no contamina y la empresa de por sí entrega la gran parte de las mermas de tela a una empresa que fabrica colchones para algunas zonas del Perú donde se utiliza los retazos de la tela mermados en el proceso de corte.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Los procesos involucrados en la línea de producción en general tienen procesos flexibles e inflexibles. Los procesos como plotteado y tendido, corte y acabados son bastante flexibles, sin embargo, la línea de confección (que es la línea principal y la que más tiempo demora) es muy inflexible y por ello es que a la empresa se le complica mucho atender pedidos pequeños.
- Se propuso un nuevo sistema de producción modular flexible que tiene como variables 4 tipos de flexibilidad que son de Volumen, de producto, de máquina y de ruta de proceso. Estos tipos de flexibilidad son esenciales para que ahora la empresa pueda atender pedidos de pequeña envergadura como se demostró en la simulación en la presente investigación.
- Gracias a la simulación que se hizo en el Arena se pudo comprobar nueva flexibilidad que tiene la línea de producción y además también gracias a estos reportes del software se observó que en pequeños lotes la productividad aumenta bastante y en grandes lotes tiene un aumento del 4% en la productividad.
- La empresa pierde aproximadamente 71 000 soles de ingreso bruto anual y aproximadamente 21 000 en rentabilidad neta por el rechazo de los pedidos pequeños. Dado que la empresa factura cerca del millón de soles al año esta falta de percepción de 71000 de ingresos sería el 7% aproximadamente. Esta es una cifra considerable para evaluar en la empresa.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para la implementación de la presente propuesta de mejora se haga algunos talleres adaptabilidad al cambio para que los costureros acepten este gran cambio del modelo de producción y concientizarlos que es para el bien de ellos y de la organización.

BIBLIOGRAFIA

- Arun, A., Kumar, S., Anbumalar, V., Ganesh, N. & Mayandy, R. (2014). Implementation of Cellular Manufacturing Systems in Garments Industry: A Case study. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. Recuperado de <http://www.rroij.com/open-access/implementation-of-cellular-manufacturingsystems-in-garments-industry-a-case-study.pdf>
- Benedito, E. (2006). *Descripción y análisis de los trabajos existentes sobre el efecto “bullwhip”; y su tratamiento con técnicas de control*. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/378/16/Benedito.pdf>
- Chang, S. C.; Yang, C. L.; Cheng, H. C. & Sheu, C. (2006). “*Manufacturing flexibility and business strategy: An empirical study of small and medium sized firms*”. *International Journal of Production Economics*, vol. 83, No. 1 (January), pp. 13-26.
- Cross, N. Elliot, D. Roy, R. & Holm, C.(1982), *Diseñando el Futuro*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona-España
- Cuatrecasas, L. (2013). “*Diseño avanzado de procesos y plantas de producción Flexibles*” 2da Edición Ed PROFIT., p. 85-87
- De La Cruz, I. (2011). *Implementación del sistema de producción modular en Confecciones Filato*. Universidad Técnica del Norte.
- da Silva, E., Muszkat, E. (2005) *Metodología da Pesquisa e Elaboracao de Dissertacao*. 4ta Edición. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-Brasil.
- Fernandez B. (2019) *Todo sobre Arena. ¿Qué es Arena Simulation?* Recuperado de <https://www.clarcat.com/arena/>
- Flores, A. (2015). *Diseño e implementación de un sistema modular bajo lineamientos de Manufactura Esbelta y factores ergonómicos por el método LEST que incluya paramteros óptimos de luz, temperatura y ruido*. Universidad Católica San Pablo. Arequipa-Perú
- Garcia, M. Cloquell, V. & T. Gomez . (2001). *Metodología del Diseño Industrial*. Primera Edición. Editorial Universitat Politècnica de Valencia. P. 9-10.
- Gay, J. (1995) *Curso Practico de Corte y confección*. Editorial Ediciones MANFER S.A.

- Gudiel Torres, S. (2005). *Implementación de un sistema de producción modular para una empresa de confección de prendas de vestir*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima- Perú.
- Hollen, N. Saddler, J. & Langford, A. (1998). *Manual de los Textiles*. Quinta Edición. Editorial LIMUSA S.A.. P. 146-327.
- Keckl, S., Abou-Haydar, A. & Westkämper, E. (2016). *Method for Evaluating Modularization Potential in Product Design Based on Production Time Variety*. *Procedia CIRP*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.086>
- Korbes, R. (2015). *O Design de sistema modulares: Cistomizacao em massa de productos de moda*. Escuela de Ingeniería de PGDESIGN UFRGS. Porto Alegre- Brasil
- Maramatsu, R. Ishi, K. & Takayashi, K. (1995). *Flexibility in pull and push type production orderingsystems-some ways to increase flexibility in manufacturing systems*. *Manufacturing Research and Technology*. Volume 23, Japan, Pages 95-109.
- Peña, G (2015). *“Informe de tendencias del diseño industrial”*. En: Revista Académica e Institucional Páginas de la UCP, No 97. p. 55-71
- Sarache, A. Cespón, W. Ibarra, R. & Martínez, P. (2004). *Modular manufacturing: an alternative to improve the competitiveness in the clothing industry*. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 16(3), 301–309. <https://doi.org/10.1108/09556220410527228>
- Upton, D. (1994). *“The management of manufacturing flexibility”*. *California Management Review*. Winter 1994, p. 72-89.
- Villaseñor, A. Galindo, E. (2017). *“Conceptos y reglas de Lean Manufacturing”* 2da Edición Ed Limusa.
- Varela, J. (2018) *Estrategias de marketing push y y pull para tu negocio*. Unica Edición. *The orange market*. Galicia-España Recuperado de <http://theorangemarket.com/estrategias-marketing-push-pull-para-tu-negocio/>

ANEXOS

Apendice 1: Estudio de tiempos de la empresa

CAMISA				
Maquina	Operaciones	Tiempo Basico	Suplementos (16%)	Tiempo Tipo
Fusionadora	Fusionado	1.44	0.23	1.68
Recta	Bastillar Puño	0.52	0.08	0.60
Recta	Embolsar Puño	1.45	0.23	1.68
Manual	Recortar y Voltear puño	1.15	0.18	1.33
Recta	Pespuntar Puño	1.72	0.28	2.00
Recta	Bastillar Pie de Cuelo	0.65	0.10	0.75
Recta	embolsar cuello	0.79	0.13	0.92
Manual	Recortar y Voltear Cuello	0.97	0.16	1.13
Recta	Pespuntar cuello	0.52	0.08	0.60
Recta	Embolsar cuello con pie de cuello y recortar	4.07	0.65	4.72
Manual	Marca y recortar cuello a 1cm	0.78	0.12	0.90
Recta	Unir bastones	0.22	0.04	0.26
Multiaguja	Pegar tablon izquierdo	0.86	0.14	1.00
Multiaguja	Pegar tablon derecho y separar	0.86	0.14	1.00
Manual	Marcar Tapas	0.43	0.07	0.50
Recta	Embolsar tapas	0.86	0.14	1.00
Manual	Recortar Voltear Tapas	1.44	0.23	1.68
Plana de 1/4	Pespuntar Tapas	0.86	0.14	1.00
Recta	Basta de Bolsillos	0.69	0.11	0.80
Plana de 1/4	Pegar tapas y bolsillos	4.05	0.65	4.70
Recta	Pegar Yugos de mangas	4.45	0.71	5.16
Recta	Montar Canesu Embolsado y respuntar	2.36	0.38	2.73
Recta	Embolsar y Pespuntar hombros	2.47	0.40	2.87
Remalladora	Montar Mangas con remalle	1.43	0.23	1.66
Recta	Pespuntar Mangas	1.56	0.25	1.81
Remalladora	Cerrar costados con Remalle	1.82	0.29	2.11
Recta	Pegar Cuello	3.24	0.52	3.76
Recta	Pegar Puños	2.64	0.42	3.06
Recta	Levantar Bastas ruedo	1.60	0.26	1.86
Ojaladora	Hacer Ojales (14)	2.26	0.36	2.63
Atracadora	Poner Atraques	1.12	0.18	1.30
Manual	Marcar Para Botonar	1.12	0.18	1.30
Botonera	Colocar Botones	1.83	0.29	2.12
Manual	Inspeccion Final deshilando	5.17	0.83	6.00
Manual	Planchado con inspeccion	5.17	0.83	6.00
Manual	Botonado y doblado	1.55	0.25	1.80
Manual	Empacado	0.34	0.06	0.40

PANTALON				
Maquina	Operaciones	Tiempo Basico	Suplementos (16%)	Tiempo Tipo
Fusionadora	Fusionar Pretina	0.62	0.10	0.72
Remalladora	Remallar vistas, Gta, Gton y Fundillo	2.50	0.40	2.90
Recta	Preparado pasadores presillas	0.58	0.09	0.67
Recta	Preparar bolsa Bolsillo Posterior	1.00	0.16	1.16
Recta	Preparar bolsa Bolsillo delantero	2.37	0.38	2.75
Manual	Marcar bolsillo delantero pinzas	1.21	0.19	1.40
Recta	Armado de pinzas delantero	1.38	0.22	1.60
Manual	Marcado Pinza Posterior	0.88	0.14	1.02
Recta	Armado de pinzas Posterior	1.00	0.16	1.16
Recta	Embolsillado delanteros	6.53	1.05	7.58
Recta	Embolsillado Posterior	14.00	2.24	16.24
Recta	Armar Bragueta con cremallera	2.50	0.40	2.90
Cerradora	Cerrar costados	2.00	0.32	2.32
Recta	Pegado de presillas y etiqueta	1.00	0.16	1.16
Recta	Preparado de pretina con cinta	3.13	0.50	3.63
Pretinadora	Pretinado a maquina	1.13	0.18	1.31
Manual	Descocer terminal de pretina	1.88	0.30	2.18
Manual	Pegado broche metalico	1.00	0.16	1.16
Recta	Cerrar terminales de pretina	3.13	0.50	3.63
Recta	Cerrar fundillo doble con pasador	1.63	0.26	1.89
Cerradora	Cerrar entrepierna	1.38	0.22	1.60
Recta	Subir Basta de botapie	1.00	0.16	1.16
Atracadora	Atracar Pasadores y puntos (20)	2.54	0.41	2.95
Manual	Marcar Para boton	0.33	0.05	0.39
Botonera	Colocar Botones (3)	0.47	0.08	0.55
Manual	Inspeccion y deshilado	3.48	0.56	4.03
Manual	Planchado y Inspeccion	7.88	1.26	9.14
Manual	Empacado	0.35	0.06	0.41
Manual	Atraque- Prepara pasadores	0.62	0.10	0.72
Presilladora	Preparar presillas	0.83	0.13	0.96

CHALECO				
Maquina	Operaciones	Tiempo Basico	Suplementos (16%)	Tiempo Tipo
Manual	Cortar cinta delantero	0.24	0.04	0.28
Recta	unir Delantero superior con inf	0.88	0.14	1.03
Multiaguja	Encintar delantero Horizontal	0.60	0.10	0.69
Manual	Cortar cinta delantero horizontal	0.29	0.05	0.34
Manual	cortar cinta espalda vertical	0.17	0.03	0.20
Recta	Unir Espalda superior e inferior	1.16	0.19	1.34
Multiaguja	Encintar Espalda horizontal	0.65	0.10	0.75
Manual	Cortar cinta Espalda Horizontal	0.17	0.03	0.20
Bordadora	Bordar Delantero	-	-	0.00
Manual	Marcar Delantero superior	0.85	0.14	0.99
Manual	Marcar bolsillo superior	1.22	0.20	1.42
Multiaguja	Encintar delanteros	0.65	0.10	0.75
Bordadora	Bordar Espalda	-	-	0.00
Manual	Marcar Espalda superior	0.56	0.09	0.65
Multiaguja	Encintado de espalda	1.03	0.17	1.20
Manual	Marcar bolsillo porta radio	0.78	0.12	0.90
Recta	Preparar bolsillo portaradio	1.57	0.25	1.82
Recta	Preparar bolsillo portalapicero	1.01	0.16	1.18
Manual	Marcar tapas (3)	0.86	0.14	1.00
Recta	Embolsar Tapas (3)	1.85	0.30	2.14
Manual	Voltear Tapas y recortar	2.10	0.34	2.44
Plana de 1/4	Pespuntar Tapas	1.69	0.27	1.96
Recta	Preparar fuelle bolsillos inferiores	1.52	0.24	1.76
Remalladora	Remallar Bolsillos inferiores	0.42	0.07	0.49
Recta	Subir basta de bolsillos inferiores	0.63	0.10	0.73
Recta	Unir bolsillo con bolsillo interno	1.12	0.18	1.30
Plana de 1/4	Pespuntar bolsillos inferiores	0.90	0.14	1.04
Manual	Marcar bolsillo delantero inferior	1.42	0.23	1.64
Plana de 1/4	Embolsillar Bolsillo inferior	4.17	0.67	4.83
Recta	Embolsillar Bolsillos Superiores	3.43	0.55	3.98
Recta	Cerrar bolsillo Interno	0.57	0.09	0.66
Recta	Pegado de Banjock	1.42	0.23	1.64
Recta	Pegado de Vuelta Delantero	2.32	0.37	2.69
Recta	Armado de forro	1.91	0.31	2.22
Recta	Preparado correas de reguladores	3.12	0.50	3.62
Recta	marcar y Fijar correas de Regulador	2.63	0.42	3.05
Plana de 1/4	Cerrar Hombros	1.23	0.20	1.43
Recta	Cerrar costados	2.41	0.39	2.80
Recta	Fijar cierre al cuerpo	1.90	0.30	2.20
Recta	Embolsado con forro y voltear	6.49	1.04	7.53
Recta	Pespunte de contorno y sisas	4.95	0.79	5.74
Recta	Levantar Basta Ruedo	1.89	0.30	2.19
Manual	Inspeccion y deshilado	4.63	0.74	5.38
Manual	Colocar Broches (5)	-	-	0.00
Manual	Planchado y Inspeccion	3.97	0.63	4.60
Manual	Empacado	0.42	0.07	0.48

Sacon				
Maquina	Operaciones	Tiempo Basico	Suplementos (16%)	Tiempo Tipo
Recta	Preparado capucha	6.67	1.07	7.73
Recta	Preparar cierre cuello	3.68	0.59	4.27
Recta	Embolsar cuello	0.18	0.03	0.21
Plana de 1/4	Unir Pecho montando vivo	3.55	0.57	4.12
Recta	Preparado vista de bolsillo	3.78	0.61	4.39
Recta	Embolsillar delantero	9.53	1.53	11.06
Recta	Preparar y colocar bolsillo de forro	2.17	0.35	2.51
Manual	Cortar velcro y elastico	0.70	0.11	0.81
Recta	Preparado correa regulador Manga	3.08	0.49	3.58
Recta	Armado de Puño c/ Regulador	6.50	1.04	7.54
Recta	Ensamblar tela con cuello, capucha y manga	13.70	2.19	15.89
Recta	Pegado de Puño	1.33	0.21	1.55
Recta	Preparar Solapa tapa cierre	3.50	0.56	4.06
Recta	Fijar solapa a delantero	0.67	0.11	0.77
Recta	Pegar cierre al delantero	0.83	0.13	0.97
Recta	Preparar y pegar colgador espalda y forro cuello	1.87	0.30	2.17
Recta	Colocar porta etiqueta c/ Etiq	1.75	0.28	2.03
Recta	Pegado de vuelta al forro delantero	1.33	0.21	1.55
Recta	Preparado bolsillo interior con velcro	0.77	0.12	0.89
Recta	Pegado de Bolsillo interior	1.40	0.22	1.62
Recta	Esamblar Forro	3.67	0.59	4.25
Recta	Embolsar forro con tela,cuello,puño	4.50	0.72	5.22
Recta	Pespuntar delanteros y cuello	2.88	0.46	3.34
Recta	Lavantar Basta Ruedo	4.17	0.67	4.83
Manual	Inspeccion deshilado	5.40	0.86	6.26
Manual	Planchado inpeccion	6.20	0.99	7.19
Manual	Pegado de Broches (3)		-	-
Manual	Empacado	0.88	0.14	1.02
Manual	Preparado de cordon Capucha con terminal	0.65	0.10	0.75
Manual	Colocar cordon Capucha con terminal	0.82	0.13	0.95
Manual	Doblado de Capucha	1.13	0.18	1.31

Apéndice 2:Reporte de la Simulación Global del Estado Actual

00:30:05

Category Overview

Octubre 16, 2019

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	3,240

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Camisa	0.0922	(Correlated)	0.0922	0.0922
Camisa Especial	0.0922	(Insufficient)	0.0922	0.0922
Chaleco	0.1297	0.000000000	0.1297	0.1297
Chaleco Especial	0.02635417	(Insufficient)	0.02635417	0.02635417
Pantalon	0.1126	(Correlated)	0.1126	0.1126
Pantalon Especial	0.1126	(Insufficient)	0.1126	0.1126
Sacon	0.1907	(Correlated)	0.1907	0.1907
Sacon Especial	0.02635417	(Insufficient)	0.02635417	0.02635417

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Camisa	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Camisa Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Chaleco	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Chaleco Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Pantalon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pantalon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Sacon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Sacon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Camisa	29.1987	(Correlated)	28.1657	31.2586
Camisa Especial	26.2586	(Insufficient)	26.2586	26.2586
Chaleco	37.3920	(Correlated)	32.1931	43.2487
Chaleco Especial	38.3521	(Insufficient)	38.3521	38.3521
Pantalon	32.1939	(Correlated)	26.9322	38.2128
Pantalon Especial	33.2128	(Insufficient)	33.2128	33.2128
Sacon	36.6321	(Correlated)	32.1321	41.1321
Sacon Especial	38.3521	(Insufficient)	38.3521	38.3521

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Camisa	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Camisa Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Chaleco	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Chaleco Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Pantalon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pantalon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Sacon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Sacon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Entity

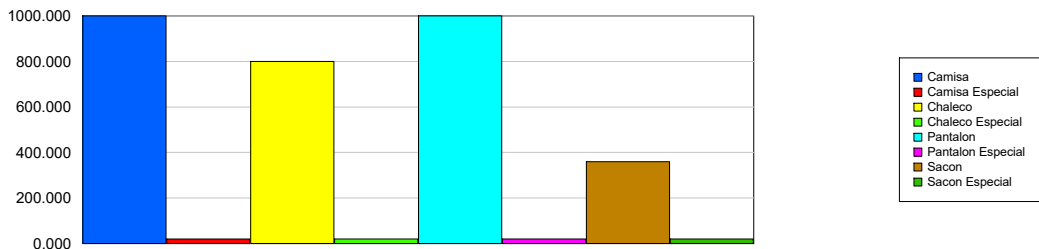
Time

Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Camisa	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Camisa Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Chaleco	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Chaleco Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Pantalon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pantalon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Sacon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Sacon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Camisa	29.2909	(Correlated)	28.2579	31.3508
Camisa Especial	26.3508	(Insufficient)	26.3508	26.3508
Chaleco	37.5217	(Correlated)	32.3228	43.3784
Chaleco Especial	38.3784	(Insufficient)	38.3784	38.3784
Pantalon	32.3065	(Correlated)	27.0449	38.3254
Pantalon Especial	33.3254	(Insufficient)	33.3254	33.3254
Sacon	36.8228	(Correlated)	32.3228	41.3228
Sacon Especial	38.3784	(Insufficient)	38.3784	38.3784

Other

Number In	Value
Camisa	1000.00
Camisa Especial	20.0000
Chaleco	800.00
Chaleco Especial	20.0000
Pantalon	1000.00
Pantalon Especial	20.0000
Sacon	360.00
Sacon Especial	20.0000



Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Entity**Other**

Number Out	Value
------------	-------

Camisa	1000.00
Camisa Especial	20.0000
Chaleco	800.00
Chaleco Especial	20.0000
Pantalon	1000.00
Pantalon Especial	20.0000
Sacon	360.00
Sacon Especial	20.0000

WIP

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Camisa	675.24	(Insufficient)	0.00	1000.00
Camisa Especial	12.1493	(Insufficient)	0.00	20.0000
Chaleco	691.99	(Insufficient)	0.00	800.00
Chaleco Especial	17.6947	(Insufficient)	0.00	20.0000
Pantalon	744.76	(Insufficient)	0.00	1000.00
Pantalon Especial	15.3650	(Insufficient)	0.00	20.0000
Sacon	305.59	(Insufficient)	0.00	360.00
Sacon Especial	17.6947	(Insufficient)	0.00	20.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue

Time

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cerradora Camisa 2.Queue	0.7706	(Correlated)	0.00	1.8041
Cerradora Pantalon 1.Queue	0.8337	(Correlated)	0.00	1.9239
Espera Camisa Especial 1.Queue	21.5239	(Insufficient)	17.7481	23.4628
Espera Cerradora 1.Queue	0.7524	(Correlated)	0.00	1.8285
Espera Cerradora 2.Queue	0.7263	(Correlated)	0.00	1.8041
Espera Chaleco Especial 1.Queue	35.7601	(Insufficient)	31.6251	36.3308
Espera Multiaguja 1.Queue	0.3853	(Correlated)	0.00	0.9891
Espera Multiaguja 2.Queue	0.4514	(Correlated)	0.00	1.1165
Espera Pantalon Especial 1.Queue	29.1711	(Insufficient)	26.7821	31.2327
Espera Plana 1.Queue	1.0979	(Correlated)	0.00	2.6927
Espera Plana 2.Queue	1.6320	(Correlated)	0.00	4.3199
Espera Pretinadora 1.Queue	0.2643	(Correlated)	0.00	0.6392
Espera Recta 1.Queue	16.2167	(Correlated)	0.00	28.4628
Espera Recta 2.Queue	11.3738	(Correlated)	0.00	22.6798
Espera Recta 3.Queue	11.3057	(Correlated)	0.00	22.6114
Espera Recta 4.Queue	19.3444	(Correlated)	0.00	36.2359
Espera Recta 5.Queue	15.9389	(Correlated)	0.00	31.8778
Espera Recta 6.Queue	15.8432	(Correlated)	0.00	31.6864
Espera Recta Embolsado 10.Queue	18.4928	(Correlated)	0.00	36.7284
Espera Recta Embolsado 7.Queue	19.7451	(Correlated)	0.00	40.9353
Espera Recta Embolsado 8.Queue	18.2744	(Insufficient)	0.00	35.7931
Espera Recta Embolsado 9.Queue	17.8664	(Insufficient)	0.00	36.5463
Espera Remalladora Pantalon 3.Queue	0.5709	(Correlated)	0.00	1.4017
Espera Remalladora Pantalon 4.Queue	0.5712	(Correlated)	0.00	1.3998
Espera Sacon Especial 1.Queue	35.7601	(Insufficient)	31.6251	36.3308
Multiaguja Camisa 1.Queue	0.4298	(Correlated)	0.00	0.9891
Multiaguja Embolsado 2.Queue	0.7983	(Correlated)	0.00	1.4903
Plana Camisa 1.Queue	1.1424	(Correlated)	0.00	2.6927
Plana Embolsado 2.Queue	1.3999	(Correlated)	0.00	3.1584
Pretinado Pantalon 1.Queue	0.3231	(Correlated)	0.00	0.7289
Recta Camisa 1.Queue	10.7476	(Correlated)	0.00	22.7481
Recta Camisa 2.Queue	11.3059	(Correlated)	0.00	22.6798
Recta Camisa 3.Queue	11.3740	(Correlated)	0.06831250	22.6798
Recta Embolsado 10.Queue	14.0176	(Correlated)	0.1821	27.9106
Recta Embolsado 7.Queue	12.3837	(Correlated)	0.00	27.6251

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Recta Embolsado 8.Queue	13.2032	(Insufficient)	0.00	26.8719
Recta Embolsado 9.Queue	14.1441	(Insufficient)	0.00	27.6251
Recta Pantalon 4.Queue	10.7236	(Correlated)	0.00	22.7821
Recta Pantalon 5.Queue	11.4389	(Correlated)	0.00	22.8778
Recta Pantalon 6.Queue	11.4299	(Correlated)	0.0957	22.7821
Remallado Pantalon 3.Queue	0.6227	(Correlated)	0.00604167	1.4017
Remallado Pantalon 4.Queue	0.6174	(Correlated)	0.00	1.3998

Other

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cerradora Camisa 2.Queue	18.1201	28.74344	0.00	665.00
Cerradora Pantalon 1.Queue	19.6031	34.25875	0.00	666.00
Espera Camisa Especial 1.Queue	9.9238	(Insufficient)	0.00	20.0000
Espera Cerradora 1.Queue	17.6922	28.61505	0.00	666.00
Espera Cerradora 2.Queue	17.0776	20.89243	0.00	666.00
Espera Chaleco Especial 1.Queue	16.4875	(Insufficient)	0.00	20.0000
Espera Multiagujas 1.Queue	9.0597	15.61679	0.00	666.00
Espera Multiagujas 2.Queue	8.7407	12.14728	0.00	528.00
Espera Pantalon Especial 1.Queue	13.4496	(Insufficient)	0.00	20.0000
Espera Plana 1.Queue	25.8171	36.28936	0.00	666.00
Espera Plana 2.Queue	45.1456	(Correlated)	0.00	888.00
Espera Pretinadora 1.Queue	6.2148	8.10921	0.00	666.00
Espera Recta 1.Queue	132.34	(Correlated)	0.00	354.00
Espera Recta 2.Queue	87.5748	(Correlated)	0.00	334.00
Espera Recta 3.Queue	86.5292	(Correlated)	0.00	332.00
Espera Recta 4.Queue	157.86	(Correlated)	0.00	354.00
Espera Recta 5.Queue	122.72	(Correlated)	0.00	334.00
Espera Recta 6.Queue	121.26	(Correlated)	0.00	332.00
Espera Recta Embolsado 10.Queue	158.59	(Correlated)	0.00	372.00
Espera Recta Embolsado 7.Queue	146.57	(Insufficient)	0.00	303.00
Espera Recta Embolsado 8.Queue	94.7877	(Insufficient)	0.00	225.00
Espera Recta Embolsado 9.Queue	115.74	(Insufficient)	0.00	281.00
Espera Remalladora Pantalon 3.Queue	6.6855	11.60895	0.00	333.00
Espera Remalladora Pantalon 4.Queue	6.7421	11.63488	0.00	333.00
Espera Sacon Especial 1.Queue	16.4875	(Insufficient)	0.00	20.0000
Multiagujas Camisa 1.Queue	10.1053	17.79409	0.00	665.00
Multiagujas Embolsado 2.Queue	15.4596	28.97005	0.00	520.00
Plana Camisa 1.Queue	26.8628	34.74294	0.00	665.00
Plana Embolsado 2.Queue	38.7272	(Correlated)	0.00	818.00
Pretinado Pantalon 1.Queue	7.5963	13.36474	0.00	666.00
Recta Camisa 1.Queue	87.7082	(Correlated)	0.00	333.00
Recta Camisa 2.Queue	87.0520	(Correlated)	0.00	332.00
Recta Camisa 3.Queue	87.0520	(Correlated)	0.00	332.00
Recta Embolsado 10.Queue	120.21	(Correlated)	0.00	275.00
Recta Embolsado 7.Queue	91.9250	(Insufficient)	0.00	218.00

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Recta Embolsado 8.Queue	68.4839	(Insufficient)	0.00	162.00
Recta Embolsado 9.Queue	91.6234	(Insufficient)	0.00	218.00
Recta Pantalon 4.Queue	87.5129	(Correlated)	0.00	238.00
Recta Pantalon 5.Queue	88.0759	(Correlated)	0.00	239.00
Recta Pantalon 6.Queue	87.4794	(Correlated)	0.00	238.00
Remallado Pantalon 3.Queue	7.2926	11.64170	0.00	332.00
Remallado Pantalon 4.Queue	7.2868	11.61659	0.00	332.00

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	0.7227	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 10	0.9999	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	0.7227	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.7227	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.8835	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	0.8834	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.8813	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 7	0.9999	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 8	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 9	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	0.7227	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 10	0.9999	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	0.7227	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.7227	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.8835	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	0.8834	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.8813	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 7	0.9999	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 8	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 9	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Scheduled				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 10	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 8	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 9	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

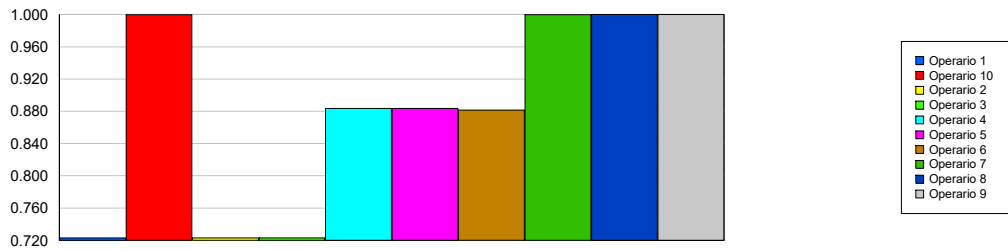
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Value
Operario 1	0.7227
Operario 10	0.9999
Operario 2	0.7227
Operario 3	0.7227
Operario 4	0.8835
Operario 5	0.8834
Operario 6	0.8813
Operario 7	0.9999
Operario 8	1.0000
Operario 9	1.0000



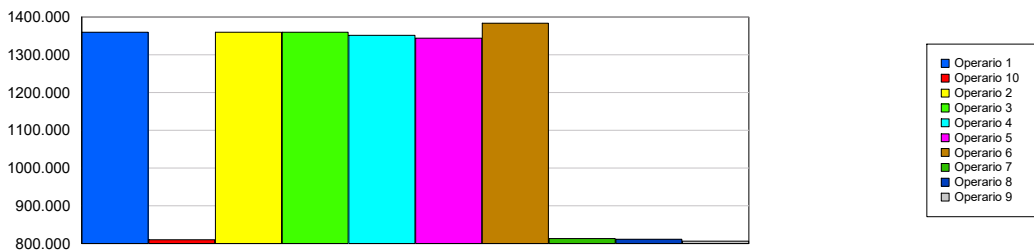
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Total Number Seized	Value
Operario 1	1360.00
Operario 10	810.00
Operario 2	1360.00
Operario 3	1360.00
Operario 4	1352.00
Operario 5	1344.00
Operario 6	1384.00
Operario 7	813.00
Operario 8	811.00
Operario 9	806.00



User Specified

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tiempo en el Sistema Camisa	29.2909	(Correlated)	28.2579	31.3508
Tiempo en el Sistema Camisa Especial	26.3508	(Insufficient)	26.3508	26.3508
Tiempo en el Sistema Chaleco	37.5217	(Correlated)	32.3228	43.3784
Tiempo en el Sistema Chaleco Especial	38.3784	(Insufficient)	38.3784	38.3784
Tiempo en el Sistema Pantalon	32.3065	(Correlated)	27.0449	38.3254
Tiempo en el Sistema Pantalon Especial	33.3254	(Insufficient)	33.3254	33.3254
Tiempo en el Sistema Sacon	36.8228	(Correlated)	32.3228	41.3228
Tiempo en el Sistema Sacon Especial	38.3784	(Insufficient)	38.3784	38.3784

Apéndice 3: Reporte de la simulación Global de las Camisas (Propuesta)

00:43:51

Category by Replication

Octubre 16, 2019

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0.00 Stop Time: 9.93 Time Units: Days

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Camisa	0.0922	(Correlated)	0.0922	0.0922
Camisa Especial	0.0922	(Insufficient)	0.0922	0.0922
NVA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Camisa	0	0.00000000	0	0
Camisa Especial	0	(Insufficient)	0	0
Wait Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Camisa	3.4520	(Correlated)	3.0380	4.2343
Camisa Especial	4.2904	(Insufficient)	4.2399	4.3536
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Camisa	0	0.00000000	0	0
Camisa Especial	0	(Insufficient)	0	0
Other Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Camisa	0	0.00000000	0	0
Camisa Especial	0	(Insufficient)	0	0
Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Camisa	0.8863	(Correlated)	0.7881	1.0850
Camisa Especial	1.0993	(Insufficient)	1.0878	1.1139

Other

Number In	Value
Camisa	10,000
Camisa Especial	200
Number Out	Value
Camisa	10,000
Camisa Especial	200

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0.00 Stop Time: 9.93 Time Units: Days

Entity**Other**

WIP	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Camisa	642.66	46.53826	0	1,100.00
Camisa Especial	15.1518	(Insufficient)	0	200.00

Queue**Time**

Unnamed Project	Replications: 1
------------------------	-----------------

Replication 1	Start Time: 0.00	Stop Time: 9.93	Time Units: Days
----------------------	------------------	-----------------	------------------

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Cerradora Estandar 1.Queue	0.0911	0.003464516	0.07068750	0.1314
Espera Union 1.Queue1	0.00082621	(Correlated)	0	0.00768750
Espera Union 1.Queue2	0.00007769	0.000041001	0	0.00133333
Espera Union 2.Queue1	0.00081875	(Insufficient)	0.00054167	0.00145833
Espera Union 2.Queue2	0	(Insufficient)	0	0
Espera Union 3.Queue1	0	0.000000000	0	0
Espera Union 3.Queue2	0.2944	0.027651352	0.1160	0.5432
Espera Union 4.Queue1	0	(Insufficient)	0	0
Espera Union 4.Queue2	0.1727	(Insufficient)	0.1400	0.2052
Espera Union 5.Queue1	0	0.000000000	0	0
Espera Union 5.Queue2	0.1217	(Correlated)	0.1165	0.1462
Espera Union 5.Queue3	0.4221	0.028553463	0.2432	0.6936
Espera Union 6.Queue1	0	(Insufficient)	0	0
Espera Union 6.Queue2	0.1424	(Insufficient)	0.1409	0.1449
Espera Union 6.Queue3	0.3216	(Insufficient)	0.2914	0.3548
Espera Union 7.Queue1	0	0.000000000	0	0
Espera Union 7.Queue2	0.5228	0.032356618	0.3235	0.8336
Espera Union 8.Queue1	0	(Insufficient)	0	0
Espera Union 8.Queue2	0.4195	(Insufficient)	0.3869	0.4555
Multiaguas 1.Queue	0.2979	0.023783456	0.1220	0.5486
Plana Estandar 1.Queue	0.1179	(Correlated)	0.1126	0.1421
Recta Estandar 1.Queue	0.2427	0.033704183	0	0.5582
Recta Estandar 2.Queue	0.2433	0.033713997	0	0.5592
Recta Estandar 3.Queue	0.2448	0.033726933	0	0.5609
Recta Estandar 4.Queue	0.2877	0.023711539	0.1153	0.5399
Recta Liviana 1.Queue	0.2419	0.033713922	0	0.5576
Recta Liviana 2.Queue	0.2424	0.033732971	0	0.5581
Recta Pesada 1.Queue	0.1028	0.005128184	0.07068750	0.1586
Union 1.Queue	0	0.000000000	0	0

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0.00 Stop Time: 9.93 Time Units: Days

Queue**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Union 2.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Union 3.Queue	0	0.000000000	0	0
Union 4.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Union 5.Queue	0	0.000000000	0	0
Union 6.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Union 7.Queue	0	0.000000000	0	0
Union 8.Queue	0	(Insufficient)	0	0

Other

Unnamed Project	Replications: 1
------------------------	-----------------

Replication 1	Start Time: 0.00	Stop Time: 9.93	Time Units: Days
----------------------	------------------	-----------------	------------------

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Cerradora Estandar 1.Queue	9.3596	4.95594	0	110.00
Espera Union 1.Queue1	0.08320762	0.027124050	0	1.0000
Espera Union 1.Queue2	0.00782392	(Insufficient)	0	2.0000
Espera Union 2.Queue1	0.00164913	(Insufficient)	0	1.0000
Espera Union 2.Queue2	0	(Insufficient)	0	1.0000
Espera Union 3.Queue1	0	(Insufficient)	0	1.0000
Espera Union 3.Queue2	29.6458	9.62240	0	100.00
Espera Union 4.Queue1	0	(Insufficient)	0	1.0000
Espera Union 4.Queue2	0.3478	(Insufficient)	0	20.0000
Espera Union 5.Queue1	0	(Insufficient)	0	1.0000
Espera Union 5.Queue2	12.2614	6.52108	0	100.00
Espera Union 5.Queue3	42.5101	10.48078	0	100.00
Espera Union 6.Queue1	0	(Insufficient)	0	1.0000
Espera Union 6.Queue2	0.2869	(Insufficient)	0	20.0000
Espera Union 6.Queue3	0.6477	(Insufficient)	0	20.0000
Espera Union 7.Queue1	0	(Insufficient)	0	1.0000
Espera Union 7.Queue2	52.6475	11.93416	0	100.00
Espera Union 8.Queue1	0	(Insufficient)	0	1.0000
Espera Union 8.Queue2	0.8450	(Insufficient)	0	20.0000
Multiagujas 1.Queue	30.5967	9.90451	0	120.00
Plana Estandar 1.Queue	12.1126	6.32421	0	117.00
Recta Estandar 1.Queue	24.9336	10.46997	0	118.00
Recta Estandar 2.Queue	24.9976	10.48697	0	118.00
Recta Estandar 3.Queue	25.1476	10.52341	0	118.00
Recta Estandar 4.Queue	29.5529	9.61468	0	118.00
Recta Liviana 1.Queue	24.8469	10.44647	0	118.00
Recta Liviana 2.Queue	24.8956	10.45739	0	118.00
Recta Pesada 1.Queue	10.5641	4.99496	0	110.00
Union 1.Queue	0	(Insufficient)	0	2.0000

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0.00 Stop Time: 9.93 Time Units: Days

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Union 2.Queue	0	(Insufficient)	0	2.0000
Union 3.Queue	0	(Insufficient)	0	2.0000
Union 4.Queue	0	(Insufficient)	0	2.0000
Union 5.Queue	0	(Insufficient)	0	3.0000
Union 6.Queue	0	(Insufficient)	0	3.0000
Union 7.Queue	0	(Insufficient)	0	2.0000
Union 8.Queue	0	(Insufficient)	0	2.0000

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Operario 1	0.9480	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 10	0.9464	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 2	0.9458	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 3	0.9453	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 4	0.9469	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 5	0.9449	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 6	0.9493	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 7	0.9494	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 8	0.9476	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 9	0.9484	(Insufficient)	0	1.0000

Unnamed Project	Replications: 1
------------------------	-----------------

Replication 1	Start Time: 0.00	Stop Time: 9.93	Time Units: Days
----------------------	------------------	-----------------	------------------

Resource

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Operario 1	0.9480	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 10	0.9464	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 2	0.9458	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 3	0.9453	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 4	0.9469	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 5	0.9449	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 6	0.9493	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 7	0.9494	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 8	0.9476	(Insufficient)	0	1.0000
Operario 9	0.9484	(Insufficient)	0	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Operario 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 10	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 8	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 9	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0.00 Stop Time: 9.93 Time Units: Days

Resource**Usage**

<u>Scheduled Utilization</u>	<u>Value</u>
Operario 1	0.9480
Operario 10	0.9464
Operario 2	0.9458
Operario 3	0.9453
Operario 4	0.9469
Operario 5	0.9449
Operario 6	0.9493
Operario 7	0.9494
Operario 8	0.9476
Operario 9	0.9484
<u>Total Number Seized</u>	<u>Value</u>
Operario 1	1,023.00
Operario 10	1,019.00
Operario 2	1,014.00
Operario 3	1,017.00
Operario 4	1,022.00
Operario 5	1,013.00
Operario 6	1,032.00
Operario 7	1,017.00
Operario 8	1,018.00
Operario 9	1,025.00

System**Other**

<u>Number Out</u>	<u>Value</u>
System	1,020

User Specified

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0.00 Stop Time: 9.93 Time Units: Days

User Specified

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Tiempo en el Sistema Camisa	0.8863	(Correlated)	0.7881	1.0850
Tiempo en el Sistema Camisa Especial	1.0993	(Insufficient)	1.0878	1.1139

Apéndice 4: Reporte de la simulación Global de los chalecos (Propuesta)

01:01:17

Category Overview

Octubre 16, 2019

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

820

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

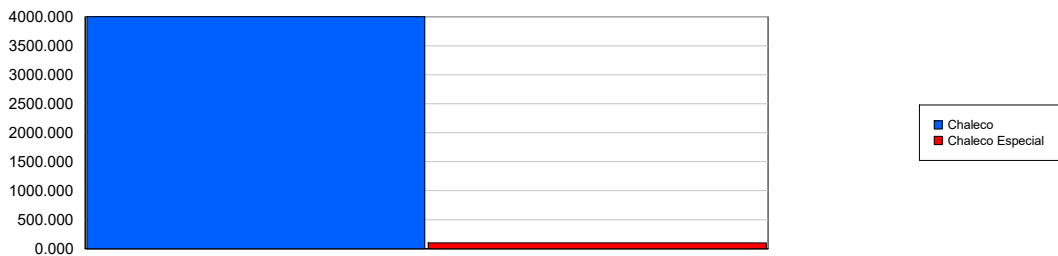
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Chaleco	0.1297	(Correlated)	0.1297	0.1297
Chaleco Especial	0.1297	(Insufficient)	0.1297	0.1297
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Chaleco	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Chaleco Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Chaleco	3.0723	(Correlated)	1.9050	4.4169
Chaleco Especial	3.3535	(Insufficient)	3.0580	3.4658
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Chaleco	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Chaleco Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Chaleco	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Chaleco Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Chaleco	1.4795	(Correlated)	0.9141	2.1296
Chaleco Especial	1.6649	(Insufficient)	1.5042	1.7296

Other

Number In	Value
Chaleco	4000.00
Chaleco Especial	100.00



Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Entity**Other**

Number Out	Value			
Chaleco	4000.00			
Chaleco Especial	100.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Chaleco	394.44	(Correlated)	0.00	720.00
Chaleco Especial	11.6543	(Insufficient)	0.00	100.00

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Esperar Union 1.Queue1	0.4493	(Correlated)	0.2958	0.6592
Esperar Union 1.Queue2	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Esperar Union 2.Queue1	0.5012	(Insufficient)	0.4893	0.5114
Esperar Union 2.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Esperar Union 3.Queue1	0.5828	(Correlated)	0.3840	0.9167
Esperar Union 3.Queue2	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Esperar Union 4.Queue1	0.6417	(Insufficient)	0.5086	0.6890
Esperar Union 4.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Multiagujas Estandar 1.Queue	0.1945	(Correlated)	0.00	0.3594
Multiagujas Estandar 2.Queue	0.2131	(Correlated)	0.1232	0.3464
Plana Estandar 1.Queue	0.2433	(Correlated)	0.1562	0.3343
Recta Estandar 1.Queue	0.1933	(Correlated)	0.00	0.3576
Recta Estandar 2.Queue	0.1792	(Correlated)	0.1153	0.2781
Recta Estandar 3.Queue	0.1805	(Correlated)	0.1212	0.3262
Recta Liviana 1.Queue	0.2428	(Correlated)	0.1551	0.3349
Recta Pesada 1.Queue	0.2037	(Correlated)	0.1164	0.3350
Recta Pesada 2.Queue	0.2005	(Correlated)	0.1098	0.3418
Recta Pesada 3.Queue	0.1933	(Correlated)	0.1098	0.3456
Union 1.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Union 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Union 3.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Union 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Esperar Union 1.Queue1	33.7698	9.88410	0.00	80.0000
Esperar Union 1.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Esperar Union 2.Queue1	0.9417	(Insufficient)	0.00	20.0000
Esperar Union 2.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Esperar Union 3.Queue1	43.8005	13.91948	0.00	80.0000
Esperar Union 3.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Esperar Union 4.Queue1	1.2057	(Insufficient)	0.00	20.0000
Esperar Union 4.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Multiaguas Estandar 1.Queue	14.9859	(Correlated)	0.00	100.00
Multiaguas Estandar 2.Queue	16.4190	(Correlated)	0.00	100.00
Plana Estandar 1.Queue	18.7433	(Correlated)	0.00	100.00
Recta Estandar 1.Queue	14.8869	(Correlated)	0.00	100.00
Recta Estandar 2.Queue	13.8077	(Correlated)	0.00	100.00
Recta Estandar 3.Queue	13.9018	(Correlated)	0.00	90.0000
Recta Liviana 1.Queue	18.7023	(Correlated)	0.00	100.00
Recta Pesada 1.Queue	15.6949	(Correlated)	0.00	98.0000
Recta Pesada 2.Queue	15.4490	7.64086	0.00	95.0000
Recta Pesada 3.Queue	14.8887	(Correlated)	0.00	95.0000
Union 1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	2.0000
Union 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	2.0000
Union 3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	2.0000
Union 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	2.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource**Usage**

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	0.9994	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 10	0.9991	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	0.9995	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.9992	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.9989	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.9997	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 7	0.9988	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 8	0.9997	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 9	0.9991	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	0.9994	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 10	0.9991	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	0.9995	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.9992	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.9989	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.9997	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 7	0.9988	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 8	0.9997	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 9	0.9991	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Scheduled				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 10	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 8	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 9	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

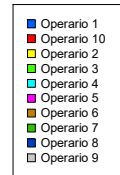
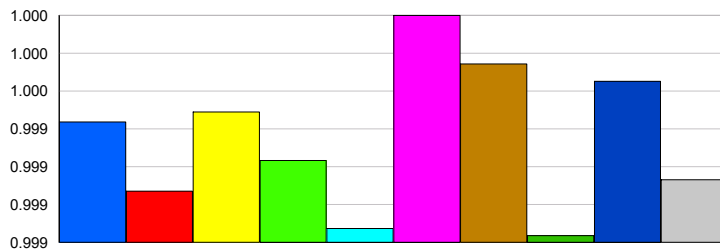
Resource

Usage

Scheduled Utilization

Value

Operario 1	0.9994
Operario 10	0.9991
Operario 2	0.9995
Operario 3	0.9992
Operario 4	0.9989
Operario 5	1.0000
Operario 6	0.9997
Operario 7	0.9988
Operario 8	0.9997
Operario 9	0.9991



Unnamed Project

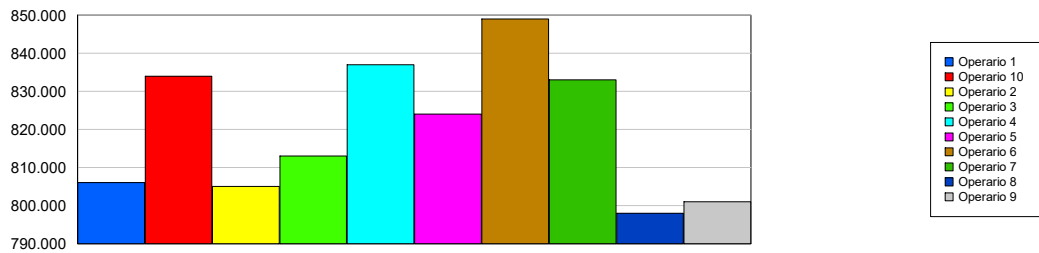
Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Total Number Seized

	Value
Operario 1	806.00
Operario 10	834.00
Operario 2	805.00
Operario 3	813.00
Operario 4	837.00
Operario 5	824.00
Operario 6	849.00
Operario 7	833.00
Operario 8	798.00
Operario 9	801.00



User Specified

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tiempo en el Sistema Chaleco	1.4795	(Correlated)	0.9141	2.1296
Tiempo en el Sistema Chaleco Especial	1.6649	(Insufficient)	1.5042	1.7296

Apéndice 5: Reporte de la simulación Global de los Pantalones(Propuesta)

00:48:18

Category Overview

Octubre 16, 2019

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

1,020

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

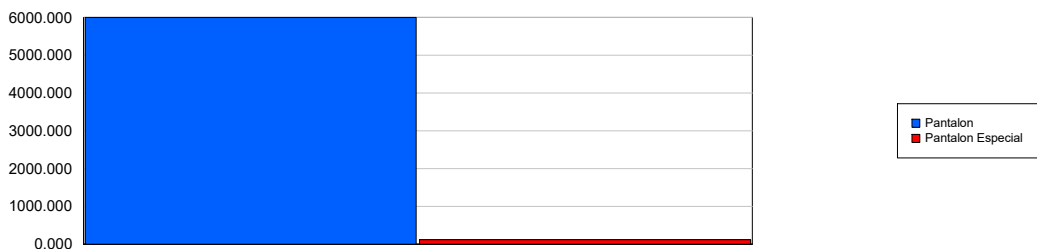
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pantalon	0.1127	(Correlated)	0.1127	0.1127
Pantalon Especial	0.1127	(Insufficient)	0.1127	0.1127
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pantalon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pantalon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pantalon	3.6611	(Correlated)	1.1104	5.7754
Pantalon Especial	3.4324	(Insufficient)	3.3274	3.5353
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pantalon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pantalon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pantalon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pantalon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pantalon	2.6230	(Correlated)	1.0346	3.8751
Pantalon Especial	2.8401	(Insufficient)	2.8313	2.8504

Other

Number In	Value
Pantalon	6000.00
Pantalon Especial	120.00



Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Entity**Other**

Number Out	Value			
Pantalon	6000.00			
Pantalon Especial	120.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pantalon	1145.73	(Correlated)	0.00	1900.00
Pantalon Especial	25.8724	(Insufficient)	0.00	120.00

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cerradora Estandar 1.Queue	0.2270	(Correlated)	0.07350000	0.6050
Espera Union 1.Queue1	0.00000487	0.000007392	0.00	0.00264583
Espera Union 1.Queue2	0.00107235	0.000038981	0.00	0.00202083
Espera Union 2.Queue1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Espera Union 2.Queue2	0.00150208	(Insufficient)	0.00066667	0.00200000
Espera Union 3.Queue1	0.00422071	0.000073905	0.00114583	0.01450000
Espera Union 3.Queue2	0.00201646	0.000035591	0.00	0.01316667
Espera Union 3.Queue3	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Espera Union 4.Queue1	0.00461667	(Insufficient)	0.00210417	0.01081250
Espera Union 4.Queue2	0.00196562	(Insufficient)	0.00004167	0.00745833
Espera Union 4.Queue3	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Pretinadora Estandar 1.Queue	0.3031	(Correlated)	0.02472917	0.7190
Recta Estandar 1.Queue	0.3795	0.039739956	0.07331250	0.7681
Recta Estandar 2.Queue	0.4086	(Correlated)	0.08981250	0.7670
Recta Estandar 3.Queue	0.3805	0.039703099	0.07331250	0.7699
Recta Estandar 4.Queue	0.3826	0.039707425	0.07331250	0.7708
Recta Liviana 1.Queue	0.3350	(Correlated)	0.00	0.7907
Recta Liviana 2.Queue	0.2554	(Correlated)	0.07331250	0.5896
Recta Pesada 1.Queue	0.3459	(Correlated)	0.07350000	0.8261
Recta Pesada 2.Queue	0.2959	(Correlated)	0.02456250	0.8101
Remalladora Estandar 1.Queue	0.3359	(Correlated)	0.00	0.7921
Union 1.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Union 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Union 3.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Union 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cerradora Estandar 1.Queue	20.1496	(Correlated)	0.00	120.00
Espera Union 1.Queue1	0.00042416	(Insufficient)	0.00	1.0000
Espera Union 1.Queue2	0.0933	(Correlated)	0.00	5.0000
Espera Union 2.Queue1	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Espera Union 2.Queue2	0.00261382	(Insufficient)	0.00	3.0000
Espera Union 3.Queue1	0.3672	(Correlated)	0.00	2.0000
Espera Union 3.Queue2	0.1754	(Correlated)	0.00	1.0000
Espera Union 3.Queue3	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Espera Union 4.Queue1	0.00803360	(Insufficient)	0.00	2.0000
Espera Union 4.Queue2	0.00342044	(Insufficient)	0.00	1.0000
Espera Union 4.Queue3	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Pretinadora Estandar 1.Queue	26.9002	11.88728	0.00	110.00
Recta Estandar 1.Queue	33.6775	(Correlated)	0.00	120.00
Recta Estandar 2.Queue	36.2576	(Correlated)	0.00	120.00
Recta Estandar 3.Queue	33.7722	(Correlated)	0.00	120.00
Recta Estandar 4.Queue	33.9511	(Correlated)	0.00	120.00
Recta Liviana 1.Queue	29.7270	16.66802	0.00	120.00
Recta Liviana 2.Queue	22.6631	(Correlated)	0.00	120.00
Recta Pesada 1.Queue	30.6956	13.61360	0.00	118.00
Recta Pesada 2.Queue	26.2578	10.70577	0.00	110.00
Remalladora Estandar 1.Queue	29.8108	16.67647	0.00	120.00
Union 1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	2.0000
Union 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	2.0000
Union 3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	3.0000
Union 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	3.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 10	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	0.9999	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 7	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 8	0.9999	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 9	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 10	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	0.9999	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 7	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 8	0.9999	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 9	0.9998	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Scheduled				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 10	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 8	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 9	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

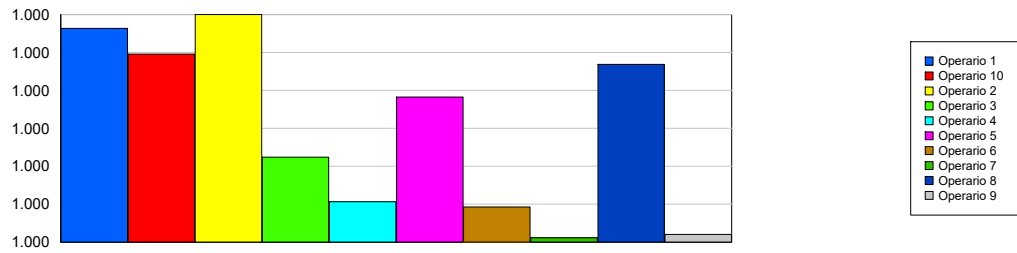
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Value
Operario 1	1.0000
Operario 10	1.0000
Operario 2	1.0000
Operario 3	0.9998
Operario 4	0.9998
Operario 5	0.9999
Operario 6	0.9998
Operario 7	0.9998
Operario 8	0.9999
Operario 9	0.9998



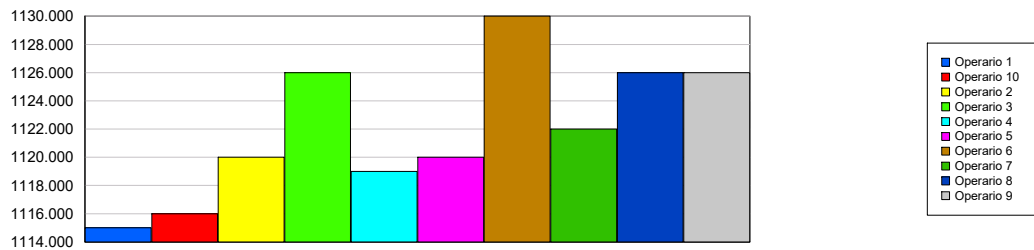
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Total Number Seized	Value
Operario 1	1115.00
Operario 10	1116.00
Operario 2	1120.00
Operario 3	1126.00
Operario 4	1119.00
Operario 5	1120.00
Operario 6	1130.00
Operario 7	1122.00
Operario 8	1126.00
Operario 9	1126.00



User Specified

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tiempo en el Sistema Pantalon	2.6230	(Correlated)	1.0346	3.8751
Tiempo en el Sistema Pantalon Especial	2.8401	(Insuficiente)	2.8313	2.8504

Apéndice 6: Reporte de la simulación Global de los Sacones (Propuesta)

00:53:02

Category Overview

Octubre 16, 2019

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

380

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Entity

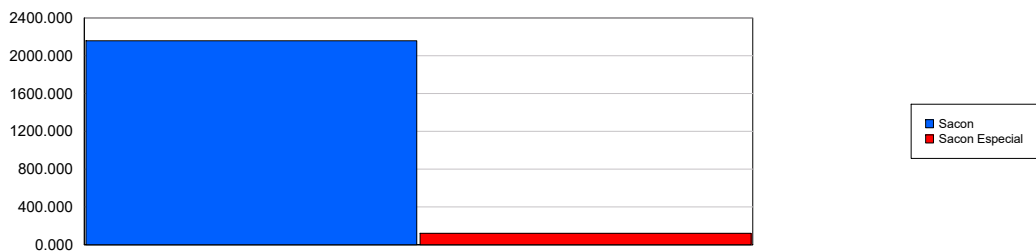
Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Sacon	0.1907	(Correlated)	0.1907	0.1907
Sacon Especial	0.1907	(Insufficient)	0.1907	0.1907
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Sacon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Sacon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Sacon	1.8306	(Correlated)	1.4650	2.8499
Sacon Especial	3.0072	(Insufficient)	2.8592	3.1404
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Sacon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Sacon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Sacon	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Sacon Especial	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Sacon	0.6900	(Correlated)	0.5993	1.0257
Sacon Especial	1.0541	(Insufficient)	1.0272	1.0815

Other

Number In

	Value
Sacon	2160.00
Sacon Especial	120.00



Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Entity**Other**

Number Out	Value			
Sacon	2160.00			
Sacon Especial	120.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Sacon	126.18	22.70850	0.00	216.00
Sacon Especial	10.4772	(Insufficient)	0.00	120.00

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Espera Union 1.Queue1	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Espera Union 1.Queue2	0.00544959	(Correlated)	0.00	0.00612500
Espera Union 2.Queue1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Espera Union 2.Queue2	0.00576042	(Insufficient)	0.00475000	0.00612500
Espera Union 3.Queue1	0.1660	0.020925564	0.07139583	0.3601
Espera Union 3.Queue2	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Espera Union 3.Queue3	0.1836	0.021365586	0.0916	0.3884
Espera Union 4.Queue1	0.1630	(Insufficient)	0.1176	0.2020
Espera Union 4.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Espera Union 4.Queue3	0.1784	(Insufficient)	0.1374	0.2171
Plana Estandar 1.Queue	0.1360	0.027934919	0.00	0.3872
Recta Estandar 1.Queue	0.1326	0.027778475	0.00	0.3833
Recta Estandar 2.Queue	0.2532	(Correlated)	0.2254	0.3872
Recta Estandar 3.Queue	0.1376	0.027880342	0.00	0.3893
Recta Estandar 4.Queue	0.1382	0.027815743	0.00	0.3894
Recta Estandar 5.Queue	0.2503	(Correlated)	0.2228	0.3833
Recta Pesada 1.Queue	0.1636	0.019656494	0.06716667	0.3595
Recta Pesada 2.Queue	0.2523	(Correlated)	0.2216	0.3809
Recta Pesada 3.Queue	0.07398125	(Correlated)	0.05339583	0.1350
Union 1.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Union 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Union 3.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Union 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Other

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Espera Union 1.Queue1	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Espera Union 1.Queue2	0.2023	0.101193304	0.00	2.0000
Espera Union 2.Queue1	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Espera Union 2.Queue2	0.01187710	(Insufficient)	0.00	2.0000
Espera Union 3.Queue1	6.1609	2.30992	0.00	36.0000
Espera Union 3.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Espera Union 3.Queue3	6.8156	2.55951	0.00	36.0000
Espera Union 4.Queue1	0.3360	(Insufficient)	0.00	20.0000
Espera Union 4.Queue2	0.00	(Insufficient)	0.00	1.0000
Espera Union 4.Queue3	0.3679	(Insufficient)	0.00	20.0000
Plana Estandar 1.Queue	5.3283	3.12406	0.00	53.0000
Recta Estandar 1.Queue	5.1943	3.05988	0.00	53.0000
Recta Estandar 2.Queue	9.9185	3.45214	0.00	55.0000
Recta Estandar 3.Queue	5.3899	3.15399	0.00	54.0000
Recta Estandar 4.Queue	5.4157	3.16730	0.00	54.0000
Recta Estandar 5.Queue	9.8073	3.43051	0.00	55.0000
Recta Pesada 1.Queue	6.4092	2.72516	0.00	54.0000
Recta Pesada 2.Queue	9.8841	3.45051	0.00	53.0000
Recta Pesada 3.Queue	2.8982	1.75667	0.00	46.0000
Union 1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	2.0000
Union 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	2.0000
Union 3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	3.0000
Union 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	3.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource**Usage**

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	0.7497	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 10	0.7393	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	0.7462	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.7469	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.7478	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	0.7539	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.7465	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 7	0.7540	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 8	0.7441	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 9	0.7434	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	0.7497	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 10	0.7393	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	0.7462	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.7469	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.7478	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	0.7539	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.7465	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 7	0.7540	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 8	0.7441	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 9	0.7434	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Scheduled				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Operario 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 10	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 6	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 8	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operario 9	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

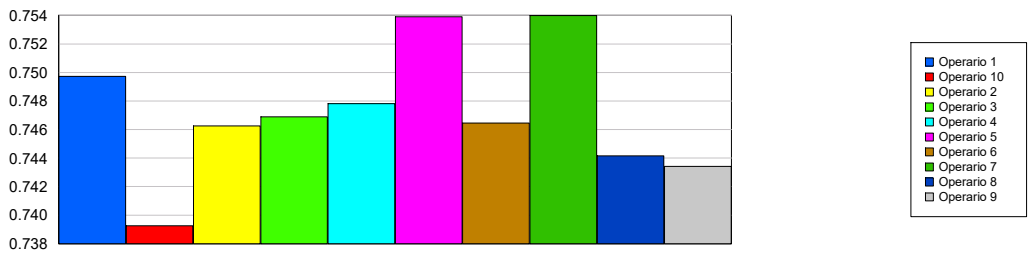
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Value
Operario 1	0.7497
Operario 10	0.7393
Operario 2	0.7462
Operario 3	0.7469
Operario 4	0.7478
Operario 5	0.7539
Operario 6	0.7465
Operario 7	0.7540
Operario 8	0.7441
Operario 9	0.7434



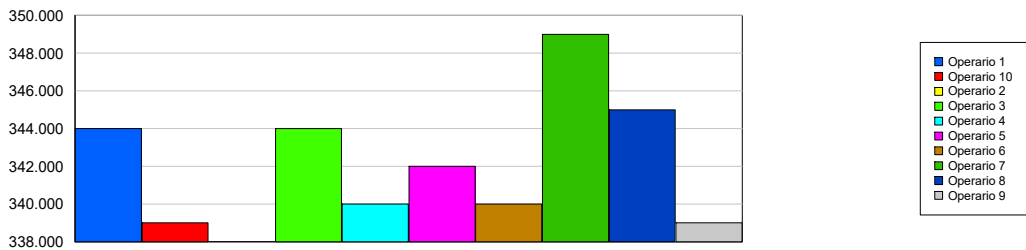
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Days

Resource

Usage

Total Number Seized	Value
Operario 1	344.00
Operario 10	339.00
Operario 2	338.00
Operario 3	344.00
Operario 4	340.00
Operario 5	342.00
Operario 6	340.00
Operario 7	349.00
Operario 8	345.00
Operario 9	339.00



User Specified

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tiempo en el Sistema Sacon	0.6900	(Correlated)	0.5993	1.0257
Tiempo en el Sistema Sacon Especial	1.0541	(Insufficient)	1.0272	1.0815