



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Monografía para optar al Título de Ingeniero Industrial**

**Tema**

***“Mejora para el proceso de elaboración de sudaderas estilo ML01, en PYME Confecciones JMK ubicado en el departamento de Masaya, en el tercer trimestre del año 2022”***

**Autores:**

- Br. Paola Danelia Huembes Pavón. 18 04254 8
- Br. Jennifer Alejandra Gaitán Morales. 18 04267 0
- Br. Dennis Alberto Rojas López. 18 04236 1

**Tutor:**

- MSc. Wilmer Sequeira Calero.

**Asesor:**

- MSc. Sergio Ramírez Lanzas

Managua – Nicaragua,  
Noviembre – 2022

**Tema:**

"Mejora para el proceso de elaboración de sudaderas estilo ML01, en PYME Confecciones JMK ubicado en el departamento de Masaya, en el segundo trimestre del año 2022".

## DEDICATORIA

**A Dios** primeramente, por permitirme completar y cumplir una de mis metas; por darme la inteligencia y la sabiduría, la fuerza y el ánimo para seguir adelante y nunca rendirme pese a los altibajos presentes durante los cinco años del transcurso de la carrera, por sostenerme cuando más lo necesité.

**A mis padres**, Félix Faustino Huembes Canda y María Isabel Pavón Aburto, por apoyarme siempre con sus palabras de ánimo, y de todas las maneras posibles para que yo lograra seguir adelante, a pesar de las dificultades familiares.

**A mis hermanos y amigos** que estuvieron conmigo, apoyándome siempre en la medida de lo posible.

*Paola Danelia Huembes Pavón.*

## DEDICATORIA

**A Dios** primeramente por haberme permitido cumplir unos de mis primeros sueños, por darme la sabiduría y el entendimiento por ser el timón de mi vida. Por darme salud y entendimiento en todo este tiempo, por haber estado minuto a minuto conmigo y protegerme y tomar buenas decisiones a lo largo de mi vida. Por ser mi apoyo incondicional, por darme las fuerzas en mis momentos difíciles, por siempre solucionar cada uno de mis problemas y necesidades, por nunca dejarme sola.

Gracias Papito Dios.

**A mi mamá**, Raquel del Socorro Morales Mercado, por ser siempre mi apoyo en todo el trascurso de mi vida, por haberme brindado tiempo y darme todo el apoyo incondicional que necesitaba en todas mis etapas.

Por ser uno de mis pilares fundamentales, por haber estado cuando más la necesitaba, por siempre darme ánimo en todos los años de mi carrera, por brindarme su amor y paciencia, por sus consejos.

Gracias Madre

**A mis abuelos**, Julia del Carmen Mercado Guevara y Lázaro Antonio Morales por estar conmigo en todas las etapas de mi vida porque ellos nunca me han negado nada y hasta la vez han sido mi mayor fuerza para seguir adelante, porque a pesar de todo, ellos me han apoyado económicamente y estando conmigo en cualquier dificultad. Por darme siempre ese cariño y motivación, por esos consejos y esas regañadas para bien.

Gracias Abuelos

**A mi familia** en general por sus consejos y por siempre mostrar su amor y apoyo, por darme siempre ánimo en cada fase por siempre darme su bendición y estar pendiente de mí.

Gracias Familia.

*Jennifer Alejandra Gaitán Morales.*

## DEDICATORIA

**Agradezco a Dios**, primeramente, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

**A mi madre**, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, y por su amor.

Dedico con todo mi corazón mi monografía a mi madre, pues sin ella no lo hubiera logrado. Por su bendición a diario, a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino de bien. Por eso, te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

**Y a mi novia**, por estar siempre conmigo apoyándome.

**A mis abuelos**, porque siempre me han ayudado y apoyado incondicionalmente, por cada vez que me aconsejaron a no desanimarme y seguir adelante cumpliendo mis metas.

*Dennis Alberto Rojas López.*

## AGRADECIMIENTO

**Agradecemos firmemente a nuestro Padre Celestial**, por habernos permitido llegar con bien a una nueva fase de nuestras vidas, por darnos la oportunidad de continuar cada día, siendo el cuidando nuestros pasos y dejarnos culminar una más de nuestras metas.

**Agradecemos a PYME Confecciones JMK**, en especial al Sr. y propietario Fabián Ríos por permitirnos llevar a cabo nuestro estudio en su taller. Todos los operarios colaboraron cordial y voluntariosamente, confiando y brindándonos la información con respeto y amabilidad.

**A nuestro tutor**, MSc. Wilmer Sequeira que ha sido para nosotros un guía excelente durante la elaboración de la monografía, por habernos compartido su conocimiento y experiencias, por sus orientaciones y disposición de guiarnos y corregir en todo lo estuviese a su alcance.

**A nuestros maestros**, a todos los que fueron fuente de enseñanza para enriquecer nuestros conocimientos. Gracias por su apoyo y su comprensión, por su apoyo y ánimo para continuar con nuestros estudios durante los cinco años de carrera.

**A nuestros padres**, por guiarnos y estar siempre presentes, dando su apoyo incondicional, por enseñarnos a seguir adelante y nunca rendirnos.

Muchas Gracias por su apoyo en todos los sentidos.

*Paola Danelia Huembes Parón.  
Jennifer Alejandra Gaitán Morales.  
Dennis Alberto Rojas López.*

## CARTA AVAL DEL TUTOR



Managua, 12 de diciembre de 2022

**MSc. Elím Campos Pérez**  
**Director del Departamento de Tecnología**  
**Facultad de Ciencias e Ingeniería, UNAN-Managua.**

Estimado maestro Campos.

Reciba un cordial saludo. El motivo de la presente es informarle que he orientado y revisado el trabajo de culminación de grado para optar al título de **Ingeniero Industrial** de los bachilleres:

- Paola Danelia Huembes Pavón. Carné: 18 04254 8
- Jennifer Alejandra Gaitán Morales. Carné: 18 04267 0
- Dennis Alberto Rojas López. Carné: 18 04236 1

Con el trabajo monográfico el cual lleva por título: **“Mejora para el proceso de elaboración de sudaderas estilo ML01, en PYME Confecciones JMK ubicado en el departamento de Masaya, en el tercer trimestre del año 2022”**

No omito manifestarle que he dado seguimiento a la elaboración del documento y considero que cumplen con los requerimientos establecidos por nuestra universidad en este tipo de trabajos, por lo cual expreso que el documento está conforme y solicito su aprobación para que el bachiller continúe su proceso de defensa y titulación.

Sin más a que referirme, le desco éxitos en cada una de sus funciones.

Atentamente,



**MSc. Wilmer Sequeira Calero**  
**Docente Carrera Ingeniería Industrial**

## RESUMEN

El taller Confecciones JMK, es una pequeña empresa, y como negocio que nace del seno familiar no posee una estandarización en sus procesos productivos de confección. Mucho menos documentación que avale el proceso correcto, para que el personal que labora en dicho taller siga las instrucciones pertinentes del proceso; como consecuencia de lo expuesto, la PYME recae en la baja producción del producto, en deficiencia laboral del personal operativo. Sumado a esto, las condiciones ambientales, la distribución de planta, y en ocasiones el uso inadecuado de la maquinaria contribuye a la baja productividad en sus procesos.

Por lo tanto, el enfoque del presente estudio es el proponer mejoras para la PYME de Confecciones JMK, haciendo uso de las diferentes técnicas y herramientas ingenieriles, con el objetivo principal de aumentar el índice de productividad, y de igual manera el hacer cambios internos significativos, que fueron observados y analizados durante el proceso de estudio.

Así que fue necesario afiliar la metodología con enfoque mixto, es decir tanto cualitativo como cuantitativo, la razón, por ser una investigación de orden descriptivo – analítico, donde el universo lo comprende todos los trabajadores, puesto que el número del personal es mínimo.

Los resultados alcanzados, fue que se logró estandarizar el tiempo para la confección de las sudaderas ML01, se logró balancear la línea respecto al proceso correcto operativo, según descrito en el flujograma de operaciones, aumentando la eficiencia en un 12.32%, respecto a la actual. Además, se utilizó la propuesta de distribución de planta, con el fin de que las operaciones que realizan los trabajadores mantengan la secuencia del flujo operativo. Demostrando que los resultados obtenidos en la simulación propuesta, en la cual se hizo uso de los datos respecto al balanceo, están acorde a lo planteado. Por lo tanto, el beneficio para la PYME es considerable, tanto para sus procesos como para sus trabajadores, pues agiliza el proceso de confección, disminuye la distancia entre puestos de trabajos y aminora la monotonía y los movimientos repetitivos del proceso productivo.



## ÍNDICE

<b>Tema:</b> .....	I
<b>DEDICATORIA</b> .....	II
<b>DEDICATORIA</b> .....	III
<b>DEDICATORIA</b> .....	IV
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	V
<b>CARTA AVAL DEL TUTOR</b> .....	VI
<b>RESUMEN</b> .....	VII
<b>ÍNDICE</b> .....	VIII
Índice de tablas.....	X
Índice de gráficos.....	XI
Índice de ilustraciones.....	XI
Índice de imágenes.....	XI
Índice de ecuaciones .....	XII
<b>Capítulo I: Generalidades del estudio</b> .....	1
Introducción .....	1
Planteamiento del problema .....	2
Caracterización del problema.....	2
Delimitación del problema .....	2
Formulación del problema .....	3
Justificación .....	4
Objetivos.....	5
Generales: .....	5
Específicos: .....	5
<b>Capítulo II: Marco referencial</b> .....	6
Antecedentes .....	6
Marco teórico .....	8
Cursograma analítico.....	8
Diagrama de Pareto.....	9
Diagrama de Ishikawa .....	9
Estudio de tiempo .....	9

Plan de mejora.....	20
Distribución de planta .....	21
Balanceo de líneas .....	21
Simulación .....	24
Marco Conceptual.....	24
Marco legal .....	27
Marco espacial.....	29
Marco temporal.....	30
<b>Capítulo III: Diseño metodológico .....</b>	<b>31</b>
Tipo de enfoque .....	31
Tipo de investigación. ....	31
Universo.....	31
Población .....	32
Muestra.....	32
Operacionalización de variables .....	32
Técnicas de investigación.....	34
<b>Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados.....</b>	<b>35</b>
Proceso productivo de las sudaderas ML01 a través del cursograma analítico.....	35
Cursograma analítico.....	38
Problemática de la línea de producción de sudaderas mediante los diagramas de Pareto e Ishikawa. ....	39
Diagrama de Pareto.....	39
Diagrama de Ishikawa .....	41
Resultados del análisis de la problemática.....	43
Estandarización de las operaciones de confección del estilo ML01 a través del estudio de tiempo.....	44
Valoración del ritmo de trabajo .....	44
Cálculos del tiempo tipo o estándar.....	44
Cálculo del tiempo básico.....	45
Cálculo del tiempo tipo y del tiempo ciclo. ....	46
Suplementos del estudio de tiempo.....	46
Análisis de resultados.....	47
Alternativas de mejora para el incremento de la productividad, aplicando los principios teóricos del balanceo de línea, distribución de planta y simulación. ....	48

Matriz 5W2H .....	48
Resultados de Distribución de planta .....	50
Resultados de Balanceo de línea. ....	57
Resultados de la simulación .....	68
<b>Capítulo V: Disposiciones finales</b> .....	<b>80</b>
Conclusiones .....	80
Recomendaciones .....	82
Referencias bibliográficas .....	83
Anexos. ....	86
Cronograma de actividad de Protocolo de investigación 1. ....	86
Cronograma de actividad de la monografía 2. ....	88
Flujograma de operaciones. ....	90
Diagrama de recorrido .....	91
Toma de tiempos .....	92
Cálculo del coeficiente de variación.....	93
Resultados en Stat Fit de la toma de tiempos en las operaciones a partir de la segunda operación. ....	95
Imágenes de las líneas de ensamble de sudaderas.....	99
Modelado con SketchUp.....	100

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Tabla del Sistema Westinghouse.....	13
<b>Tabla 2:</b> Escala de valoración .....	14
<b>Tabla 3:</b> Tabla de suplementos .....	18
<b>Tabla 4:</b> Matriz de planificación, 5W+2H .....	20
<b>Tabla 5:</b> Reglas de asignación .....	23
<b>Tabla 6:</b> Normativas influyentes en el taller JMK .....	28
<b>Tabla 7:</b> Matriz de Operacionalización de Variables Independientes (MOVI) .....	33
<b>Tabla 8:</b> Cursograma analítico de confección de sudaderas ML01 .....	38
<b>Tabla 9:</b> Tabla de Frecuencias. Fallos en la producción por día .....	39
<b>Tabla 10:</b> Escala de valoración británica .....	45
<b>Tabla 11:</b> Tabla resumen del tiempo básico .....	45
<b>Tabla 12:</b> Suplementos con respecto a los elementos.....	46
<b>Tabla 13:</b> Tabla resumen del cálculo del tiempo ciclo .....	47
<b>Tabla 14:</b> Matriz de planificación, 5W+2H .....	49
<b>Tabla 15:</b> Valor del TCR .....	50

<b>Tabla 16:</b> Dimensiones de la distribución de planta de la pyme JMK.....	51
<b>Tabla 17:</b> Reordenamiento de los departamentos del taller JMK.....	54
<b>Tabla 18:</b> Representación de los departamentos.....	55
<b>Tabla 19:</b> Distribución de planta propuesta.....	55
<b>Tabla 20:</b> Tiempo estándar por operación.....	57
<b>Tabla 21:</b> Cálculo del balanceo de línea para la simulación.....	57
<b>Tabla 22:</b> Datos generales para el balanceo de línea .....	58
<b>Tabla 23:</b> Tabla de precedencia.....	59
<b>Tabla 24:</b> Cálculo de número de operadores.....	62
<b>Tabla 25:</b> Asignación de tiempo del minuto estándar asignado a la operación .....	63
<b>Tabla 26:</b> Asignación de elementos a estaciones .....	63
<b>Tabla 27:</b> Eficiencia actual del taller JMK.....	66
<b>Tabla 28:</b> Eficiencias antes y después del balanceo de líneas en el taller JMK .....	67
<b>Tabla 29:</b> Tiempos observados durante el proceso de confección. ....	92
<b>Tabla 30:</b> Cálculo del coeficiente de variación por cada operación. ....	93
<b>Tabla 31:</b> Tabla resumen de los cálculos por operaciones de la desviación estándar. ....	93

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Diagrama de Pareto: Fallos en la producción .....	41
<b>Gráfico 2:</b> Toma de tiempo en Corte .....	74
<b>Gráfico 3:</b> Toma de tiempo en Costura en manga.....	95
<b>Gráfico 4:</b> Toma de tiempo en Costura en manga.....	95
<b>Gráfico 5:</b> Toma de tiempo en Costura en costado .....	96
<b>Gráfico 6:</b> Toma de tiempo en Costura en cuello .....	96
<b>Gráfico 7:</b> Toma de tiempo en Sobrecostura e cuello.....	97
<b>Gráfico 8:</b> Toma de tiempo en Ruedo de manga.....	97
<b>Gráfico 9:</b> Toma de tiempo enruedo de falda. ....	98

## Índice de ilustraciones.

<b>Ilustración 1:</b> Suplementos OIT .....	16
<b>Ilustración 2:</b> Diagrama Ishikawa: Fallos en la producción .....	42
<b>Ilustración 3:</b> Diagrama de relación de la mi pyme JMK.....	51
<b>Ilustración 4:</b> Diagrama de Precedencia para el balanceo actual de la línea del taller JMK....	60
<b>Ilustración 5:</b> Diagrama de asignación de estaciones.....	65
<b>Ilustración 6:</b> Flujograma de operaciones de confección del estilo ML01 .....	90

## Índice de imágenes.

<b>Imagen 1:</b> Ubicación geográfica de PYME Confecciones JMK .....	29
<b>Imagen 2:</b> Pantalla de introducción datos del programa.....	52
<b>Imagen 3:</b> Tabla de relación entre departamento .....	52
<b>Imagen 4:</b> Presentación de resultado de la ordenación de los departamentos .....	53

<b>Imagen 5:</b> Pantalla de representación gráfica del layout adecuado .....	54
<b>Imagen 6:</b> Modelado de la distribución de planta propuesta de sistema CORELAP .....	56
<b>Imagen 7:</b> Parte 1. Cronograma de protocolo de investigación.....	86
<b>Imagen 8:</b> Parte 2. Protocolo de investigación .....	86
<b>Imagen 9:</b> Parte 1. Cronograma de actividad monográfica .....	88
<b>Imagen 10:</b> Parte 2. Actividad monográfica .....	89
<b>Imagen 11:</b> Diagrama de recorrido propuesto .....	91
<b>Imagen 12:</b> Taller "Confecciones JMK" .....	99
<b>Imagen 13:</b> Área de acomodado de la tela .....	99
<b>Imagen 14:</b> Tendido de la tela .....	99
<b>Imagen 15:</b> Marca de la tela con los moldes .....	99
<b>Imagen 16:</b> Líneas de ensamble.....	99
<b>Imagen 17:</b> Ensamble de las sudaderas .....	99
<b>Imagen 18:</b> Área de pintado y etiquetado.....	99
<b>Imagen 19:</b> Pintado de logos .....	99
<b>Imagen 20:</b> Vista superior actual del taller JMK.....	100
<b>Imagen 21:</b> Vista superior de distribución de planta propuesta para el taller JMK.....	101

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1</b> Tiempo promedio del ciclo observado.....	12
<b>Ecuación 2</b> Tiempo normal.....	15
<b>Ecuación 3</b> Suplementos.....	15
<b>Ecuación 4</b> Tiempo tipo.....	15
<b>Ecuación 5</b> Tiempo estándar.....	16
<b>Ecuación 6</b> Desviación estándar .....	19
<b>Ecuación 7</b> Nivel de confianza .....	19
<b>Ecuación 8</b> Coeficiente de variación .....	19
<b>Ecuación 9</b> Tiempo ciclo.....	22
<b>Ecuación 10</b> Estaciones de trabajo.....	23
<b>Ecuación 11</b> Eficiencia.....	23
<b>Ecuación 12</b> Tiempo promedio.....	45
<b>Ecuación 13</b> Tiempo ciclo.....	46
<b>Ecuación 14</b> Eficiencia (con línea balanceada).....	67
<b>Ecuación 15</b> Error porcentual.....	73

## Capítulo I: Generalidades del estudio

### Introducción

El taller de confecciones JMK, (Jesus My King) es una PYME que emergió hace unos 11 años aproximadamente, conformada meramente por 11 operarios fijos. El giro del taller es la confección de sudaderas, camisetas, shorts (en algunas ocasiones), el estilo es clásico y está acorde a las demandas que el cliente busca. Este pequeño taller se encuentra ubicado en el departamento de Masaya, comarca Pilas Orientales, laborando en un horario de lunes a viernes de 7:00 a.m. - 5:00 p.m.

A pocos años de existencia en esta rama, el negocio carece de una estructura organizada que especifique las funciones y tareas que realizan los operarios, asimismo no existe una metodología estándar para la confección de las prendas de vestir que propicie la efectividad de las habilidades y destrezas del personal.

En efecto, a lo antes mencionado, la PYME carece de tecnificación en cada uno de sus procesos. No posee ningún tipo de documento que fundamente la formalización de sus técnicas de confección. Por otra parte, el personal no maneja a plenitud el proceso completo de confección, sino solo parte de este.

Por todo lo antes expuesto, esto podría provocar un déficit considerable al taller, donde solamente producen, sin controlar el proceso de la manera adecuada, adicional a esto, la distribución de planta no les favorece, debido a que sus estaciones de trabajo no tienen el orden correcto para el desarrollo de las actividades. Por tal razón, es necesario realizar una propuesta de mejora para el proceso de elaboración de sudaderas estilo ML01, al taller Confecciones JMK, por medio de las diferentes herramientas de análisis a implementar, como lo es el estudio de tiempo, balanceo de líneas de producción y la propuesta de un mejor repartimiento de los puestos de trabajo en la planta con el fin de agilizar el proceso y acortar los movimientos repetitivos de todos los trabajadores.

## Planteamiento del problema

A raíz de presentar una mejor visualización del planteamiento del problema, se procede a detallar por subtema la caracterización del problema presentado en la PYME Confecciones JMK.

### Caracterización del problema.

En el ámbito de la competencia entre PYMES del mismo rubro textil, son pocas las que se adentran en los cambios, mejorando y revisando sus procesos de las áreas que lo conforman, con el fin de alcanzar niveles de calidad y por ende de productividad.

En este caso, el estudio está basado en la línea de confección de sudaderas y para estas se requieren de una serie de procesos, sin embargo, no están analizados desde el punto de vista de la ingeniería industrial, por lo que es una oportunidad para revisar y proponer mejoras, con el fin de controlar los fallos en la producción y los retrasos, es decir, todo aquello que agregue valor.

### Delimitación del problema

La distribución de planta actual de la PYME, no posee las condiciones correctas que debe tener la distribución de acuerdo al tipo de proceso que se ejecuta a diario; siendo una de las principales problemáticas que se logró en la identificación en la PYME, pues afecta significativamente las bajas en la producción de sus lotes, añadiendo que no hay organización, orden y limpieza.

Se percibe a simple vista que los colaboradores no tienen las condiciones de trabajo requeridas. Cabe destacar que los colaboradores no conocen a plenitud el proceso de confección, sino que solo por procedimiento, pues son pocos los colaboradores que lo manejan y eso conlleva a que haya un mayor déficit en el taller. Pues no hay un balance de trabajo entre los operarios, ya que los que manejan mejor el proceso laboran más que los que no.

Añadiendo que el mal manejo de las máquinas provoque fallos, parando parcialmente el proceso que se da en la línea. Pero, no es por mucho tiempo, puesto que las fallas

frecuentes son por la calibración del enhebrado o posibles quiebres de las agujas. Lo cual influye en demoras no deseadas en las líneas, por lo antes mencionado, los colaboradores con poca experiencia, quienes manipulan las máquinas conllevan en afectar el rendimiento de la PYME.

### Formulación del problema

¿Cuál sería el plan de acción para mejorar los procesos de confección del modelo ML01 en PYME “Confecciones JMK”?



## Justificación

El presente estudio sobre la mejora del proceso productivo de la confección de sudaderas ML01, se está realizando con el propósito de verificar y obtener una mejor información de que los artesanos tengan una mejor visión con respecto a su proceso productivo de las sudaderas ML01; teniendo en cuenta que las que generan más ingreso económico son las PYMES, porque a partir de esto ayuda al país a tener una mejor movilización sobre la parte del emprendimiento de la innovación y esto con los resultados de los diferentes escenarios ha venido creciendo para tener una mejor economía creativa y más dinámica que pueden aportar a la sociedad.

Pues se mejorarían las técnicas empleadas con respecto al nivel de experiencia o conocimiento empírico que posee el propietario. Por tanto, la tecnificación en sus métodos de producción no es simplemente una ostentación, sino una necesidad y a la vez, un compromiso del cual resultará el deseo de superación y mejoras continua, que es lo que se pretende alcanzar, es decir, un producto que no solo compense al cliente, sino que supere las expectativas del cliente y por ende mantenerse en la competencia por su buen trabajo.

Este estudio busca contribuir con información esencial acerca de los métodos y herramientas que se aplican dentro de un proceso productivo y el beneficio de su implementación para el negocio. Así como incentivar a la investigación y la buena práctica de dichas técnicas.

## Objetivos

### Generales:

- Proponer mejoras en los procesos de confección del modelo ML01 en PYME “Confecciones JMK” para aumentar su índice de productividad.

### Específicos:

- 1) Describir el proceso productivo de las sudaderas ML01 a través del cursograma analítico.
- 2) Identificar la problemática de la línea de producción de sudaderas mediante los diagramas de Pareto e Ishikawa.
- 3) Estandarizar las operaciones de confección del estilo ML01 a través del estudio de tiempo.
- 4) Elaborar plan de mejora enfocado al incremento de la productividad, aplicando herramientas, métodos y técnicas industriales.

## Capítulo II: Marco referencial

### Antecedentes

En la búsqueda de información para el estudio en cuestión, se han encontrado estudios, proyectos, artículos que suman para la mejora de los talleres textiles, tanto nacionales como extranjeros, que han sido de utilidad para la obtención del conocimiento sobre el tema en desarrollo.

Un estudio realizado por Michelle Gutiérrez y Katherine Sotelo, de la Universidad Nacional autónoma de Nicaragua. UNAN-Managua, en su seminario de graduación para optar al título de ingeniero industrial, propone mejora en el taller de confecciones Norma a través de estudio de tiempos para la estandarización del proceso de camisetas estilo Ranglan talla M.

Los objetivos planteados en el seminario de graduación fueron: describir proceso productivo de la camiseta para hombre estilo Ranglan cuello redondo en la talla M con base al diagrama de flujo bajo la normativa ISO 9001, caracterizar la situación actual del taller de confecciones Norma, evaluar las condiciones laborales con respecto a la herramienta las 5s, realizar el estudio de tiempo para la elaboración de camisetas de hombre estilo Ranglan cuello redondo de la talla M en el taller de confecciones, a través de la técnica con cronómetro vuelta cero. Y, por último, diseñar una propuesta de mejora para incrementar la productividad y eficiencia del taller.

De manera tal, que el resultado logrado fue establecer un tiempo estándar para el estilo Ranglan, que permitirá al taller Norma elevar su eficiencia desde el 64% hasta el 97%, con una capacidad de producción mejorada de 150 camisas a 232 camisas por día, presentando una variación de productividad del 55%. (Sotelo, 2019).

Otro estudio escrito elaborado por, de la Universidad de ICESI, Santiago de Cali. Propone mejora a la línea de confección de camisetas de la empresa XYZ.

Los objetivos desarrollados en el proyecto fueron: Diagnosticar la situación actual de la línea de confección camisetas, analizar y definir las oportunidades de mejora de la línea

de ensamble de camisetas y como tercero y último objetivo está la propuesta de mejora a los procesos seleccionados de la línea de camisetas.

Y según la evaluación realizada en el taller de la organización XYZ, es que si estuvieran ubicados en una planta de un solo piso y sus resultados muestran una mejora del 45% según las adyacencias y un 23% del costo. Por lo que, queda a disposición de los dueños de la organización en caso tal que en un futuro cercano sea necesario llevar a cabo la propuesta de mejora en el taller (Gil, 2015).

## Marco teórico

Los objetivos del presente capítulo es describir las características del sector textil, la importancia de la mejora continua, aplicada a la industria manufacturera, además, describir las herramientas de mejora continua que han sido seleccionadas para la resolución del problema.

Según Chavarría (2014), el área textil es la máxima expresión del sector, ya que representa un rubro importante en la vida de los diferentes países, pues contribuye como una importante fuente de aportación al desarrollo económico y social de los países; los microempresarios de economías hogareñas no siempre distinguen entre la contabilidad de su firma y de su hogar, y que el surgimiento de la MIPYME responde mucho más a consecuencias de una crisis económica y horizontes temporales de corto plazo que a un raciocinio empresarial.

También que las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, si bien no son un fenómeno de nacimiento reciente, despiertan cada vez más interés, tanto en el ámbito académico como en el de la opinión pública; los países, sin embargo, la teoría económica la de las décadas anteriores a los ochenta consideraba a las MIPYMES como signo de subdesarrollo económico, como si las empresas de menor tamaño estuviesen envueltas en un estadio de crecimiento menor que las grandes empresas (Chavarría, 2014).

En este apartado se hará referencia a temas de interés de la investigación en desarrollo.

## Cursograma analítico

Al cursograma analítico se le conoce como diagrama de flujo o curso de proceso, ya que expone la "circulación o sucesión de los hechos en un proceso", debido a que representa gráficamente el orden en que suceden las operaciones, las inspecciones, los transportes, las demoras y los almacenamientos durante un proceso o un procedimiento, e incluye información adicional, tal como el tiempo necesario y la distancia recorrida (UPIICSA, 2022).

Por lo que la hace una herramienta de gran utilidad que sirve para obtener mayor detalle visual de las actividades que se llevan a cabo en un proceso, también para detectar errores y optimizar las labores de servicio y producción de las empresas a través de estudios de tiempos. Un curso grama analítico se puede basar en tres opciones, para demostrar el curso de un:

- Operario: Se registra todo lo que lleva a cabo el trabajador.
- Material: Se registra todas las acciones que se le hacen al material.
- Equipo: Se registra todo el trabajo que se realiza desde la óptica del equipo (cómo se usa el equipo).

### Diagrama de Pareto

El economista y filósofo italiano Vilfredo Federico Pareto lo enunció por primera vez en 1896, basándose en el denominado conocimiento empírico. Pareto observó que el 80 % de las tierras en Italia eran propiedad de solo el 20 % de la población. También notó que esto sucedía con las plantas de su jardín: el 20 % de sus plantas producían el 80 % de la fruta. Esta relación se explica mejor matemáticamente como una distribución de ley de potencia entre dos cantidades, donde un cambio en una da como resultado un cambio relevante en la otra, según los resultados obtenidos por (Laoyan, 2022)

### Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, que recibe el nombre de su creador, el químico japonés Ishikawa Kaoru, está diseñado para ayudar a las empresas a detectar problemas y determinar sus causas de forma estructurada, por lo que también se denomina diagrama de causa y efecto. Permite representar de forma gráfica cualquier problema que se quiera solucionar permanentemente junto con sus causas (IONOS, 2020).

### Estudio de tiempo

El estudio de tiempos, o estudio clásico con cronómetro, fue propuesto por Frederick Taylor en 1881. Si bien a lo largo del tiempo se han desarrollado metodologías alternativas de medición del trabajo, el método clásico de estudio con cronómetro sigue siendo el más utilizado. El estudio de tiempo consiste en la medición del tiempo de una

muestra del desempeño de un trabajador con el objetivo de emplearla como base para establecer un tiempo estándar (López B. S., Estudio de tiempos, 2019).

(López C. , 2020), comenta que hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero.

**Método continuo:** se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.

**Método de regresos a cero:** el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

1. Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
2. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
3. Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
4. Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
5. Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Y el procedimiento para el estudio con cronómetro, utilizando la técnica vuelta a cero se realiza con la metodología a continuación.

1. Preparación.
  - a. Selección de operación
  - b. Selección del trabajador
  - c. Realización un análisis de comprobación del método de trabajo.
  - d. Establecer una actitud frente al trabajador.

2. Ejecución.
  - e. Obtener y registrar la información
  - f. Descomponer la tarea en elementos.
  - g. Cronometrar
  - h. Cálculo del tiempo observado.
  
3. Valoración.
  - i. Valorar el ritmo normal del trabajador promedio.
  - j. Aplicar las técnicas de valoración.
  - k. Calcular el tiempo base o el tiempo valorado
  
4. Suplementos.
  - l. Analizar demoras
  - m. Estudio de fatiga
  - n. Calcular suplementos y tolerancias
  
5. Tiempo estándar.
  - o. Error de tiempo estándar
  - p. Calcular frecuencia de los elementos
  - q. Determinar tiempos de interferencias.
  - r. Calcular tiempo estándar.

Dentro de este estudio de tiempo, se suman algunos cálculos necesarios que lo complementan, de los cuales se describen:

El **cálculo del tiempo del ciclo** observado promedio según (Salazar, Ingeniería Industrial, 2022) es la media aritmética de los tiempos para cada elemento medido, ajustada para la influencia inusual para cada elemento. La fórmula que se utilizó para el cálculo de los tiempos promedios fue la siguiente:



$$\text{Tiempo promedio del ciclo observado} = \frac{\sum \text{Tiempos registrados}}{N^{\circ} \text{ de ciclos observados}} \quad \text{Ecuación 1}$$

La calificación por velocidad, es un método de evaluación del desempeño que solo considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo. El observador mide la efectividad del trabajador contra el concepto de un trabajador calificado que realiza el mismo trabajo al cual asigna un porcentaje para indicar la razón del desempeño entre lo normal o estándar (Salazar, Ingeniería Industrial, 2022).

En este método, el analista supone tener un conocimiento completo del trabajo que se estudia; dado que se necesita tal dato para el estudio de tiempo, como analista puede optar por la valoración de velocidad por el sistema Westinghouse, que se particulariza a como sigue.

En el caso del sistema Westinghouse (Santillán, 2015) menciona que es de los métodos más completos y utilizados por la mayor parte de los analistas en los estudios de tiempos. En este método se utilizan cuatro factores para calificar al operario, a los cuales se les ha asignado un valor numérico a cada factor los cuales son:

Habilidad: Destreza y pericia en seguir un mismo método; Para este sistema de calificación existen seis grados de habilidad asignables a los operarios y que representan una evaluación aceptable: Súper hábil, Excelente, Buena, Media, Aceptable y Pobre.

Esfuerzo: Demostración de la voluntad para trabajar de una manera eficiente; Se han determinado seis grados de esfuerzo, a saber: Excesivo, Excelente, Medio, Aceptable y Pobre.

Condiciones: Afectan directamente al operario no a la operación en curso; Los materiales y herramientas en mal estado que afectan la operación no se toman en cuenta para el factor de calificación de la operación. Tenemos seis clases generales de condiciones; Ideales, Excelentes, Buenas, Medias, Aceptables y Pobres.

Consistencia: Forma repetida de acción de la persona en un determinado trabajo; La consistencia puede ser: Perfecta, Excelente, Buena, Media, Aceptable y Pobre.

Tabla 1:

*Sistema Westinghouse.*

HABILIDAD		
0.15	<b>A1</b>	Extrema
0.13	<b>A2</b>	Extrema
0.11	<b>B1</b>	Excelente
0.08	<b>B1</b>	Excelente
0.06	<b>C1</b>	Buena
0.03	<b>C2</b>	Buena
0	<b>D</b>	Regular
-0.05	<b>E1</b>	Aceptable
-0.1	<b>E2</b>	Aceptable
-0.16	<b>F1</b>	Deficiente
-0.22	<b>F2</b>	Deficiente

ESFUERZO		
0.13	<b>A1</b>	Extrema
0.12	<b>A2</b>	Extrema
0.1	<b>B1</b>	Excelente
0.08	<b>B1</b>	Excelente
0.05	<b>C1</b>	Buena
0.02	<b>C2</b>	Buena
0	<b>D</b>	Regular
-0.04	<b>E1</b>	Aceptable
-0.08	<b>E2</b>	Aceptable
-0.12	<b>F1</b>	Deficiente
-0.17	<b>F2</b>	Deficiente

CONDICIONES		
0.06	<b>A</b>	Ideales
0.04	<b>B</b>	Excelentes
0.02	<b>C</b>	Buenas
0	<b>D</b>	Regulares
-0.03	<b>E</b>	Aceptables
-0.07	<b>F</b>	Deficientes

CONSISTENCIA		
0.04	<b>A</b>	Perfectas
0.03	<b>B</b>	Excelente
0.02	<b>C</b>	Buena
0	<b>D</b>	Regulare
-0.03	<b>E</b>	Aceptable
-0.07	<b>F</b>	Deficiente

*Nota: Esta tabla muestra cuatro factores a evaluar la actuación del operario, definido como pericia en seguir un método dado, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. Adaptado de (Allen Orlys, 2013).*

La valoración del ritmo de trabajo, es una escala que se utilizan varias escalas de valoración, señalando que las más usadas están entre los rangos de 100-133, la 60-80, la 75-100 y la norma británica de 0-100. Entendiendo que el valor más bajo de las tres primeras escalas presentada se atribuye al caso del ritmo de trabajo de un operario retribuido por tiempo, y el más elevado, que siempre superior en un tercio, al que hemos llamado ritmo estándar.

**Tabla 2:**

*Escala de valoración.*

ESCALAS				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha Comparable <sup>1</sup> (Km/h)
			Norma Británica		
60-80	75-100	100-133	0-100		
0	0	0	0	Actividad nula	
40	50	67	50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operario parece adormecido y sin interés laboral.	3.2
60	75	100	25	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4.5
80	100	133	100 ritmo Tipo	Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6.4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos por encima del obrero calificado medio.	8
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de virtuoso, solo alcanza por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9.6

*Nota: Se observa las escalas del ritmo de trabajo, datos que se tomarán presente para el estudio de tiempo. Tomado de: (López B. S., Valoración del ritmo de trabajo, 2019).*

El cálculo del tiempo normal o básico se define como tiempo necesario para que un trabajador promedio realice las operaciones elementales que componen una tarea a un ritmo normal.

El tiempo normal está definido por:

$TN = \text{Tiempo medio observado} * \text{Indice de desempeño}$

*Ecuación 2*

Los cálculos de los suplementos que se pueden conceder en un estudio de tiempos se pueden clasificar a grandes rasgos en:

- Suplementos fijos (Necesidades personales)
- Suplementos Variables (Fatiga básica) y
- Suplementos especiales.

La ecuación para ser calculada es la siguiente:

$S = TN * \sum \text{Suplementos de tiempo en \%}$

*Ecuación 3*

El cálculo del tiempo tipo es una técnica de medición del trabajo en el cual se utilizan tiempos determinados para los movimientos humanos básicos a fin de establecer el tiempo requerido para una tarea o actividad.

$\text{Tiempo tipo} = TN + \text{Suplementos}$

*Ecuación 4*

El tiempo estándar, es el tiempo que necesita un operador calificado reparado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal. Tener los tiempos estándar de las operaciones de la empresa es clave para:

- Eliminar el tiempo improductivo y estudiar las posibles mejoras
- Comparar los distintos métodos que se pueden utilizar
- Repartir el trabajo dentro de los equipos de trabajo
- Determinar variaciones y la carga de trabajo de una persona, de un equipo de trabajo, de una sección y de toda la empresa
- Cálculo estándar de los procesos

Lo anterior descrito está referido por (Anónimo, resultae, 2018), con el fin de conocer a detalle cada una de las fases que conlleva estandarizar el tiempo en la línea de producción, siendo su ecuación la siguiente:

$$\text{Tiempo estándar} = \sum \text{Tiempo Tipo}$$

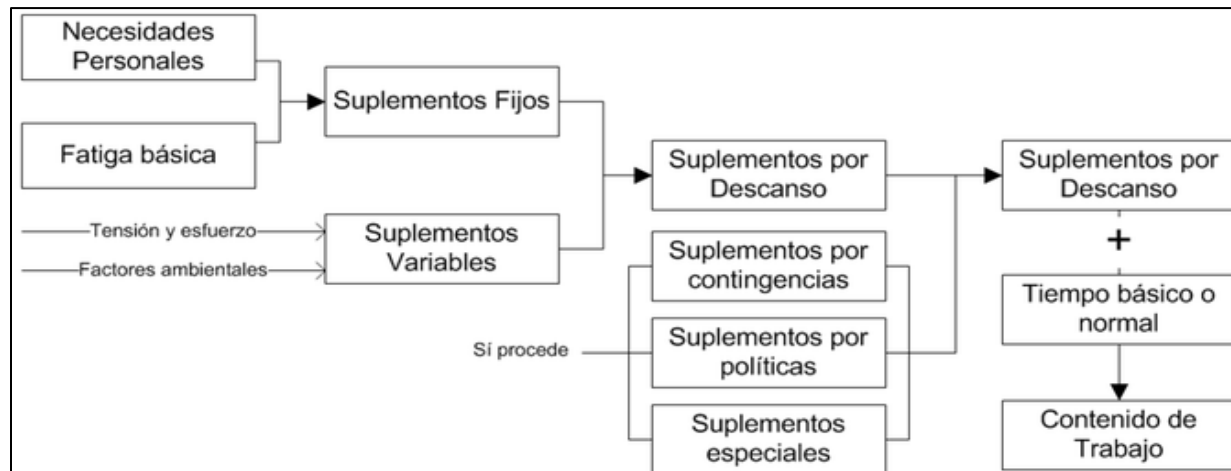
*Ecuación 5*

Los suplementos de tiempo son el porcentaje que se le añade al operario con el fin de compensar el tiempo perdido dentro de la jornada laboral y deben ir acorde a la clasificación general de los suplementos según la OIT (Oficina Internacional del Trabajo).

Sin embargo, existe una clasificación más detallada propuesta por la OIT para segmentar los suplementos, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

### Ilustración 1:

#### Suplementos OIT



*Nota: Modelo básico para el cálculo de los suplementos. Tomada de: (Salazar, Suplementos del estudio de tiempo, 2019).*

Los suplementos a concederse en el estudio de tiempos mencionado por son:

- 1) Suplementos por necesidades personales o básicas: Es el tiempo que se le asigna a al trabajador para satisfacer sus necesidades fisiológicas. En general, el

tiempo asignado es constante para un mismo tipo de trabajo. Para personas normales fluctúa entre un 5% y un 7%.

- 2) Suplementos por descanso o fatiga: El estado de la aptitud física o mental, real o imaginaria, de una persona que influye de forma directa a su capacidad de trabajo. Para trabajos ligeros fluctúa entre un 8% y un 15%, para trabajos medianos o pesados entre 12% y 15%.
- 3) Suplementos por retrasos especiales: Son tiempos asociados a la naturaleza del trabajo y son:
  - Demoras por dar o recibir instrucciones.
  - Demoras por inspección del trabajo realizado
  - Demoras por las fallas de máquinas o equipos
  - Demoras por las variaciones de la máquina o el material
  - Demora por falta de material, energía, etc.
  - Demoras por elementos contingentes poco frecuente.

En el caso del sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los Tiempos Básicos se tiene la siguiente tabla.

**Tabla 3:**

*Tabla de suplementos*

SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas			
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER	16		0	
a) Trabajo de pie				14		0	
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	12		0	
Trabajo se realiza de pie		2	4	10		3	
b) Postura normal				8		10	
Ligeramente incómoda		0	1	6		21	
Incómoda (inclinación del cuerpo)		2	3	5		31	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	4		45	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				3		64	
Peso levantado por kilogramo				2		100	
2,5		0	1	f) Tensión visual			
5		1	2	Trabajos de cierta precisión		0	0
7,5		2	3	Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
10		3	4	Trabajos de gran precisión		5	5
12,5		4	6	g) Ruido			
15		5	8	Sonido continuo		0	0
17,5		7	10	Sonidos intermitentes y fuertes		2	2
20		9	13	Sonidos intermitentes y muy fuertes		5	5
22,5		11	16	Sonidos estridentes		7	7
25		13	20 (máx)	h) Tensión mental			
30		17		Proceso algo complejo		1	1
33,5		22		Proceso complejo o de atención dividida		4	4
d) Iluminación				Proceso muy complejo		8	8
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	i) Monotonía mental			
Bastante por debajo		2	2	Trabajo monótono		0	0
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo bastante monótono		1	1
				Trabajo muy monótono		4	4
				j) Monotonía física			
				Trabajo algo aburrido		0	0
				Trabajo aburrido		2	2
				Trabajo muy aburrido		5	5

*Nota: La tabla expuesta detalla los tipos de suplementos que de tomarse en cuenta al momento del cálculo del estudio de tiempo. Tomado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/wp-content/uploads/2019/06/MC-54.png>*

### *Coeficiente de variación de una muestra*

Para el cálculo del coeficiente de variación, se lleva a cabo los cálculos de la desviación estándar, del cual se consideran dos parámetros, la que corresponde a una población y la de una muestra. En este caso, se considera la muestral.

Se ha afirmado estadísticamente que "la desviación estándar de una muestra es un parámetro estadístico que evalúa un grupo de datos cuyo resultado se proyecta en un conjunto mayor. Esta evaluación depende de la muestra, no es un valor definido, como lo es en el caso de una población" (Guevara, 2021).

Bien se sabe que la propagación de datos estadísticos se mide por la desviación estándar. El grado de dispersión se calcula mediante el método de estimar la desviación de los puntos de datos. Y la ecuación se amuestra a como sigue:

$$DE = \sqrt{\sum \frac{|x-\mu|^2}{n-1}} \quad \text{Ecuación 6}$$

En caso que la desviación estándar de como resultado cero (0), se considera que todos los datos son idénticos o cercanos, además, esta no puede dar ser negativa.

Se calcula el nivel de confianza con:

$$(1 - \text{alfa}) * 100\% \quad \text{Ecuación 7}$$

Cabe recalcar que los niveles de confianza más comunes son 90%. 95% y 99%. Por lo que se tomó a consideración el nivel de confianza del 95%, calculando el margen de error con la ecuación 7.

Y por último, se realiza el procesamiento de datos correspondiente con el coeficiente de variación.

$$CV = (DE/Media) * 100\% \quad \text{Ecuación 8}$$

Este mide la dispersión del punto de datos alrededor de una media, dando a conocer si los datos recolectados están dentro de rango para la toma de decisiones.



## Plan de mejora

Referente al plan de mejora, se toma como herramienta la Matriz 5W2H, pues según (Ávila, 2015), en el área de gestión es una de las más eficientes que existe y curiosamente, una de las más simples y fáciles de aplicar. Pues, no es nada más que un plan de acción cualificado y estructurado en etapas prácticas y bien definidas.

La matriz 5W2H, lleva este nombre pues es la simplificación de las directrices que intervienen en cada etapa del plan de acción que se propone. En la tabla a continuación se detalla cada etapa en el orden que debe ser analizado.

**Tabla 4:**

*Matriz de Planificación, 5W+2H*

<b>Cuestiones</b>	<b>Tipos</b>	<b>Descripción</b>
What – ¿Qué?	Asunto	¿Cuál acción se debe tomar? ¿Qué se debe hacer exactamente?
Why - ¿Por qué?	Objeto	¿Por qué se definió esta acción? ¿Por qué es importante?
Where - ¿Dónde?	Local	¿Dónde se implementará la acción?
When - ¿Cuándo?	Secuencia	¿Cuándo se implementará? ¿Cuándo será concluida?
Who - ¿Quién?	Responsable	¿Quién será el responsable por ejecutar la acción?
How - ¿Cómo?	Método	¿Cómo se implementará la acción?
How much - ¿Cuánto?	Costo	¿Cuánto cuesta?

*Nota: La tabla cuatro, es de referencia con el fin de sintetizar el punto objetivo y ordenar las principales metas a solucionar. Adaptado de: (Navarro, 2016).*

El 5W+2H es, básicamente, una metodología para la definición y ejecución de actividades, que es utilizada cuando se encuentra en la necesidad de elaborar un plan de acción. Pues esta práctica contrae practicidad y organización al proceso de toma de decisión.

## Distribución de planta

La distribución de planta para (Cajal, 2021), es la disposición de máquinas, equipos, materiales, personal y servicios auxiliares que permite fabricar un producto a un costo suficientemente adecuado. Existen tres tipos de distribución en planta: por posición fija, por proceso y por producto.

En la distribución por posición fija, los materiales se mantienen en una posición fija, y el resto de factores se colocan en torno a estos. Es decir, los trabajadores y las máquinas se instalan provisionalmente alrededor de los elementos principales del proceso concreto que se está fabricando o montando

Las distribuciones por proceso, en este tipo, la ordenación se realiza en torno a los tipos de operación proceso. Es decir, las actividades de la misma naturaleza, o de funciones similares se realizan juntas.

Respecto a la distribución por producto, los materiales son desplazados de una actividad a otra según un proceso de fabricación concreto. Es el caso de las cadenas de montaje, donde cada fase está previamente organizada en un proceso completo de fabricación, repetitivo y continuo. De este modo, esta distribución aprovecha perfectamente el espacio disponible.

## Balanceo de líneas

Según lo referido por (Salazar, Balanceo de línea, 2019), el balanceo de producción es una de las herramientas más utilizadas para la gestión del flujo de un sistema de producción, dado que parte de la base teórica de la fabricación equilibrada; de la cual depende el mejoramiento de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como lo son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

Las condiciones para que la producción en línea sea práctica se describen como sigue:

- Cantidad: El volumen de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea

- Equilibrio: Los tiempos necesarios para cada operación en la línea debe ser aproximadamente iguales
- Continuidad: Una vez iniciadas, las líneas de producción deben continuar, ya que la detención en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones.

Para (Estacio, 2011), el procedimiento para realizar el balanceo de líneas, inicia con el diagrama de precedencia que consiste en usarse cuando se quieren mostrar las tareas en cascada, y enfatizar en aquellas que deben hacerse como prerrequisito de otras. Otra gran utilidad del diagrama de precedencia es acordar un número de trabajadores para cada tarea, en el caso de que se deba llegar a una tasa de producción acordada al final de un período de tiempo.

Para lograrlo, los pasos a seguir son:

- a) Establecer los tiempos de cada labor.
- b) Establecer el nivel de producción, el tiempo límite para producir y la tasa de eficiencia
- c) Establecer la cantidad de operarios requeridos.
- d) Calcular el tiempo de producción de cada producto

(Álvarez, 2014) hace mención respecto al tiempo ciclo requerido refiriendo que es un parámetro que queda establecido para cada proceso. Se define como el tiempo en el que un proceso se ejecuta, ya sea un proceso de máquina o un proceso manual. Este tiempo queda definido en función de una serie de parámetros y de él dependerán diferentes aspectos relacionados con la productividad y la gestión de la producción.

$$\text{Tiempo ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible por día} * \text{Eficiencia planeada}}{\text{Unidades requeridas}} \quad \text{Ecuación 9}$$

Para (Miño, 2019) el número de estaciones de trabajo es la razón entre la suma de los tiempos de todas las actividades.

$$Nt = \frac{\sum \text{Tiempos de las tareas}}{\text{Tiempo Ciclo}}$$

*Ecuación 10*

Y en la tabla N° 4, se describen las reglas de asignación para el balanceo de una línea de producción:

**Tabla 5:**

*Reglas de asignación.*

<b>Regla</b>	<b>Descripción</b>
1. Tiempo más largo para una tarea	De las tareas disponibles, elegir la que tenga el tiempo más grande (más largo)
2. Más tareas subsecuentes	De las tareas disponibles, elegir la que tenga el mayor número de tareas subsecuentes.
3. Ponderación de la posición	De las tareas disponibles elegir la tarea cuya suma de tiempos sea mayor para las tareas subsecuentes.
4. Tiempo más corto para una tarea	De las tareas disponibles, elegir la que tenga el tiempo más corto.
5. Menos número de tareas subsecuentes	De las tareas disponibles elegir la que tenga el menor número de tareas subsecuentes.

*Nota: La tabla número 5, describe las reglas frecuentes utilizadas en los cálculos de para el balanceo de líneas. Recuperado de: <https://admonapuntos.files.wordpress.com>*

En la producción la eficiencia de la línea significa utilizar los recursos de manera racional y aprovechar plenamente todos los potenciales existentes. Para encontrar la mejor solución individual, considerando toda la cadena de valor agregado e incluyendo todos los factores que influyen en ella.

$$E = \frac{\sum \text{Tiempos de las tareas}}{(N^{\circ} \text{ de estaciones de trabajo}) * (\text{Tiempo Ciclo})}$$

*Ecuación 11*

## Simulación

La simulación por ordenador intenta modelizar sistemas reales o hipotéticos por ordenador de forma que su funcionamiento puede ser estudiado y podemos predecir su comportamiento.

La historia y la evolución de la simulación por ordenador han ido paralelas a la evolución de la Informática. Sus orígenes los encontramos en la segunda Guerra Mundial cuando dos matemáticos, J. V. Neumann y S. Ulam, tenían el reto de resolver un problema complejo relacionado con el comportamiento de los neutrones.

Durante los últimos años menciona (Avendaño, 2011), los avances han posibilitado la utilización de la simulación en la investigación. Uno de los procedimientos de simulación más utilizados es el método de Monte Carlo. Este método se aplica en la resolución de problemas matemáticos que resultan técnicamente inmanejables o cuya solución requiere un alto costo en términos de tiempo de trabajo, mediante la simulación de procesos aleatorios. Una limitación de este procedimiento es que las conclusiones, por ser resultado de un procedimiento experimental, son relativas a los procesos utilizados en la simulación.

Durante la Guerra Fría se intensificó el uso de la simulación para resolver problemas de interés militar; trayectorias y dinámicas de satélites artificiales, guiar misiles, etc. Muchos de estos problemas exigen la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales. Para abordar estos problemas se utilizaron ordenadores analógicos que usaban elementos electrónicos para resolver las operaciones matemáticas: integración, suma, multiplicación, generación de funciones, etc.

## Marco Conceptual

En este apartado se tendrá presenta ciertos conceptos que hacen referencia al tema en desarrollo:

**Industria textil:** La industria textil es el sector de la industria manufacturera dedicado a la producción de fibras (naturales y sintéticas), telas, hilados y otros productos vinculados con la ropa y la vestimenta. Suele abarcar la fabricación de ropa, piezas de

vestir e incluso zapatos, y su labor se desarrolla en fábricas textiles o maquilas (Raffino, "Industria Textil", 20)..

**Manufactura:** Es el resultado de convertir materias primas en un producto elaborado por medio de un proceso industrial. De ese modo se obtienen los bienes terminados, listos para su venta en los distintos mercados (Galán, 2018).

**Cursograma analítico:** Es la representación gráfica del orden de los procesos, incluyendo las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes, y comprende la información considerada adecuada para el análisis (Raffino, 2020).

**Diagrama de Pareto:** Es una gráfica que organiza valores, los cuales están separados por barras y organizados de mayor a menor, de izquierda a derecha respectivamente. Esta gráfica permite asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones de una organización y determinar cuáles son los problemas más graves que se deben resolver primero. Su finalidad, es hacer visibles los problemas reales que están afectando el alcanzar los objetivos de la empresa\_y reducir las pérdidas que esta posee (Souza, 2019).

**Ishikawa:** Se trata de una gráfica visualmente atractiva, que ordena causas y efectos separando las causas o ideas principales de las causas o ideas secundarias. Sobre la cabeza del pescado se escribe el síntoma a analizar, y la espina central agrupará y clasificará las causas que producen el síntoma o efecto (Porporatto, 2022).

**Estudio de tiempo:** actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables (López C. , 2020).

**Desviación estándar:** Medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos (Calderón, 2020)

**Coefficiente de variación:** Representación de cómo es la desviación típica que posee una muestra con respecto a su media. Este concepto de coeficiente de variación implica

la variación que pueden presentar unos datos. Esto se conoce como la variabilidad que una variable puede llegar a presentar (Gascó, 2019).

**Matriz 5W2H:** Básicamente, es una metodología para la definición y ejecución de actividades. Se utiliza cuando hay la necesidad de elaborar un plan de acción. A través de ella, se definen proyectos especificados a partir de la respuesta de 7 preguntas relacionadas con las letras "W" y "H": ¿Qué?; ¿Quién?; ¿Cuándo?; ¿Dónde?; ¿Por qué?; ¿Cómo?; ¿Cuánto costará?. (Ávila, 2015).

**Distribución de planta:** Se define como la ordenación física de los elementos que constituyen la empresa. Pero no solo se refiere a situar las máquinas, los bancos de trabajo, las estanterías, etc. Esta ordenación comprende también el estudio de los espacios necesarios para los movimientos, para el almacenamiento tanto de materia prima como producto terminado (Pérez Sotero, 2022)

**Balanceo de línea:** el balance de líneas es un factor crítico para la productividad de una empresa, su objetivo es hallar una distribución de la capacidad adecuada, para asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos, a través de los diferentes procesos dentro de la planta, encontrando las formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, para maximizar aprovechamiento posible de la mano de obra y del equipo, y de ese modo reducir o eliminar el tiempo ocioso (Diego Peña, 2016).

**Simulación:** Puede definirse a la simulación como la experimentación con un modelo que imita ciertos aspectos de la realidad. Esto permite trabajar en condiciones similares a las reales, pero con variables controladas y en un entorno que se asemeja al real pero que está creado o acondicionado artificialmente (Merino, 2022).

## Marco legal

El Reglamento de la Ley de Promoción y Fomento de las Micro, Pequeña Y Mediana Empresa (LEY MIPYME). Bajo las normativas del MIFIC.

Según el título I, cap. I, en el arto 3, se clasifican las MIPYMES según tres variables:

1. Número total de trabajadores
2. Activos totales en córdobas
3. Ventas totales anuales

Bajo este reglamento se rige el pueblo nicaragüense, dirigidos aquellas personas emprendedoras que buscan la superación económica.

Por otra parte, se encuentra el *Ministerio del trabajo (MITRAB)*.

Puesto que, como derechos del trabajador se le deben de proveer los EPP, el lugar de trabajo en condiciones óptimas para el mejor desempeño del colaborador, para una mayor producción, pero con calidad. Pues hay que recordar que riesgos laborales siempre se encuentran, sin embargo, se pueden disminuir o controlar y evitar daños al operario con el fin que no tenga efectos secundarios en sí mismo.

En la siguiente tabla se detallan los artículos que se relacionan al tema que se está desarrollando, tal como sigue:



**Tabla 6:**

*Normativas influyentes en PYME JMK.*

<b>Condiciones de trabajo</b>		
<b>Ley</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>
<i>DIRECCION GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO</i>	<b>Título IV Cap. II Art. 80 y 81</b>	Los lugares de trabajo están sujetos a limpieza y orden periódica, para aminorar los riesgos laborales
	<b>Título IV Cap. II Art. 80 y 81</b>	El ambiente térmico no debe ser fuente de incomodidad para los colaboradores.
<i>LEY N°. 336 CÓDIGO DEL TRABAJO</i>	<b>Título I Cap. Único Art. 1, 6, 9, 16 y 17.</b>	Se contempla un conjunto de normativas jurídicas que regulan las relaciones entre los jefes o propietarios y los trabajadores con ocasión de trabajo.  Añadiendo que no es permitido el consumo de bebidas alcohólicas, ni juegos al azar.  Cabe mencionar, que algunos artículos no alcanzan a las MIPYMES que se componen por familia.  Y se detallan las prohibiciones de los jefes a sus colaboradores y los deberes y prohibiciones de los trabajadores dentro del lugar de trabajo.
	<b>Cap. III Art. 47-56 Art. 57-63</b>	Tiempo efectivo de los trabajadores según sus edades y puestos de trabajos.
		Disposiciones de vacaciones a los trabajadores y establecimiento de descansos según las operaciones de la empresa.

*Nota: Se toman en cuenta las normativas legales que influyen en la PYME JMK, según las condiciones observadas.*

## Marco espacial

El presente estudio tiene una cobertura a nivel de la PYME Confección JMK, ubicada en las Pilas Orientales, en el departamento de Masaya - Nicaragua, relativamente cercano al cementerio central de la comunidad, que pretende desarrollar una adecuada propuesta para mejorar sus procesos productivos, que por ende se enfocará en el área de producción.

### Imagen 1:

*Ubicación geográfica de PYME Confecciones JMK.*



*Nota: La posición geográfica de la PYME es aproximada. Tomado de: Google Maps.*

## Marco temporal

Esta investigación tiene una duración planificada de tres meses, siendo esta la duración de la etapa lectiva.

Las fases que se establecieron para la realización del estudio se dividen en dos, las cuales son:

- ✓ Fase de análisis: Es la selección de la unidad productiva y realización del diagnóstico.
- ✓ Fase de planeación: Es la propuesta de mejora hacia la unidad productiva.

El cronograma de planificación se muestra en un diagrama de Gantt, detallado en Anexos- [Cronograma de actividad de la monografía 2](#), que corresponde al período de agosto – diciembre 2022.

Sin embargo, la primera parte de la monografía, que corresponde al protocolo de investigación, se muestra en Anexos- [Cronograma de actividad de Protocolo de Investigación 1](#)

## Capítulo III: Diseño metodológico

En el presente apartado se detalló el tipo de enfoque e investigación con el fin de conocer la metodología aplicada al estudio. De igual manera, la técnica que se utilizó para describir y que posteriormente se analizó para identificar las causas que influyen en la problemática.

También, se puntualizó el universo del estudio, la población que se tomó en cuenta y de esta la muestra, para hacer posible el estudio en cuestión. Por último, se resumió en la tabla de operacionalización, las variables, los indicadores, las fuentes de información, las técnicas a implementar y las herramientas correspondientes, dando salida a cada uno de los objetivos específicos.

### Tipo de enfoque

La investigación concurrió al enfoque mixto, por lo que se concluyó que las características de las orientaciones son tanto cuantitativo como cualitativo. Es de criterio cualitativo, por lo que se describió el proceso de las operaciones de la PYME y de cada una de sus actividades de confección. Y, es cuantitativo por los datos numéricos recolectados en el estudio de tiempo para la elaboración de la propuesta de mejora en el proceso de producción de las sudaderas estilo ML01.

### Tipo de investigación.

El tipo de investigación que cabe en el estudio es de orden descriptivo – analítico. Ya que puntualiza las causas que influyen en la problemática bajo estudio, como el desempeño de los operarios en el taller con respecto a las órdenes de confección, y analítica, porque se ha evaluado cada una de las estaciones de trabajo de la línea de confección de las sudaderas estilo ML01. Además, es un estudio transversal ya que se realiza en un lapso determinado de tiempo, en el segundo trimestre del año 2022.

### Universo

Se toma como universo a todos los talleres del rubro textil vestuario ubicados en el departamento de Masaya, siendo aproximadamente 13 talleres de confección que laboran 8 horas durante 5 días a la semana.

## Población

La PYME que se ha tomado en cuenta para la investigación es Confecciones JMK, que cuenta en su totalidad con 11 operarios en total para las diferentes líneas de producción.

## Muestra

Para efectos de la investigación, y debido a que es una Pyme, la muestra representativa seleccionada son todos los trabajadores meramente del área de confección o costura de la PYME JMK,

## Operacionalización de variables

A continuación, se presentan los indicadores de estudio a utilizar para la medición de la implementación del estudio de Investigación. En este estudio se plantean las variables, los indicadores, las fuentes del cual se ha recopilado la información, los medios usados y las herramientas para someter a prueba empírica a través de la medición, con el fin de hacer más comprensibles y resumir la información y técnicas de estudio para la investigación.

**Tabla 7:**

*Matriz de operacionalización de variables independientes (MOVI).*

N°	Objetivo	Variable	Indicadores	Técnicas de inv.			Herramientas
				Obs.	Enc.	Ent.	
1	Describir el proceso productivo de las sudaderas ML01 a través del cursograma analítico.	Proceso productivo textil	Número de actividades	X		X	Excel
			Tiempo de proceso				
			Distancia recorrida del producto				
2	Analizar la problemática de la línea de producción de sudaderas mediante los diagramas de Pareto e Ishikawa.	Puntos críticos de producción	Causas del problema	X		X	Minitab y EdrawMax
			Número de ocurrencias				
3	Estandarizar las operaciones de confección del estilo ML01 a través del estudio de tiempo.	Estudio de tiempo	Tiempo ciclo	X		X	Cronómetro, Planillas Excel
			Escala de valoración de velocidad				
			Tiempo normal				
			Suplementos				
			Tiempo tipo				
			Tiempo estándar				
4	Presentar alternativas de mejora para el incremento de la productividad, aplicando los principios teóricos del balanceo de línea, distribución de planta y simulación.	Nivel de producción	Distancia recorrida	X		X	Corelap y SketchUp
			Números de estaciones y trabajadores	X		X	Balanceo de línea (Excel)
			Productividad	X			Promodel

*Nota: Se utilizó MOVI pues el estudio se caracterizó por ser de enfoque mixto. (cualitativo y cuantitativo)*

## Técnicas de investigación

**Fuentes primarias:** En el presente trabajo se hizo uso de las fuentes primarias, es decir, de aquellas herramientas que permitieron la recolección máxima de datos y que a raíz de esto se utilizará dicha información durante el proceso de estudio del tema en cuestión. Cabe destacar que es información obtenida directamente por parte de los trabajadores y el propietario del taller de Confecciones JMK; y por observación continua del proceso de confección de las sudaderas.

**Fuentes secundarias:** Las referencias bibliográficas respecto a: cursograma analítico, estudio de los puntos críticos, estudio de tiempo, las referencias con relación a la propuesta de mejora; han sido de utilidad para consolidar la investigación. También se toma de referencia otros estudios relacionados al tema tanto nacionales como internacionales; se consultó internet, libros, con el fin de ampliar los conocimientos teóricos y prácticos sobre el tema.

## Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados

En el acápite a continuación se detalla el paso a paso de los planes propuestos en la matriz de planificación (5W+2H), dando respuesta a los objetivos propuestos, con el fin de proponer alternativas mejora.

En el caso de la descripción del proceso productivo de confección de las sudaderas ML01, se manifiesta cada actividad y tarea según el orden lógico de su proceso, tal información se sustentó con flujograma de operaciones y el diagrama analítico. Cabe recalcar que se presentó el diagrama de recorrido propuesto, tomando como base el orden secuencial de las operaciones.

En secuencia a los objetivos propuestos, se detallan los fallos en la producción y posibles mejoras para controlarlos.

Como tercer resultado, se llevó a cabo los cálculos del estudio de tiempo, estandarizando el tiempo requerido para confección de una pieza completa.

Por último, se presenta propuesta de rediseño de distribución de planta, se da respuesta al balanceo de líneas agrupando los puestos de trabajos en estaciones, para agilizar el flujo del proceso de confección por lote. Y obteniendo una eficiencia beneficiosa para la PYME. Y se presenta los resultados de simulación con los datos utilizados en el balanceo de líneas, detallando el índice de producción y error porcentual.

### Proceso productivo de las sudaderas ML01 a través del cursograma analítico.

Se da inicio al estudio con la descripción del proceso productivo de las sudaderas ML01 a través de una descripción detallada del proceso de confección.

**Área de corte:** Espacio designado para verificar la tela y dar detalles a la misma.

**Acomodado:** Una vez la tela transportada al taller de confecciones, se procede a acomodar la tela, con el motivo de que esta esté de manera ordenada con los colores intercalados para una mejor identificación de las tallas seleccionadas.

**Tendido en capas:** La tela se ubica sobre una mesa, manteniendo el orden de los colores en que han sido acomodados, sobre una mesa en la que su superficie hay mediciones estándares para la ubicación de la tela y evitar cortes desfavorables.



Marca de la tela con moldes: La tela es marcada con moldes de los cuales, estos ya están estandarizados con las tallas que el propietario desee o ya sea por un lote que el consumidor haya pedido.

Corte de la tela en moldes: En este caso es utilizado una máquina cortadora, para el corte de tela que ha sido marcada con los moldes.

**Área de ensamble:** Espacio designado para la costura de las sudaderas.

Costura en manga: Es el primer paso directo del inicio del proceso productivo, en este es la unión de las mangas con la pieza trasera y delantera, respectivamente.

Sobrecostura en manga: Se pasa una doble costura por dos razones, la primera por dar una mayor seguridad se sujeción del hilo en la tela, y la segunda, por diseño.

Costura en costado: Unión de las piezas tanto trasera como delantera de la sudadera, para unificarla en una sola pieza

Deshilachado: En este caso, se procede a una revisión, para eliminar hilos de las costuras anteriores, y que estas no afecten a las posteriores.

Costura en cuello: Es la unión del cuello a la pieza anterior.

Sobrecostura en cuello: La sobrecostura es aplicada, por razones de calidad y presentación y diseño del producto para con el consumidor.

Ruedo de mangas: El operario hace dobleces en la parte inicial de la manga, según el diseño, para luego costurar, según como haya sido configurada la máquina para costura.

Ruedo de falda: Lo recomendable es iniciar la costura de uno de los extremos del costado, se verifica la medida, ancho del ruedo, y se costura hasta sobrepasar la costura inicial, para una mayor seguridad de la costura.

**Área de pegado de calcomanía y etiqueta:** Una vez, terminada la sudadera, es trasladada al área de calcomanía, para pintado del logo y pegado de talla correspondiente a cada camiseta. Cabe recalcar que el color de pintura del logo es combinado con el color de la sudadera.

**Área de inspección:** El encargado verifica las piezas terminadas.

Eliminar hilo sobrante: Se eliminan los hilos, y este paso, como último del proceso productivo de la elaboración de sudaderas, puesto que, es la culminación del proceso.

**Inspección** Se verifica cada sudadera, identificando fallas o si el producto es aceptable o no para la posterior comercialización del producto.

**Área de empaquetado:** Los encargados, clasifican el producto terminado y empacan según sea su fin de comercialización.

**Clasificación:** Las sudaderas se subordinan por sus tallas correspondientes, para evitar la confusión.

**Empaque:** Una vez clasificadas, se procede a empacar las sudaderas según lotes de producción que han sido pedidos por el cliente.

**Almacenamiento:** Se almacena hasta que el lote de producción sea pedido, por el consumidor.

El propósito de describir cada proceso y tarea de confección es para ubicar en orden lógico las operaciones en el flujograma de operaciones y en el cursograma, con el propósito que los datos se tomen como referencia en el análisis de la problemática frecuente en la Pyme, de igual manera en los cálculos realizados en el estudio de tiempo, utilizando también en la distribución de planta y el reordenamiento de las estaciones de trabajo.

Cursograma analítico.

Tabla 8:

Cursograma analítico de confección de sudaderas ML01

CURSORGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE SUDADERA ESTILO ML01										
Hoja N°: <u>  1  </u> De: <u>  1  </u>		Oper. <u>  </u> Mat.: <input checked="" type="checkbox"/> Maq.: <u>  </u>								
<b>Proceso: Confección de sudaderas ML01</b>		<b>RESUMEN</b>								
Fecha: 04 de octubre de 2022		<b>Símbolo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Act.</b>						
El estudio inicia:		●	Operación	13						
Área de corte.		→	Transporte	5						
<b>Método:</b> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <u>  </u>		■	Espera	0						
<b>Producto:</b> S, M, L, XL		■	Inspección	4						
<b>Elaborado por:</b> Paola Huembes		▼	Almacén	1						
<b>Tamaño del lote:</b> <u>  1  </u>		<b>Total operaciones realizadas</b>		23						
		<b>Dist. total recorrida</b>		13						
		<b>Tiempo min/h.</b>		13						
Áreas	Número	Descripción	SÍMBOLOS					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
			●	→	■	■	▼			
Corte	1	Acomodado de tela	●					0.90		
	2	Tendido y cortado en capa	●					0.15		
	3	Marcado de tela con los moldes según la talla	●					0.50		Tallas de los moldes (M, S, L, XL)
	4	Cortado de tela con máquina cortadora Mack	●					0.30		
Ensamble	5	Trasladado a área de ensamble		→				1.00	1	
	6	Costurado en manga	●					0.30		El operario realiza la actividad de manera simultánea.
	7	Revisado de costura en mangas	●					0.11		
	8	Sobre costurado en manga	●					0.30		
	9	Costura en costado	●					1.00		
	10	Costurado en cuello	●					0.30		El operario realiza de manera simultánea la actividad.
	11	Revisado en costuras	●					0.30		
	12	Sobrecosturado en cuello	●					0.10		
	13	Costurado en ruedo de manga	●					1.00		
	14	Costurado en ruedo de falda	●					0.30		
	15	Trasladado al área de inspección		→				0.30	1	Se encuentra dentro del perímetro del área de ensamble
	16	Revisado de costuras.	●					0.60		
	17	Trasladado al área de serigrafía		→				0.15	4	
	Serigrafía	18	Pegado de talla y logo	●					0.50	
19		Homeado	●					0.90		En caso que se haga uso de serigrafía.
C.C	20	Trasladado a control de calidad		→				2.00	3	
	21	Revisado general del producto	●					0.15		
Alm.	22	Trasladado a almacén		→				1.00	4	
	23	Almacenado de piezas terminadas.		▼				1.00		
<b>Total</b>			<b>13</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	

Nota: El cursograma presentado, está basado en la descripción antes mencionada, y se muestra en anexo [Flujograma de operaciones.](#), utilizando la normativa ASME, y en ciertas ocasiones operaciones combinadas, que en el cursograma no se detallan visualmente

En el análisis del curso grama se logra identificar los procesos más específicos de la elaboración de sudaderas. Donde se hace representativo todos los traslados que hay en la empresa de la materia prima, desde su inicio hasta su final.

Dado que se dan trece operaciones, cinco traslados, no hay ninguna demora de una operación a otra, se realizan cuatro inspecciones entre el proceso de confección, y por último el almacenamiento del producto terminado.

## Problemática de la línea de producción de sudaderas mediante los diagramas de Pareto e Ishikawa.

Para identificar la problemática de la línea de producción se procede primero a la elaboración del diagrama de Pareto seguido del diagrama Ishikawa, con el fin de identificar y analizar la problemática presente en la PYME Confecciones JMK.

### Diagrama de Pareto

En la PYME Confecciones JMK, se encuentra necesario identificar el número de defectos en la confección de las sudaderas estilo ML01. Por lo que se procede a elaborar una tabla de frecuencias y aplicar el diagrama de Pareto y analizar los fallos causantes de los defectos de la confección de sudaderas o sus retrasos en la producción por lote.

Se detalla en la siguiente tabla las causas y el número de incidencias por día, el porcentaje y el acumulado del mismo.

### Tabla 9:

*Tabla de Frecuencias: Fallos en la producción por día.*

<b>Fallos en la producción por día</b>			
<b>Causas</b>	<b>Frecuencias</b>	<b>% Frecuencias</b>	<b>% Acumulado</b>
Puntadas flojas.	5	15%	15%
Tensiones apretadas	5	15%	29%
Margen equivocado	3	9%	38%

<b>Fallos en la producción por día</b>			
<b>Causas</b>	<b>Frecuencias</b>	<b>% Frecuencias</b>	<b>% Acumulado</b>
Puntadas caídas	3	9%	47%
Coser con Medida de otra talla.	3	9%	56%
Quiebres de aguja	2	6%	62%
Margen Excesivo	2	6%	68%
Sobrante Excesivo.	2	6%	74%
Desalineamiento de piezas	2	6%	79%
Hilos sucios (Aceite, Polvo)	2	6%	85%
Falta de calibración de la máquina	2	6%	91%
Falta de limpieza de las máquinas (pelusas)	2	6%	97%
Manchas en la pieza terminada (serigrafía)	1	3%	100%
<b>Total</b>	<b>34</b>		

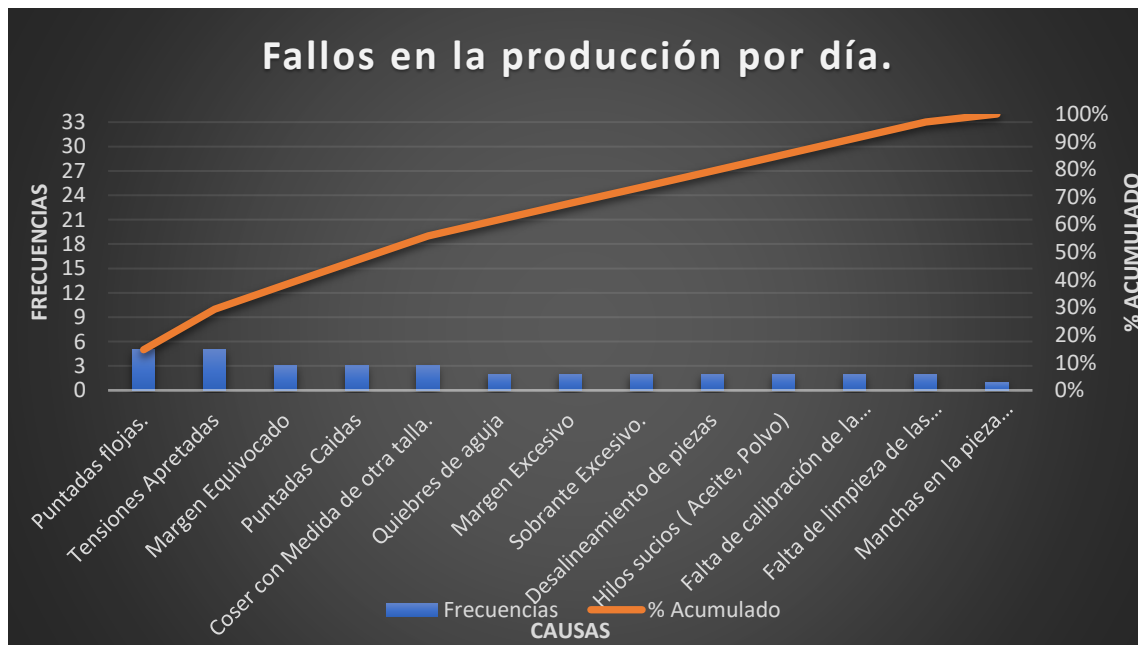
*Nota: En la tabla 9, de fallos en la producción de detallan las causas y sus frecuencias de recurrencia, como base para el análisis de la problemática y dar posibles soluciones ante las deficiencias.*

Según la ley de Pareto, conocida como la regla del 80/20, establece que, de forma general, aproximadamente el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas, por lo que es importante enfocar esfuerzos y concentración en el 20% de las actividades.

Se presenta el diagrama de Pareto y ahora resulta evidente cuales son los tipos de defectos frecuentes. Se logra observar que los primeros 6 tipos de defectos o fallos en la producción, representan el 62%. Por principio de Pareto se identifica que la mayor parte de los defectos encontrados en el lote pertenece a los 6 tipos de defectos, de tal manera que, si se controlan los fallos en el menor índice posible, desaparecería la mayor parte de los defectos en el área de producción de sudaderas.

**Gráfico 1:**

*Diagrama de Pareto: Fallos en la producción por día*



*Nota: Visualización gráfica de los fallos frecuentes en el proceso de confección de sudaderas ML01.*

Cabe recalcar que, los fallos que corresponden al 62% deben ser tratados con mayor esfuerzo con el fin de controlar y minimizarlos. Pues las fallas ocasionadas son principalmente por las causas: puntadas flojas, tensiones apretadas, margen equivocado, puntadas caídas, coser con medida de otra talla y queiebres de aguja.

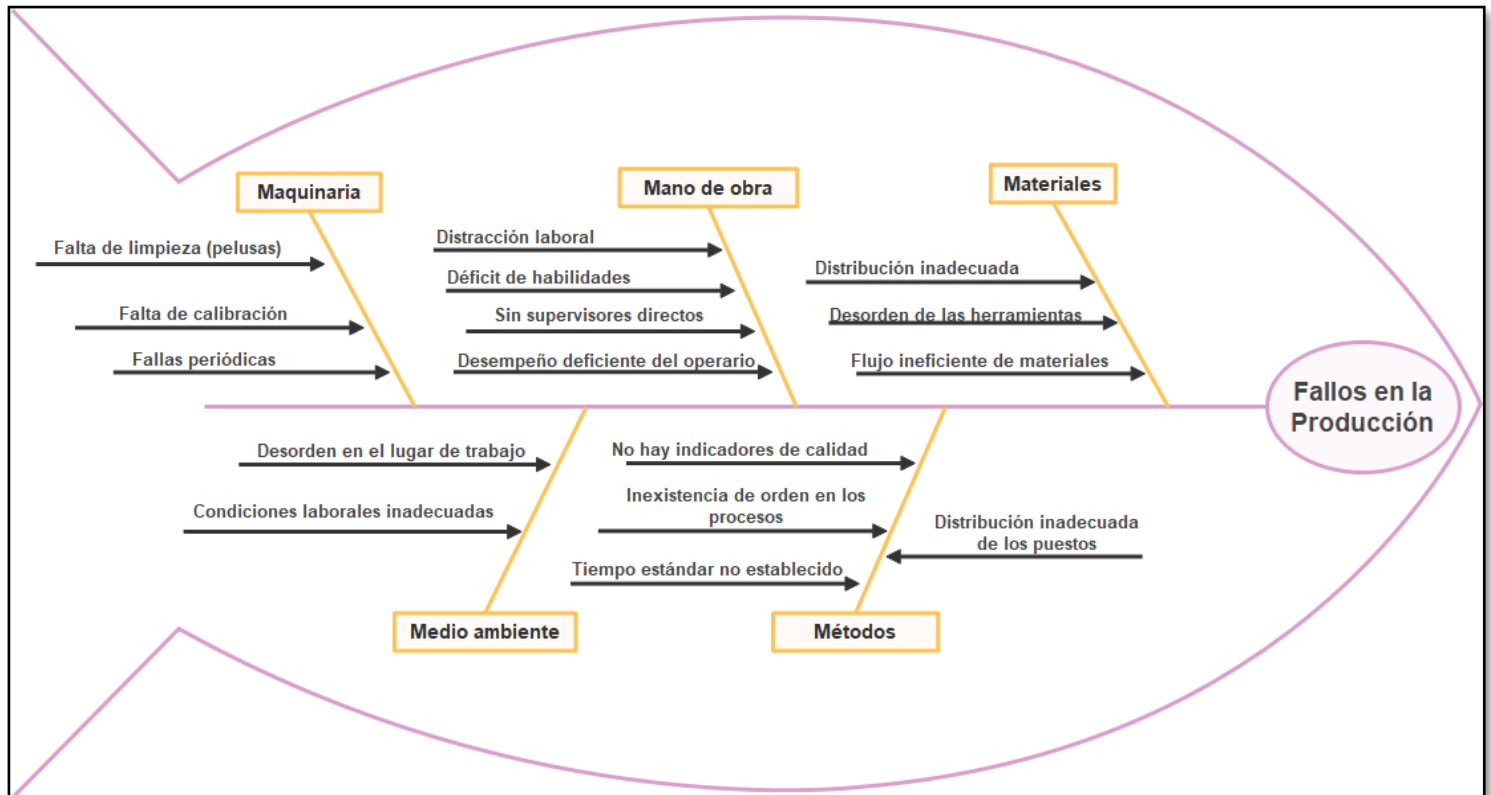
Por otra parte, el diagrama de Pareto se complementa de buena manera con el diagrama de Ishikawa, que permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemáticas.

**Diagrama de Ishikawa**

En la ilustración se muestra un diagrama Ishikawa. El fenómeno a explicar son los fallos en la producción, siendo algunos los factores que contribuyen a esas fallas en la producción.

## Ilustración 2:

Diagrama Ishikawa: Fallos en la producción



Nota: Se utiliza el diagrama de Causa-Efecto para subdividir los fallos según su causa de origen.

Así que, los fallos en la producción tienen raíz de las causas en el proceso de confección. En el caso de la maquinaria, la falta de limpieza y calibración provocan las fallas periódicas como: mal enhebrado, quiebre de agujas, puntadas flojas, hilos sucios, entre otros.

Respecto a la mano de obra, la distracción laboral conlleva al mal posicionamiento de la tela en la máquina o coser con medida de otra tela; el déficit de habilidades de un operario sin un supervisor directo aumentaría el déficit de desempeño del o los operarios.

El flujo de los materiales es ineficiente, tal problema reside en la distribución inadecuada y el desorden de las herramientas que son de uso durante el proceso de confección. Además, aun no tienen un lugar fijo designado para su almacenamiento.

El medio en el que se desarrolla el proceso de confección y con el que cuentan los operarios no está en las condiciones adecuadas, pues el desorden y la distribución de los puestos de trabajo no cumple con tales requerimientos básicos.

Por último, los métodos con el que se lleva a cabo el proceso de confección aún no están estandarizados. La razón es porque aún no hay un tiempo estándar establecido, no hay orden de los procesos y por ende no hay indicadores de calidad, que sustenten el paso a que el producto terminado sea almacenado para su posterior comercialización.

Resultados del análisis de la problemática.

➤ **Para las puntadas flojas, tensiones apretadas y puntadas caídas:**

Todas se resumen en un solo concepto, prácticamente es la fuerza que ejerce la máquina de coser sobre el hilo, y para este tipo de problemática a la hora de confeccionar se realiza lo siguiente.

- ✓ Regular la máquina sobre todo si se varia de tela.
- ✓ Regular de manera correcta la máquina y conocer todas sus especificaciones.
- ✓ Tener cuidado cuando se hacen cambios de tela en la pyme.

➤ **Para el margen equivocado y coser con medida de otra talla:**

- ✓ Leer las especificaciones de la prenda, antes de confeccionar.
- ✓ Realizar las medidas correctas en la máquina para no fallar en el margen.
- ✓ Hacer pruebas de margen.
- ✓ Verificar el número de ensamble.

➤ **Para quiebres de aguja:**

- ✓ Asegúrese que la aguja está insertada correctamente con el lado plano orientado hacia atrás y empujada hacia arriba en la máquina al máximo posible.
- ✓ La aguja podría estar dañada o doblada, de ser así, es necesario reemplazarla con una nueva.



- ✓ Asegurarse que la tela no sea halada excesivamente al coser. Permitir que los dientes de arrastre muevan la tela y no tirar de la tela.
- ✓ La combinación del tamaño de la aguja, el tamaño del hilo y la tela es incorrecta. Es necesario ajustar estos tres materiales para obtener el producto final deseado.

## Estandarización de las operaciones de confección del estilo ML01 a través del estudio de tiempo

**Pensamiento estratégico:** El taller de Confecciones JMK, hace clara evidencia de que no posee ninguna documentación que avale sus actividades. Por tal razón, parte de este estudio es el establecimiento de toda su rama del pensamiento estratégico con el único fin de contribuir en pro del camino hacia la formalización como una PYME profesional.

❖ *Honestidad, solidaridad, Equidad, Responsabilidad.*

### Valoración del ritmo de trabajo

El objetivo principal de este estudio de tiempo es estandarizar el proceso de confección de sudaderas del estilo ML01.

Para contribuir a la propuesta de mejora, la muestra representativa se tomó como base al taller JMK, tomando en cuenta la experiencia del propietario del taller. Para establecer el tiempo estándar del proceso, se tomó en cuenta los tiempos suplementarios necesarios, respecto a condiciones y ambiente de trabajo, y el valor de calificación de desempeño para cada elemento.

Pese a que el taller no posee metas de producción establecidas y existen inconvenientes con el personal como se mencionaba con anterioridad.

### Cálculos del tiempo tipo o estándar

En seguida, se muestra el formato final o resumen de la toma de tiempos, datos que son de utilidad para los cálculos del tiempo normal y tiempo tipo por medio de la herramienta

Microsoft Excel (Cabe recalcar que se muestran los datos en anexos-[tiempos observados en el proceso de confección](#)),

Antes de estandarizar un proceso se debe previamente observar y delimitar las actividades u operaciones que son ejercidas para la obtención de un producto.

Utilizando la hoja de cálculo Excel, se utilizó la siguiente ecuación:

$$T.Promedio = \frac{\sum T}{\# Tiempos}$$

*Ecuación 12*

**Cálculo del tiempo básico.**

Para el cálculo del tiempo básico, se hace uso de la escala de valoración británica, mostrada en la tabla #2.

**Tabla 10:**

*Escala de valoración británica*

Escala de valoración		
RAPIDO	VALORACION	>100%
NORMAL	VALORACION	≈100%
LENTO	VALORACION	< 100%

*Nota: La escala de valoración británica, Adaptada de; (López B. S., Valoración del ritmo de trabajo, 2019)*

**Tabla 11:**

*Tabla resumen del tiempo básico*

No.	Elemento	T. Promedio	Valoración	T. Básico
1	Corte de tela	0.45	95%	0.43
2	Costura en manga	0.5	90%	0.45
3	Sobre costura en manga	0.53	90%	0.48
4	Costura en costado	0.3	100%	0.30

No.	Elemento	T. Promedio	Valoración	T. Básico
5	Costura en cuello	0.25	100%	0.25
6	Sobrecostura en cuello	0.11	100%	0.11
7	Ruedo de manga	0.24	95%	0.23
8	Ruedo de falda	0.13	100%	0.13
9	Talla y logo	0.71	95%	0.67

*Nota: Para el cálculo del tiempo básico se hizo uso de la ecuación de la ecuación y de la ecuación 2, tomando en cuenta la tabla 10, de escala de valoración del ritmo de trabajo.*

Cálculo del tiempo tipo y del tiempo ciclo.

Para este cálculo se toma en cuenta la tabla 3 de suplementos, para calcular el tiempo tipo y por ende el tiempo estándar (o ciclo como bien se conoce) de todos los elementos en un solo conjunto.

Suplementos del estudio de tiempo

**Tabla 12:**

*Suplementos con respecto a los elementos*

Suplementos	%
Por fatiga	4%
Necesidades personales	5%
Contingencia	2%
<b>Total</b>	<b>11%</b>

*Nota: Se toman los datos en referencia a la tabla 3, Suplementos.*

La ecuación para el Tiempo Tipo Total es la suma de todos los tiempos tipos de cada operación por día, ya con una adición del 11% de suplementos.

Utilizando la hoja de cálculo Excel, se utilizó la siguiente ecuación:

$$TC = \sum T.Tipo$$

*Ecuación 13*

Por lo que se procede a mostrar a los resultados en la tabla 13 a continuación.

**Tabla 13:**

*Tabla resumen del cálculo del tiempo ciclo*

No.	Elemento	T. Básico	Suplementos (11%)	T. Tipo
1	Corte de tela	0.43	0.05	0.47
2	Costura en manga	0.45	0.05	0.50
3	Sobre costura en manga	0.48	0.05	0.53
4	Costura en costado	0.30	0.03	0.33
5	Costura en cuello	0.25	0.03	0.28
6	Sobrecostura en cuello	0.11	0.01	0.12
7	Ruedo de manga	0.23	0.03	0.25
8	Ruedo de falda	0.13	0.01	0.14
9	Talla y logo	0.67	0.07	0.75
<b>Tiempo ciclo</b>				<b>3.38</b>

*Nota: Los resultados alcanzados se derivan del uso de la ecuación 4 y ecuación 5, y de los resultados de la tabla 12.*

Es así que, para determinar los tiempos y llegar a la estandarización de todo el proceso de confección, nos auxiliamos de las tablas anteriores, dando como resultado un 3.38 minutos para la confección de una sola sudadera.

#### Análisis de resultados.

En el taller de confecciones JMK se debe contemplar los tiempos suplementos por lo que se considera que tenga un elemento en base a la complejidad del mismo.

Para el proceso de confección de la sudadera ML01 se considera que su estándar operativo únicamente para el área de confección se logra normalizar a 3.38 minutos por pieza según los resultados observados.

Con el fin de conocer si los datos recolectados están dentro de rango se procedió a calcular la desviación estándar por cada operación, con un nivel de confianza del 95%, y un margen de error calculado del 5%.

Dando por sentado, que los tiempos observados están dentro del rango operacional para proceder con los cálculos, y proporcionas alternativas de mejora. Tales cálculos se detallan en anexos-[Cálculo del coeficiente de variación](#).

Alternativas de mejora para el incremento de la productividad, aplicando los principios teóricos del balanceo de línea, distribución de planta y simulación.

En el apartado a continuación se detalla el plan de mejora en una sola matriz, con el fin de visualizar las propuestas de mejora, entre ellas la distribución de planta como herramienta, el balanceo de líneas como método y la simulación de la producción como técnica.

#### Matriz 5W2H

El plan de mejora propuesto se pretende que se implemente para que mejore la efectividad de las operaciones en el proceso de confección de las prendas de vestir, logrando que el colaborador desempeñe roles, funciones y tareas y desarrolle habilidades.

**Tabla 14:**

*Matriz de planificación 5W+2H*

Plan de Mejora								
Matriz 5W+2H								
Estrategia	Actividad	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Cuánto?
		What?	Why?	When?	Where?	Who?	How?	How much?
Distribución de planta	Rediseño de la distribución de planta.	Reorganización de la planta	No existe exceso de movimiento en los operarios. Por mala ubicación de los puestos de trabajo y como consecuencia se pierde tiempo	Horas laborales	PYME JMK (Área de producción)	Autor.	Hacer mediciones entre los puestos de trabajo. Analizando los principios de integración de distribución de planta para la propuesta.	C\$1 200 la mano de obra. Y el día específico sin trabajo en la producción C\$3 000
Balaceo de línea	Reordenamiento de las estaciones de trabajo.	Agrupamiento de los puestos de trabajo en estaciones de trabajo.	No existe orden ni organización entre los puestos de trabajo.	Horas laborales	PYME JMK (Área de producción)	Autor.	Hacer cálculos y análisis de los resultados.	Por ser un estudio de la producción no tiene costo
Simulación	Modelar línea de producción	Proponer diseño de simulación	Es necesario monitorear el índice de producción por lote en el tiempo establecido	En el mes de noviembre - 2023	PYME JMK (Área de producción)	Autor.	Hacer mediciones del índice de producción.	No tiene costo, pues se utiliza un programa gratuito.

Nota: Matriz de planificación 5W+2H. Adaptada de: <https://www.ingenioempresa.com/5w2h/>

En la matriz 5W+2H, se describe la planificación estratégica, con el fin de llevar a cabo con éxito la propuesta de mejora para la PYME Confecciones JMK.

En la realización de la matriz, permitió el análisis de los diferentes aspectos estratégicos para la propuesta de mejora; siendo de apoyo crucial al definir mejor las estrategias oportunas y convenientes, con el fin de obtener un resultado significativo y eficiente, de manera tal que, se ha tomado en cuenta el costo en que incurriría el montaje de las propuestas de mejora.

#### Resultados de Distribución de planta

Se examina la distribución de planta de la PYME Confecciones JMK, con el método SLP (CORELAP).

El valor del TCR es la suma de los valores numéricos asignados a las relaciones en el gráfico de relaciones. Los valores que toman normalmente las constantes para la determinación del TCR suele ser:

A= Absolutamente importante

E= Especialmente importante

I= Importante

O= Importancia ordinaria

U= No importante

X= Indeseable

**Tabla 15:**

*Valor del TCR*

A	125
E	25
I	5
O	1
U	0
X	-125

*Nota: Se observa visualmente la suma de los valores del TCR.*

### Ilustración 3:

*Diagrama de relación de la mi pyme JMK*

	No. Departamento	1	2	3	4	5	6	7
1	AREA DE COSTURA		I	I	A	A	O	O
2	PINTURA			A	O	O	O	O
3	HORNEADO				O	O	I	O
4	INSPECCION					O	O	O
5	CORTE DE TELA						O	O
6	DESILACHAMIENTO							O
7	ALMACENAMIENTO							

*Nota: Las relaciones por cada departamento de detallan según su orden de importancia, respecto a los resultados obtenidos con el programa Corelap.*

**Tabla 16:**

*Dimensiones de la distribución de planta de la mi pyme JMK*

1	Area de costura	48m <sup>2</sup>
2	pintura	24m <sup>2</sup>
3	Area de horneado	24m <sup>2</sup>
4	Inspeccion	24m <sup>2</sup>
5	Corte de tela	44m <sup>2</sup>
6	Desilachamiento	24m <sup>2</sup>
7	Almacenamiento	24m <sup>2</sup>

*Nota: Las dimensiones detallan por cada operación, van respecto al nivel de su espacio de trabajo requerido.*



**Imagen 2:**

*Pantalla de introducción datos del programa*

CORELAP 01\_Planteamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?  CONTINUAR RETROCEDER

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Area de Costura	48
2	Area de Pintura	24
3	Area de horneado	24
4	Inspeccion	24
5	Corte de Tela	44
6	Desilachamiento	24
7	Almacenamiento	24

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	125
E =	25
I =	5
O =	1
U =	0
X =	-125

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

CONTINUAR RETROCEDER

Nota: Captura tomada desde el programa Corelap.

**Imagen 3:**

*Tabla de relación entre departamento*

CORELAP 01\_Planteamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?  CONTINUAR RETROCEDER SEGUIR >>>

A=125, E=25, I=5, O=1, U=0, X=-125

Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4	5	6	7
1 Area de Costura	48		I	I	A	A	O	O
2 Area de Pintura	24			A	O	O	O	O
3 Area de horneado	24				O	O	I	O
4 Inspeccion	24					O	O	O
5 Corte de Tela	44						O	O
6 Desilachamiento	24							E
7 Almacenamiento	24							

Nota: Captura tomada desde el programa Corelap.

**Imagen 4:**

Presentación de resultado de la ordenación de los departamentos

CORELAP 01\_Presentación Resultados

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA			
Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Area de Costura	262	48
2.-	Area de horneado	138	24
3.-	Area de Pintura	134	24
4.-	Corte de Tela	130	44
5.-	Inspeccion	130	24
6.-	Desilachamiento	34	24
7.-	Almacenamiento	30	24

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida: 212

Superficie Disponible: 216

Nota: Captura tomada desde el programa Corelap.

De esta imagen se obtiene la siguiente información.

El orden de importancia de los departamentos en función de la afinidad con todos los demás según los índices que el diseñador ha introducido. Este orden de importancia se expresa por el “ratio total de proximidad”, TCR (Total Closeness Rating).

Si hay varios departamentos con el mismo valor de TCR tendrá preferencia aquel de mayor dimensión.

Tabla 17:

Reordenamiento de los departamentos del taller JMK

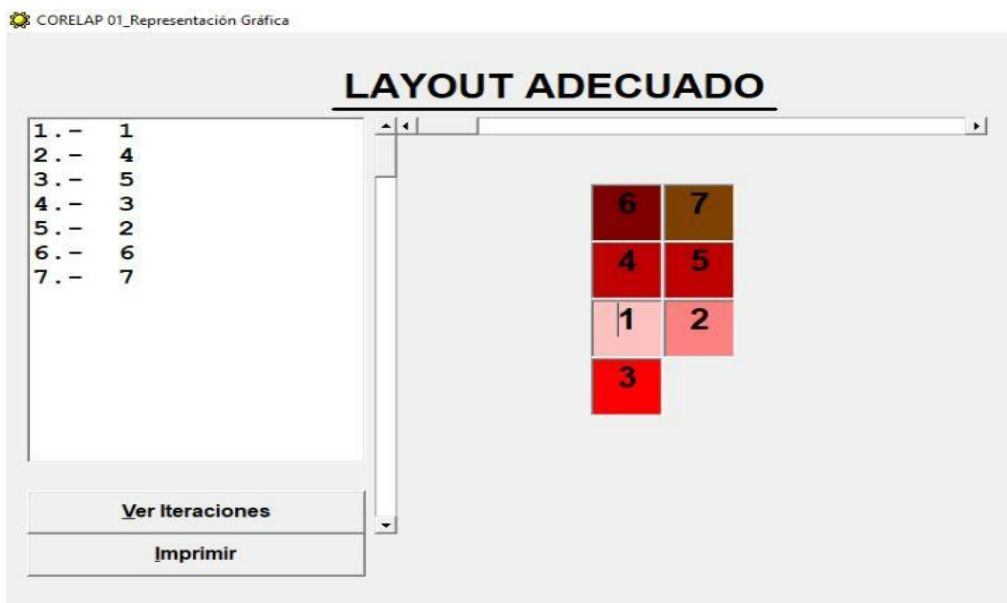
	Sin el Programa		Con el Programa
1	AREA DE COSTURA	➔	AREA DE COSTURA
2	PINTURA		HORNEADO
3	HORNEADO		PINTURA
4	INSPECCION		CORTE DE TELA
5	CORTE DE TELA		INSPECCION
6	DESILACHAMIENTO		DESILACHAMIENTO
7	ALMACENAMIENTO		ALMACENAMIENTO

Nota: Comparación de la ubicación de los puestos de trabajo.

En este cuadro podemos ver que los nombres de los departamentos han cambiado el orden, aunque no son todos.

Imagen 5:

Pantalla de representación gráfica del layout adecuado.



Nota: Captura tomada desde el programa Corelap.

**Tabla 18:**

*Representación de los departamentos*

		Almacen	Pintura	Inspeccion	
1.-	1: COSTURA				
2.-	4: HORNO	7	5	2	
3.-	5: PINTURA				
4.-	3: CORTE DE TELA	6	4	1	3
5.-	2: INSPECCION				
6.-	6: DESILACHAMIENTO				
7.-	7: ALMACENAMIENTO				
		Desilachar	Horneado	Costura	Cort. De Tela

*Nota: Representación lógica de los puestos de trabajo según resultados de Corelap.*

Esta es la representación donde el programa CORELAP muestra la mejor forma de acomodar los departamentos. Esta nueva distribución permitió obtener un mejor resultado con base a la capacidad instalada, según datos reflejados al ordenar los departamentos por importancia se obtuvo 212 de superficie requerida y 216 de superficie disponible.

**Tabla 19:**

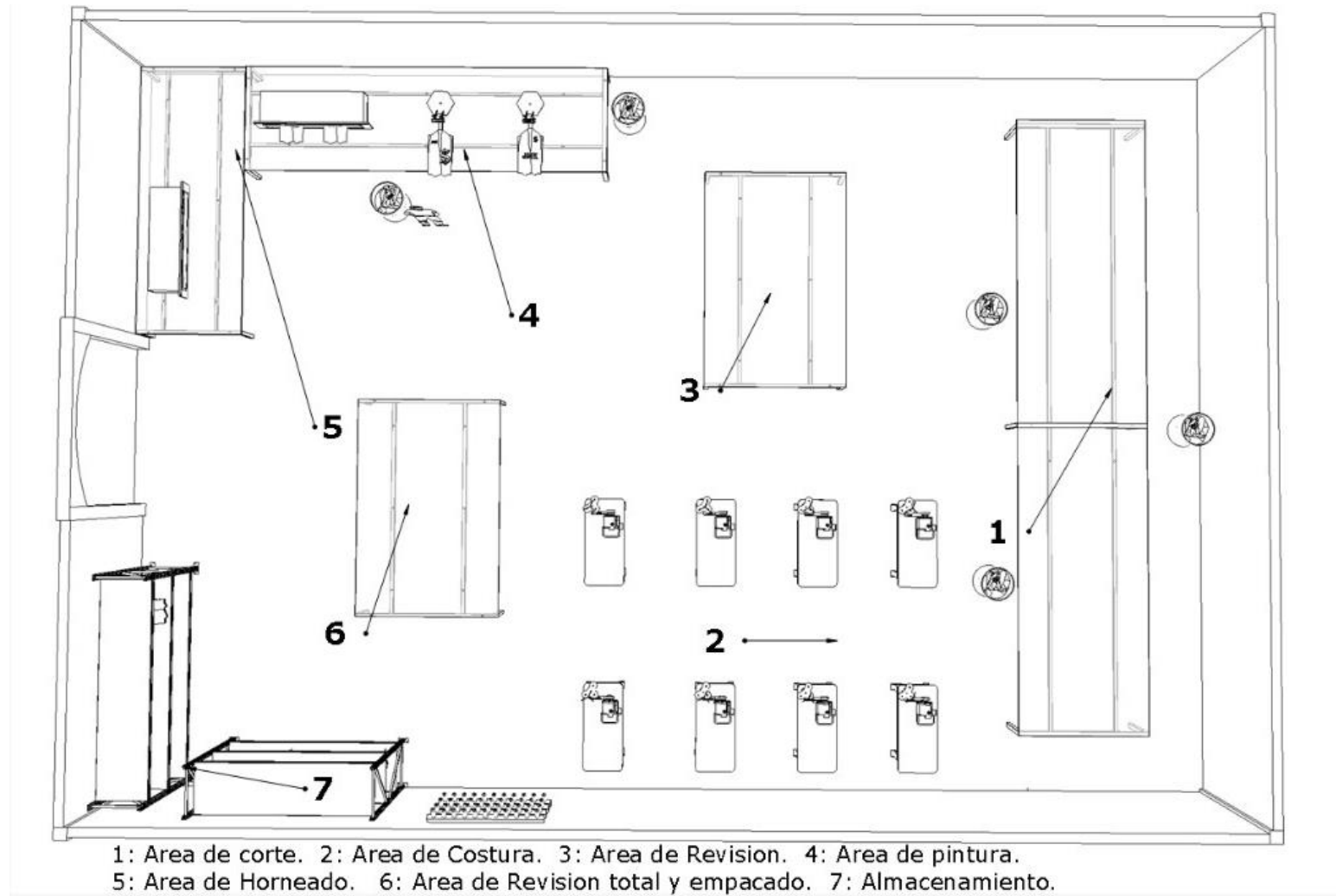
*Distribución de planta propuesta*

7: ALMACEN 24 M <sup>2</sup>	6: DESHILACHAR 24 M <sup>2</sup>	4: HORNO 24 M <sup>2</sup>
1: ÁREA DE COSTURA 48 M <sup>2</sup>		5: PINTURA 24 M <sup>2</sup>
		2: INSPECCIÓN 24 M <sup>2</sup>
3: ÁREA DE CORTE DE TELA 44 M <sup>2</sup>		

*Nota: Presentación de los departamentos según el orden de importancia.*

Imagen 6:

Modelado de la distribución de planta propuesta de sistema CORELAP



Nota: Distribución de planta propuesta, según el orden de importancia por departamento.

### Resultados de Balanceo de línea.

Se lleva a cabo el análisis de productividad empleando los principios teóricos del balanceo de líneas.

Donde se considera la línea de producción de sudaderas estilo ML01 con una meta de producción por día de 210 unidades como aproximado con una eficiencia planeada de un 80% y que cuenta con los siguientes datos realizados en la toma de tiempos en la PYME.

**Tabla 20:**

#### *Tiempo estándar por operación*

N°	Operación	Tiempo estándar min/unid
1	Corte de tela	0.45
2	Costura en manga	0.50
3	Sobre costura en manga	0.53
4	Costura en costado	0.30
5	Costura en cuello	0.25
6	Sobrecostura en cuello	0.11
7	Ruedo de manga	0.24
8	Ruedo de falda	0.13
9	Talla y logo	0.71
<b>Total:</b>		<b>3.22</b>

*Nota: La tabla 20 muestra el tiempo estándar por operación, datos usados para el realizar el balanceo de líneas.*

Para llevar a cabo el análisis de simulación en Promodel es necesario detallar cada uno de los parámetros requeridos, por lo que se tomará en cuenta el balanceo de líneas.

De lo cual se obtiene la información siguiente:

**Tabla 21:**

#### *Cálculo del balanceo de línea para la simulación.*

Operación	Tiempo estándar min/unid	N° de operarios teóricos	N° de operarios reales	Minuto estándar asignada	Eficiencia real por operación
1	0.45	0.2	1	0.71	62%
2	0.50	0.3	1	0.71	70%

<b>Operación</b>	<b>Tiempo estándar min/unid</b>	<b>N° de operarios teóricos</b>	<b>N° de operarios reales</b>	<b>Minuto estándar asignada</b>	<b>Eficiencia real por operación</b>
<b>3</b>	0.53	0.3	1	0.71	74%
<b>4</b>	0.30	0.1	1	0.71	41%
<b>5</b>	0.25	0.1	1	0.71	35%
<b>6</b>	0.11	0.1	1	0.71	15%
<b>7</b>	0.24	0.1	1	0.71	33%
<b>8</b>	0.13	0.1	1	0.71	19%
<b>9</b>	0.71	0.4	1	0.71	100%
<b>Total:</b>	<b>3.22</b>		<b>9</b>		

*Nota: Se realiza cálculo del número de operarios teóricos, por cada operación. Y se asigna como cuello de botella, la operación que ejerce el tiempo máximo respecto a las demás operaciones.*

En la tabla 21, se detallan las 9 operaciones, con sus operarios teóricos según los cálculos realizados al balancear la línea de confección y los operarios reales. En el caso del minuto estándar asignado se muestra el dato máximo del tiempo estándar que se considera a partir de este punto, como el cuello de botella o limitante en el proceso de +productivo de confección y por cada operación la eficiencia.

Los datos generales se muestran en la tabla 22, cada lote con una producción planeada de 210 unidades, según datos realizados con un índice de productividad de un 0.44. los demás datos, son calculados y obtenidos en el transcurso del balanceo de línea.

**Tabla 22:**

*Datos generales para el balanceo de la línea*

<b>Datos Iniciales</b>	
Tiempo Laboral	480
Unidades a producir	210
Unidades producidas	115
Índice de producción	44%
N° de operadores	9.00
Eficiencia actual	55%
<b>Datos calculados para el balanceo de línea</b>	
Eficiencia planeada	70%
N° de estaciones	2.01
N° de estaciones real	3.00
Tiempo ciclo	1.60

Piezas por día	300
Unidades producidas	149
Índice de producción	63%

*Nota: Se presentan los datos iniciales y los resultados obtenidos al balancear la línea a de producción.*

El balance actual que se presenta en el taller de confecciones JMK, es exteriorizado con el fin de conocer el tiempo estimado para la elaboración de una sudadera estilo ML01, y con base a dichos datos proponer mejoras, disminuyendo su tiempo de confección y aumentando su lote de producción, que posteriormente será comparada la efectividad actual con la propuesta por el balanceo de líneas.

### *Diagrama de Precedencia.*

Se lleva a cabo el diagrama de precedencia plasmando las secuencias de las operaciones para elaborar una sola sudadera completa, también se ubican los tiempos tipos promedios por cada operación.

**Tabla 23:**

*Tabla de precedencia*

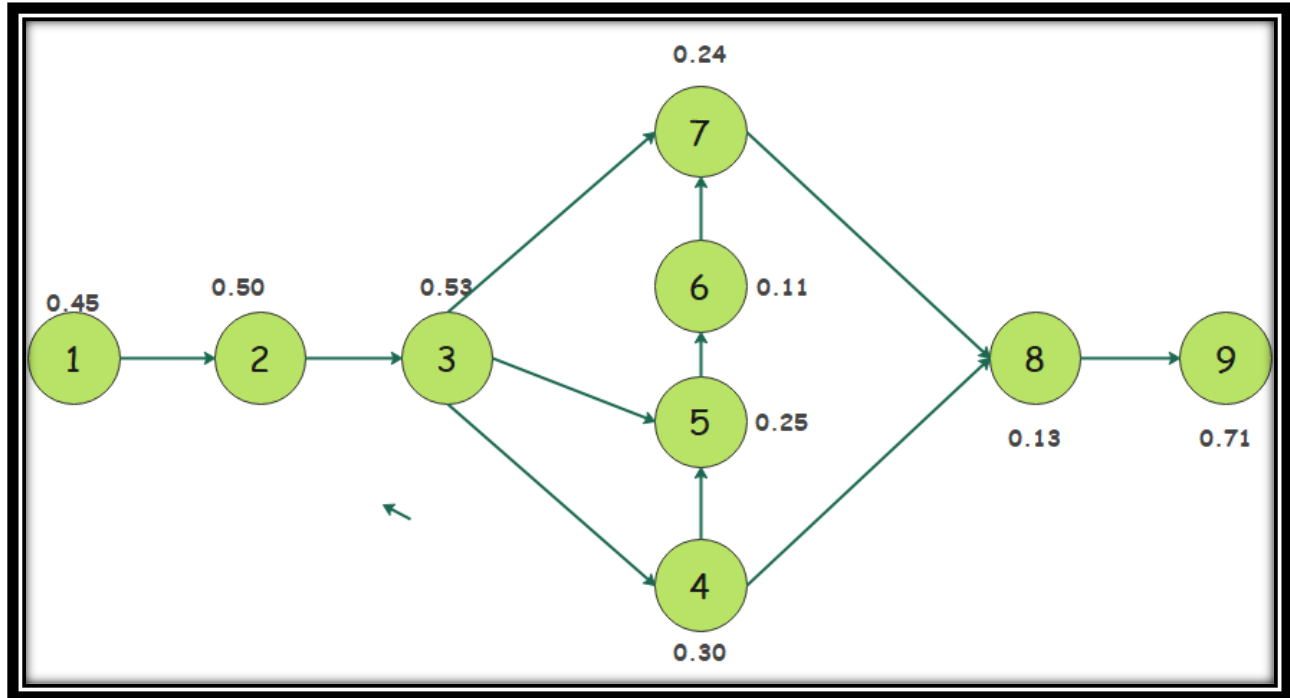
N°	Operación	Tiempo estándar min/unid	Precedencia
1	Corte de tela	0.45	-
2	Costura en manga	0.50	1
3	Sobre costura en manga	0.53	2
4	Costura en costado	0.30	-
5	Costura en cuello	0.25	-
6	Sobrecostura en cuello	0.11	-
7	Ruedo de manga	0.24	3
8	Ruedo de falda	0.13	4
9	Talla y logo	0.71	-
<b>Total:</b>		<b>3.22</b>	

*Nota: Se analiza el proceso de confección para obtener las operaciones con precedencia.*



**Ilustración 4:**

*Diagrama de Precedencia para el balanceo actual de la línea del taller JMK.*



*Nota: Visualización gráfica de las operaciones con precedencia y en su orden lógico de confección.*

Al tener construido el diagrama de precedencia que ilustra las secuencias y los tiempos tipos de cada operación, se agrupan las operaciones en estaciones de trabajo para obtener la tasa de producción específica.

Por lo que una vez construida la gráfica de precedencia que resume todas las secuencias y los tiempos en que se ejecutan cada una de las operaciones, para llevarse a cabo se requiere de los siguientes datos:

1. Se hace uso de las unidades requeridas, es decir, la tasa de producción por día, para luego ser dividida entre las unidades requeridas. Dando como resultado el tiempo ciclo, que sería el tiempo máximo en el que el producto está disponible por cada estación de trabajo, si se desea cumplir con la tasa de producción.

### *Cálculo del tiempo ciclo.*

$$\text{Tiempo ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible por día} * \text{Eficiencia planeada}}{\text{Unidades requeridas}}$$

$$\text{Tiempo ciclo} = \frac{(8 \text{ hr}) * (70\%)}{210 \text{ piezas}}$$

$$\text{Tiempo ciclo} = 1.60 \text{ min}$$

El cálculo del tiempo ciclo (Ecuación 9) indica que el taller amerita al menos 1.60 min por estación para confeccionar una sudadera completa. Cabe destacar, que solo se ha tomado en cuenta la confección de una sudadera, puesto que cada operario en una respectiva máquina confecciona por bulto.

Como segunda fase está el cálculo de número mínimo teórico de estaciones de trabajo, que consiste en reducir las estaciones de trabajo lo más que se pueda, en el menor tiempo posible.

### *Cálculo mínimo de estaciones de trabajo.*

$$\text{Estaciones de trabajo} = \frac{\sum \text{Tiempo total de operaciones}}{\text{Tiempo del ciclo}}$$

$$\text{Estaciones de trabajo} = \frac{3.22 \text{ min}}{1.60 \text{ min}}$$

$$\text{Estaciones de trabajo} = 2 \text{ estaciones}$$

Este cálculo (Ecuación 10) sugiere que al menos debería de haber 2 estaciones de trabajo en el área de confección para cumplir con el requerimiento planteado y por ende disminuir el tiempo de la línea pues es necesario asignar los elementos a las estaciones de trabajo; sin embargo, es mejor considerar y aumentar otra estación por lo que es

necesario separar el área de corte, de ensamble y pegado de tallas y logo para cumplir con los requerimientos.

*Balanceo de línea (Tiempo más largo para una operación)*

Para elegir el dato de la operación con el tiempo más largo de la misma; se calcula primero el número de operadores por cada estación.

**Tabla 24:**

*Cálculo de número de operadores*

Operación	Tiempo estándar min/unid	N° de operarios teóricos	N° de operarios reales
1	0.45	0.2	1
2	0.50	0.3	1
3	0.53	0.3	1
4	0.30	0.1	1
5	0.25	0.1	1
6	0.11	0.1	1
7	0.24	0.1	1
8	0.13	0.1	1
9	0.71	0.4	1
<b>Total:</b>	<b>3.22</b>		<b>9</b>

*Nota: Se toma como referencia la Tabla 5 Reglas de asignación, para optar al cálculo del tiempo más largo en el balanceo de línea. Este se considera el cuello de botella o la limitante respecto a todo el proceso de confección.*

Según los resultados del cálculo de número de operadores por cada estación, se requieren de un operador por cada puesto de trabajo.

Luego del cálculo anterior, se identifica el cuello de botella, es decir la operación que conlleva más tiempo en operar.

**Tabla 25:**

*Asignación de tiempo del minuto estándar asignado a la operación.*

Operación	Tiempo estándar min/unid	N° de operarios teóricos	N° de operarios reales	Minuto estándar asignada
1	0.45	0.2	1	0.71
2	0.50	0.3	1	0.71
3	0.53	0.3	1	0.71
4	0.30	0.1	1	0.71
5	0.25	0.1	1	0.71
6	0.11	0.1	1	0.71
7	0.24	0.1	1	0.71
8	0.13	0.1	1	0.71
9	0.71	0.4	1	0.71
<b>Total:</b>	<b>3.22</b>		<b>9</b>	

*Nota: Se analizan los datos, y se identifica el cuello de botella, tomando como referencia la operación con más tiempo y asignando como tiempo limitante respecto al resto de las operaciones, utilizando el dato a posteriori, para subdividir las estaciones de trabajo.*

El minuto estándar asignado para cada estación de trabajo corresponde a 0.71 min por cada operador, siendo la operación 9, identificada como el cuello de botella en el proceso productivo

Una vez establecido la asignación de tiempo para determinar la operación de la línea por cada operador requerido, se procede la asignación de los elementos a las estaciones de trabajo calculadas, detallando el minuto estándar asignado y el tiempo acumulado que corresponde a cada estación, que en total serían 3 centros de trabajo.

**Tabla 26:**

*Asignación de elementos a estaciones*

Estaciones	Tiempo estándar min/unid	N° de operarios teóricos	N° de operarios reales	Minuto estándar asignada	Tiempo acumulado
1	0.45	0.3	1	0.71	0.45

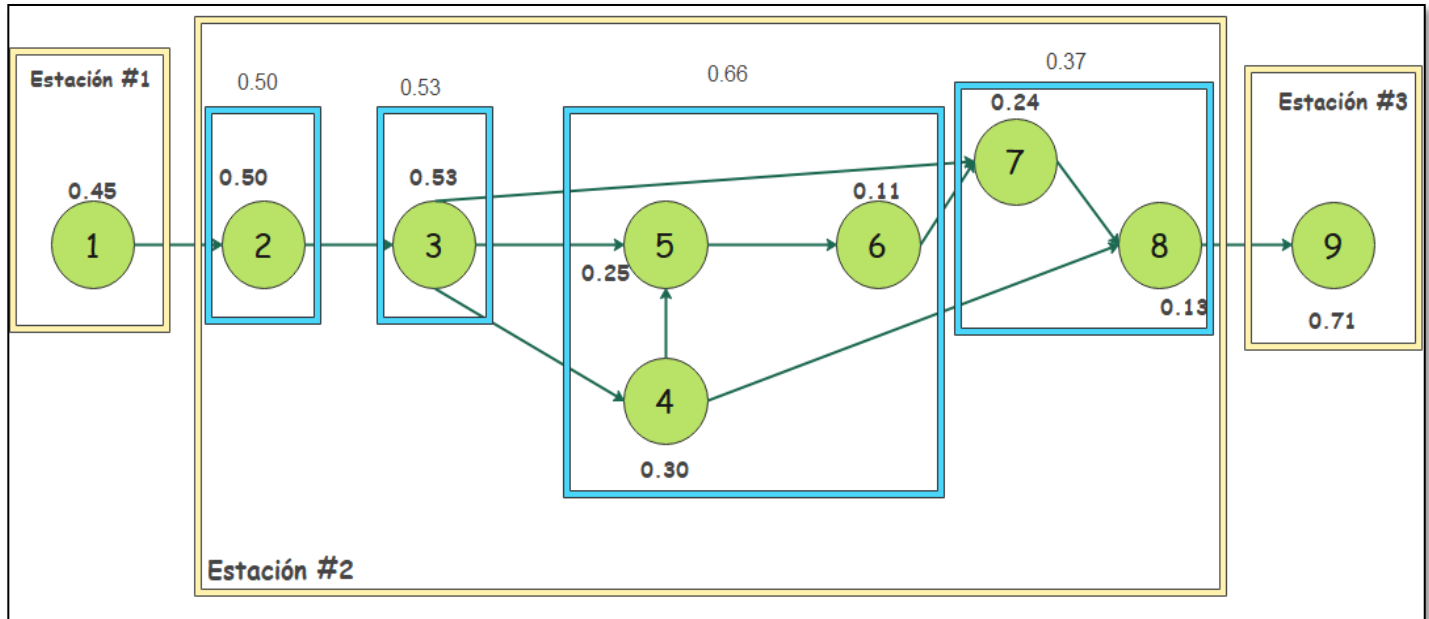
Estaciones	Tiempo estándar min/unid	N° de operarios teóricos	N° de operarios reales	Minuto estándar asignada	Tiempo acumulado
2	0.50	0.3	1	0.71	0.50
3	0.53	0.3	1	0.71	0.53
4	0.30	0.2	1	0.71	0.66
	0.25	0.2	1	0.71	
	0.11	0.1	1	0.71	
5	0.24	0.1	1	0.71	0.37
	0.13	0.1	1	0.71	
6	0.71	0.4	1	0.71	0.71
<b>Total:</b>	<b>3.22</b>		<b>9</b>		

*Nota: Se utiliza el cuello de botella como limitante respecto al resto de operaciones. Y se denota que, por el tiempo acumulado, es necesario de 5 estaciones, pues cumplen con el tiempo asignado al cuello de botella.*

Al asignar los elementos a las estaciones de trabajo, se realiza el cálculo del tiempo por a cada una de las estaciones, como se muestra en la tabla 26, mostrando también datos resaltados que por su tiempo de operación alcanzan el tiempo permisible designado por cada estación de trabajo, referente al tiempo del cuello de botella.

### Ilustración 5:

Diagrama de asignación de estaciones



Nota: En el diagrama se muestran 3 estaciones, sin embargo, en la estación 2, se muestra una subdivisión, esto se debe a que se tomó en cuenta en el la suma del tiempo acumulado, el cuello de botella, como limitante a 0.71 segundos.

La alternativa de solución del balanceo de la línea mediante la técnica utilizada, no viola los requerimientos de secuencia y agrupa las operaciones en 5 estaciones necesarias según el tiempo acumulado respecto a la limitante del cuello de botella. Cada estación utiliza el máximo tiempo disponible por estación que es del 0.71 minutos. Cabe destacar, que ninguna de las estaciones sobrepasa el tiempo máximo.

Luego de obtener los resultados en el balanceo de líneas, se calcula la eficiencia actual del taller.

*Cálculo de la eficiencia del taller JMK*

Eficiencia actual del taller

Meta propuesta: 210 piezas

Capacidad actual: 115 piezas

$$Eficiencia\ actual = \frac{Productividad\ actual}{Productividad\ propuesta} * 100\%$$

$$Eficiencia\ actual = \frac{115\ piezas}{210\ piezas} * 100\%$$

$$Eficiencia\ actual = 54.76\%$$

**Tabla 27:**

*Eficiencia actual del taller JMK*

<i>Meta propuesta</i>	<i>Meta actual</i>	<i>Eficiencia actual</i>
<i>210 piezas</i>	<i>115 piezas</i>	<i>54.76%</i>

*Nota: Para el cálculo de la eficiencia actual se hace uso de la ecuación 1.*

En los cálculos anteriores se aprecia el porcentaje de eficiencia que logra alcanzar la línea según su capacidad de producción de un 54.76%, que se podría decir que para este entonces el taller no tiene los operarios necesarios para cumplir con la meta propuesta. Al haberse aplicado el balance de líneas se hace comparación de la actual con la propuesta.

*Eficiencia dada al implementar el balance de la línea.*

Con los cálculos anteriores del balanceo propuesto y la eficiencia actual del taller, se procede a calcular la eficiencia del balanceo de línea, utilizando la ecuación siguiente:

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{Tiempo de operaciones}}{(\text{N}^\circ \text{ real de estaciones}) * (\text{Tiempo ciclo})} \quad \text{Ecuación 14}$$

$$Eficiencia = \frac{3.22 \text{ min}}{(3 \text{ estaciones}) * (1.60 \text{ min})}$$

$$Eficiencia = 67.08 \%$$

**Tabla 28:**

*Eficiencias antes y después del balanceo de líneas en el taller JMK*

<b>Comparación de eficiencias</b>	
<b>Eficiencia actual</b>	<b>Eficiencia al balancear la línea.</b>
<b>54.76%</b>	<b>67.08 %</b>

Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia con el balanceo calculado y tomando en cuenta el nivel de producción y el tiempo estándar, la eficiencia del taller aumentaría considerablemente del 54.76 % al 67.08%, siendo beneficioso para el taller, y que de este modo labore respecto a la productividad planteada; con una diferencia de 12.32%.



## Resultados de la simulación

La producción actual del taller de Confecciones JMK se desarrolla de la manera siguiente manera:

### Paso 1: Locaciones

Se toma como referencias básicas las operaciones de la línea confección de sudaderas ML01.

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	corete_de_tela	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Costura_en_manga	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	sobre_costura_en_manga	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	costura_en_costado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	costura_en_cuello	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	sobre_costura_en_cuello	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	ruedo_de_manga	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	ruedo_de_falda	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	talla_y_logo	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	almacenamiento	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	

### Paso 2: Entidades.

Se toman el material sujeto a transformarse durante el proceso de confección.

Icono	Nombre	Velocidad (mpm)	Estadist	Notas...
	capas_de_tela	50	Serie de tiempo	
	camisa	50	Serie de tiempo	

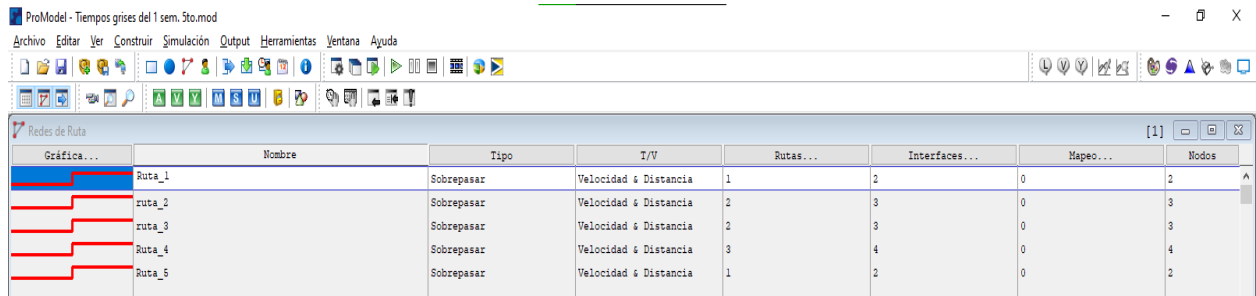
### Paso 3: Recursos

Se toman en cuenta los operarios que laboran en la línea de confección.

Icono	Nombre	Unidades	TMs...	Estadist	Especif. ...	Buscar...	Lógica...	Pts...	Notas...
	Operario_1	1	Ninguna	Por Unidad, Serie de Ruta_1, N1, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	Operario_2	1	Ninguna	Por Unidad, Serie de ruta_2, N1, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	Operario_3	1	Ninguna	Por Unidad, Serie de ruta_3, N1, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	Operario_4	1	Ninguna	Por Unidad, Serie de Ruta_4, N1, Rtn Home	Ninguna	0	1		
	Operario_5	1	Ninguna	Por Unidad, Serie de Ruta_5, N1, Rtn Home	Ninguna	0	1		

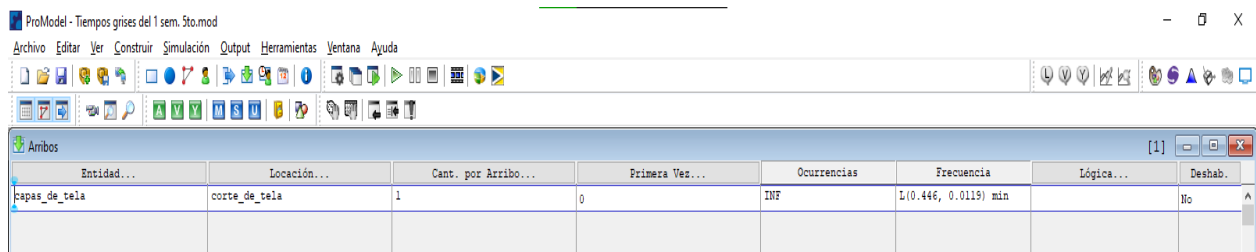
## Paso 4: Rutas.

Se trazan las líneas para establecer el recorrido de cada uno de los recursos.



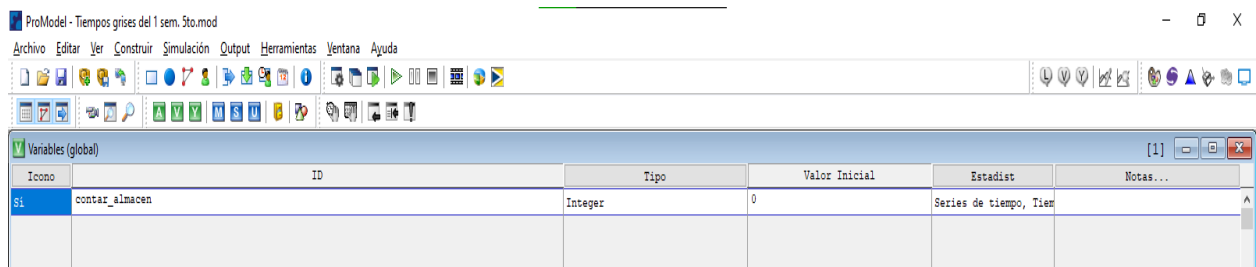
Gráfica...	Nombre	Tipo	T/V	Rutas...	Interfaces...	Mapeo...	Nodos
	Ruta_1	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	1	2	0	2
	ruta_2	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	2	3	0	3
	ruta_3	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	2	3	0	3
	Ruta_4	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	3	4	0	4
	Ruta_5	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	1	2	0	2

## Paso 5: Arribos



Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
capas_de_tela	corte_de_tela	1	0	INF	1/(0.446, 0.0119) min		No

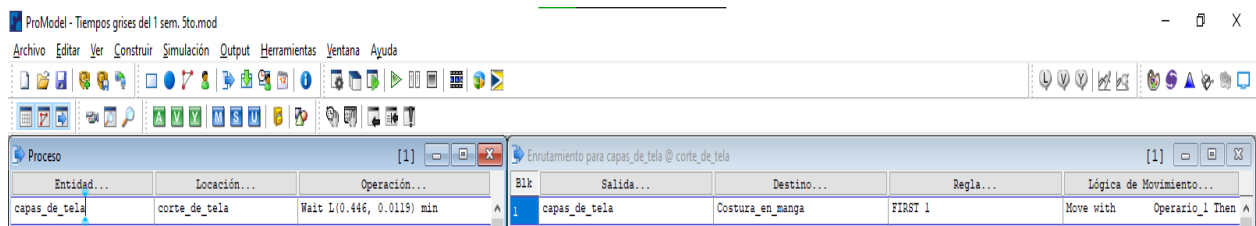
## Paso 6: Variables



Icono	ID	Tipo	Valor Inicial	Estadist	Notas...
SI	contar_almacen	Integer	0	Series de tiempo, Tien	

## Paso 7: Procesos

### Proceso 7.1.



Entidad...	Locación...	Operación...	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
capas_de_tela	corte_de_tela	Wait 1/(0.446, 0.0119) min	1 capas_de_tela	Costura_en_manga	FIRST 1	Move with Operario_1 Then

### Proceso 7.2

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corde_de_tela	Wait L(0.446, 0.0119) min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait L(0.503, 0.0181) min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	sobre_costura_en_manga	FIRST 1	Move With Operario_2 Then Free

### Proceso 7.3

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corde_de_tela	Wait L(0.446, 0.0119) min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait L(0.503, 0.0181) min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait L(0.531, 0.0151) min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	costura_en_costado	FIRST 1	Move With Operario_2 Then Free

### Proceso 7.4

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corde_de_tela	Wait L(0.446, 0.0119) min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait L(0.503, 0.0181) min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait L(0.531, 0.0151) min
camisa	costura_en_costado	Wait L(0.256, 0.0173) min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	costura_en_cuello	FIRST 1	Move With Operario_3 Then Free

### Proceso 7.5

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corde_de_tela	Wait L(0.446, 0.0119) min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait L(0.503, 0.0181) min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait L(0.531, 0.0151) min
camisa	costura_en_costado	Wait L(0.256, 0.0173) min
camisa	costura_en_cuello	Wait L(0.253, 0.0177) min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	sobre_costura_en_cuello	FIRST 1	Move With Operario_3 Then Free

### Proceso 7.6

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corde_de_tela	Wait L(0.446, 0.0119) min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait L(0.503, 0.0181) min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait L(0.531, 0.0151) min
camisa	costura_en_costado	Wait L(0.256, 0.0173) min
camisa	costura_en_cuello	Wait L(0.253, 0.0177) min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait L(0.107, 0.00768) min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	ruedo_de_manga	FIRST 1	Move With Operario_4 Then Free

### Proceso 7.7

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corde_de_tela	Wait L(0.446, 0.0119) min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait L(0.503, 0.0181) min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait L(0.531, 0.0151) min
camisa	costura_en_costado	Wait L(0.296, 0.0173) min
camisa	costura_en_cuello	Wait L(0.253, 0.0177) min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait L(0.107, 0.00768) min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	ruedo_de_manga	FIRST 1	Move With Operario_4 Then Free

### Proceso 7.8

Entidad...	Locación...	Operación...
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait L(0.531, 0.0151) min
camisa	costura_en_costado	Wait L(0.296, 0.0173) min
camisa	costura_en_cuello	Wait L(0.253, 0.0177) min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait L(0.107, 0.00768) min
camisa	ruedo_de_manga	Wait L(0.238, 0.0125) min
camisa	ruedo_de_falda	Wait L(0.153, 0.036) min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	talla_y_logos	FIRST 1	Move With Operario_4 Then Free

### Proceso 7.9

Entidad...	Locación...	Operación...
camisa	costura_en_costado	Wait L(0.296, 0.0173) min
camisa	costura_en_cuello	Wait L(0.253, 0.0177) min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait L(0.107, 0.00768) min
camisa	ruedo_de_manga	Wait L(0.238, 0.0125) min
camisa	ruedo_de_falda	Wait L(0.153, 0.036) min
camisa	talla_y_logos	Wait L(0.714, 0.0187) min

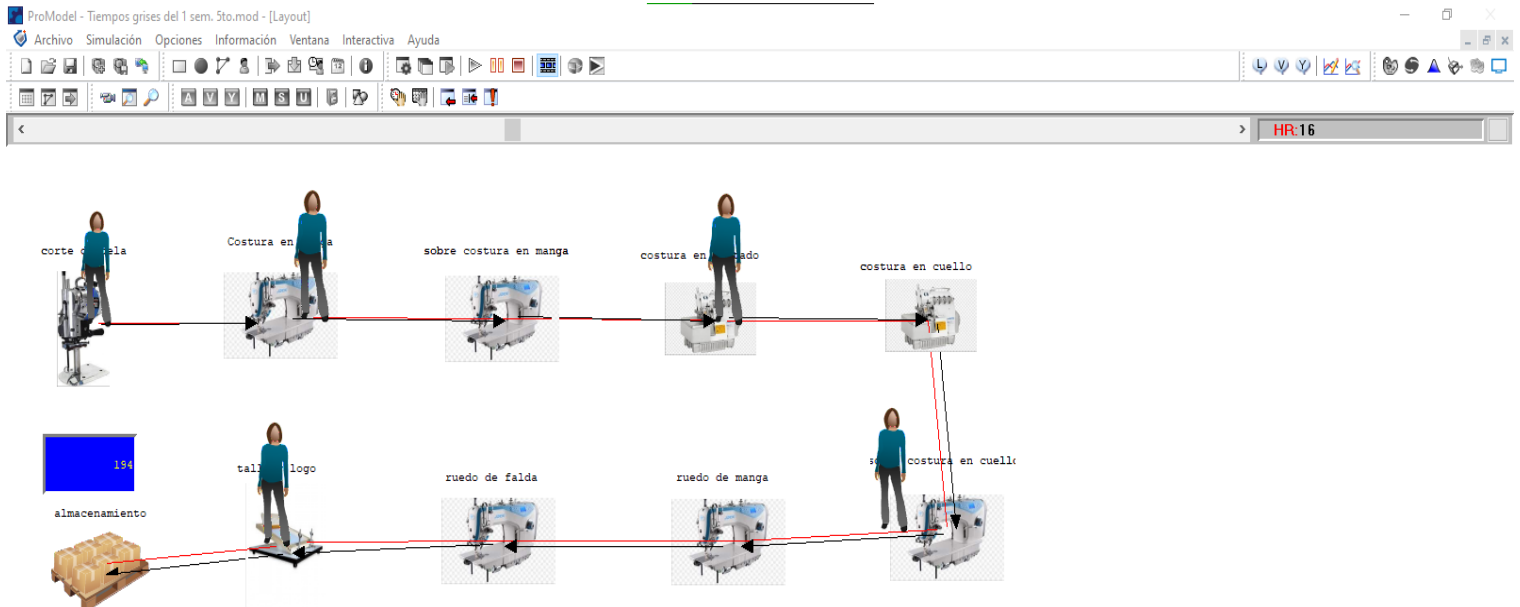
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	almacenamiento	FIRST 1	Move With Operario_5 Then Free

### Proceso 7.10

Entidad...	Locación...	Operación...
camisa	costura_en_cuello	Wait L(0.253, 0.0177) min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait L(0.107, 0.00768) min
camisa	ruedo_de_manga	Wait L(0.238, 0.0125) min
camisa	ruedo_de_falda	Wait L(0.153, 0.036) min
camisa	talla_y_logos	Wait L(0.714, 0.0187) min
camisa	almacenamiento	Wait 1.30 minInc contar_almacen, 1

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	EXIT	FIRST 1	

Layuot final del proceso.



Se ha programado la simulación por dos días laborales equivalentes a 16 horas.

*Comparación de resultados teóricos y datos de la simulación (Producción actual)*

Se analizaron algunos elementos de los resultados. Si se despliega en las tablas la opción resume de la variable. Muestra los resultados siguientes:

							Variable Resumen
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Hr)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio	
contar almacen	194.00	0.08	0.00	194.00	194.00	96.14	

La producción fue de 194 unidades, determinamos el error porcentual considerando este valor como el tiempo permisible máximo para validar que los resultados de la simulación sean los adecuados al sistema en estudio.

$$E = \frac{\text{Valor estimado} - \text{Valor real}}{\text{Valor Real}} * 100 \quad \text{Ecuación 15}$$

$$E = \frac{210 - 194}{194} * 100 = 8\%$$

Teniendo en cuenta los datos teóricos de la producción actual y los resultados del modelado del mismo, se encontró que el error porcentual corresponde a 8%.

Por lo que, tomando la producción planificada se deduce que se puede dar cumplimiento al lote de las 210 unidades.

*Locación resumen de las operaciones de confección.*

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
corte de tela	16.00	1.00	201.00	0.08	0.94	1.00	1.00	94.29	
Costura en manga	16.00	1.00	200.00	0.08	1.00	1.00	1.00	99.77	
sobre costura en manga	16.00	1.00	199.00	0.08	1.00	1.00	1.00	99.77	
costura en costado	16.00	1.00	198.00	0.08	1.00	1.00	1.00	99.67	
costura en cuello	16.00	1.00	197.00	0.08	1.00	1.00	1.00	99.68	
sobre costura en cuello	16.00	1.00	196.00	0.08	1.00	1.00	1.00	99.71	
ruedo de manga	16.00	1.00	195.00	0.04	0.51	1.00	0.00	51.04	
ruedo de falda	16.00	1.00	195.00	0.04	0.49	1.00	1.00	48.61	
talla y logo	16.00	1.00	194.00	0.01	0.15	1.00	0.00	14.50	
almacenamiento	16.00	1.00	194.00	0.02	0.27	1.00	0.00	26.68	

Según se muestra en la tabla resumen de locaciones, se encuentra que en la operación 9 hay una eficiencia real del 100% y en los resultados de la simulación da una utilización de 14.50%, por lo que es recomendado monitorear para validar la simulación. Con este modelo obtenemos una **productividad de 21.55 unidades/turno-operario.**

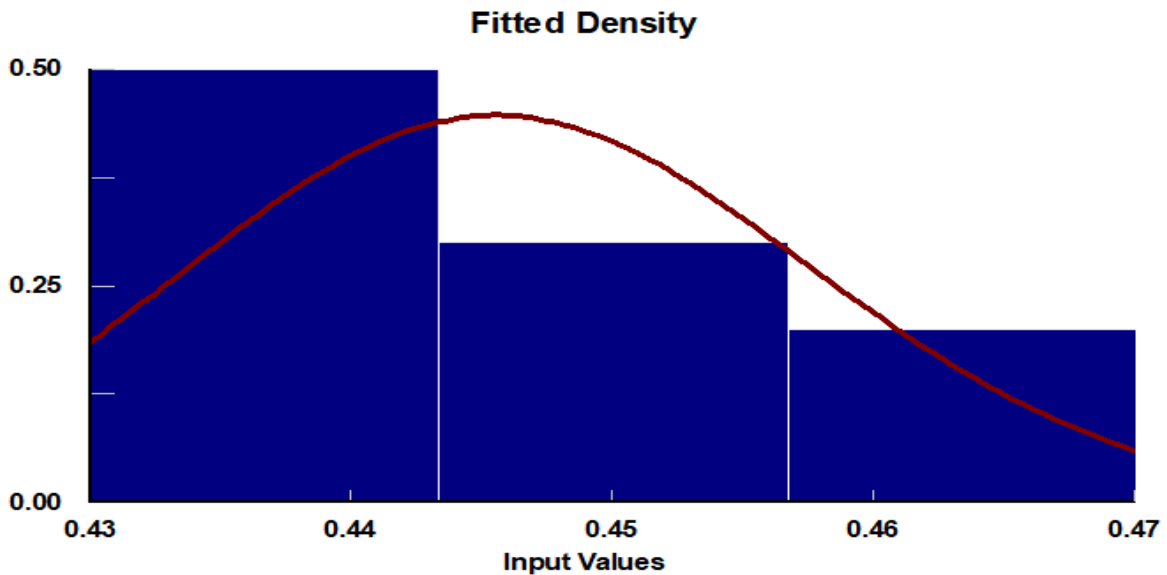
*Resultados en Stat Fit de la toma de tiempos en las operaciones.*

Para los resultados de la simulación que se presenta a continuación, se aplicó a dicha simulación la herramienta de Stat Fit, con el fin de representar la producción con tiempos aleatorios, pues no se trabaja hasta el momento con un tiempo estándar. Por lo que, se hace uso de esta ubicando 10 tomas de tiempos para la producción actual del taller JMK.

Estaciones de trabajo:

**Gráfico 2:**

*Toma de tiempo en Corte*



*Nota: la herramienta stat fit, muestra la gráfica de Pareto para los datos de la primera operación.*

Se muestra la primera operación de las estaciones de trabajo, las demás que lo complementan se encuentran en [anexos](#).

### Propuesta de mejora.

La producción con el análisis del balanceo de líneas en el taller de Confecciones JMK se desarrolla de la manera siguiente manera:

#### Paso 1: Locaciones

Se toma como referencias básicas las operaciones de la línea confección de sudaderas ML01.

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	Tiempo	Estadist	Reglas...	Notas...
	corte_de_tela	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Costura_en_manga	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	sobre_costura_en_manga	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	costura_en_costado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	costura_en_cuello	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	sobre_costura_en_cuello	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	ruedo_de_manga	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	ruedo_de_falda	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	talla_y_logo	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	almacenamiento	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	linea_1	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	linea_2	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	linea_3	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	linea_4	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	linea_5	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	linea_6	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	linea_7	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	linea_8	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	linea_9	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	

#### Paso 2: Entidades.

Se toman el material sujeto a transformarse durante el proceso de confección.

Icono	Nombre	Velocidad (rpm)	Estadist	Notas...
	capas_de_tela	60	Serie de tiempo	
	camisa	60	Serie de tiempo	

#### Paso 3: Arribos

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
capas_de_tela	corte_de_tela	1	0	INF	0.71 min		No



## Paso 4: Variables

Icono	ID	Tipo	Valor Inicial	Estadist	Notas...
Si	contar_almacen	Integer	0	Series de tiempo, Tien	

## Paso 5: Proceso y enrutamiento.

### Proceso 5.1

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corte_de_tela	Wait 0.71 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	capas_de_tela	Costura_en_manga	FIRST 1	Move For 0.10 min

### Proceso 5.2

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corte_de_tela	Wait 0.71 min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait 0.71 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	sobre_costura_en_manga	FIRST 1	Move For 0.10 min

### Proceso 5.3

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corte_de_tela	Wait 0.71 min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait 0.71 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	costura_en_costado	FIRST 1	Move For 0.10 min

### Proceso 5.4

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corte_de_tela	Wait 0.71 min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_costado	Wait 0.71 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	costura_en_cuello	FIRST 1	Move For 0.10 min

### Proceso 5.5

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corte_de_tela	Wait 0.71 min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_costado	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_cuello	Wait 0.71 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	sobre_costura_en_cuello	FIRST 1	Move For 0.10 min

### Proceso 5.6

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	corete_de_tela	Wait 0.71 min
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_costado	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait 0.71 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	ruedo_de_manga	FIRST 1	Move For 0.10 min

### Proceso 5.7

Entidad...	Locación...	Operación...
capas_de_tela	Costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_costado	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	ruedo_de_manga	Wait 0.71 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	ruedo_de_falda	FIRST 1	Move For 0.10 min

### Proceso 5.8

Entidad...	Locación...	Operación...
camisa	sobre_costura_en_manga	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_costado	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	ruedo_de_manga	Wait 0.71 min
camisa	ruedo_de_falda	Wait 0.71 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	talla_y_logos	FIRST 1	Move For 0.10 min

### Proceso 5.9

Entidad...	Locación...	Operación...
camisa	costura_en_costado	Wait 0.71 min
camisa	costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	ruedo_de_manga	Wait 0.71 min
camisa	ruedo_de_falda	Wait 0.71 min
camisa	talla_y_logos	Wait 0.71 min

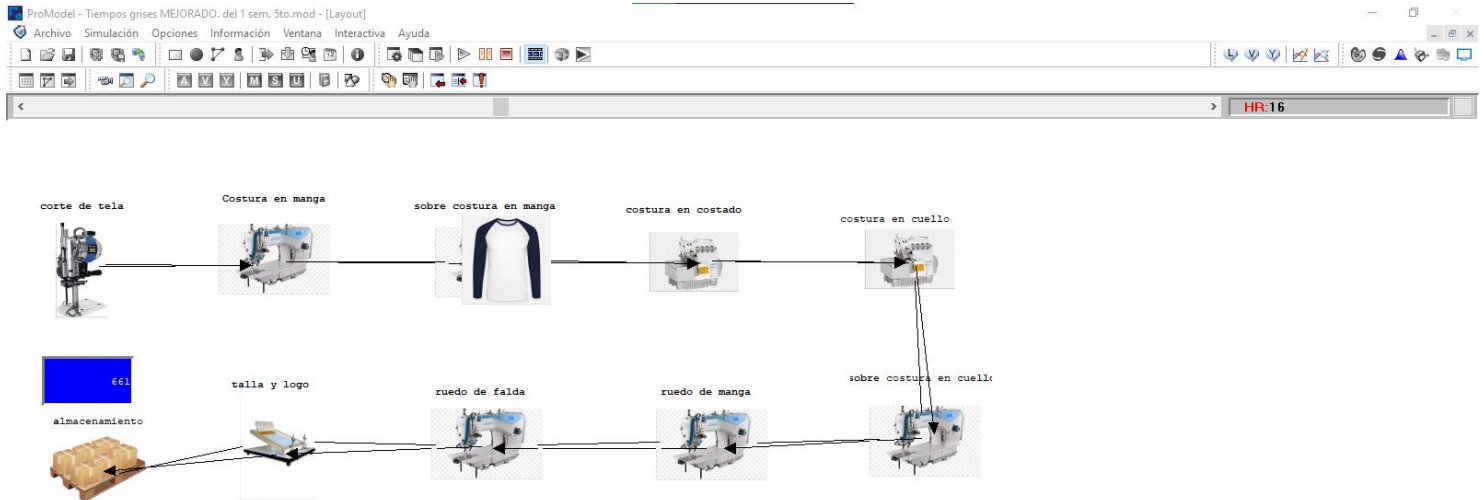
Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	almacenamiento	FIRST 1	move For 0.10 min

### Proceso 5.10

Entidad...	Locación...	Operación...
camisa	costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	sobre_costura_en_cuello	Wait 0.71 min
camisa	ruedo_de_manga	Wait 0.71 min
camisa	ruedo_de_falda	Wait 0.71 min
camisa	talla_y_logos	Wait 0.71 min
camisa	almacenamiento	Wait 1.30 min Inc contar_almacen, 1

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	camisa	EXIT	FIRST 1	

Layuot final del proceso.



Comparación de resultados teóricos y datos de la simulación (Producción mejorada)

Analizando los resultados en la variable resumen, nos muestra los resultados siguientes:

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Hr)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
contar almacén	661.00	0.02	0.00	661.00	661.00	327.69

La producción fue de 661, cada una de ellas con un tiempo promedio de salida de 0.02 horas.

Tomando las producciones planificadas se infiere que se puede dar cumplimiento al pedido de 661 unidades. Si se analiza el resumen de los valores, se obtiene los siguientes valores.

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
corte de tela	16.00	1.00	667.00	0.01	0.50	1.00	0.00	50.03	
Costura en manga	16.00	1.00	667.00	0.01	0.50	1.00	1.00	49.96	
sobre costura en manga	16.00	1.00	666.00	0.01	0.50	1.00	0.00	49.95	
costura en costado	16.00	1.00	665.00	0.01	0.50	1.00	0.00	49.88	
costura en cuello	16.00	1.00	665.00	0.01	0.50	1.00	1.00	49.85	
sobre costura en cuello	16.00	1.00	664.00	0.01	0.50	1.00	0.00	49.80	
ruedo de manga	16.00	1.00	664.00	0.01	0.50	1.00	1.00	49.75	
ruedo de falda	16.00	1.00	663.00	0.01	0.50	1.00	0.00	49.73	
talla y logo	16.00	1.00	663.00	0.01	0.50	1.00	1.00	49.65	
almacenamiento	16.00	1.00	662.00	0.02	0.91	1.00	1.00	90.95	
línea 1	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
línea 2	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
línea 3	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
línea 4	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
línea 5	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
línea 6	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
línea 7	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
línea 8	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
línea 9	16.00	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Se obtuvo una **productividad** del modelo propuesto **73.44 unidades/turno-operario**.

### Error porcentual

$$E = \frac{\text{Valor estimado} - \text{Valor real}}{\text{Valor Real}} * 100$$

$$E = \frac{672 - 661}{661} * 100 = 1.6\%$$

Teniendo en cuenta los datos teóricos de la producción actual y los resultados del modelado del mismo, se encontró que el error porcentual corresponde a 1.6% (Se hace uso de la ecuación 15).

## Capítulo V: Disposiciones finales

### Conclusiones

El estudio titulado ***“Mejora para el proceso de elaboración de sudaderas estilo ML01, en PYME Confecciones JMK ubicado en el departamento de Masaya, en el tercer trimestre del año 2022”***, se concluye que, por medio del cursograma analítico, se alcanzó a describir y detallar las diferentes operaciones de confección de sudaderas estilo ML01, mismos datos tomados como base para el desglose de las actividades siguientes para los cálculos de tiempos.

Se identificó la situación actual de la PYME en primera instancia de forma general, y la problemática observada de sus procesos, evaluada primeramente con la ley de Pareto 80/20, identificando los fallos en la producción y mostrando las causas con el diagrama Ishikawa. Alternando soluciones para control de fallos frecuentes y facilitando referencias para posibles propuestas de mejoras.

Consecutivamente, se hizo registro de las tomas de tiempo, siendo estos datos base para los cálculos del tiempo estándar de confección de una sudadera completa estilo ML01, dando como resultado a **3.38 minutos** por pieza, en este tiempo ya se ha incluido los suplementos necesarios para los trabajadores.

Respecto a la propuesta de mejora se plantea lo siguiente:

Se realizó una matriz de planificación conocida como 5W+2H, con el fin mantener el objetivo claro y preciso desde principio a fin.

Los resultados de la distribución de planta, son obtenidos con el programa Corelap, que facilitó en reordenar las estaciones trabajo por su orden de importancia, con el espacio requerido por estación y mostrando propuesta de modelo modificado según los requerimientos.

El balanceo de línea según datos, propone agrupar los puestos de trabajo en 3 estaciones con el fin de aumentar la eficiencia; y haciendo la comparación, la eficiencia con el balanceo calculado y tomando en cuenta el nivel de producción y el tiempo estándar, la eficiencia del taller aumentaría considerablemente en un **12.32%**.

La simulación de productividad, muestra dos, la primera consiste en como labora actualmente y la segunda como debería para aumentar su índice de productividad. Por lo que, en la actual la productividad es de **21.55 unidades/turno-operario** y en la propuesta ascendería a un **73.44 unidades/turno-operario**, con un error porcentual a 1.6%.

## Recomendaciones

1. Implementar el tiempo estándar calculado, con el objetivo de alcanzar un mayor índice de eficiencia, según el balanceo o mayor a este, y eleve sus lotes de producción en el tiempo estimado por pieza. El impacto será positivo pues aumentará la competencia respecto a otros del mismo rubro, añadiendo los beneficios propios del taller y el mismo propietario.
2. Llevar a cabo los cambios propuestos en la distribución de planta, manteniendo un flujo continuo de las operaciones en el proceso de confección de las sudaderas estilo ML01.
3. Separar los puestos de trabajos en las 3 estaciones recomendadas por el balanceo de línea no solo por orden, sino por el flujo y la eficiencia del proceso por parte de los operarios.
4. Capacitar e informar a todos los operarios con el fin de que todos se acoplen de los cambios internos del taller, pues es necesario que conozcan y se ajusten al reordenamiento de la planta y su disposición.

## Referencias bibliográficas

- 9001, I. (2013). *Sistemas de Gestión de la Calidad según ISO 9001*. Obtenido de <https://iso9001calidad.com/conclusiones-finales-293.html>
- Allen Orlys, E. J. (03 de 2013). Obtenido de Monografías.com: <https://www.monografias.com>
- Álvarez, A. (noviembre de 2014). *Tiempo de ciclo*. Obtenido de <https://qe2ingenieria.com/blog/tiempo-de-ciclo>
- Anónimo. (Agosto de 2016). Obtenido de <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>
- Anónimo. (12 de 2018). *resultae*. Obtenido de <https://www.resultae.com/2018/12/21/calculo-del-tiempo-estandar-en-el-proceso-de-produccion/>
- Anónimo. (2022). *Muestreo aleatorio Sistemático*.
- Avendaño, A. K. (21 de febrero de 2011). Obtenido de Simulación de procesos empresariales: <https://simulaciondeprocesosempresariales9.wordpress.com/category/a-historia-de-la-simulacion/>
- Ávila, R. (27 de marzo de 2015). *5W2H Plan de Acción*. Obtenido de [https://www.academia.edu/42075348/Matriz\\_5W2H](https://www.academia.edu/42075348/Matriz_5W2H)
- Cajal, A. (15 de abril de 2021). *Distribución de planta*. Obtenido de Lifeder.: <https://www.lifeder.com/distribucion-de-planta/>
- Calderón. (27 de 01 de 2020). Obtenido de Desviación Estándar – Diccionario Jurídico y Social | Enciclopedia: <https://diccionario.leyderecho.org/desviacion-estandar/>
- Carmen, S. N. (marzo de 2011). *Métodos y tiempos*. Obtenido de El estudio del trabajo para la productividad.: Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>
- Chavarría, R. d. (26 de sep de 2014). *Centro Nacional de Diseño y Patronaje para la industria textil y de confección*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6299>
- Diego Peña, Á. N. (25 de julio de 2016). Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84950585006.pdf>
- Estacio, C. (octubre de 2011). Obtenido de Métodos de trabajo: <http://metodostrabajo.blogspot.com>
- Galán, J. S. (17 de Julio de 2018). Obtenido de Manufactura: <https://economipedia.com/definiciones/manufactura.html>



- García Criollo, R. (2005). Obtenido de Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo (Segunda ed.). MC Graw Hill.:  
<https://www.ingenioempresa.com/tecnica-del-interrogatorio/>
- Gardey., J. P. (2012). *Definicion de productividad*. Obtenido de  
<https://definicion.de/productividad/>
- Gascó, T. (05 de 02 de 2019). Obtenido de Definición de Coeficiente de variación:  
<https://www.economiasimple.net/>
- Gil, V. A. (2015). Obtenido de Propuesta de mejora a la línea de confección de camisetas de la empresa XYZ:  
[https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/78686/1/propuesta\\_mejora\\_linea.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78686/1/propuesta_mejora_linea.pdf)
- Guevara, S. R. (2021). Obtenido de Diferencia entre las desviaciones estándar de una muestra y una población.
- IONOS. (02 de 09 de 2020). Obtenido de IONOS, :  
<https://www.ionos.es/startupguide/productividad/diagrama-de-ishikawa/>
- Laoyan, S. (agosto de 2022). *asana*. Obtenido de  
<https://asana.com/es/resources/pareto-principle-80-20-rule>
- López, B. S. (junio de 2019). Obtenido de Valoración del ritmo de trabajo:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/valoracion-del-ritmo-de-trabajo/>
- López, B. S. (25 de junio de 2019). *Estudio de tiempos*. Obtenido de  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>
- López, B. S. (2021). Obtenido de Estudio del trabajo: Recuperado de:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/estudio-del-trabajo/>
- López, C. (11 de junio de 2020). *gestiopolis* . Obtenido de El estudio de tiempos y movimientos. Qué es, origen, objetivos y características: Recuperado de  
<https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>
- Merino, J. P. (2022). Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/simulacion/>
- Miño, M. S. (febrero de 2019). Obtenido de Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro:  
<https://www.redalyc.org/journal/3604/360459575002/html/>
- Navarro, C. (23 de abril de 2016). Obtenido de Prezi:  
<https://prezi.com/u7owo583vpvx/matriz-5w2h/>
- Pérez Sotero, S. (. (2022). Obtenido de interempresas: <https://www.interempresas.net/>

- Porporatto, M. (2022). Obtenido de Que significado:  
<https://quesignificado.com/diagrama-de-ishikawa/>
- Raffino, M. E. (29 de agos de 20). "*Industria Textil*". Obtenido de  
<https://concepto.de/industria-textil/>.
- Raffino, M. E. (29 de agos de 2020). "*Industria Textil*". Obtenido de  
<https://concepto.de/industria-textil/>.
- Rodriguez, V. B. (31 de 05 de 2011). *Métodos de distribución de planta craft aldep y corelap*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/metodos-de-distribucion-de-planta-craft-aldep-y-corelap.html>
- Salazar, B. (junio de 2019). Obtenido de Suplementos del estudio de tiempo:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/wp-content/uploads/2019/06/MC-54.png>
- Salazar, B. (junio de 2019). *Balanceo de línea*. Obtenido de  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/>
- Salazar, B. (2022). Obtenido de Estudio de Tiempo:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com>
- Salazar, B. (2022). Obtenido de Ingeniería Industrial:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com>
- Santillán, B. (05 de Septiembre de 2015). *Estudio del trabajo II*. Obtenido de Sistema Westinghouse: <http://ingeniero-brenda-santillan.blogspot.com>
- Sotelo, M. G. (25 de 04 de 2019). SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO. Managua, Nicaragua. Obtenido de SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO.
- Souza, I. d. (20 de julio de 2019). Obtenido de rockcontent:  
<https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/>
- UPIICSA. (2022). Obtenido de UPIICSA: Recuperado de:  
<http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/>
- William Ordóñez Alcántara, J. T. (02 de 2014). Obtenido de ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA:  
[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5287/ORDO%c3%91EZ\\_WILLIAM\\_ANALISIS\\_MEJORA\\_PROCESOS\\_EMPRESA\\_TEXTIL\\_METODOLOGIA\\_DMAIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5287/ORDO%c3%91EZ_WILLIAM_ANALISIS_MEJORA_PROCESOS_EMPRESA_TEXTIL_METODOLOGIA_DMAIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Anexos.

Cronograma de actividad de Protocolo de investigación 1.

Imagen 7:

Parte 1. Cronograma de protocolo de investigación

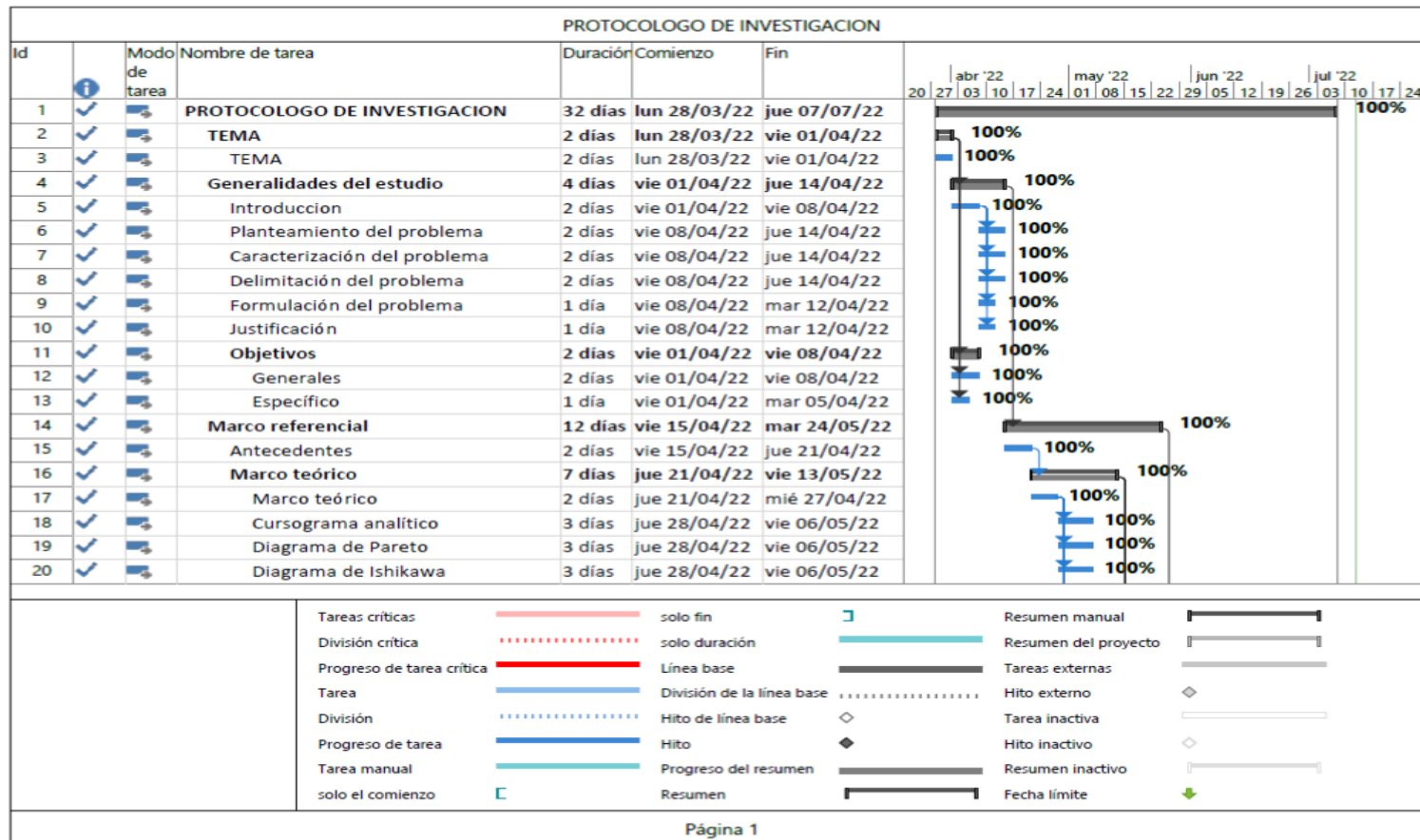
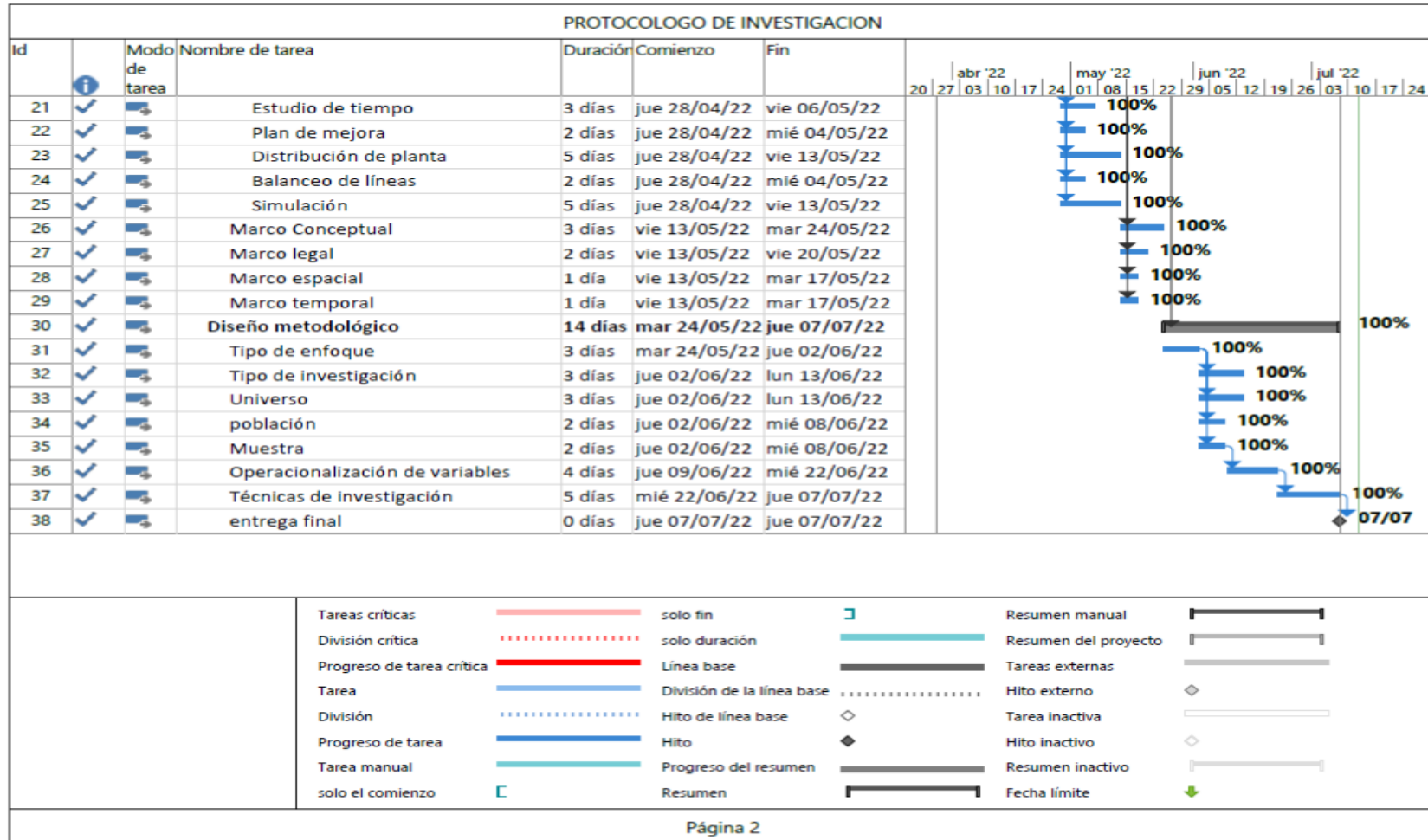


Imagen 8:

Monografía de Graduación

Parte 2. Protocolo de investigación



Nota: Se realiza el diagrama de Gantt, como planificación de la redacción del paso a paso del protocolo de investigación.

Cronograma de actividad de la monografía 2.

Imagen 9:

Parte 1. Cronograma de actividad monográfica

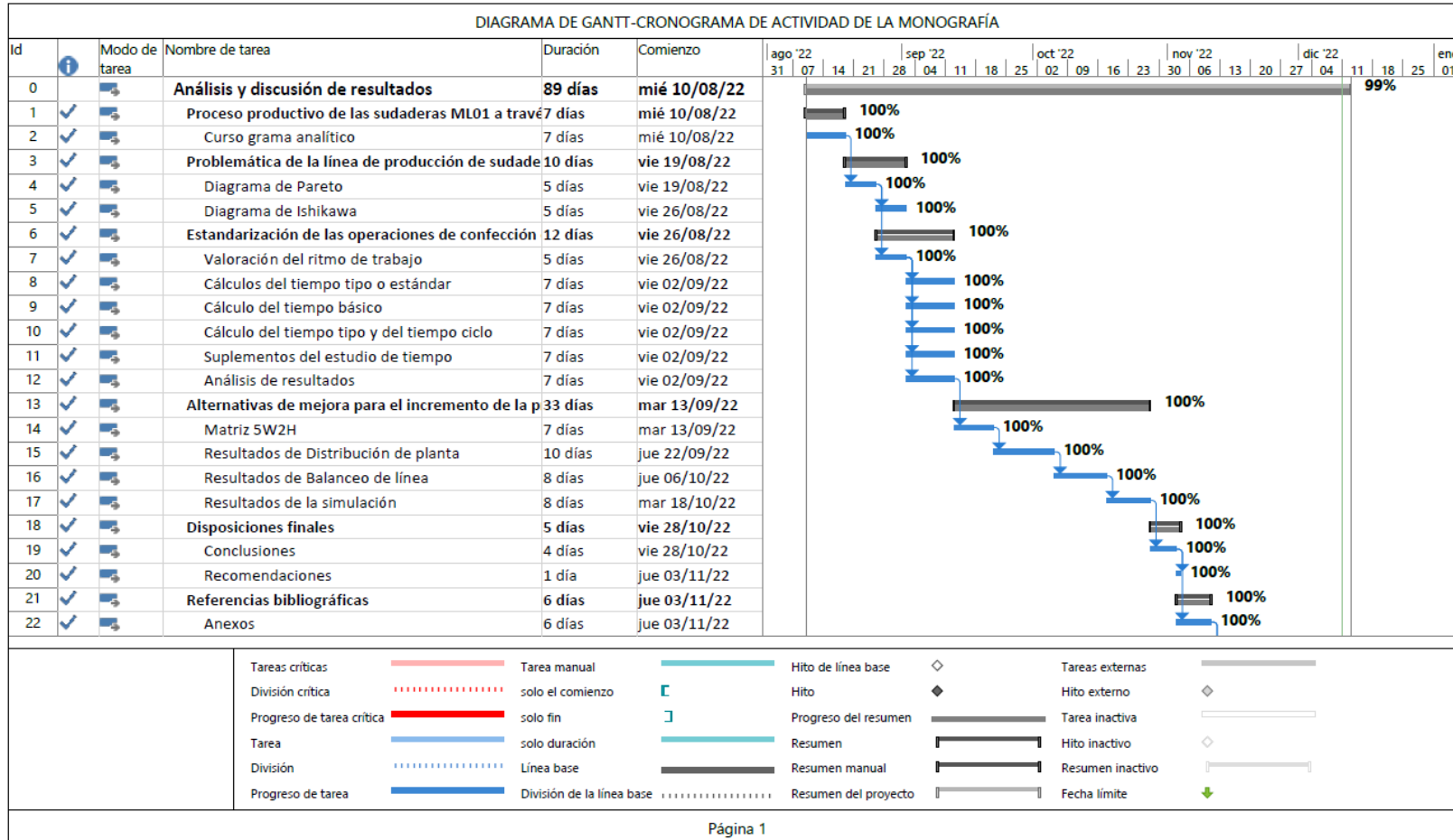
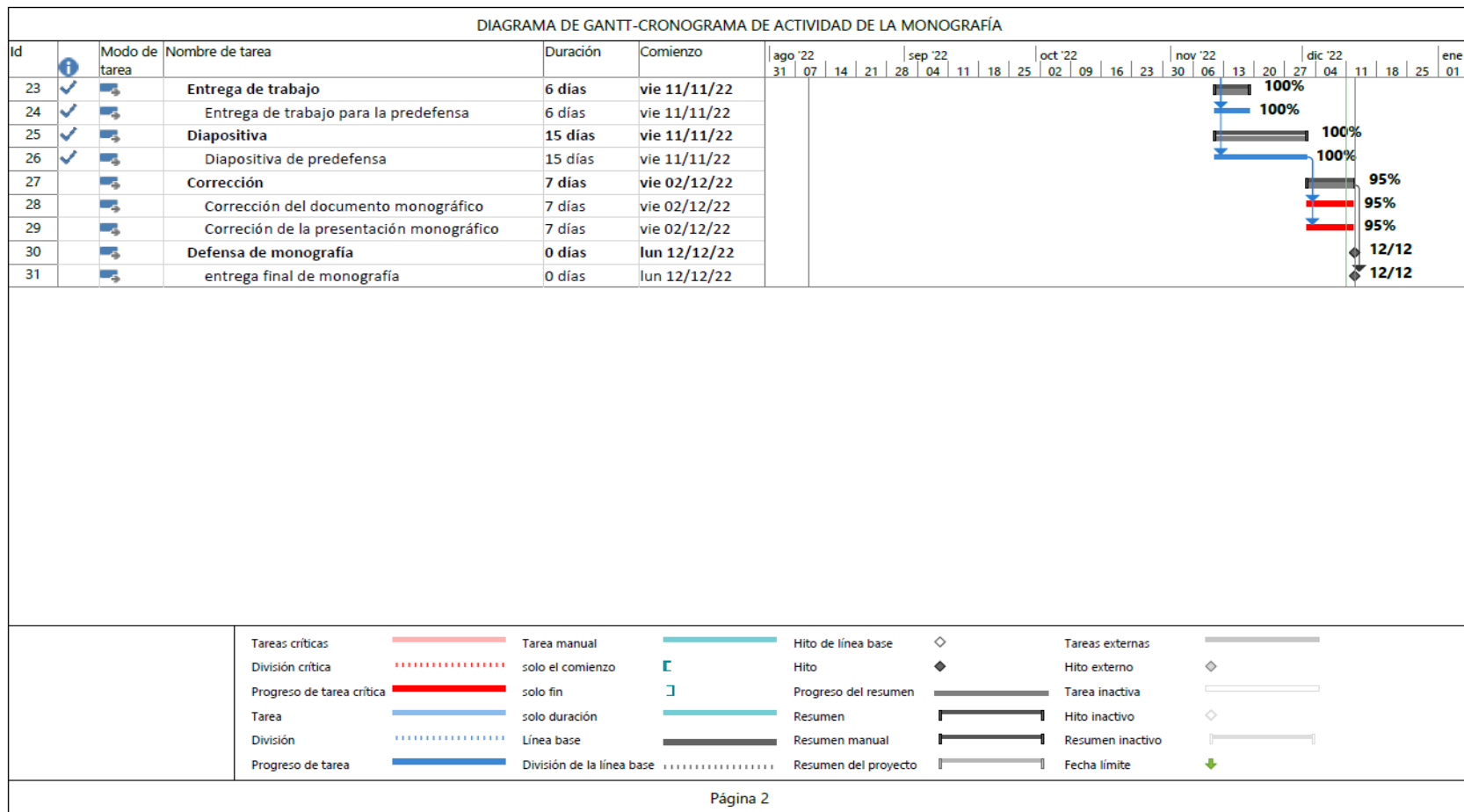


Imagen 10:

Parte 2. Actividad monográfica

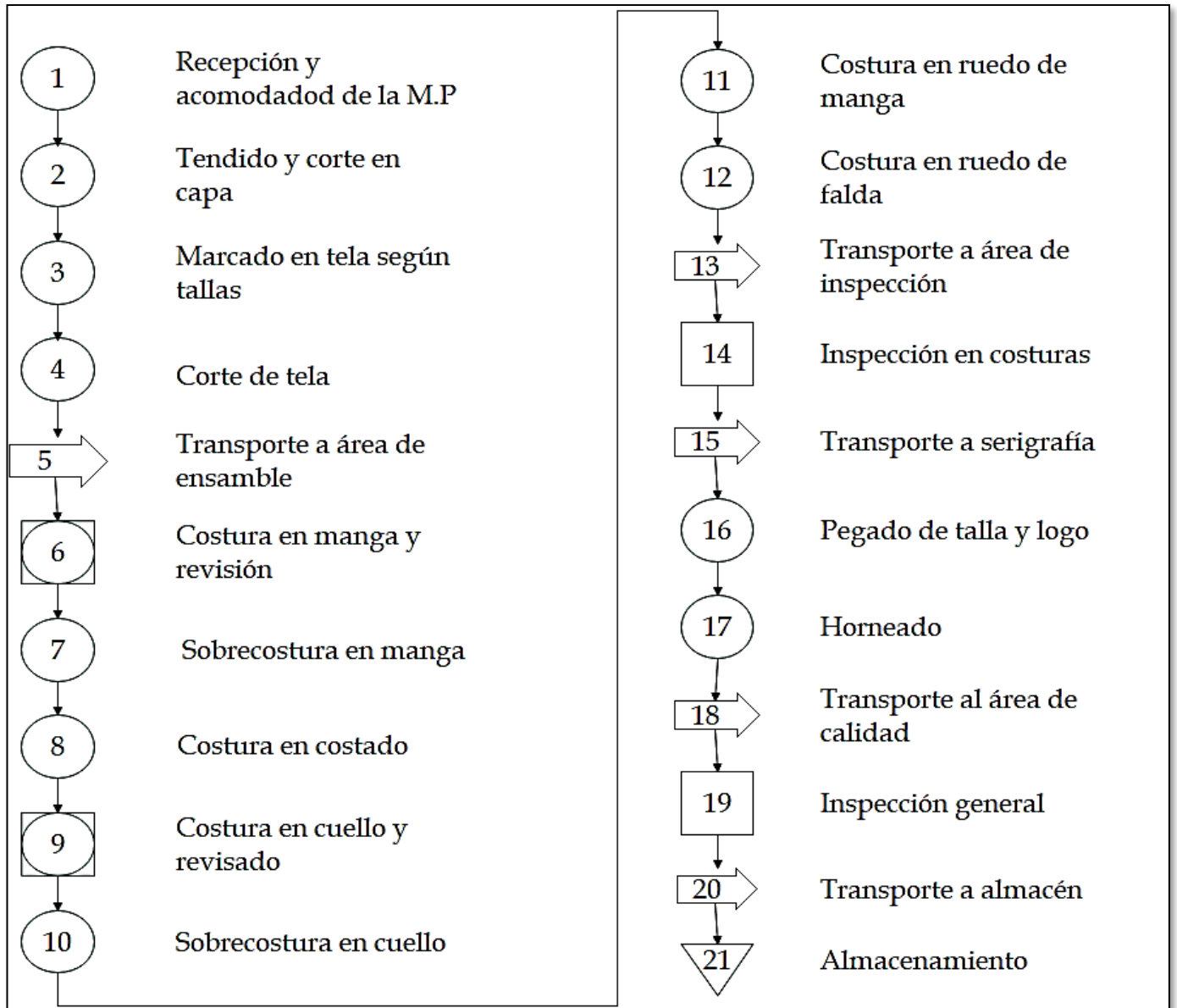


Nota: Se realiza el diagrama de Gantt, como planificación de la redacción del paso a paso del documento monográfico.

Flujograma de operaciones.

**Ilustración 6:**

Flujograma de operaciones de confección del estilo ML01



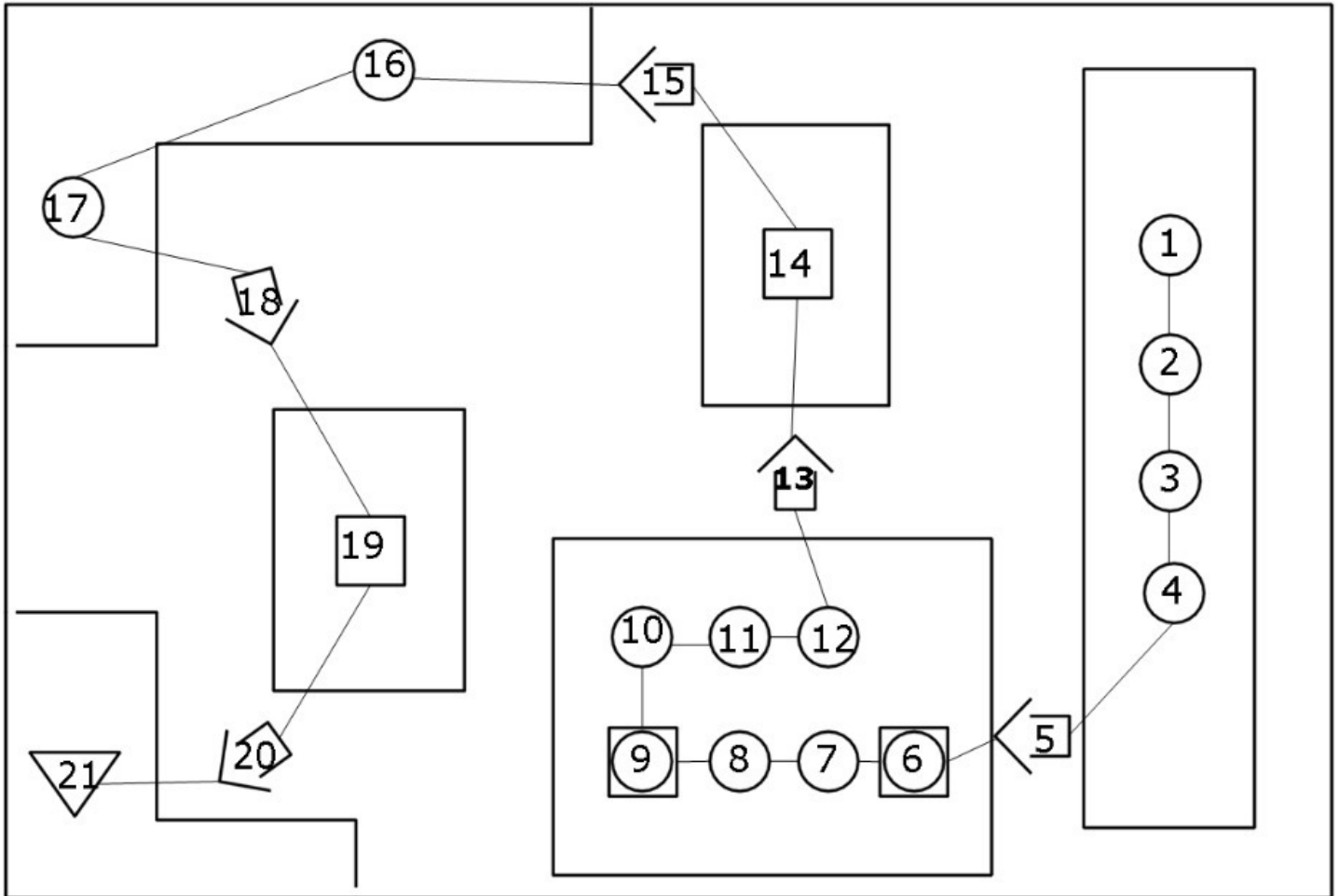
Nota: Utilizado como base para realizar el cursograma analítico de operaciones.



Diagrama de recorrido

Imagen 11:

Diagrama de recorrido propuesto.



Nota: Diagrama de recorrido propuesto, tomando como referencia el diagrama de flujo.



Toma de tiempos

**Tabla 29:**

*Tiempos observados durante el proceso de confección.*

<b>Tiempos observados</b>												
<b>Operación</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>T. SUMADO</b>	<b>T. promedio min</b>
Corte de tela	0.45	0.43	0.44	0.46	0.45	0.44	0.47	0.45	0.43	0.44	4.46	0.45
Costura en manga	0.51	0.49	0.50	0.52	0.50	0.48	0.52	0.51	0.53	0.47	5.03	0.50
Sobre costura en manga	0.55	0.53	0.54	0.52	0.55	0.51	0.53	0.52	0.51	0.55	5.31	0.53
Costura en costado	0.28	0.29	0.31	0.28	0.31	0.29	0.27	0.29	0.33	0.31	2.96	0.30
Costura en cuello	0.26	0.24	0.26	0.29	0.25	0.23	0.24	0.23	0.27	0.26	2.53	0.25
Sobrecostura en cuello	0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.10	0.11	0.12	0.10	0.10	1.07	0.11
Ruedo de manga	0.23	0.24	0.25	0.22	0.24	0.23	0.25	0.26	0.24	0.22	2.38	0.24
Ruedo de falda	0.13	0.14	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.16	0.13	0.13	1.33	0.13
Talla y logo	0.73	0.74	0.71	0.73	0.70	0.69	0.72	0.71	0.73	0.68	7.14	0.71

*Nota: Toma de tiempos observados, 10 por cada operación, detallando el tiempo sumado de las observaciones por operación y calculando los tiempos promedios, que fueron de utilidad para la estandarización del tiempo por cada operación y para los cálculos del balanceo de líneas. De igual manera para la simulación con el fin de calcular el índice de productividad y la eficiencia obtenida con la propuesta de mejora.*

Cálculo del coeficiente de variación.

**Tabla 30:**

*Cálculo del coeficiente de variación por cada operación.*

	Operaciones								
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
<b>Tamaño de la muestra</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Desviación estándar</b>	0.012	0.018	0.015	0.017	0.018	0.008	0.012	0.011	0.019
<b>Nivel de confianza</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
<b>Error permisible</b>	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
<b><math>\mu</math> (Media)</b>	0.45	0.50	0.53	0.30	0.25	0.11	0.24	0.13	0.71
<b>Coeficiente de variación</b>	3%	4%	3%	6%	7%	7%	5%	8%	3%

*Nota: El cálculo del coeficiente de variación se realizó con el fin de conocer si los datos con los que se trabaja están dentro del rango permisible para proceder con los cálculos del estudio sujeto a investigación para alternar propuestas de mejora. Cabe destacar que por ser el resultado bajo está en los estándares permitidos. La ecuación 8, fue la que se utilizó para obtener tales resultados por cada operación.*

**Tabla 31:**

*Tabla resumen de los cálculos por operaciones de la desviación estándar.*

Resultados obtenidos												Suma	DE
<b>Op. #1</b>	Dato (x)	0.45	0.43	0.44	0.46	0.45	0.44	0.47	0.45	0.43	0.44		
	$ x-\mu ^2$	0.0000	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0003	0.0000	0.0014	0.0120

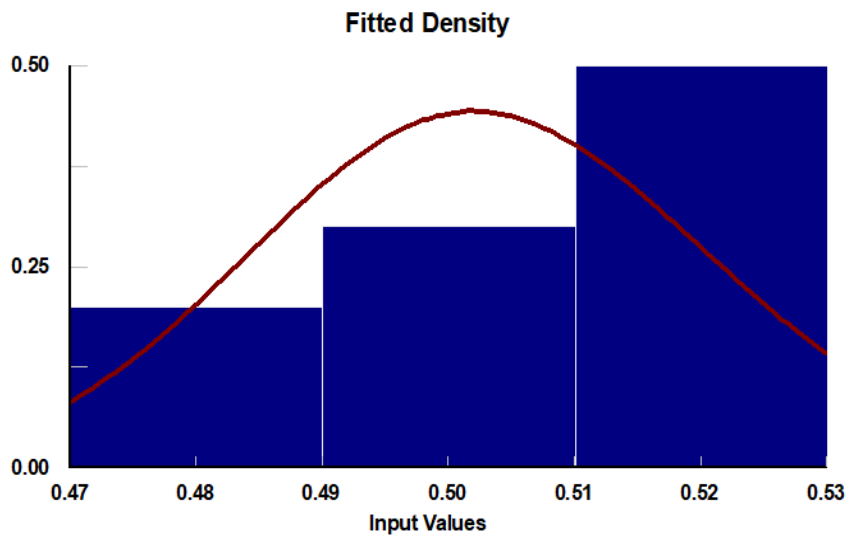
Resultados obtenidos												Suma	DE
Op. #2	Dato (x)	0.51	0.49	0.50	0.52	0.50	0.48	0.52	0.51	0.53	0.47		
	$ x-\mu ^2$	0.0000	0.0002	0.0000	0.0003	0.0000	0.0005	0.0003	0.0000	0.0007	0.0011	0.0032	0.0179
Op. #3	Dato (x)	0.55	0.53	0.54	0.52	0.55	0.51	0.53	0.52	0.51	0.55		
	$ x-\mu ^2$	0.0004	0.0000	0.0001	0.0001	0.0004	0.0004	0.0000	0.0001	0.0004	0.0004	0.0023	0.0151
Op. #4	Dato (x)	0.28	0.29	0.31	0.28	0.31	0.29	0.27	0.29	0.33	0.31		
	$ x-\mu ^2$	0.0003	0.0000	0.0002	0.0003	0.0002	0.0000	0.0007	0.0000	0.0012	0.0002	0.0030	0.0174
Op. #5	Dato (x)	0.26	0.24	0.26	0.29	0.25	0.23	0.24	0.23	0.27	0.26		
	$ x-\mu ^2$	0.0000	0.0002	0.0000	0.0014	0.0000	0.0005	0.0002	0.0005	0.0003	0.0000	0.0032	0.0179
Op. #6	Dato (x)	0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.10	0.11	0.12	0.10	0.10		
	$ x-\mu ^2$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0006	0.0078
Op. #7	Dato (x)	0.23	0.24	0.25	0.22	0.24	0.23	0.25	0.26	0.24	0.22		
	$ x-\mu ^2$	0.0001	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0005	0.0000	0.0003	0.0016	0.0125
Op. #8	Dato (x)	0.13	0.14	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.16	0.13	0.13		
	$ x-\mu ^2$	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0012	0.0110
Op. #9	Dato (x)	0.73	0.74	0.71	0.73	0.7	0.69	0.72	0.71	0.73	0.68		
	$ x-\mu ^2$	0.0003	0.0007	0.0000	0.0003	0.0002	0.0006	0.0000	0.0000	0.0003	0.0012	0.0034	0.0185

*Nota: Para la obtención de los resultados se hizo uso de la ecuación 6 y ecuación 7, que corresponde al cálculo de la media y la de desviación estándar respectivamente.*

Resultados en Stat Fit de la toma de tiempos en las operaciones a partir de la segunda operación.

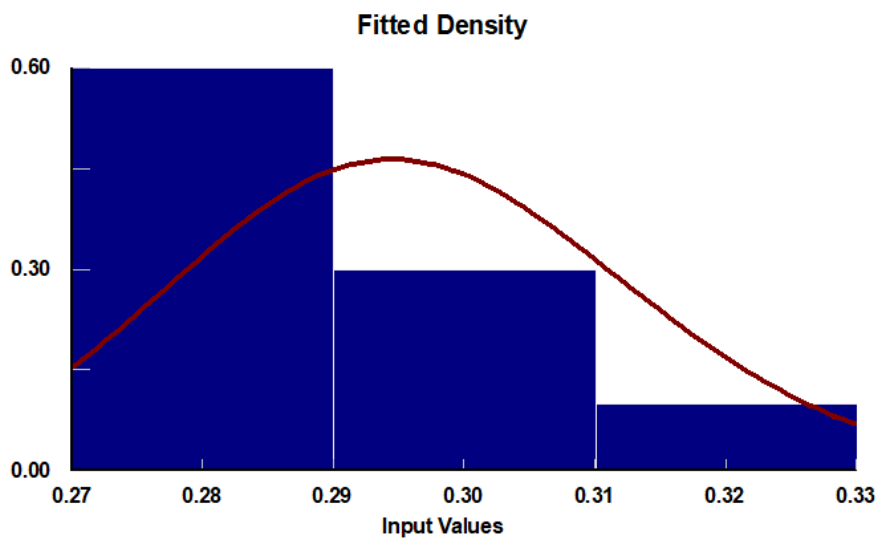
**Gráfico 3:**

*Toma de tiempo en Costura en manga*



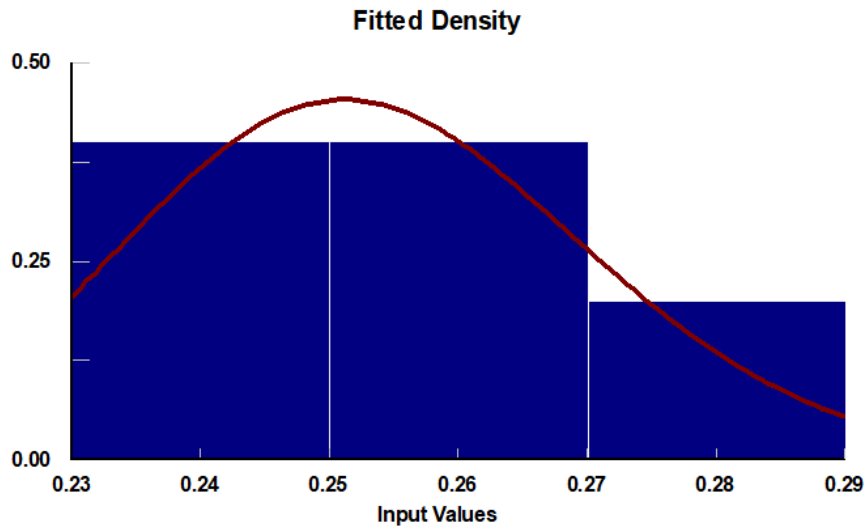
**Gráfico 4:**

*Toma de tiempo en Costura en manga*



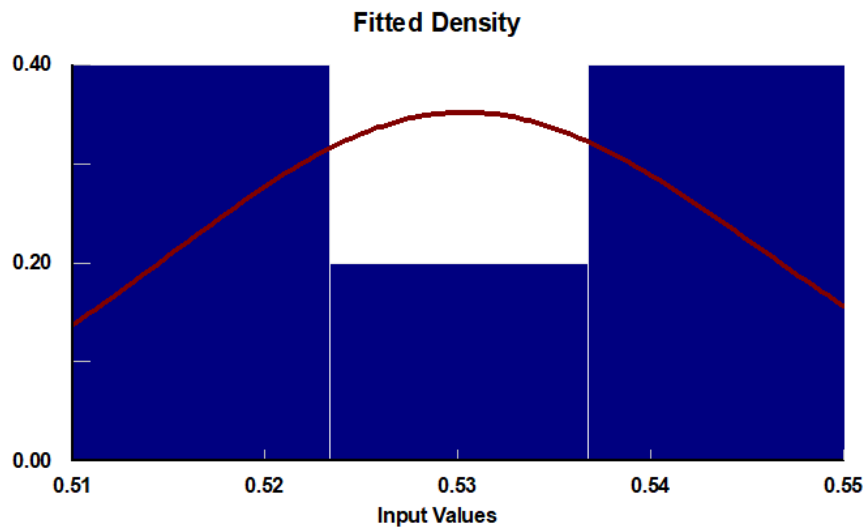
**Gráfico 5:**

*Toma de tiempo en Costura en costado*



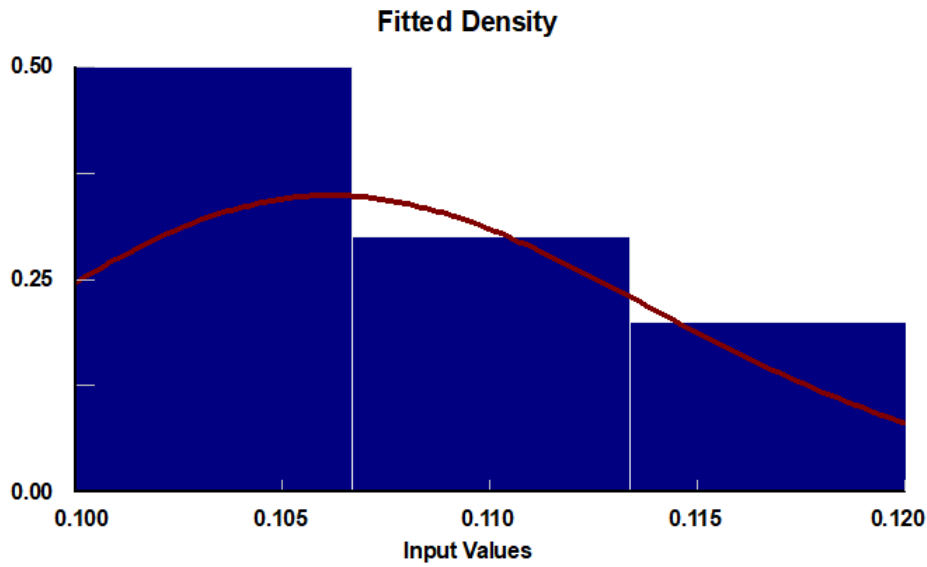
**Gráfico 6:**

*Toma de tiempo en Costura en cuello*



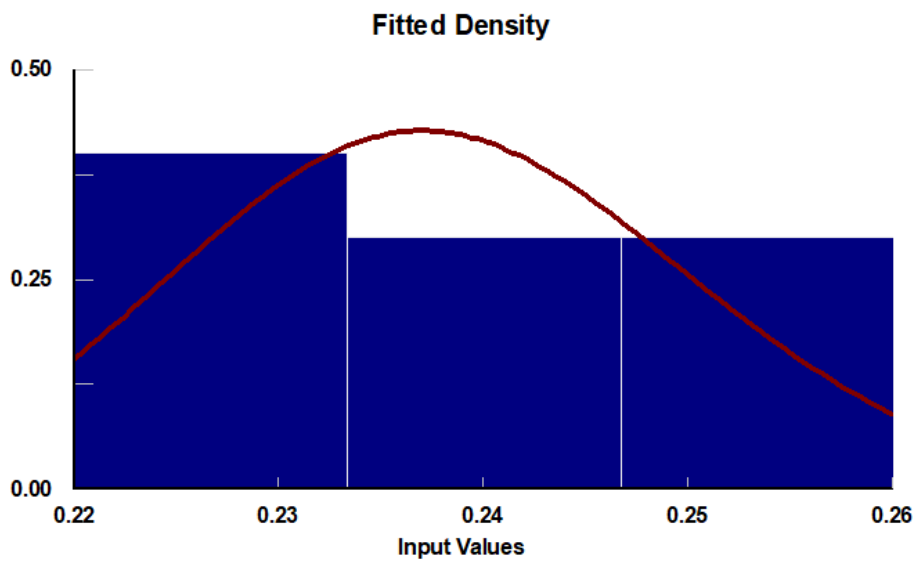
**Gráfico 7:**

*Toma de tiempo en Sobrecostura en cuello*



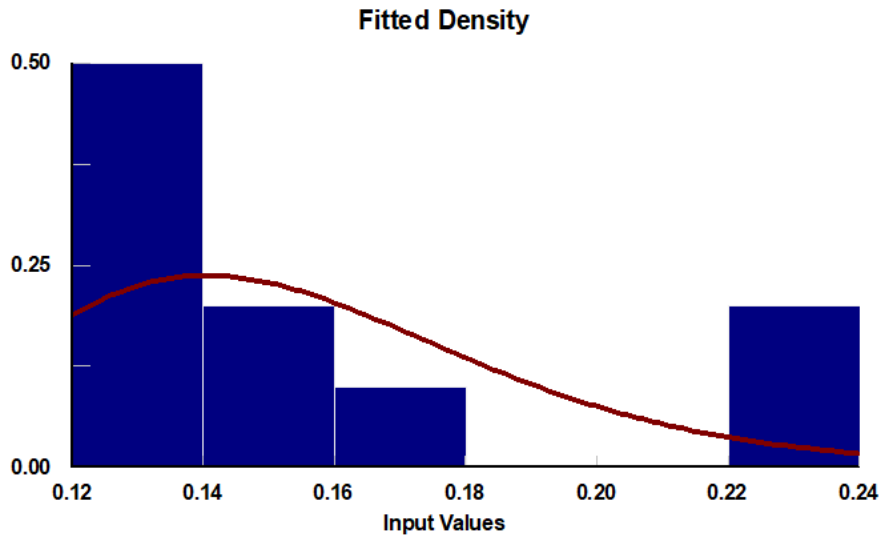
**Gráfico 8:**

*Toma de tiempo en Ruedo de manga*



**Gráfico 9:**

*Toma de tiempo en Ruedo de falda*



*Nota: Los gráficos mostrados son el resultado de los datos utilizados en la simulación propuesta, aumentando su eficiencia.*

Imágenes de las líneas de ensamble de sudaderas.



*Imagen 12: Taller "Confecciones JMK"*



*Imagen 16: Líneas de ensamble*



*Imagen 13: Área de acomodado de la tela*



*Imagen 17: Ensamble de las sudaderas*



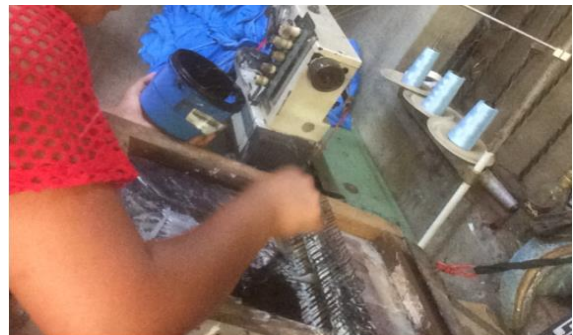
*Imagen 14: Tendido de la tela*



*Imagen 18: Área de pintado y etiquetado*



*Imagen 15: Marca de la tela con los moldes*



*Imagen 19: Pintado de logos*



**Imagen 15:**

*Productos terminados*



Modelado con SketchUp

**Imagen 20:**

*Vista superior actual del taller JMK*

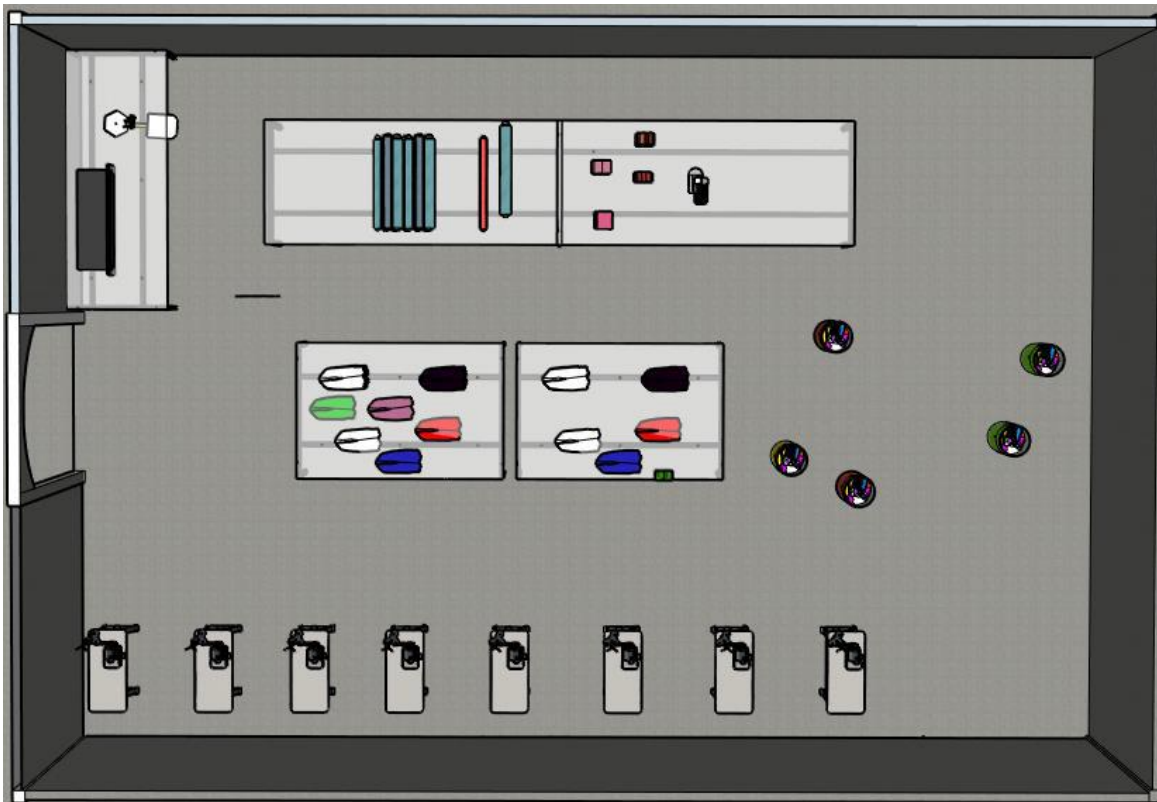


Imagen 21:

Vista superior de distribución de planta propuesta para el taller JMK.

