



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO HERRAMIENTAS LEAN PARA  
AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN  
TEXTIL

AUTOR

Patricio Fernando Peñaherrera Proaño

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO HERRAMIENTAS LEAN PARA  
AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN TEXTIL

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

Ing. Cesar Alberto Larrea Araujo, MBA.

Autor

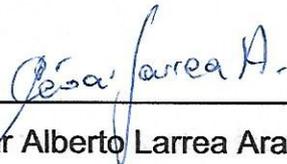
Patricio Fernando Peñaherrera Proaño

Año

2020

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de mejora utilizando herramientas lean para aumentar la producción de una empresa de confección textil, a través de reuniones periódicas con el estudiante Patricio Fernando Peñaherrera Proaño, en el semestre 20202-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



César Alberto Larrea Araujo

Magister en Gerencia Empresarial

C.I.: 170731521-2

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de mejora utilizando herramientas lean para aumentar la producción de una empresa de confección textil, del estudiante Patricio Fernando Peñaherrera Proaño, en el semestre 2020-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



---

Aníbal Andrés Cevallos Jaramillo

Master en Ingeniería Industrial

C.I.: 170531028-0

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



Patricio Fernando Peñaherrera Proaño

C.I.: 171459539-2

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres por todo el apoyo que me han dado durante toda mi carrera siendo mis guías y motivación, a mis amigos y profesores por toda su ayuda para, culminar mi carrera.

## RESUMEN

En el mercado actual, se ha vuelto cada vez más difícil ser competitivo, por lo que las empresas deben adoptar acciones y realizar inversiones con la finalidad de reducir sus costos y optimizar sus recursos, sin dejar de cumplir las necesidades de los clientes. Con esto en mente, la gerencia siempre está pendiente de las oportunidades de mejora, tanto del proceso productivo como del ambiente laboral, para así lograr una ventaja competitiva sobre su competencia.

La empresa F. Confecciones tiene como objetivo aumentar su rentabilidad sin disminuir la calidad de sus productos. Para ello desea aumentar la capacidad de producción de su línea de confección, utilizando herramientas de ingeniería industrial y herramientas Lean.

La empresa F. Confecciones se encuentra ubicada en el sector del valle de los chillos en la ciudad de Sangolquí. La empresa cuenta con un taller de fabricación y un local de ventas, donde trabajan 11 personas. Este trabajo de titulación se enfoca en el taller de confección y sus líneas de producción de prendas de vestir.

Para el estudio de la situación actual se realiza el levantamiento de procesos del taller, se analizan las áreas y las actividades cuello de botella. Para llegar a ubicar las causas de los problemas se trabaja mediante metodologías de espina de pescado, árbol de problemas y mapas de flujo de valor (VSM).

Una vez identificados las oportunidades de mejora se realizan las propuestas, que incluyen una nueva distribución de planta, que analizado con un nuevo VSM y comprobado por simulación de los procesos se comprueba que se solucionan los problemas principales de la empresa.

Las propuestas de mejora requieren de una inversión mínima, que es recuperable en la confección del primer pedido en el primer mes, y mediante su implementación se soluciona uno de los problemas que restaban ganancias a la empresa, que es la maquila, eliminándola por completo.

## **ABSTRACT**

In today's market, it has become increasingly difficult to be competitive, so companies must take actions and make investments in order to reduce their costs and optimize their resources, while still meeting the needs of customers. Management is always aware of opportunities for improvement, both in the production process and in the work environment; in order to achieve a competitive advantage over your competition.

The company F. Confecciones has one objective, which is to increase its profitability, without reducing the quality of its products. To do this, you want to increase the production capacity of your clothing line, using industrial engineering tools and Lean tools.

The company F. Confecciones is located in the Valle de los Chillos sector in the city of Sangolquí. In her workshop different garments are produced, of excellent quality and at very competitive prices. The company has a workshop and a sales premises, where 11 people work, in this titling job we will focus on the garment workshop where the garments are manufactured.

In order to study the current situation, the workshop processes are surveyed, the areas and the bottleneck activities are analyzed. In order to locate the causes of the problems, we work using herringbone methodologies, problem tree and value flow maps (VSM).

Once the opportunities for improvement have been identified, the proposals are made, which include a new plant distribution, which, analyzed with a new VSM and verified by simulation of the processes, verifies that the main problems of the company are solved.

The improvement proposals require a minimum investment, which is recoverable in the preparation of the first order in the first month, and through its implementation one of the problems that detracted from the company, which is the maquila, is solved, eliminating it completely.

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....            | 1  |
| 1.1. Cartera de productos.....               | 3  |
| 1.2. Cartera de Clientes.....                | 4  |
| 1.3. Ubicación .....                         | 5  |
| 1.4. Justificación del Problema .....        | 6  |
| 1.5. Alcance.....                            | 7  |
| 1.6. Objetivos .....                         | 8  |
| 1.6.1. Objetivo General.....                 | 8  |
| 1.6.2. Objetivo Específicos .....            | 8  |
| 2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....            | 9  |
| 2.1. Maquila.....                            | 9  |
| 2.2. Diagrama de flujo.....                  | 10 |
| 2.3. Estudio del Trabajo.....                | 12 |
| 2.4. Estudio de Tiempos.....                 | 13 |
| 2.5. Suplementos .....                       | 14 |
| 2.6. Calificación Habilidad y Esfuerzo ..... | 16 |
| 2.7. Estudio de Movimientos.....             | 17 |
| 2.8. VSM (value stream map).....             | 18 |
| 2.9. FlexSim .....                           | 19 |
| 2.10. Diagrama de Ishikawa.....              | 22 |
| 2.11. Inventarios .....                      | 24 |
| 2.12. Balanceo de líneas .....               | 26 |
| 2.13. Árbol de problemas.....                | 27 |
| 2.14. Mejora continua .....                  | 28 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.15. Lean Manufacturing .....                              | 30        |
| 2.16. Estandarización de procesos .....                     | 31        |
| <b>3. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b> | <b>31</b> |
| 3.1. Diagrama de flujo Macroproceso.....                    | 32        |
| 3.2. Diagrama de flujo confección de la camiseta.....       | 33        |
| 3.3. Diagrama de flujo negociación de la Maquila .....      | 35        |
| 3.4. Levantamientos de procesos.....                        | 37        |
| 3.5. Estudio del trabajo .....                              | 43        |
| 3.5.1. Jornada Laboral.....                                 | 43        |
| 3.6. Estudio de tiempos .....                               | 44        |
| 3.6.1. Documentación de lo observado en el taller .....     | 44        |
| 3.7. Cálculo del tiempo estándar .....                      | 45        |
| 3.8. Distribución actual del taller.....                    | 47        |
| 3.9. Diagrama de recorrido .....                            | 49        |
| 3.10. Simulación actual.....                                | 54        |
| <b>4. CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE CAUSAS .....</b>              | <b>56</b> |
| 4.1. Diagrama de Ishikawa.....                              | 56        |
| 4.2. VSM Actual.....  | 60        |
| 4.3. Balanceo de líneas .....                               | 65        |
| 4.4. Árbol de problemas.....                                | 68        |
| <b>5. CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA.....</b>              | <b>70</b> |
| 5.1. Antecedentes a la mejora.....                          | 70        |
| 5.2. Mejora de la línea de producción.....                  | 75        |
| 5.3. Simulación .....                                       | 84        |
| 5.4. VSM futuro.....  | 87        |

|   |            |
|---|------------|
| 5.5. Resultados de las mejoras.....           | 91         |
| 5.6. Análisis costo-beneficio .....           | 95         |
| <b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b> | <b>99</b>  |
| 6.1. Conclusiones.....                        | 99         |
| 6.2. Recomendaciones .....                    | 102        |
| <b>REFERENCIAS .....</b>                      | <b>103</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Cartera de productos .....                                     | 4  |
| Figura 2. Ubicación del local Adaptada de (Google Maps, 2020) .....      | 5  |
| Figura 3. Ubicación de taller Adaptada de (Google Maps, 2020) .....      | 6  |
| Figura 4. Ejemplo Diagrama Espagueti tomado de (PDCA Homa, s.f.) .....   | 18 |
| Figura 5. Ejemplos de VSM.....   | 19 |
| Figura 6. Panel control Fuente, Tomado de (FlexSim, 2020) .....          | 20 |
| Figura 7. Panel control bodega, Tomado de (FlexSim, 2020).....           | 20 |
| Figura 8. Panel control del Proceso, Tomado de (FlexSim, 2020).....      | 21 |
| Figura 9. Panel control del combiner, Tomado de (FlexSim, 2020) .....    | 21 |
| Figura 10. Panel control de la salida, Tomado de (FlexSim, 2020) .....   | 22 |
| Figura 11. Plantilla diagrama de Ishikawa tomado de (Lemos, 2016).....   | 23 |
| Figura 12. Ejemplo de árbol de problemas tomado (Betancourt, 2016) ..... | 27 |
| Figura 13. Cadena de valor .....   | 32 |
| Figura 14. Diagrama de flujo .....                                       | 34 |
| Figura 15. Diagrama de flujo maquila.....                                | 35 |
| Figura 16. Maquila VS Capacidad.....                                     | 36 |
| Figura 17. Mesa de corte .....   | 37 |
| Figura 18. Máquina Recta .....   | 38 |
| Figura 19. Máquina Overlock de 3 hilos .....                             | 39 |
| Figura 20. Máquina Overlock de 4 hilos .....                             | 40 |
| Figura 21. Máquina Recubridora .....                                     | 40 |
| Figura 22. Máquina Ojaladora Botonera.....                               | 41 |
| Figura 23. Diagrama de flujo fabricación de camisetas Polo .....         | 42 |
| Figura 24. Distribución actual de la planta.....                         | 47 |
| Figura 25. Fotos del taller.....   | 48 |
| Figura 26. Diagrama de movimientos camiseta polo .....                   | 49 |
| Figura 27. Diagrama de movimientos camiseta deportiva .....              | 50 |
| Figura 28. Diagrama de movimientos pantalón deportivo.....               | 51 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 29. Simulación actual del proceso.....       | 54 |
| Figura 30. Throughput del producto terminado.....   | 55 |
| Figura 31. Throughput de las piezas en proceso..... | 55 |
| Figura 32. Output vs time de la Máquina Recta.....  | 55 |
| Figura 33. Diagrama de Ishikawa.....                | 57 |
| Figura 34. VSM actual 1.....                        | 61 |
| Figura 35. VSM Actual - Maquila.....                | 62 |
| Figura 36. VSM Actual 2.....                        | 63 |
| Figura 37. VSM Actual 3.....                        | 64 |
| Figura 38. Cálculo del Takt Time.....               | 66 |
| Figura 39. Takt time VS tiempo de actividades.....  | 67 |
| Figura 40. Árbol de problemas.....                  | 69 |
| Figura 41. Mesa de Corte nueva.....                 | 71 |
| Figura 42. Maquinaria de la empresa.....            | 72 |
| Figura 43. Área de planchado.....                   | 72 |
| Figura 44. Área de empaque.....                     | 73 |
| Figura 45. Layout del nuevo taller piso 1.....      | 74 |
| Figura 46. Layout del nuevo taller 2.....           | 75 |
| Figura 47. Balance futuro.....                      | 76 |
| Figura 48. Nueva distribución de la célula.....     | 78 |
| Figura 49. Nuevo diagrama de movimientos 1.....     | 79 |
| Figura 50. Nuevo diagrama de movimientos 2.....     | 81 |
| Figura 51. Nuevo diagrama de movimientos 2.....     | 83 |
| Figura 52. Simulación futura.....                   | 85 |
| Figura 53. Throughput mesa de apoyo 3.....          | 86 |
| Figura 54. Throughput del producto terminado.....   | 86 |
| Figura 55. Simulación con estadísticas.....         | 87 |
| Figura 56. VSM futuro 1.....                        | 89 |
| Figura 57. VSM futuro 2.....                        | 90 |
| Figura 58. VSM futuro 3.....                        | 91 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 59. Indicadores la línea camiseta polo .....                         | 92 |
| Figura 60. Mejora en el recorrido de camisetas deportivas .....             | 93 |
| Figura 61. Mejora en el recorrido de pantalones deportivos .....            | 94 |
| Figura 62. Maquina Recta Marca Juki extraída de (MercadoLibre ecuador)..... | 97 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Simbología ASME .....   | 11 |
| Tabla 2. Tiempos de Ciclos .....   | 13 |
| Tabla 3. Suplementos Adoptado de (Frievalds y Niebel, 2014, p.346) .....         | 15 |
| Tabla 4. Habilidad y esfuerzo, tomada de (Frievalds y Nivel, 2014, p. 319) ..... | 16 |
| Tabla 5. Maquila VS Capacidad propia .....                                       | 36 |
| Tabla 6. Jornada Laboral .....   | 43 |
| Tabla 7. Toma de tiempos.....  | 44 |
| Tabla 8. Obtención Tiempo Básico .....   | 45 |
| Tabla 9. Cálculo de suplementos constantes .....                                 | 46 |
| Tabla 10. Cálculo de suplementos variables .....                                 | 46 |
| Tabla 11. Tiempo Estándar .....  | 46 |
| Tabla 12. Cursograma de la camiseta polo .....                                   | 52 |
| Tabla 13. Cursograma de la camiseta Deportiva.....                               | 53 |
| Tabla 14. Cursograma de los pantalones deportivos .....                          | 53 |
| Tabla 15. Balanceo de líneas.....  | 67 |
| Tabla 16. Cálculo de operarios y distribución .....                              | 76 |
| Tabla 17. Cursograma de distancias entre áreas 1 .....                           | 80 |
| Tabla 18. Cursograma de distancias entre áreas 2 .....                           | 82 |
| Tabla 19. Cursograma de distancias entre áreas 3 .....                           | 84 |
| Tabla 20. Tiempo estándar .....  | 85 |
| Tabla 21. Mejoras en la línea de camisetas polo.....                             | 92 |
| Tabla 22. Mejora en la línea de camisetas deportivas.....                        | 93 |
| Tabla 23. Mejora en la línea de pantalones deportivos .....                      | 94 |
| Tabla 24. Cálculo de horas de trabajo 1 .....                                    | 96 |
| Tabla 25. Cálculo de horas de trabajo 2.....                                     | 96 |
| Tabla 26. Costos y utilidad .....  | 98 |

# 1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

La industria de la confección textil es una de las principales fuerzas de manufactura a nivel mundial, en el continente asiático se vive un auge de este sector. Dentro de todo esto China ha ganado el puesto como el mayor productor de prendas, debido al costo de la mano de obra, las grandes capacidades de producción y la logística para transporte de materia y productos de gran eficiencia. Dominando así el sector de la confección a nivel mundial (Iribarren, 2016).

Dentro del Ecuador, la industria de la confección representa el 7% del PIB manufacturero nacional, esto lo convierte en el tercer sector más grande de la industria de manufactura a nivel nacional (Illescas, 2020).

Sin embargo, en los últimos años se ha producido una caída a gran escala de las ventas en los mercados extranjeros. En el año 2015 las exportaciones anuales llegaron a 79 millones de dólares, un número no visto desde 1990 (Illescas, 2020).

En Ecuador existen muchos talleres de confección caseros, que no realizan declaraciones ni llevan contabilidad debido a que se son artesanales y eso les da beneficios tributarios sobre los grandes talleres de confección (Illescas, 2020).

F. Confecciones es una empresa ecuatoriana que nace en el año 2005 como comercializadora de uniformes estudiantiles. Después de unos años en el mercado, la empresa empieza a perder algunos clientes, porque los talleres donde

confeccionaba sus productos utilizan sus diseños y los ofrecían directamente al cliente, por un menor valor. Por esta razón decide formar su propio taller en el año 2010. Con su nuevo taller la organización decide, pasar de trabajar únicamente con uniformes escolares, a realizar todo tipo de ropa deportiva y casual.

En la actualidad, la empresa cuenta con un punto de venta y un taller donde realiza la confección, aparte de esto en el punto de venta tiene una segunda línea de negocio, que complementa a la confección, es una estación de bordado que funciona como servicio y autoconsumo.

En la nómina de la empresa constan 11 personas, de las cuales 9 son empleados y la gerencia está constituida por los propietarios. La propietaria está encargada del área de producción y ventas, mientras que el propietario es quien se encarga de la parte financiera y el control y manejo de los empleados.

Existen 7 personas en el taller que se desempeñan en múltiples funciones y 2 personas más en el local que desarrollan diversas actividades.

### **Misión:**

Diseñar y producir prendas de vestir de la más alta calidad, de acuerdo con los gustos y tendencias del mercado, logrando plena satisfacción de nuestros clientes, contribuyendo al desarrollo económico del país. Es misión de F. Confecciones, ofrecer a nuestro personal un entorno laboral estable y plenamente identificado con los objetivos de la empresa.

**Visión:**

Ser reconocido como una empresa líder en confecciones de prendas de vestir con calidad internacional.

**1.1. Cartera de productos**

Todos los productos de la empresa son personalizados ya que dependen de las exigencias de los clientes y sus diseños particulares. Un ejemplo de esto es el caso de los uniformes escolares, los cuales cambian según el cliente.

En la cartera de productos se encuentran los siguientes grupos:

- Camisetas deportivas
- Camisetas tipo Polo
- Calentadores
- Abrigos
- Chalecos
- Pantalones
- Camisas manga larga
- Camisas manda corta
- Overoles



*Figura 1. Cartera de productos*

Fuente: Autor

## 1.2. Cartera de Clientes

Durante los últimos años la empresa ha logrado un crecimiento significativo por lo que sus clientes también han aumentado, entre los principales están:

- Ambacar - empresa comercializadora de vehículos.
- Restaurantes - Café de la Vaca.
- Corporación Maresa - empresa comercializadora de vehículos.
- Liceo del Valle - Unidad Educativa.
- Rizzoknit - Empresa textil.
- Educar - Unidad Educativa.

### 1.3. Ubicación

El almacén se encuentra localizado en la dirección: Av. Gral. Rumiñahui y Azogues, Edif. Los Ángeles Sangolquí (16,48 km). 171103 Sangolquí, Pichincha, Ecuador



Figura 2. Ubicación del local Adaptada de (Google Maps, 2020)

La dirección del taller es: Av. Leopoldo Mercado, Urb. Pueblo viejo De Santa Ana, Lote #5. 171103 Sangolquí, Pichincha, Ecuador



Figura 3. Ubicación de taller Adaptada de (Google Maps, 2020)

#### 1.4. Justificación del Problema

La empresa F. confecciones, emplea a 7 personas en el área de producción, de las cuales 5 se encuentran en máquina y las otras dos trabajan tanto en el área de corte, como en el área de empaque. Con esta mano de obra, la empresa calcula que puede producir 187 camisetas en un turno de 8 horas, dedicándose únicamente a la producción de camisetas.

Los datos obtenidos en la primera revisión muestran que en un día no se obtienen 187 camisetas, sino 145. Esto provoca que la empresa pague horas extras para completar la producción, extienda los horarios de trabajo a fines de semana y contrate servicios de maquila para un gran porcentaje de la demanda.

La rentabilidad del negocio se ha visto afectada en esta última época en la se truncó el crecimiento de la empresa y la adquisición de clientes.

Las instalaciones actuales de la empresa no permiten un aumento de la línea de producción, debido a impedimentos físicos; lo que hace que se pierda mucho tiempo en movimientos innecesarios, de un lugar a otro para poder producir las camisetas.

Tomando en cuenta que la empresa maquiló, en el último pedido de gran volumen, el 40% de la demanda su rentabilidad se ve afectada. Además, genera problemas de reprocesos dentro de la fábrica por la falta de control de calidad de los productos maquilados.

La maquila es un gran inconveniente para la empresa, porque no se tiene un dato exacto sobre los porcentajes de productos no conformes. Además, se tiene reprocesos que ocasionan costos extra y desperdicio de tiempo.

La empresa siente la necesidad de aumentar su rentabilidad, buscando nuevas instalaciones e invertir en maquinaria para aumentar su producción.

## **1.5. Alcance**

Este trabajo de titulación está limitado al taller de confección de la empresa, dejando de lado su punto de ventas. En lo referente a las áreas del taller, se estudiará únicamente el área de confección. Se dejará de lado el área de corte y el área de empaque por que no se relacionan únicamente con la confección de camisetas polo, sino que también se relacionan con los otros productos.

El trabajo se enfoca en todas las áreas del taller, porque estas se involucran casi en su totalidad para la fabricación de sus principales productos, las camisetas tipo polo y los calentadores. Se selecciona la camiseta polo, porque la empresa tiene una demanda mensual promedio de 1200 camisetas tipo polo y esto lo hace el producto con mayor demanda.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Realizar una propuesta de mejoras en el proceso de elaboración de camisetas tipo Polo aplicando herramientas lean en una empresa de confección.

### **1.6.2. Objetivo Específicos**

- Realizar un estudio de la situación actual de la empresa en la línea de producción de camisetas tipo Polo.
- Analizar las causas de los problemas mediante el árbol de problemas, diagrama de Ishikawa y balanceo de líneas.
- Desarrollar una propuesta de mejora mediante la aplicación de trabajo estandarizado, VSM y simulación.
- Realizar un estudio de costo – beneficio para las propuestas de Mejora.

## 2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Maquila

La palabra maquila se emplea desde el año 1020 para designar la “porción de lo molido” que corresponde al molinero. Proviene del árabe makila “medida”. Maquilar se origina en la costumbre de los campesinos de moler su maíz en el molino de la hacienda (Udlap México, 2012).

En la actualidad la maquila es una opción para que un productor cuente con productos con marca propia elaborados por un tercero. En la maquila se delega a un tercero la fabricación de los productos que el contratante no puede o desea elaborar, bajo las especificaciones y características que él impone, para posteriormente solo comercializarlos (De la Garza, 2015).

Algunos de los tipos de productos susceptibles de maquilar son los medicamentos y suplementos alimenticios, alimentos, ropa, calzado, productos electrónicos y, por lo general, cualquier otro producto cuyo fabricante ofrezca la opción de maquila con marca propia (Más ideas de negocio, 2015).

¿En qué momento se toma la decisión de maquilar?

El momento ideal para que una empresa tome la decisión de maquilar sus productos es cuando ya cuenta con un proceso de desarrollo de producto previo, conociendo debidamente la formulación de sus productos y condiciones específicas de elaboración, las cuales están documentadas para poder brindar la información a la maquiladora. En casos específicos, este punto puede trabajarse de la mano con el maquilador, cuando la empresa requiere que la maquiladora también le haga el desarrollo y formulación del producto.

Otro aspecto fundamental es contar con los clientes para el producto y, si es el caso, con los distribuidores de este, ya que las empresas maquiladoras por lo general fabrican volúmenes grandes.

## **2.2. Diagrama de flujo**

El diagrama de flujo es una representación que muestra el flujo o secuencia de una rutina de manera gráfica. Entre sus ventajas esta, identificar la secuencia del procedimiento, identificar las cantidades y los responsables del proceso. Esto quiere decir que es la representación del proceso administrativo. Además, un diagrama de flujo desglosa las actividades de un proceso, ya sea en empresas de manufactura o servicios e incluso de departamentos administrativos (Manene, 2011).

Los diagramas de flujo, hoy por hoy son considerados como una de las principales herramientas en las empresas. Esto gracias a que ayudan a entender las diferentes fases y funcionamiento de los procesos, y así poder comprenderlo y estudiarlo con la intención de mejorarlo (Manene, 2011).

Los diagramas de flujo sirven para formular la definición, análisis y solución de problemas. Esto ayuda a comprender el sistema de información dentro procedimientos y operaciones, ayuda al análisis de las etapas, todo esto para lograr mejoras tanto en el sistema de información como en el proceso en sí. Para que el diagrama de flujo sea fácil de entender por cualquier persona se utiliza dibujos, símbolos y figuras geométricas, que se pueden interpretar de diferentes maneras para transmitir indicaciones (Manene, 2011).

Algunos de los símbolos más utilizados en los diagramas de flujo se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Simbología ASME*

| Descripción    | Símbolo  |
|----------------|--|
| Operación      |  |
| Transporte     |  |
| Almacenamiento |  |
| Retrasos       |  |
| Inspección     |  |

Adaptada de (Manene, 2011).

### **2.3. Estudio del Trabajo**

Es una técnica que sirve para aumentar las unidades por unidad de tiempo o a su vez disminuir el valor por unidad producida. El primer paso es que el ingeniero sea el encargado de crear varios escenarios para producir el producto, luego en el segundo paso el ingeniero debe observar y encontrar cuales son los mejores procedimientos de los distintos escenarios, tomando en cuenta los parámetros de calidad y volumen de producción (Andris Freivalds, 2014).

Con el estudio de métodos podemos encontrar el mejor método para fabricar un producto, esto incluye las herramientas, equipos y habilidades necesarias para manufacturar un producto. Una vez que se selecciona el mejor método, se debe establecer un tiempo estándar de la fabricación, establecer compensación a los empleados según los márgenes de producción, establecer la habilidad, nivel de experiencia y responsabilidad del empleado (Andris Freivalds, 2014).

Se debe dividir el proceso total en varias operaciones según la definición del problema, se debe estudiar las operaciones con la intención de identificar los procedimientos que involucran menos costo para el volumen de fabricación, siempre teniendo en consideración la seguridad del trabajador (Andris Freivalds, 2014).

## 2.4. Estudio de Tiempos

Es una herramienta que sirve para cuantificar el trabajo, para llevar un registro de los tiempos y el ritmo de trabajo adecuado en las diferentes actividades, tomando en cuenta condiciones establecidas y para obtener el tiempo necesario para la actividad establecida (Lopez, 2019).

Se toma en consideración que cada actividad tiene su tiempo y así se determina la cantidad de procedimientos. General Electric desarrollo una tabla en la cual se puede ver la cantidad de ciclos, según el tiempo que toma cada actividad (Lopez, 2019).

Tabla 2. *Tiempos de Ciclos*

| <b>Tiempo de Ciclo en minutos</b> | <b>Numero predeterminado de ciclos</b> |
|-----------------------------------|--|
| <b>0.10</b>                       | 200                                    |
| <b>0.25</b>                       | 100                                    |
| <b>0.5</b>                        | 60                                     |
| <b>0.75</b>                       | 40                                     |
| <b>1</b>                          | 30                                     |
| <b>2</b>                          | 20                                     |
| <b>2 – 5</b>                      | 15                                     |
| <b>5 – 10</b>                     | 10                                     |
| <b>10 - 20</b>                    | 8                                      |
| <b>20 - 40</b>                    | 5                                      |
| <b>40 o mas</b>                   | 3                                      |

Fuente: (Lopez, 2019).

## 2.5. Suplementos

Los suplementos por necesidad personal se relacionan con diferentes acciones como, tomar agua o dirigirse al Baño, estos poseen una variación de un 5% y los suplementos por fatiga se relacionan con la energía gastada al realizar una actividad y poseen una variación del 4% (Frievalds y Niebel, 2014, p.346).

Tabla 3. Suplementos Adoptado de (Frievalds y Niebel, 2014, p.346)

|   | Hombres | Mujeres |   | Hombres | Mujeres |
|---|---------|---------|---|---------|---------|
| <b>A. Suplemento por necesidades personales</b>                     | 5       | 7       |   |         |         |
| <b>B. Suplemento base por fatiga</b>                                | 4       | 4       |   |         |         |
| <b>2. SUPLEMENTOS VARIABLES</b>                                     |         |         |   |         |         |
|   | Hombres | Mujeres |   | Hombres | Mujeres |
| <b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>                            | 2       | 4       | 4   |         | 45      |
| <b>B. Suplemento por postura anormal</b>                            |         |         | 2   |         | 100     |
| Ligeramente incómoda  | 0       | 1       |   |         |         |
| incómoda (inclinado)  | 2       | 3       |   |         |         |
| Muy incómoda (echado, estirado)                                     | 7       | 7       |   |         |         |
| <b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b> |         |         |   |         |         |
| Peso levantado [kg]   |         |         |   |         |         |
| 2,5   | 0       | 1       |   |         |         |
| 5   | 1       | 2       |   |         |         |
| 10  | 3       | 4       |   |         |         |
| 25  | 9       | 20      |   |         |         |
| 35,5  | 22      | ---     |   |         |         |
| <b>D. Mala iluminación</b>  |         |         |   |         |         |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada                     | 0       | 0       |   |         |         |
| Bastante por debajo   | 2       | 2       |   |         |         |
| Absolutamente insuficiente  | 5       | 5       |   |         |         |
| <b>E. Condiciones atmosféricas</b>                                  |         |         |   |         |         |
| Índice de enfriamiento Kata   |         |         |   |         |         |
| 16  |         | 0       |   |         |         |
| 8   |         | 10      |   |         |         |
|   |         |         | <b>F. Concentración intensa</b>                           |         |         |
|   |         |         | Trabajos de cierta precisión                              | 0       | 0       |
|   |         |         | Trabajos precisos o fatigosos                             | 2       | 2       |
|   |         |         | Trabajos de gran precisión o muy fatigosos                | 5       | 5       |
|   |         |         | <b>G. Ruido</b>   |         |         |
|   |         |         | Continuo  | 0       | 0       |
|   |         |         | Intermitente y fuerte                                     | 2       | 2       |
|   |         |         | Intermitente y muy fuerte                                 | 5       | 5       |
|   |         |         | Estridente y fuerte                                       |         |         |
|   |         |         | <b>H. Tensión mental</b>                                  |         |         |
|   |         |         | Proceso bastante complejo                                 | 1       | 1       |
|   |         |         | Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos | 4       | 4       |
|   |         |         | Muy complejo  | 8       | 8       |
|   |         |         | <b>I. Monotonía</b>                                       |         |         |
|   |         |         | Trabajo algo monótono                                     | 0       | 0       |
|   |         |         | Trabajo bastante monótono                                 | 1       | 1       |
|   |         |         | Trabajo muy monótono                                      | 4       | 4       |
|   |         |         | <b>J. Tedio</b>   |         |         |
|   |         |         | Trabajo algo aburrido                                     | 0       | 0       |
|   |         |         | Trabajo bastante aburrido                                 | 2       | 1       |
|   |         |         | Trabajo muy aburrido                                      | 5       | 2       |

## 2.6. Calificación Habilidad y Esfuerzo

El esfuerzo es la iniciativa de cada trabajador para realizar su actividad con la mejor disposición, tomando en cuenta que se considera al esfuerzo la velocidad de realizar una actividad.

La habilidad es la manera que el operario realiza su trabajo utilizando el tiempo para mejorar su actividad. Mientras el personal realice una actividad varias veces su nivel de habilidad incrementará y el tiempo de realizar la tarea disminuirá.

Tabla 4. *Habilidad y esfuerzo, tomada de (Frievalds y Nivel, 2014, p. 319)*

| <b>Crterios</b> | <b>Habilidad o Destreza</b> |            | <b>Esfuerzo o Desempeño</b> |            |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| <b>A1</b>       | 0.15                        | Extrema    | 0.13                        | Excesivo   |
| <b>A2</b>       | 0.13                        |            | 0.12                        |            |
| <b>B1</b>       | 0.11                        | Excelente  | 0.1                         | Excelente  |
| <b>B2</b>       | 0.08                        |            | 0.08                        |            |
| <b>C1</b>       | 0.06                        | Buena      | 0.05                        | Bueno      |
| <b>C2</b>       | 0.03                        |            | 0.02                        |            |
| <b>D</b>        | 0                           | Regular    | 0                           | Regular    |
| <b>E1</b>       | -0.05                       | Aceptable  | -0.04                       | Aceptable  |
| <b>E2</b>       | -0.1                        |            | -0.08                       |            |
| <b>F1</b>       | -0.15                       | Deficiente | -0.12                       | Deficiente |
| <b>F2</b>       | -0.22                       |            | -0.17                       |            |

## 2.7. Estudio de Movimientos

Con un estudio de tiempos y movimientos podemos completar nuestro análisis de la situación de una línea de trabajo, porque así podemos ver los movimientos o recorridos innecesario que se desarrollan a lo largo de nuestro proceso. Para esto necesitamos saber el área de trabajo, si hay alguna construcción que entorpezca el movimiento y las actividades pueden interferir una a otra (Freivalds y Niebel, 2014, p. 30).

Gracias a un diagrama de los espacios y las líneas de flujo, podemos visualizar de mejor manera el movimiento de los materiales entre estaciones y así identificar de manera gráfica los choques o interferencias entre actividades (Freivalds y Niebel, 2014, p. 30).

En el diagrama se definen los materiales, información y personas dentro de un área de trabajo, con lo cual podemos tener un mayor entendimiento del flujo del proceso. Por la cantidad de flujos existentes en este diagrama también se lo denomina diagrama de espagueti (Socconini, 2014).

Cuando una persona se encuentra directamente inmiscuida en un proceso, es normal que esta no se dé cuenta de los desperdicios de tiempo que genera al moverse entre una estación y otra varias veces, o el tiempo que pierden por verificar ordenes de producción o formatos de trabajo (Socconini, 2014). Los pasos para realizar el diagrama son:

- Levantar un plano de distribución de las instalaciones.
- Colocar los puestos de trabajo
- Identificar las rutas de trabajo
- Graficar las rutas
- Analizar e identificar posibles oportunidades de mejoras

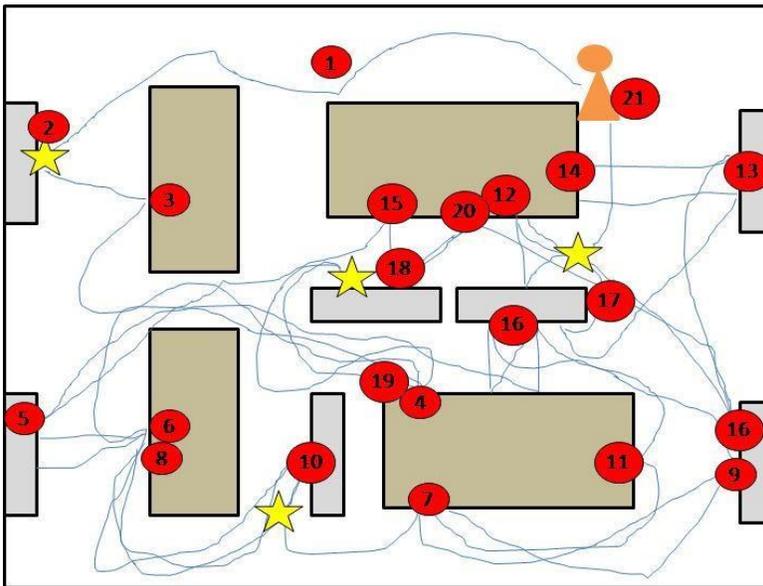
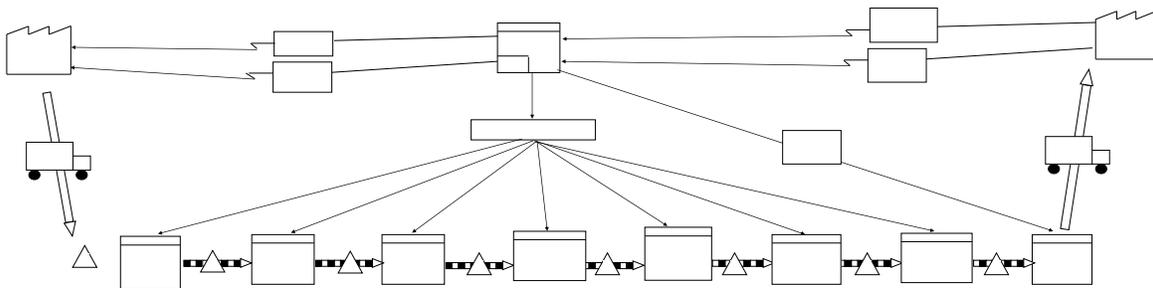


Figura 4. Ejemplo Diagrama Espagueti tomado de (PDCA Homa, s.f.)

## 2.8. VSM (value stream map)

El VSM es una foto en la cual uno puede identificar tanto el flujo de materiales como el de información incluyendo al cliente final y a los proveedores. Es una herramienta gráfica en la cual se ponen las actividades para llegar a un producto final e identificar la cadena de valor (Manuel Rajadel, 2010).

Al realizar el gráfico del VSM se puede ver de manera clara las actividades del proceso para poder identificar todas las actividades innecesarias o que no generan valor, para así volver el proceso más eficiente al eliminar estas actividades innecesarias. Esta herramienta les permite a las empresas obtener grandes beneficios, tales como: una visión más amplia del problema, unificar en una gráfica y con el mismo lenguaje los flujos de datos y materiales, posibilidad de introducir mejoras en un sistema estructurado de control b (Manuel Rajadel, 2010).



*Figura 5. Ejemplos de VSM*

## 2.9. FlexSim

FlexSim es un programa que nos muestra de manera visual un proceso, para que los usuarios puedan ver de manera más clara el proceso y así optimizar tanto el flujo como los recursos de este. Con esta herramienta se simulará la situación actual y una posible mejora.

En este programa se utilizan diferentes ítems, entre estos están:

- La fuente o Source: Es el inicio del proceso y como su nombre lo indica es la fuente que entrega un primer producto.

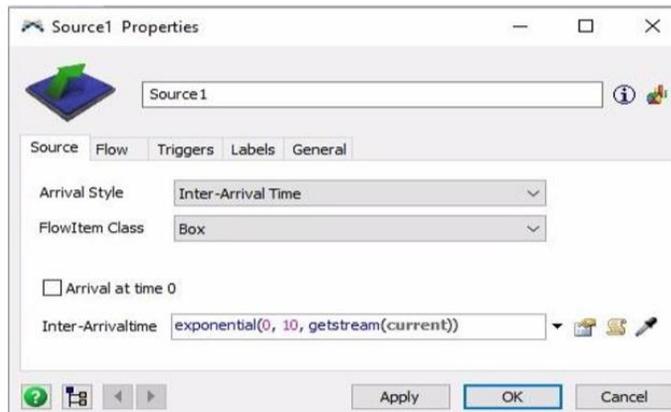


Figura 6. Panel control Fuente, Tomado de (FlexSim, 2020)

- Bodega: Es un ítem que almacena una cantidad de productos en proceso o productos terminados.

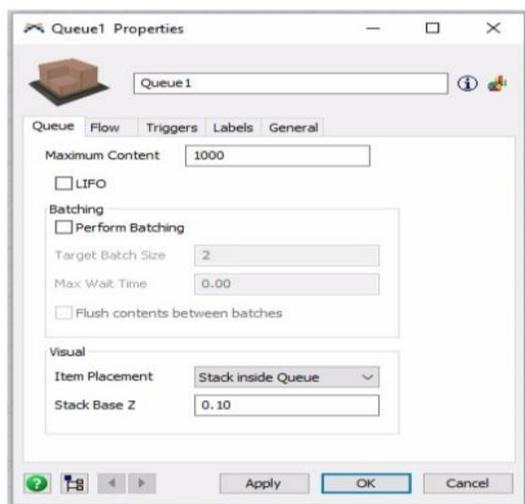


Figura 7. Panel control bodega, Tomado de (FlexSim, 2020)

- Procesador: Representa una actividad con un tiempo de ciclo que nos permite simular un proceso y una salida del mismo.

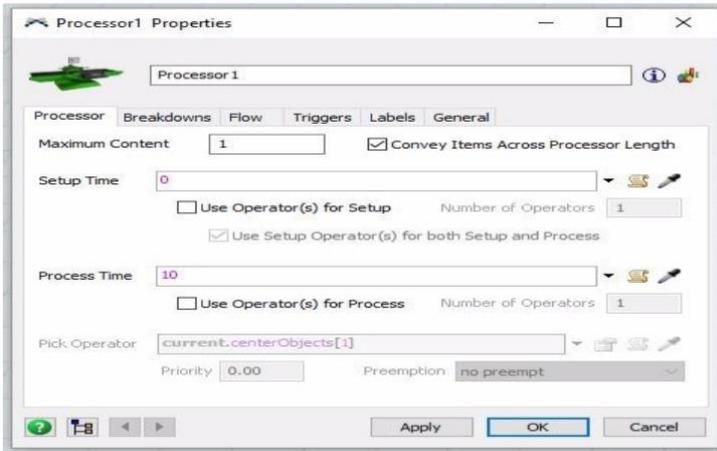


Figura 8. Panel control del Proceso, Tomado de (FlexSim, 2020)

- Combinar o Combiner: Uno dos productos en uno con un tiempo de ciclo el cual simula una actividad de unión de ítems.

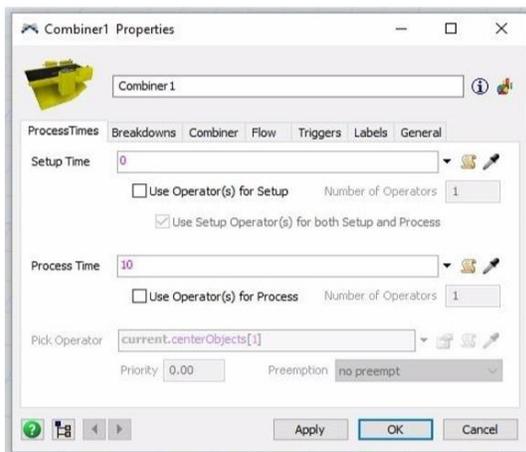


Figura 9. Panel control del combiner, Tomado de (FlexSim, 2020)

- Salida: Este es un artículo que se utiliza como paso final de un proceso el cual simula a los productos entregados a cliente.

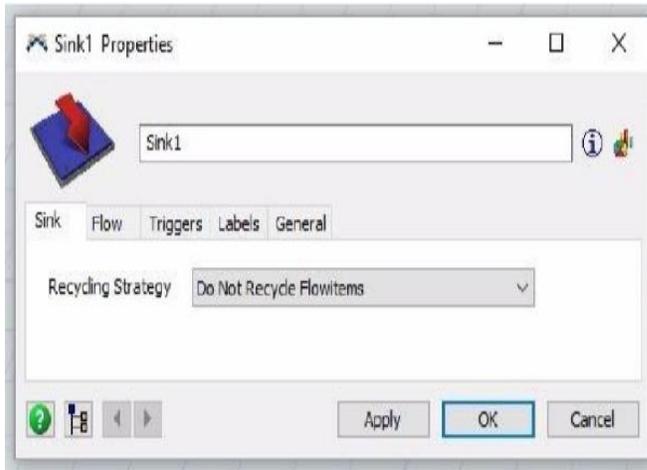


Figura 10. Panel control de la salida, Tomado de (FlexSim, 2020)

## 2.10. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa efecto o también llamado diagrama de pescado es un diagrama que nos ayuda a encontrar la causa de nuestros problemas. Este diagrama fue creado Kaoru Ishikawa (Lemos, 2016).

Este diagrama nos muestra las posibles causas de un efecto que se puede relacionar directamente con las 6M's (Lemos, 2016).

- Método: dentro del proceso que se está haciendo mal.

- Mano de Obra: que pasa con la mano de obra para que existan errores.
- Maquinaria: que ocurre con la maquinaria.
- Medio Ambiente: ¿es el adecuado para el trabajo?
- Materiales: ¿son los adecuados?
- Materia Prima: ¿es la adecuada?

Esta es una técnica muy usada en las organizaciones, porque ayuda tanto a grupos como a personas a resolver todo tipo de problemas, esta herramienta se puede usar en conjunto con otras herramientas como la lluvia de ideas (Lemos, 2016).

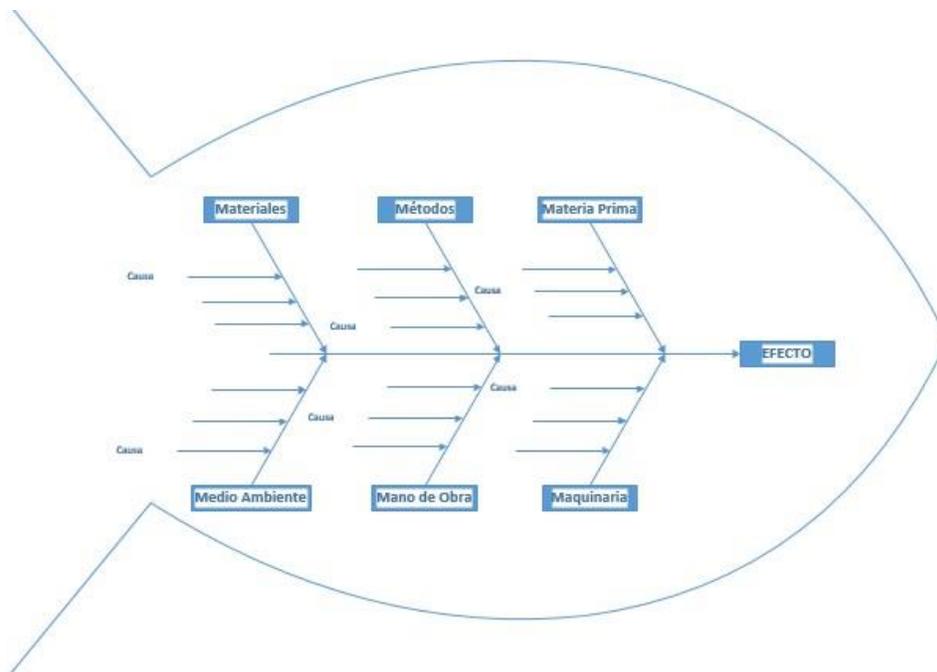


Figura 11. Plantilla diagrama de Ishikawa tomado de (Lemos, 2016)

## 2.11. Inventarios

Los controles de inventario ayudan a tener disponibilidad inmediata, tanto de productos para la empresa, como para los clientes, por lo que se deben coordinar tanto el área de compras, como la de manufactura y distribución (Cortez, 2014).

“Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa.” (Cortez, 2014).

Según el texto citado anteriormente en las empresas existen ciertos elementos o productos que mantienen en perfecto funcionamiento todos los procesos productivos, y por ello es de vital importancia mantenerlos siempre disponibles (Cortez, 2014).

**Materias Primas:** Son todos los productos o materiales que se encuentran en condiciones puras o en bruto sin ser procesadas y que sirven como base para la producción. Estas materias se procesan y transforman en un valor agregado que termina como producto de un cliente final (Cortez, 2014).

**Provisiones:** Son los productos que la fábrica consume, para la fabricación y para la distribución a los clientes, y que no son materias primas porque ya los procesó otra empresa. Esto quiere decir que las provisiones son los productos que se recibe de un proveedor y que apoyan a la obtención de productos finales (Cortez, 2014).

Componentes: son todas las partes u elementos que conforman alguna maquinaria, inmueble o proceso que son necesarios para el funcionamiento de la planta. Esto quiere decir que son todos los productos que no intervienen directamente en el proceso, pero que se necesitan para su correcto funcionamiento (Cortez, 2014).

Productos Terminados: son los elementos que se elaboraron totalmente para cumplir con las especificaciones del cliente y que se los puede entregar al mismo (Cortez, 2014).

Es importante tener en cuenta que el producto terminado de una empresa particular no necesariamente corresponde al producto que requiere el consumidor final, ya que este producto terminado se puede convertir en una provisión para otra empresa. Debido a que la gestión adecuada de los inventarios requiere la participación de varios departamentos de la empresa (Compras, manufactura, almacenamiento, distribución, finanzas) se requiere que exista una buena comunicación entre estas partes e inventario, de tal manera que se asegure que los materiales que existen y se requieren para la empresa sean los correctos y en las cantidades adecuadas (Cortez, 2014).

Esto conduce a la necesidad de contar con sistemas de información adecuados, con los cuales obtener, transmitir y administrar la información de manera que la gestión de inventarios sea eficiente (Cortez, 2014).

## 2.12. Balanceo de líneas

En una línea de producción, lo más importante es repartir las tareas, para que el consumo de recursos sea lo más ajustado posible durante la producción. La problemática del balanceo de líneas se centra en subdividir los procesos en estaciones o puestos de trabajo. Se espera que con esto la carga de trabajo se divida, en cada estación de trabajo lo más equilibrada posible en relación con un tiempo de ciclo (Acosta, 2011).

Se dice que una línea esta balanceada, cuando no existe tiempo de espera entre estaciones. Los pasos para implementar un balanceo de líneas son los siguientes (Acosta, 2011):

1. Identificar las tareas del proceso productivo.
2. Identificar el tiempo para desarrollar cada actividad.
3. Recursos que se va a utilizar.
4. Identificar el orden lógico para la ejecución.

Los objetivos de la técnica de balanceo de líneas son:

- Igualar la carga de los trabajadores.
- Encontrar el cuello de botella.
- Determinar el número de estaciones o puestos de trabajo.
- Reducir los costos de producción
- Fijar el tiempo estándar

Además, el Balanceo de línea, sirve para que todos los puestos de trabajo funcionen al mismo tiempo de ciclo, así la materia prima fluye de estación, en estación y no crea demoras. Si todo esto se cumple, no existen cuellos de botella porque cada estación se demora un tiempo de ciclo exacto (Acosta, 2011).

## 2.13. Árbol de problemas

Conocido como método del árbol o análisis del problema, es una herramienta con la cual podemos realizar un mapeado de nuestro problema. La estructura básica del árbol de problemas es (Betancourt, 2016):

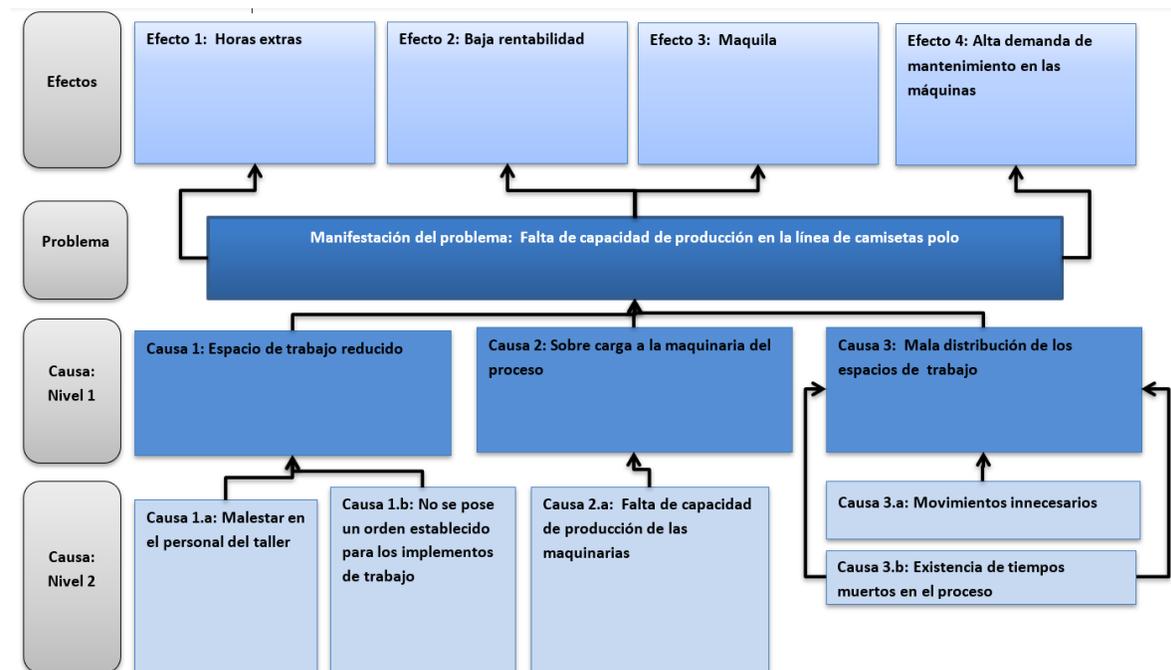


Figura 12. Ejemplo de árbol de problemas tomado (Betancourt, 2016)

En la parte baja están las causas de los problemas, estas son las raíces, en el medio está el problema, este es el tronco y por último los efectos y consecuencias son las hojas (Betancourt, 2016).

Esta herramienta nos ayuda a ver el problema desde una perspectiva más amplia donde podemos ver cuál es el problema, cuáles con las causas que generan este problema y qué efectos o consecuencias nos genera este problema. Gracias a esto podemos entender de mejor manera la situación, para planificar una solución o plan a seguir (Betancourt, 2016).

Con un árbol de problemas bien redactado podemos llegar a más de un nivel y esto nos permite utilizar múltiples escenarios de enfoque hacia uno o más problemas, de manera que podamos revisar todo el contexto del mismo y buscar una solución más adecuada (Betancourt, 2016).

## **2.14. Mejora continua**

La mejora continua es aplicada por medio de la implementación de metodologías multidisciplinarias, que permiten detectar problemas que afectan los resultados previstos y sus causas, para poder desarrollar planes de acción (Kaoru, 1997).

Uno de los objetivos a lograr de la mejora continua es que se mejoren las relaciones con el personal, porque todos se involucran en el análisis de los problemas y se comprometen con la solución (Kaoru, 1997).

Para aplicar la mejora continua se necesita identificar la necesidad de mejora, para ello necesitamos determinar cuál de los componentes (procesos, instalaciones, equipos, etc.) no cumple los requisitos de la calidad (Kaoru, 1997).

Ciclo de la mejora continua:

- Diagnosticar la situación actual
- Establecer los objetivos de la mejora
- Planteamiento de soluciones para llegar a los objetivos
- Analizar y elegir la mejor solución
- Implementar la solución
- Controlar y evaluar el cumplimiento de los objetivos

Para que la mejora sea continua, las empresas deben crear una cultura de mejora, la cual siempre este analizando y pensando en formas más adecuadas que lleven a mejorar (Kaoru, 1997).

Herramientas de la Mejora:

- Diagrama de Pareto
- Diagrama causa efecto
- Histograma
- Estratificación
- Hoja de verificación

- Diagrama de dispersión
- Gráfico de control (Kaoru, 1997)

## **2.15. Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing es una mezcla de procedimientos y actividades que ayudan a optimizar la producción, tomando en cuenta la disminución de los desperdicios generados y manteniendo los inventarios en mínimos tanto de materia prima como de productos ya terminados (Juan Gregorio Arrieta, 2011).

En los últimos años se ha popularizado la manufactura esbelta porque las empresas han comenzado a ver los beneficios que obtienen y lo competitivos que pueden ser en el mercado actual. Al adoptar la manufactura esbelta lo primero que se debe hacer es revisar todas las herramientas disponibles, siempre con la intención de que nos ayuden a la eliminación de desperdicios y/o movimientos innecesarios, siempre en busca de la mejora continua (Juan Gregorio Arrieta, 2011).

En la década de los 50's, en la empresa Toyota, surge la manufactura esbelta como un conjunto de técnicas, que sirven tanto en grandes empresas como en PYMES. Estas herramientas lean, mejoran la optimización de las actividades de un determinado proceso, con la finalidad de conseguir tiempos de reacción más cortos, aumentar la satisfacción de los clientes, reducir costos y eliminar todas las actividades que no agregan valor (Juan Gregorio Arrieta, 2011).

## **2.16. Estandarización de procesos**

La estandarización de procesos es la forma en cómo se realizan una serie de actividades o los pasos con los que se fabrica un producto, previamente establecidos. El standard, palabra de la cual se obtiene estandarización, es un método o forma establecido para cumplir con ciertas funciones o actividades. Son parámetros para realizar una actividad repetitiva (Make, 2018).

La estandarización de procesos tiene como objetivo principal seguir el proceso previamente establecido, por lo que se debe contar con una serie de reglas explícitas, que nos llevan a conseguir resultados esperados por medio de actividades aprobadas. Estos también se utilizan para evaluar el correcto funcionamiento de máquinas, equipos o empresas de acuerdo con sus estándares establecidos (Make, 2018).

## **3. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

El estudio de la situación actual es importante para identificar las oportunidades de mejora, tomando en cuenta las necesidades de la empresa y su necesidad de aumentar su rendimiento.

Primero se realiza el mapa de procesos, que muestra las diferentes áreas de la empresa que interactúan en el macroproceso. Estos son los procesos estratégicos,

procesos productivos y los procesos de apoyo; en esta estructura se identifican todos los departamentos de la empresa y como se relacionan.

Después se prosigue con los procesos productivos donde por medio de un diagrama de flujo se mostrará cómo se manejan los pedidos para la producción de camisetas tipo polo.

### 3.1. Diagrama de flujo Macroproceso

A continuación, se puede identificar los procesos estratégicos, productivos y de apoyo, estos son los que estructuran la organización y se encargan de las funciones a cumplirse en distintas áreas. Todas ellas funcionan para cumplir los requerimientos.

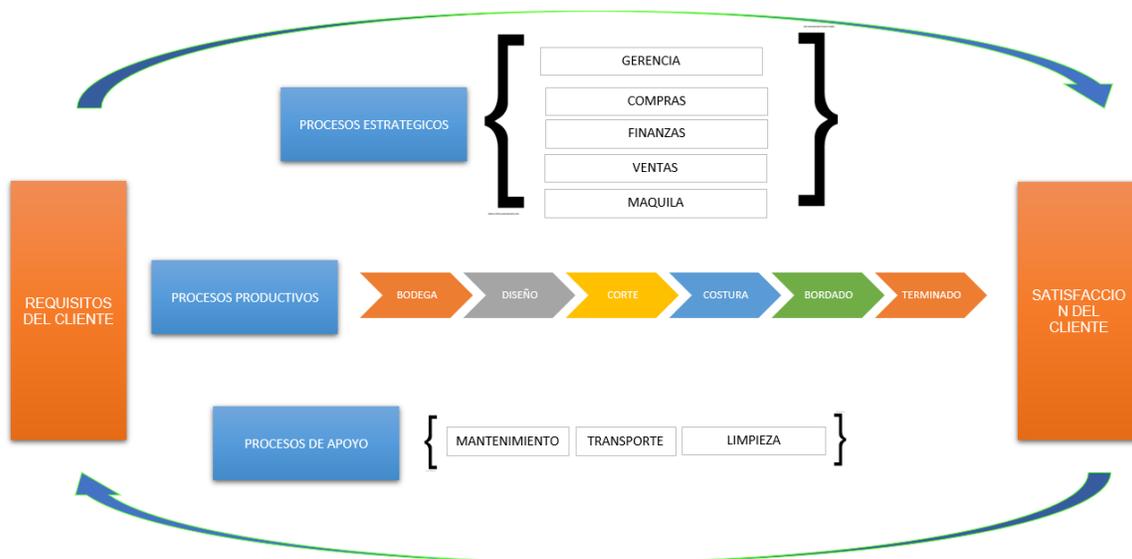


Figura 13. Cadena de valor

Esta herramienta ayuda a ver de manera general todas las áreas principales de la empresa, para tener una visión global del funcionamiento de las operaciones y como se relacionan entre sí.

### **3.2. Diagrama de flujo confección de la camiseta**

El diagrama de flujo muestra el recorrido del proceso de fabricación de las camisetas tipo polo, de manera gráfica, para que los operarios conozcan cada actividad del proceso y evitar los errores durante la producción.

La empresa de confección tiene cinco áreas productivas, donde se agrega valor y en el proceso de confección de camisetas polo intervienen tres de ellas, el área de corte, área de costura y área de terminado.

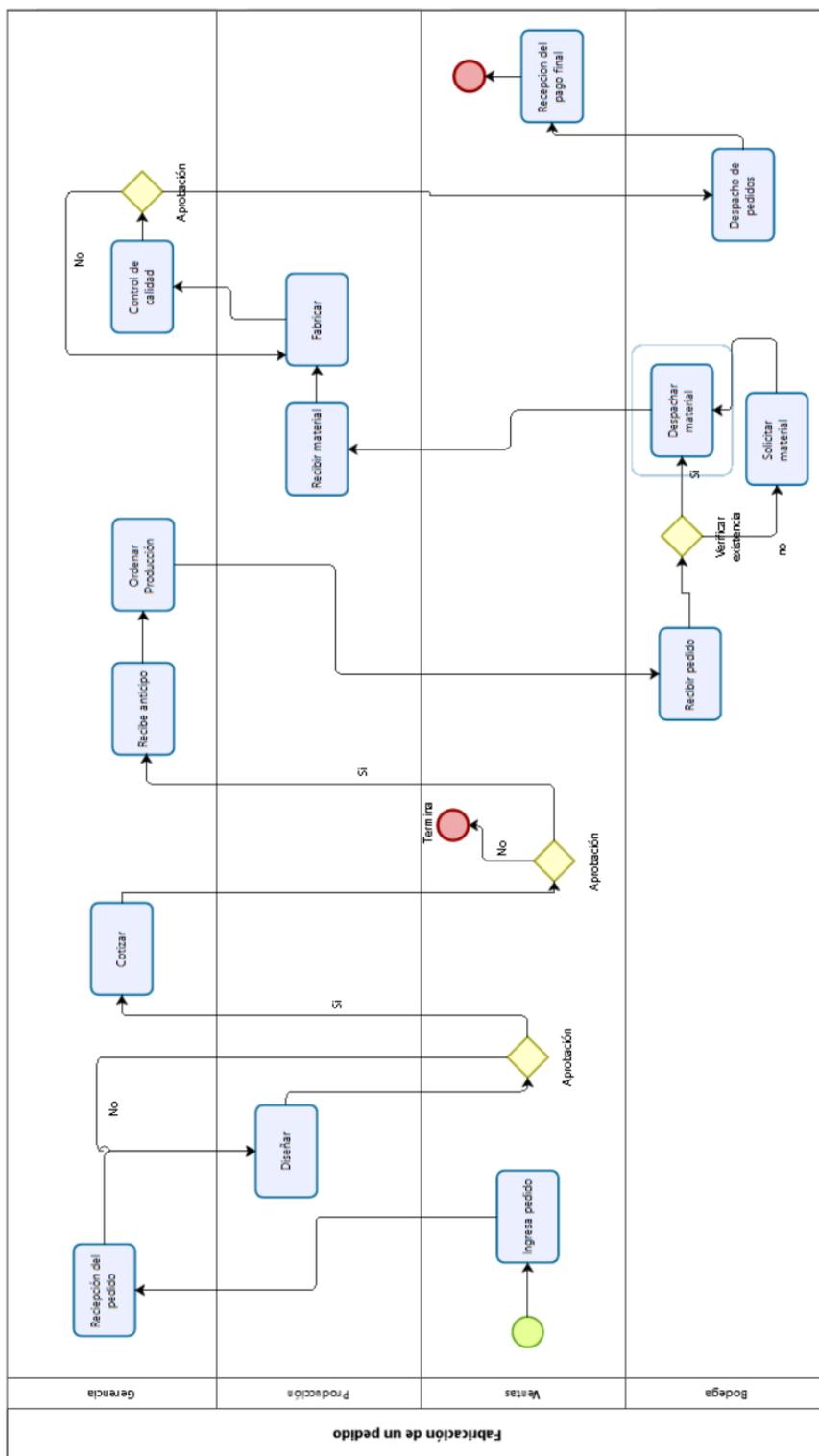


Figura 14. Diagrama de flujo

### 3.3. Diagrama de flujo negociación de la Maquila

La maquila presenta problemas y demoras en la negociación, para ello se realiza un diagrama de flujo el cual permita observar cómo interactúan las diferentes áreas.

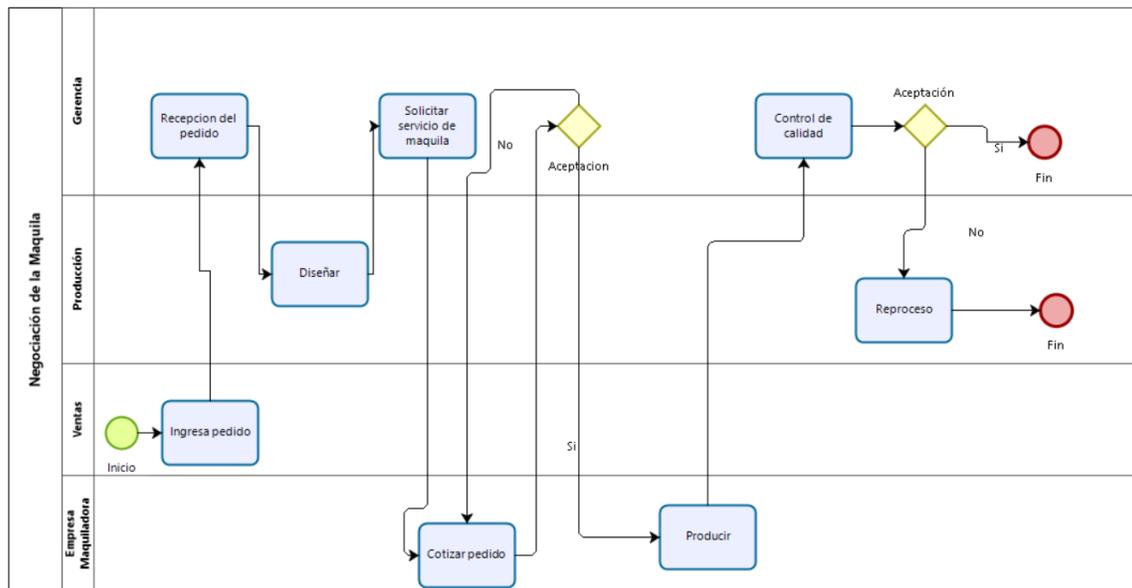


Figura 15. Diagrama de flujo maquila

Al realizar la maquila, la empresa no controla los estándares de calidad de los proveedores y por esta razón los productos necesitan reprocesos, dentro de las instalaciones. Esto ocasiona desperdicios en tiempo y energía, lo que genera costos de producción elevados.

Además, la maquila presenta otros inconvenientes relacionados con los tiempos de negociación y de producción de las camisetas. La negociación con el maquilador le

toma dos días a la gerencia en los cuales se determina los modelos y los materiales, además de las cantidades a entregar.

En la siguiente tabla se puede analizar, por medio de un ejemplo, de la rentabilidad y tiempo que se consume por medio de la maquila.

Tabla 5. *Maquila VS Capacidad propia*

| Datos                              | Cantidad | Porcentaje | Días de trabajo | Producción diaria | Costo unitario | Costo total | Precio unitario de venta | Margen de ganancia |
|------------------------------------|----------|------------|-----------------|-------------------|----------------|-------------|--------------------------|--------------------|
| Para una orden de camisetitas polo | 1870     |            |                 |                   |                |             |                          |                    |
| Capacidad de la empresa            | 1120     | 60%        | 6               | 187               | \$6.80         | \$7,616.00  | \$12.50                  | \$5.70             |
| Maquila                            | 750      | 40%        | 8               | 94                | \$9.00         | \$6,750.00  | \$12.50                  | \$3.50             |

En la tabla 5 se puede observar que el taller maquilador emplea dos días más para producir una cantidad menor de camisetitas, que además son \$2.20 más costosas. También, se puede ver que el costo de la maquila casi iguala al costo de la producción en la empresa y representa una disminución de un 41% de la utilidad de la empresa.

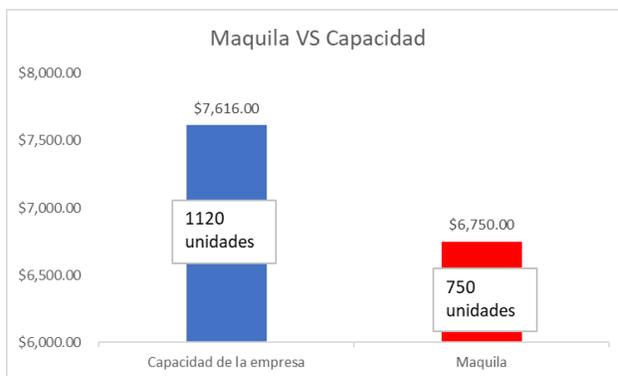


Figura 16. *Maquila VS Capacidad*

### 3.4. Levantamientos de procesos

Para el proceso de elaboración de las camisetas Polo, se cuenta con 7 empleados que realizan las diferentes operaciones para lograr la confección de la camiseta, a continuación, se expondrá brevemente cuales son:

- El primer paso es el tendido de la tela, este se realiza en la mesa de corte y se coloca hasta tres metros de tela, debido a las dimensiones de la mesa.



*Figura 17.* Mesa de corte

- Una vez que se tiene la primera capa de tela, se procede a colocar los moldes de las piezas, buscando la mejor distribución para lograr el mayor rendimiento y evitar los desperdicios.
- Después se traza en la tela la forma de las piezas y una vez concluido se retira todos los moldes. Se procede al tendido de la tela en capas según la cantidad que se necesita de piezas, con un alto máximo de 30 centímetros, que es lo máximo que puede cortar la cortadora de tela actual. Una vez que se termina, se coloca la primera capa marcada encima de todo y se procede a cortar.
- Una vez que se cortan todas las piezas, se hace grupos de piezas para 50 camisetetas, y se las amarra, para que cada operaria reciba las piezas que necesita según su estación.
- Después de que cada empleado tiene sus piezas en la máquina, el primer paso es hacer la vincha de la camiseta, esto se realiza en la máquina Recta y es el paso más crítico de la camiseta.



Figura 18. Máquina Recta

- Una vez que la vincha de la camiseta está lista, la misma pasa a la primera Overlock de 3 hilos, en la cual se pegan los hombros y se unen las mangas al cuerpo de la camiseta, para de ahí pasar a la Overlock de 4 hilos.



*Figura 19.* Máquina Overlock de 3 hilos

- En la Overlock de 4 hilos se cierran los laterales de la camiseta, se colocan el cuello, la tira y la talla, en este punto la camiseta está casi lista y pasa a la Recubridora.

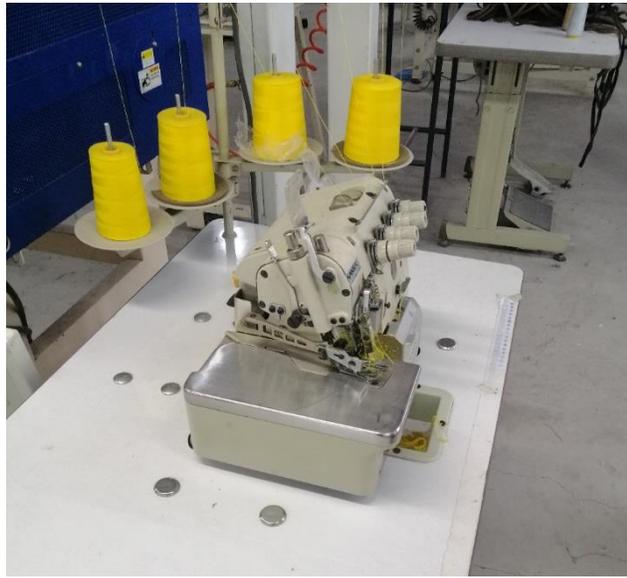


Figura 20. Máquina Overlock de 4 hilos

- En este punto la camiseta ya tiene apariencia de camiseta, pero se debe dar los terminados, por ello en la recubridora se hace el dobladillo de las mangas y bordes de la camiseta para pasar a la Ojaladora/Botonera.



Figura 21. Máquina Recubridora

- Por la distancia que existe entre la Recubridora y la Ojaladora y, además debido a que el mismo empleado de la Overlock de 3 hilos, también trabaja en la Ojaladora, se deja que se acumulen 25 camisetas para pasar a la ojaladora.
- En la Ojaladora/Botonera, se le realiza los ojales y se coloca los botones, este es el último paso y se considera que la camiseta esta lista.



*Figura 22. Máquina Ojaladora Botonera*

- Una vez, que la camiseta está lista, esta pasa a ser revisada, si no está bien es enviada a una bodega de camisetas de segunda, donde se analiza el error y qué hacer con ella.
- Si pasa la revisión, se la plancha y se dobla para de ahí pasar al área de empaque.
- En el área de empaque la camiseta es ingresada en una funda la cual después es sellada y preparada para ser enviada al almacén de ventas. En

este punto, se debe verificar que la talla de la camiseta sea visible, para que los empleados del almacén no deban sacar de la funda la camiseta.

- Todas las camisetas empacadas, quedan sobre la mesa de planchado listas para ser despachadas y al final del día son enviadas al almacén.

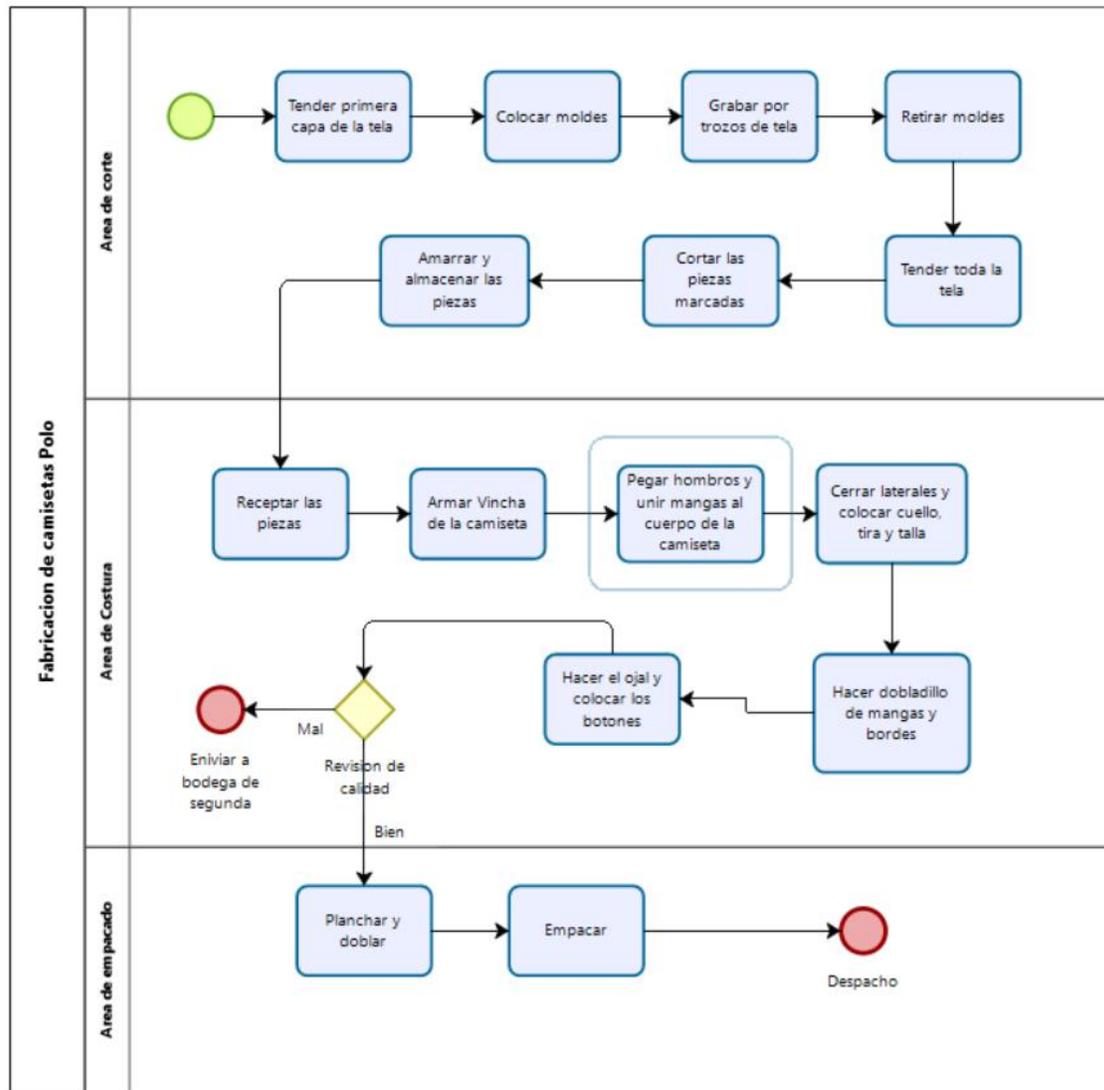


Figura 23. Diagrama de flujo fabricación de camisetas Polo

### 3.5. Estudio del trabajo

Para el estudio de trabajo, se utiliza cronómetros, hojas de apuntes y formatos para la toma de tiempos observados. Además, se utilizan flexómetros y se registran las actividades de los empleados.

#### 3.5.1. Jornada Laboral

En el taller de confección las jornadas inician a las 8:00 de la mañana y terminan a las 16 horas 30 minutos, con 30 minutos de almuerzo.

Tabla 6. *Jornada Laboral*

| <b>Hora</b>              | <b>Jornada de lunes a viernes</b> |
|--------------------------|-----------------------------------|
| <b>8:00 AM a 1:00 PM</b> | Trabajan                          |
| <b>1:00 PM a 1:30 PM</b> | Almuerzo                          |
| <b>1:30 PM a 4:00 PM</b> | Trabajan                          |

Debido a la demanda de producción la empresa solicita a sus empleados trabajar horas extra hasta las 18 horas durante los días de la semana y en casos extremos también se convoca a laborar los días sábado con horario normal de trabajo.

### 3.6. Estudio de tiempos

#### 3.6.1. Documentación de lo observado en el taller

Una vez identificados los procesos, desde el tendido de la tela hasta el empaqueo de las camisetas. Seleccionamos las actividades solo de confección y dejando de lado las áreas de corte y de empaque, porque los tiempos de trabajo de ellos son aparte de la línea de producción y sin tomar en cuenta los tiempos de las otras áreas.

Tabla 7. *Toma de tiempos*

| No. | ACTIVIDAD                      | OBSERVACIONES | TIPO     |        | SIMBOLOGIA ASME |   |   |   |   | TIEMPO DEL CRONOMETRO (SEG) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|--------------------------------|---------------|----------|--------|-----------------|---|---|---|---|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |                                |               | MECANICO | MANUAL | ●               | → | D | ■ | ▼ | 1                           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |     |
| 1   | Armar Vincha de camiseta       |               | X        |        | X               | → | X |   |   |                             | 145 | 140 | 138 | 138 | 142 | 145 | 139 | 140 | 138 | 136 |
| 2   | Pegar hombros                  |               | X        |        | X               | → | X |   |   |                             | 12  | 17  | 13  | 14  | 12  | 22  | 12  | 12  |     |     |
| 3   | Unir mangas                    |               | X        |        | X               | → | X |   |   |                             | 28  | 28  | 35  | 34  | 35  | 30  | 29  | 40  | 31  | 28  |
| 4   | Cerrar costados                |               | X        |        | X               | → | X |   |   |                             | 31  | 35  | 30  | 29  | 36  | 32  | 30  | 35  | 36  | 35  |
| 5   | Colocar cuello, tira y talla   |               | X        |        | X               | → | X |   |   |                             | 38  | 35  | 36  | 36  | 42  | 40  | 37  | 36  | 40  |     |
| 6   | doblar mangas y bordes         |               | X        |        | X               | → | X |   |   |                             | 32  | 38  | 34  | 31  | 32  | 35  | 31  | 37  | 36  | 32  |
| 7   | Hacer ojales y colocar botones |               | X        |        | X               | → | X |   |   |                             | 36  | 39  | 35  | 35  | 36  | 42  | 36  | 35  | 40  |     |

Para sacar el tiempo medio de ciclo hay que seguir los siguientes pasos:

1. Obtener muestras del tiempo que toma realizar cada actividad de la confección de la camiseta.
2. Se procede a obtener el promedio de las muestras
3. Se saca la desviación estándar.

4. Con la desviación estándar y el promedio se obtiene los limites superior e inferior.
5. Se elige los datos que entran en el promedio valido.
6. Se suma las habilidades y esfuerzos más uno lo que resulta en el total de la valoración.
7. Para sacar el tiempo básico se debe multiplicar el promedio valido por el total de la valoración.

Tabla 8. *Obtención Tiempo Básico*

| TIEMPOS (min) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TIEMPO OBSERVADO       |                        | DESVIACION ESTANDAR | LIMITE SUPERIOR | LIMITE INFERIOR | PROMEDIO VALIDO | Promedio Validado sig | VALORACION |          |                  |               |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|----------|------------------|---------------|
| 1             | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | TIEMPO TOTAL OBSERVADO | TIEMPO MEDIO DEL CICLO |                     |                 |                 |                 |                       | HABILIDAD  | ESFUERZO | TOTAL VALORACION | TIEMPO BASICO |
| 2.42          | 2.33 | 2.30 | 2.30 | 2.37 | 2.42 | 2.32 | 2.33 | 2.30 | 2.27 | 23.35                  | 2.335                  | 0.050583021         | 2.385583021     | 2.284416979     | 2.321428571     | 139.29                | 0.08       | 0.05     | 1.13             | 2.623214      |
| 0.20          | 0.28 | 0.22 | 0.23 | 0.20 | 0.37 | 0.20 | 0.20 |      |      | 1.9                    | 0.24                   | 0.059595195         | 0.297095195     | 0.177904805     | 0.219047619     | 13.14                 | 0.06       | 0.05     | 1.11             | 0.243143      |
| 0.47          | 0.47 | 0.38 | 0.57 | 0.58 | 0.50 | 0.48 | 0.67 |      |      | 5.3                    | 0.53                   | 0.067494856         | 0.597494856     | 0.462505144     | 0.514814815     | 30.89                 | 0.06       | 0.05     | 1.11             | 0.571444      |
| 0.52          | 0.58 | 0.50 | 0.48 | 0.60 | 0.53 | 0.50 | 0.58 |      |      | 0.58                   | 0.54833333             | 0.046114458         | 0.594447791     | 0.502218876     | 0.56            | 33.60                 | 0.06       | 0.05     | 1.11             | 0.6216        |
| 0.63          | 0.58 | 0.60 | 0.60 | 0.70 | 0.67 | 0.62 | 0.60 |      |      | 5.67                   | 0.63                   | 0.039771725         | 0.669401355     | 0.589857904     | 0.61            | 36.60                 | 0.06       | 0.05     | 1.11             | 0.6771        |
| 0.53          | 0.63 | 0.57 | 0.52 | 0.53 | 0.58 | 0.52 | 0.62 |      |      | 0.53                   | 0.56333333             | 0.042889465         | 0.606222798     | 0.520443869     | 0.558333333     | 33.50                 | 0.06       | 0.05     | 1.11             | 0.61975       |
| 0.60          | 0.65 | 0.58 | 0.58 | 0.60 | 0.70 | 0.60 | 0.58 |      |      | 5.5666667              | 0.62                   | 0.042853468         | 0.661371587     | 0.57566505      | 0.6             | 36.00                 | 0.03       | 0.02     | 1.05             | 0.63          |

### 3.7. Cálculo del tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar se multiplica el tiempo básico por el coeficiente de descuento y se obtiene el tiempo estándar/unidad. El tiempo de ciclo total de todas las operaciones es de 7.43 minutos para obtener una prenda.

Tabla 9. Cálculo de suplementos constantes

| Cod | Actividad                      | Sexo | 1. Suplementos constantes |            |
|-----|--------------------------------|------|---------------------------|------------|
|     |                                |      | Necesidades personales    | Por fatiga |
| 1   | Armar vincha de camiseta       | F    | 7                         | 4          |
| 2   | Pegar hombros                  | F    | 7                         | 4          |
| 3   | Unir mangas                    | F    | 7                         | 4          |
| 4   | Cerrar costados                | F    | 7                         | 4          |
| 5   | Colocar cuello, tira y talla   | F    | 7                         | 4          |
| 6   | doblar mangas y bordes         | F    | 7                         | 4          |
| 7   | Hacer ojales y colocar botones | F    | 7                         | 4          |

Tabla 10. Cálculo de suplementos variables

| cod | Actividad                      | Sexo | 2. Cantidades variables añadidas al suplemento basico por fatiga |                              |                                  |                   |                     |                   |                     |                   |                      |                      |    | TOTAL | INDICE |
|-----|--------------------------------|------|--|------------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----|-------|--------|
|     |                                |      | a) Supl. Por trabajar de pie                                     | b) Supl. Por postura anormal | c) Lev. De pesos y uso de fuerza | d) Int. de la luz | e) Calidad del aire | f) Tension visual | g) Tension auditiva | h) Proc. Complejo | i) Monotonía: Mental | j) Monotonía: Física |    |       |        |
| 1   | Armar vincha de camiseta       | F    | 0  | 1                            | 1                                | 0                 | 0                   | 2                 | 2                   | 8                 | 1                    | 0                    | 26 | 0.26  |        |
| 2   | Pegar hombros                  | F    | 0  | 1                            | 1                                | 0                 | 0                   | 2                 | 2                   | 4                 | 1                    | 0                    | 22 | 0.22  |        |
| 3   | Unir mangas                    | F    | 0  | 1                            | 1                                | 0                 | 0                   | 2                 | 2                   | 4                 | 1                    | 0                    | 22 | 0.22  |        |
| 4   | Cerrar costados                | F    | 0  | 1                            | 1                                | 0                 | 0                   | 2                 | 2                   | 4                 | 1                    | 0                    | 22 | 0.22  |        |
| 5   | Colocar cuello, tira y talla   | F    | 0  | 1                            | 1                                | 0                 | 0                   | 2                 | 2                   | 4                 | 1                    | 0                    | 22 | 0.22  |        |
| 6   | doblar mangas y bordes         | F    | 0  | 1                            | 1                                | 0                 | 0                   | 2                 | 2                   | 4                 | 1                    | 0                    | 22 | 0.22  |        |
| 7   | Hacer ojales y colocar botones | F    | 4  | 1                            | 1                                | 0                 | 0                   | 2                 | 2                   | 4                 | 1                    | 0                    | 26 | 0.26  |        |

Tabla 11. Tiempo Estándar

| Cod. | Actividad                      | Tiempo Basico (min) | Tiempo Estándar           |                        |                 | Tiempo de ciclo en minutos |
|------|--------------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|----------------------------|
|      |                                |                     | Coefficiente de descuento | Tiempo estandar/unidad | Tiempo de ciclo |                            |
| 1    | Armar Vincha de camiseta       | 157.39              | 1.26                      | 198.32                 | 198.32          |                            |
| 2    | Pegar hombros                  | 14.59               | 1.22                      | 17.80                  | 216.11          |                            |
| 3    | Unir mangas                    | 34.29               | 1.22                      | 41.83                  | 257.94          |                            |
| 4    | Cerrar costados                | 37.30               | 1.22                      | 45.50                  | 303.44          |                            |
| 5    | Colocar cuello, tira y talla   | 40.63               | 1.22                      | 49.56                  | 353.01          |                            |
| 6    | Doblar mangas y bordes         | 37.19               | 1.22                      | 45.37                  | 398.37          |                            |
| 7    | Hacer ojales y colocar botones | 37.80               | 1.26                      | 47.63                  | 446.00          | 7.43                       |

### 3.8. Distribución actual del taller

Las instalaciones actuales del taller, en las que se encuentra el proceso de confección, son la adecuación de la planta de una vivienda, como se muestra a continuación:

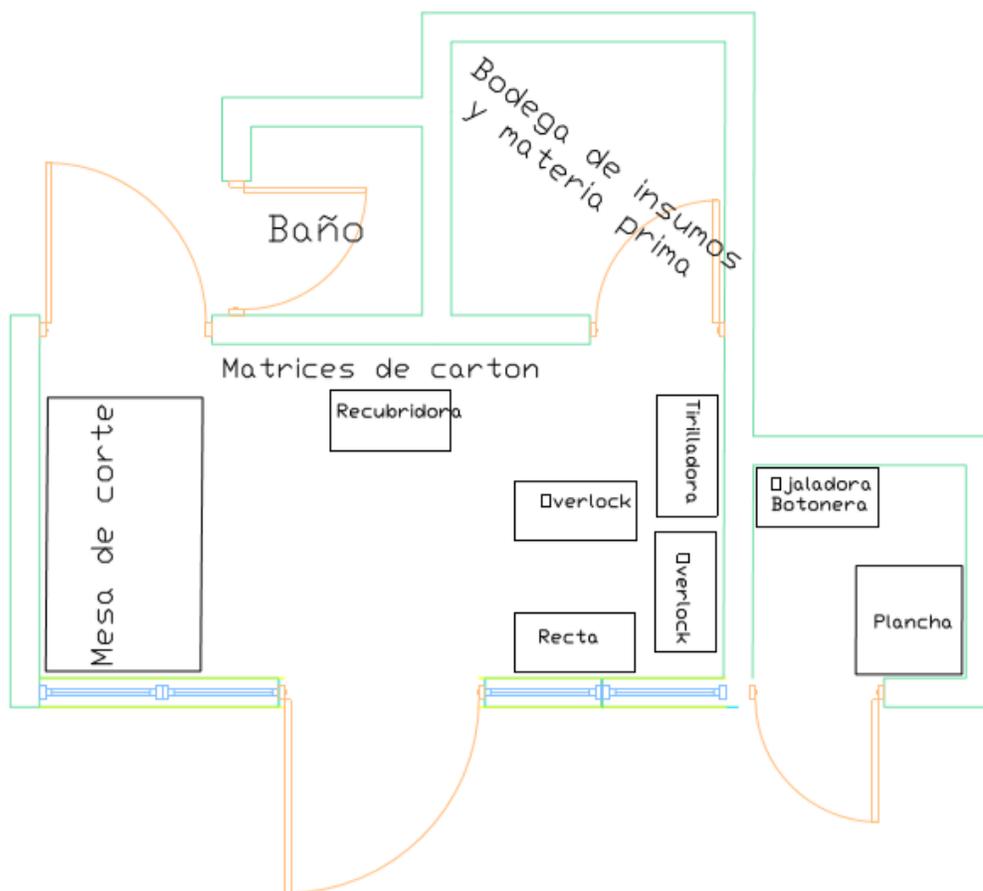


Figura 24. Distribución actual de la planta

El taller actual no cuenta con espacios adecuados para trabajar, por lo que algunas máquinas se encuentran fuera de la habitación principal, esto es un inconveniente tanto para los empleados como para la línea de producción, porque genera movimientos innecesarios que crean tiempos de demora.

Debido a esta situación el espacio de bodega también es muy reducido y sin un orden claro, por lo que se dificulta trabajar y encontrar los materiales. El baño es otro de los inconvenientes porque es unisex y esto genera malestar entre los trabajadores.



Figura 25. Fotos del taller

La bodega no tiene espacio suficiente, y se ha distribuido el inventario en diferentes zonas a lo largo de todo el taller, lo que ocasiona desorden, pérdida de material y reprocesos al no encontrar lo almacenado.

### 3.9. Diagrama de recorrido

Se realiza el diagrama de recorridos, tomando en cuenta únicamente el movimiento de los materiales dentro del proceso de fabricación de camisetas polo, pantalones y camiseta deportiva. A continuación, se muestra el recorrido de la camiseta polo:

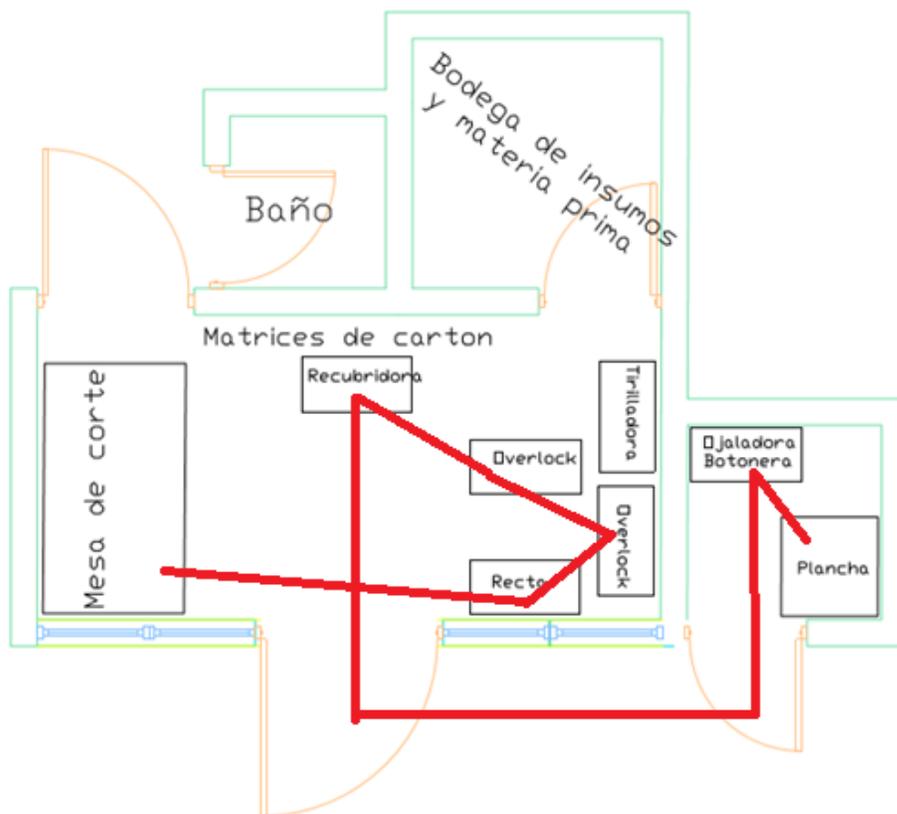


Figura 26. Diagrama de movimientos camiseta polo

La camiseta polo se realiza con 4 operarios. Primero, cada operaria retira las piezas cortadas de la mesa de corte, luego se arma la vincha de la camiseta en la recta, esta es la parte crítica donde se necesita más precisión. Luego se pasa a la primera overlock de 3 hilos en la cual se pegan los hombros y se unen las mangas al cuerpo de la camiseta, después en la segunda overlock de 4 hilos se cierra los laterales de la camiseta y se coloca el cuello, la tira y la talla. Con esto la camiseta pasa a la recubridora, en donde se realiza el dobladillo de mangas y bordes, en este paso se da los acabados para pasar como última etapa. La ojadora y botonera es la estación final, en la cual como su nombre lo indica se hace el ojal y se coloca los botones sobre la camiseta, para al final ser planchada y posteriormente empacada.

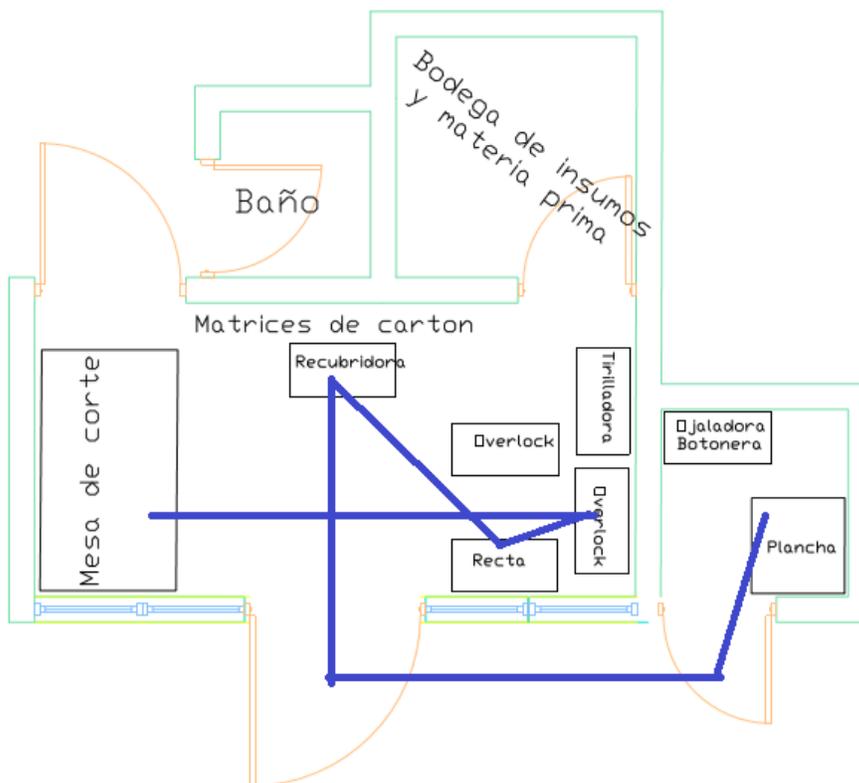


Figura 27. Diagrama de movimientos camiseta deportiva

La fabricación de las camisetitas deportivas la realizan 3 personas. Primero se retiran las piezas de la mesa de corte, luego en la overlock de 3 hilos, se une los hombros y se coloca el rib alrededor del cuello. Después en la misma overlock de 3 hilos, se pega la tira del cuello y se coloca la etiqueta; después pasa a la recta donde se pone las mangas y se cierra los lados de la camiseta. Al final pasa por la recubridora, donde se realiza el dobladillo de los filis, para terminar en la plancha y de ahí, empackado.

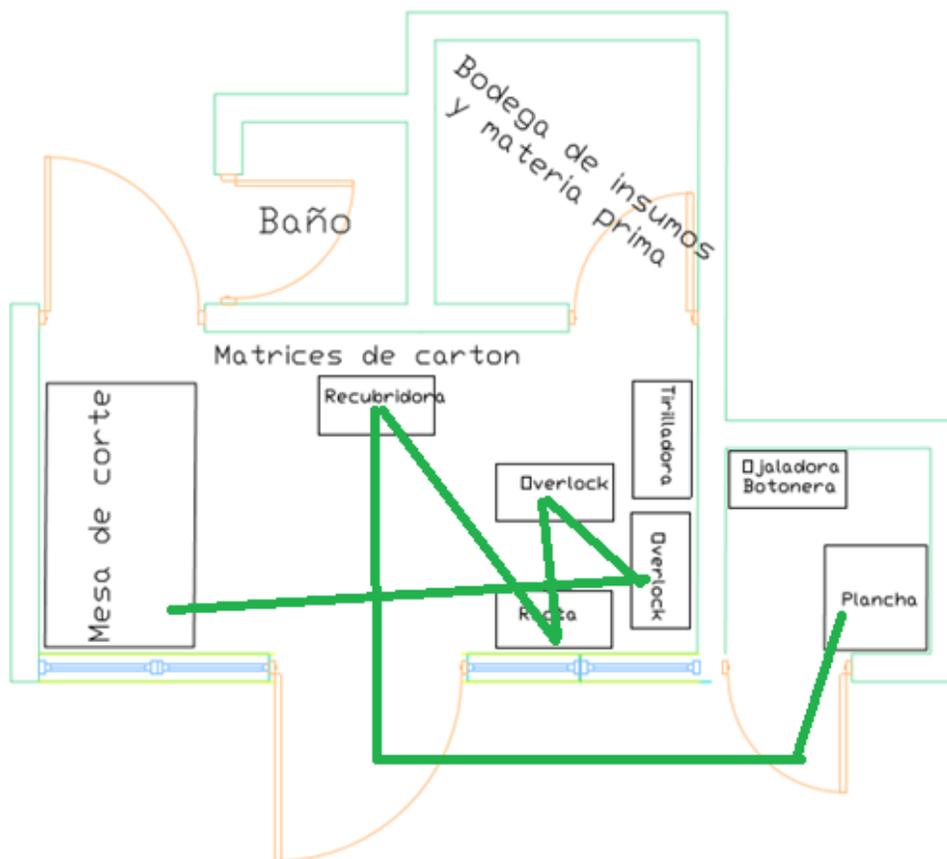


Figura 28. Diagrama de movimientos pantalón deportivo

La fabricación del pantalón deportivo comienza recogiendo las partes de la mesa de corte, después se cose los tiros con la overlock, luego se cose las tirillas en los lados del pantalón y se pone el elástico en la parte superior. Después en la recta se colocan los bolsillos y por último se hace la basta del pantalón en la recubridora, para pasar al final al planchado y empackado.

Basado en los movimientos que realizan los operarios se obtienen las siguientes distancias en el proceso de fabricación de camisetas polo:

Tabla 12. *Cursograma de la camiseta polo*

| Cursograma de la fabricación de camisetas polo |                    |          |   |   |          |   |             |
|--|--------------------|----------|---|---|----------|---|-------------|
| Descripción                                    | Distancia (metros) | Símbolos |   |   |          |   | Observación |
|  |                    | ○        | □ | D | ⇒        | ▽ |             |
| Mesa de corte-Máquina Recta                    | 3                  |          |   |   | X        |   |             |
| Máquina Recta-Overlock de 3 hilos              | 0.68               | X        |   |   | X        |   |             |
| Overlock de 3 hilos-Overlock de 4 hilos        | 1.1                | X        |   |   | X        |   |             |
| Overlock de 4 hilos-Recubridora                | 1.55               | X        |   |   | X        |   |             |
| Recubridora-Ojaladora/Botonera                 | 7.7                | X        |   |   | X        |   |             |
| Ojaladora/Botonera-Plancha                     | 0.5                | X        |   |   | X        |   |             |
| <b>Total</b>                                   | <b>14.53</b>       | <b>5</b> |   |   | <b>6</b> |   |             |

Basado en los movimientos que realizan los operarios se obtienen las siguientes distancias en el proceso de fabricación de la camiseta Deportiva:

Tabla 13. *Cursograma de la camiseta Deportiva*

| Cursograma de la fabricación de camisetas deportivas |                    |          |   |   |   |   |             |
|--|--------------------|----------|---|---|---|---|-------------|
| Descripción  | Distancia (metros) | Símbolos |   |   |   |   | Observación |
|  |                    | ○        | □ | D | ⇨ | ▽ |             |
| Mesa de corte--<br>Overlock de 3 hilos               | 3.7                |          |   |   | X |   |             |
| Overlock de 3 hilos-<br>Máquina Recta                | 0.68               | X        |   |   | X |   |             |
| Máquina Recta-<br>Recubridora                        | 2                  | X        |   |   | X |   |             |
| Recubridora-Plancha                                  | 6.9                | X        |   |   | X |   |             |
| <b>Total</b>   | 13.28              | 4        |   |   | 5 |   |             |

Basado en los movimientos que realizan los operarios se obtienen las siguientes distancias en el proceso de fabricación de Pantalones deportivos:

Tabla 14. *Cursograma de los pantalones deportivos*

| Cursograma de la fabricación de pantalones   |                    |          |   |   |   |   |             |
|--|--------------------|----------|---|---|---|---|-------------|
| Descripción                                  | Distancia (metros) | Símbolos |   |   |   |   | Observación |
|  |                    | ○        | □ | D | ⇨ | ▽ |             |
| Mesa de corte-Máquina<br>Overlock de 3 hilos | 3.7                |          |   |   | X |   |             |
| Overlock de 3 hilos-<br>Overlock de 4 hilos  | 1.1                | X        |   |   | X |   |             |
| Overlock de 3 hilos-<br>Máquina Recta        | 1                  | X        |   |   | X |   |             |
| Máquina Recta-<br>Recubridora                | 2                  | X        |   |   | X |   |             |
| Recubridora-Plancha                          | 6.9                | X        |   |   | X |   |             |
| <b>Total</b>                                 | 14.7               | 4        |   |   | 5 |   |             |

Una vez calculadas las distancias de cada producto se tiene que para la camiseta polo se recorren 14.53 metros en su fabricación, para la camiseta deportiva se recorren 13.28 metros y para el pantalón deportivo se camina 14.7 metros.

### 3.10. Simulación actual

Se realiza la simulación actual del proceso de confección, el cual coincide con los datos obtenidos al momento de la toma de tiempos y los datos entregados por la gerencia.

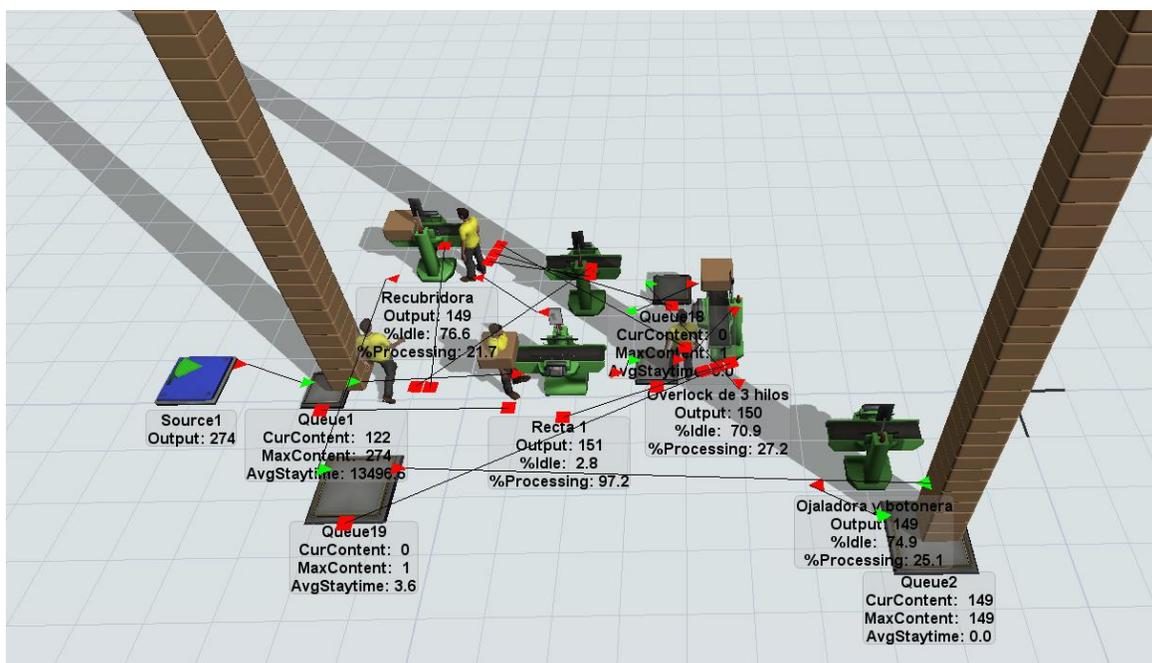


Figura 29. Simulación actual del proceso

El corte de la camiseta se lo realiza de manera aislada y por ello al comenzar el proceso de confección ya se tiene un inventario de 274 prendas en proceso, en las 7 horas y media de trabajo, se obtiene un total de 149 camisetas polo y se tiene 122 unidades están en proceso. Con esto se demuestra que la información obtenida durante el estudio y la información brindada por la gerencia coinciden en su totalidad.

### Throughput

| Object | Input  | Output |
|--------|--------|--------|
| Queue2 | 149.00 | 0.00   |

Figura 30. Throughput del producto terminado

### Throughput

| Object | Input  | Output |
|--------|--------|--------|
| Queue1 | 274.00 | 152.00 |

Figura 31. Throughput de las piezas en proceso

También se muestra que el principal cuello de botella es la máquina recta, esto debido a que es el proceso más crítico al armar la vincha de la camiseta.

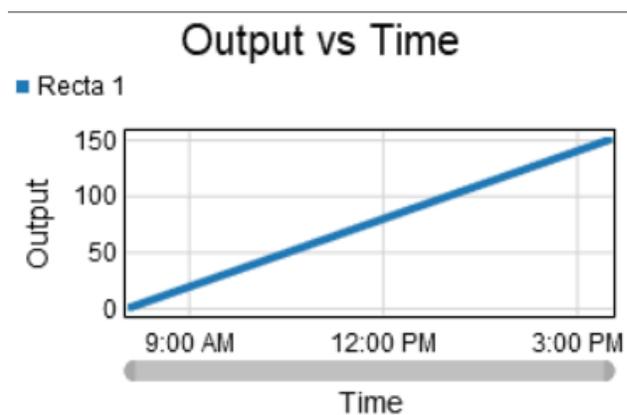


Figura 32. Output vs time de la Máquina Recta

## **4. CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE CAUSAS**

Para el análisis de causas se utilizan 4 herramientas, con las cuales se identifica y analiza el problema. La primera es el diagrama de Ishikawa, el cual sirve para ver las causas según las 6M's. La segunda es el VSM actual, el cual permite ver una visión global del estado de la línea de producción, muestra los problemas de inventarios y las posibles causas de demoras. La tercera herramienta está directamente relacionada con el VSM y es el balanceo de línea, el cual permite visualizar las actividades cuello de botella y la carga de trabajo de los operarios. La última es el árbol de problemas, el cual organiza el problema en sus causas, su descripción y sus efectos haciendo semejante su forma a las raíces y ramas de un árbol.

### **4.1. Diagrama de Ishikawa**

Al realizar el diagrama de Ishikawa se toma en cuenta las 6M's, que son las causas de las ineficiencias del proceso. Esto genera una falla en la productividad del proceso.

## ISHIKAWA

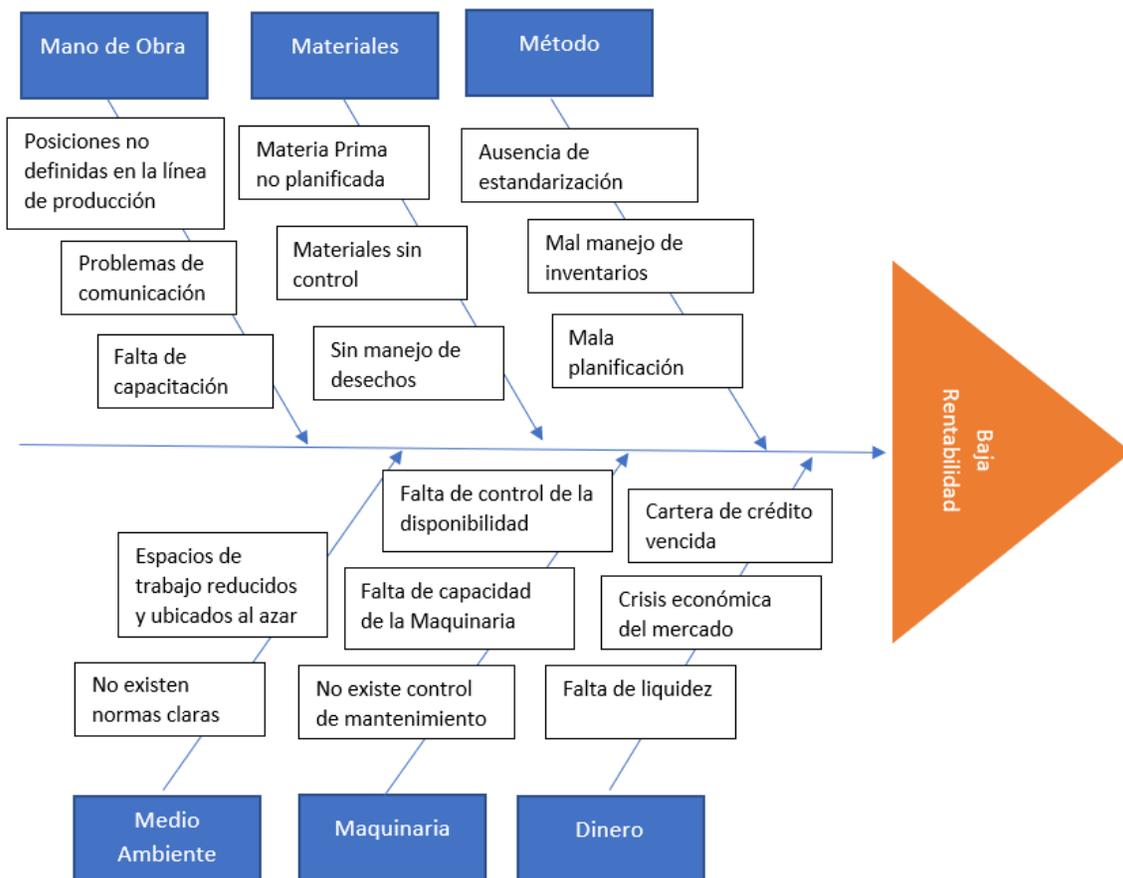


Figura 33. Diagrama de Ishikawa

El problema principal del taller es la baja rentabilidad, y como causas están los siguientes elementos que se encuentran por medio de las 6M's.

- Método: Ausencia de estandarización.

No se tiene estandarización de procesos, los empleados no siempre trabajan de la misma forma y tienden a confundirse y demorar el proceso.

- Materiales: Materiales sin control

El manejo de los materiales se vuelve complicado al tener bodegas y lugares de colocación distribuidos en toda la planta de forma desorganizada. Adicionalmente, no se tienen etiquetados los productos y no se lleva un control de inventario.

- Mano de obra: Posiciones no definidas en la línea de producción

Al no tener las posiciones de trabajo definidas, los empleados tienden a abarcar más de lo que pueden, hacer funciones en las que no tienen experiencia y crear pérdidas por errores, ocasionando retrasos de la producción que repercuten directamente en la rentabilidad de la empresa.

- Medio ambiente: Espacio de trabajo reducidos y ubicados al azar

La falta de espacio de trabajo causa que los empleados choquen en todo momento y que incumplan con los tiempos de trabajo, además las instalaciones no permiten tener baños separados y esto molesta a los empleados.

- Maquinaria: Falta de capacidad de la maquinaria

Algunas máquinas trabajan sobre la capacidad establecida por el proveedor y por ello tienden a desgastarse más rápido y generar costos de reparación que repercuten en la rentabilidad de la empresa. Además, esto genera la necesidad de buscar maquilas las cuales restan un gran porcentaje de la utilidad.

- Dinero: Crisis económica del mercado

Debido a la actual situación del covid19, la empresa ha tenido que cerrar por varios días y adecuar medidas de seguridad, que por el momento no han podido ser amortizadas, porque el mercado no está caminando y por lo tanto las ventas están bajas.

Analizando los datos obtenidos del diagrama de Ishikawa, podemos concluir que gran parte del problema de la baja rentabilidad, se debe a que el taller no tiene instalaciones adecuadas, esto provoca que los empleados no se sientan a gusto en su zona de trabajo, reduciendo su capacidad productiva. Además, la misma instalación hace imposible un aumento de la capacidad de producción, por lo que la empresa se ve obligada a maquilar un gran porcentaje de producción.

## 4.2. VSM Actual

Se realizó el VSM actual, luego de obtener el tiempo estándar de las actividades del proceso de elaboración de camisetas polo. Esta herramienta sirve para identificar la producción diaria en el proceso, también se busca encontrar actuales cuellos de botella y tener una idea más visual de nuestros inventarios en proceso.

El VSM es como una foto que uno toma en un momento determinado de la producción y con la cual se puede comparar los datos esperados, con lo real que se ve en la línea de producción.

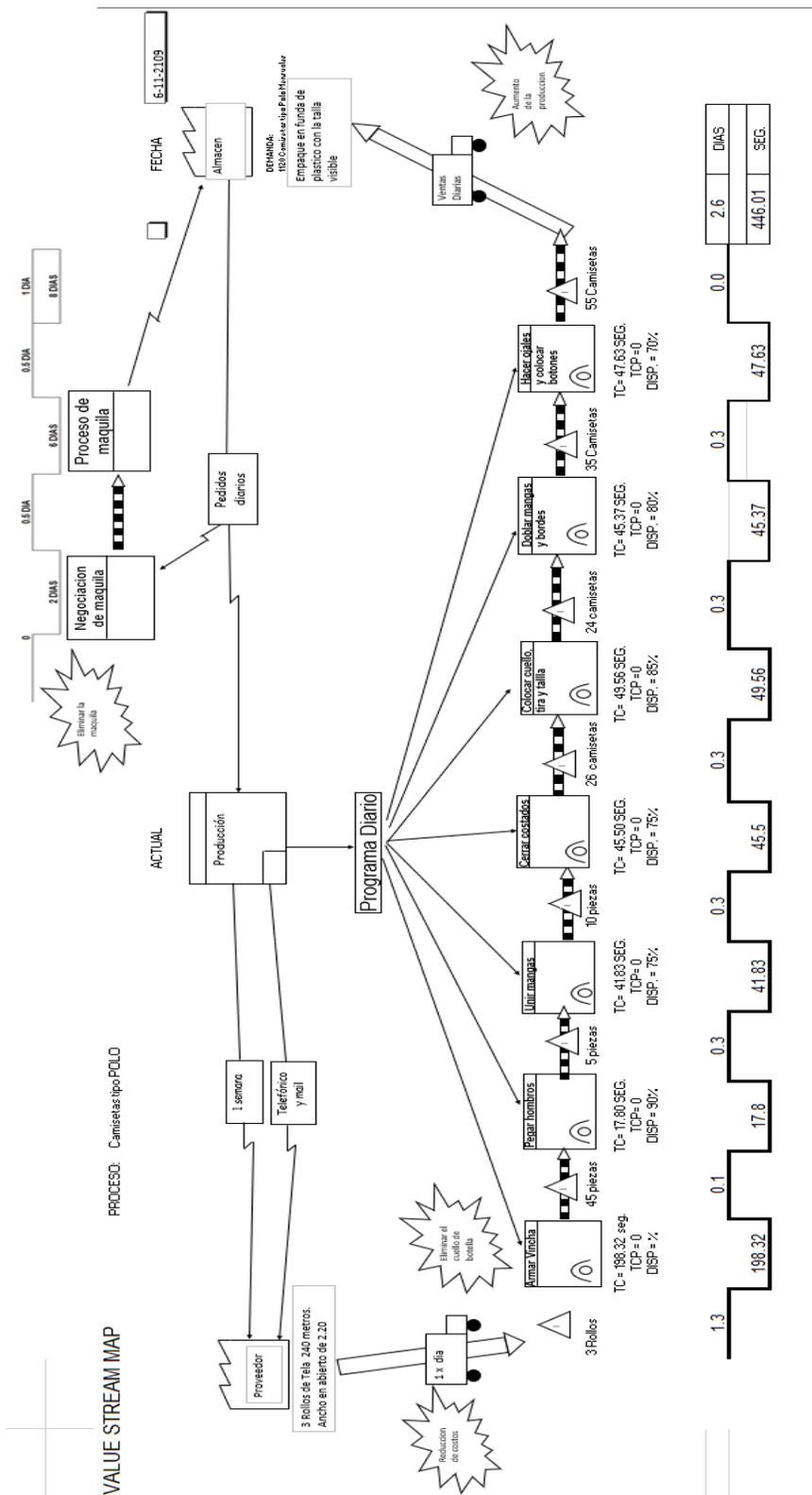


Figura 34. VSM actual 1

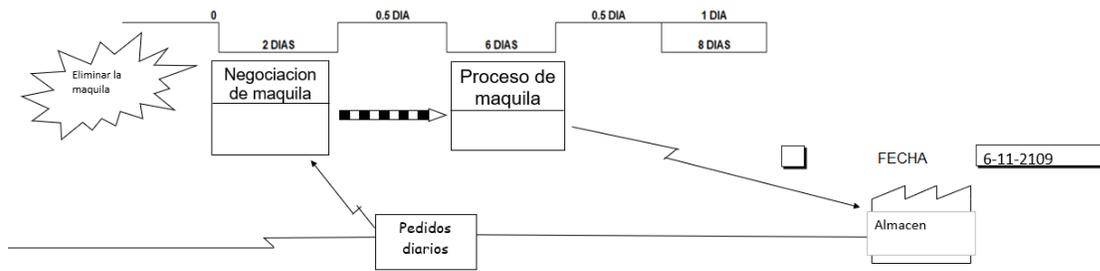


Figura 35. VSM Actual - Maquila

El promedio de la demanda mensual de la empresa es de 1120 camisetas tipo polo, este dato se lo consiguió, de los registros de ventas de la empresa del año pasado. Hay que tomar en cuenta que esto varía dependiendo de los contratos y la época escolar.

El Almacén hace pedidos diarios, porque el taller no cuenta con una bodega para almacenar el producto terminado, por esta razón se realiza envíos de producción diarios más o menos a las 5 de la tarde.

Producción realiza el pedido por teléfono o por mail, se programa con una semana de anticipación en la que se envía todo el pedido. El tiempo que se demora el proveedor en entregar el material puede demorar desde medio día hasta 4 días cuando es un desarrollo especial.

El proveedor envía 3 rollos de tela para satisfacer la producción diaria y un total de 18 rollos para completar la demanda total. Estos envíos son con entrega en la planta y corre por cuenta del proveedor.

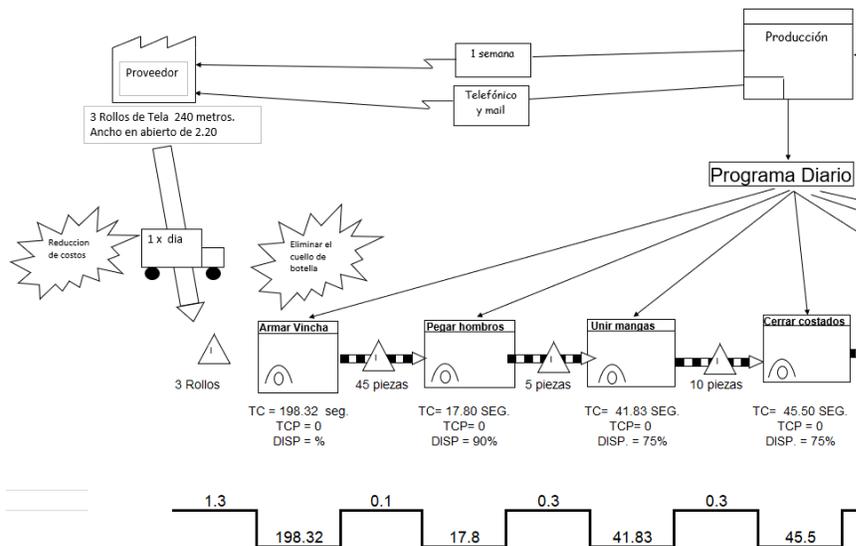


Figura 36. VSM Actual 2

En la figura anterior podemos ver un acercamiento al VSM actual, el cual muestra los tiempos de proceso de las distintas actividades a describirse a continuación:

- Los 3 rollos se procesan en el área de corte y se mantienen en inventario de piezas hasta que ingresa a la línea de producción, en esta el primer paso es armar la vincha de la camiseta; este es el cuello de botella, porque es el proceso que más tiempo se demora, debido a que es el punto de mayor importancia en la fabricación de la camiseta. Este proceso es realizado por 1 sola persona lo llamamos operario 1.
- El siguiente paso es pegar los hombros esto lo realiza 1 solo empleado, este operario será llamado operario 2, el cual trabaja en la máquina Overlock de 3 hilos y que además realiza la siguiente operación que es unir mangas, estas dos operaciones son mucho más rápidas, pero por demoras de movimiento del operario crean inventario en proceso.

Después pasamos a la Overlock de 4 hilos, en esta se cierran los costados de la camiseta. Esta actividad la realiza otro operario, al cual se lo nombro operario 3, aunque su tiempo es un poco más alto, no tiene un gran inventario y al contrario tiene un buen tiempo de secuencia.

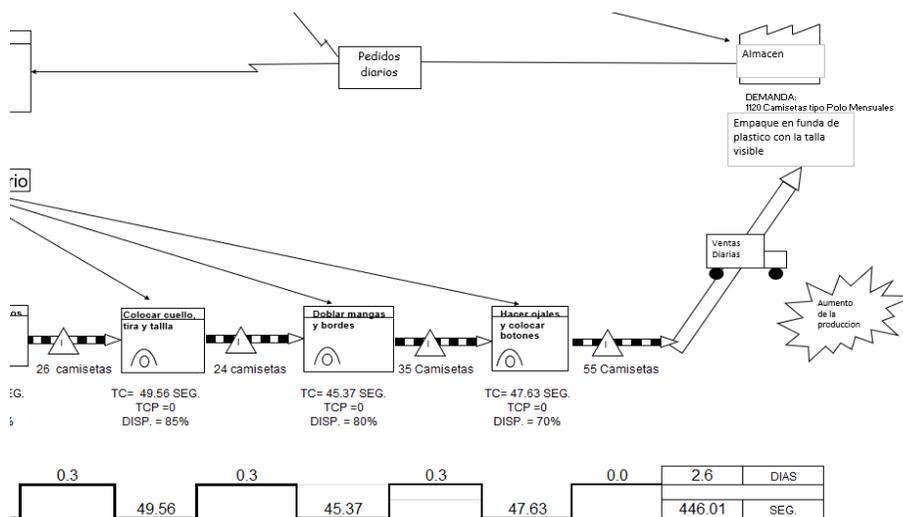


Figura 37. VSM Actual 3

Se vuelve a mostrar un acercamiento al VSM actual, para lograr ver mas de cerca las actividades y los inventarios.

Siguiendo con el proceso, la siguiente actividad es colocar el cuello, la tira y la talla de la camiseta. Este proceso lo realiza el mismo operario 3 en la Overlock de 4 hilos; a partir de este punto la camiseta ya tiene forma.

El siguiente paso, es donde se da acabados a la camiseta, en este caso será el operario 4 en la máquina recubridora, quien realice el dobladillo de mangas y bordes de la camiseta.

Por último, en la máquina ojaladora/botonera se encuentra el operario 2 otra vez, el cual realiza los ojales y coloca los botones para dar por terminado el proceso de confección de la camiseta. En este punto existe un poco de inventario por que el operario espera a reunir 25 camisetas antes de pasar al área donde está la ojaladora/botonera.

Con el análisis de este VSM actual, se concluye que se tiene un cuello de botella, en el proceso de realización de la vincha de la camiseta polo; el cual retrasa casi 1 día el trabajo. Al final el proceso demora un poco más de dos y medio días en entregar la producción, debido a los retrasos que se ven reflejados en los inventarios. Esto genera pérdidas de producción y por ende rentabilidad a la empresa.

### **4.3. Balanceo de líneas**

Con el estudio de tiempos y el VSM actual, se puede realizar un balanceo de línea para identificar el cuello de botella; para ello primero se debe identificar las actividades, el operario que la realiza, sus tiempos de ejecución y el takt time como se muestra a continuación:

## Takt Time

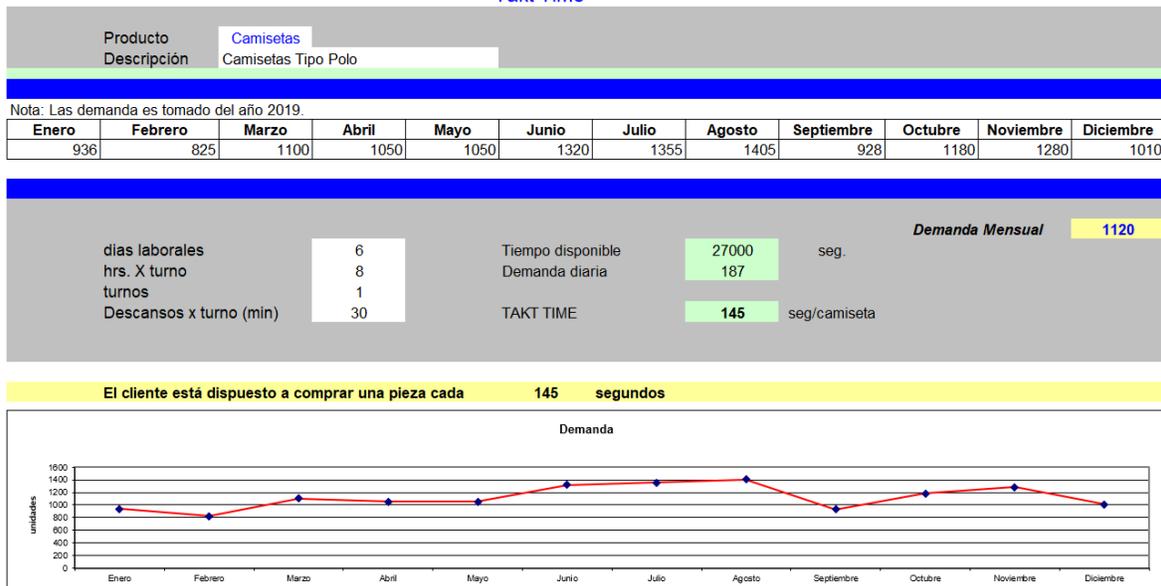


Figura 38. Cálculo del Takt Time

Para obtener el Takt Time, primero se debe obtener el historial de producción del año pasado, con el historial de producción procedemos a obtener la demanda mensual, que no va a ser más que un promedio de los 12 meses anteriores.

Después se coloca los días laborables, las horas por turno de trabajo, el número de turnos y los descansos. Con todo esto obtenemos el tiempo disponible y la demanda diaria. Al final solo dividimos el tiempo disponible para la demanda diaria, ese es nuestro Takt time.

Tabla 15. *Balanceo de líneas*

| Operación | Operador | Descripción                    | Tiempo (segundos) | Takt (segundos) |
|-----------|----------|--------------------------------|-------------------|-----------------|
| 1         | A        | Armar Vincha de camiseta       | 173.88            | 145.00          |
| 2         | B        | Pegar hombros                  | 14.64             | 145.00          |
| 3         | B        | Unir mangas                    | 34.16             | 145.00          |
| 4         | C        | Cerrar costados                | 42.70             | 145.00          |
| 5         | C        | Colocar cuello, tira y talla   | 43.92             | 145.00          |
| 6         | D        | doblar mangas y bordes         | 39.04             | 145.00          |
| 7         | B        | Hacer ojales y colocar botones | 45.36             | 145.00          |

Aquí se puede observar, cómo es la distribución de los operarios en la línea de producción; al comparar los tiempos de cada actividad con el takt time se puede ver, cuál es el cuello de botella, sin embargo, para verlo de mejor manera se puede utilizar la siguiente gráfica.

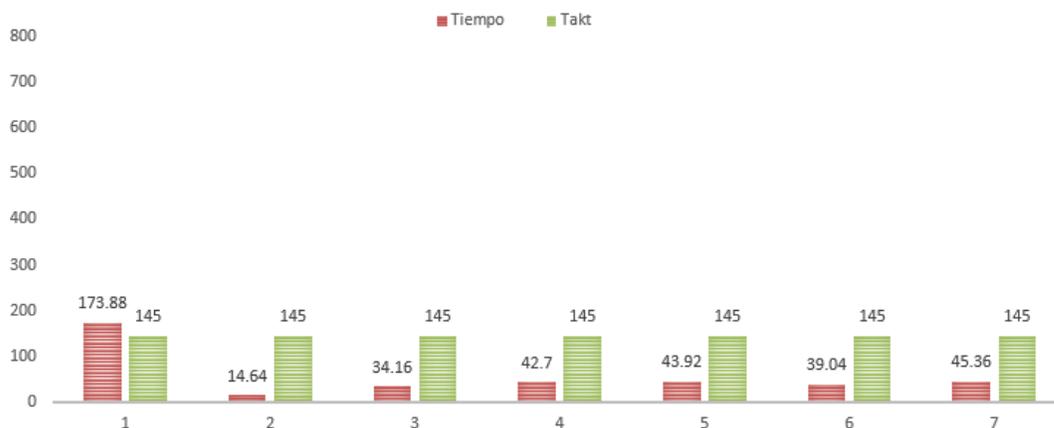


Figura 39. Takt time VS tiempo de actividades

Como se puede ver claramente en la gráfica, el cuello de botella está en la fabricación de la vincha de la camiseta, pero esto no es lo único que se puede

apreciar. También se observa que hay muchas actividades que, aunque se suman como carga a los operarios no se acercan al takt time.

Por último y tal vez lo más importante es que el operario 4 está casi sin actividad y por lo tanto es un punto que se debe revisar para balancear la línea.

#### **4.4. Árbol de problemas**

Para tener información correcta en el árbol de problemas y hacer un análisis, se debe comenzar por investigar tanto a la gerencia, como a los empleados. Se necesita investigar qué problemas han tenido, qué molestias o inconvenientes han encontrado durante la producción; se debe ser muy crítico a la hora de analizar el proceso durante la ejecución de la camiseta.

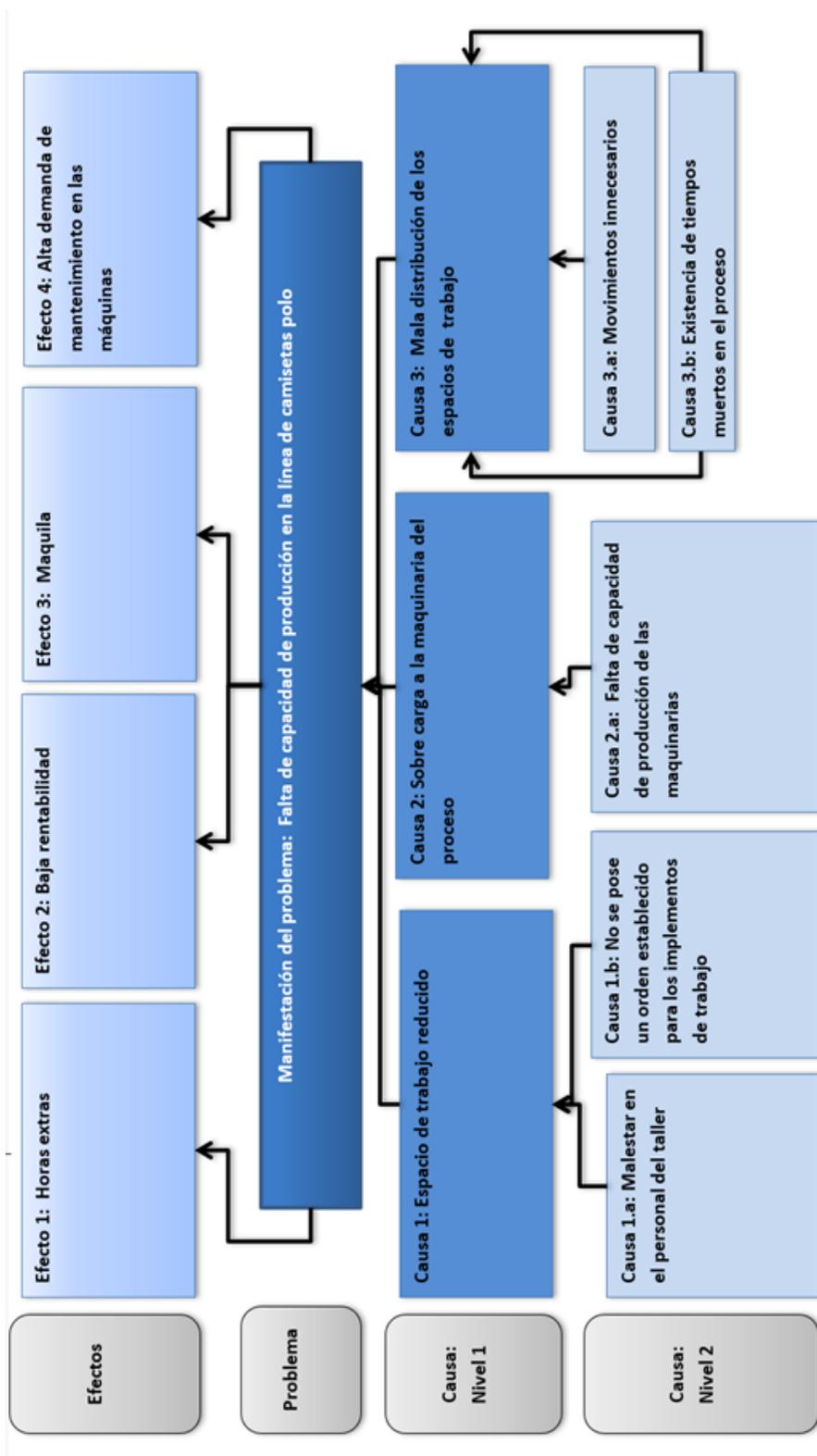


Figura 40. Árbol de problemas

En las raíces del árbol, se encuentran las causas que generan el problema a resolver, en este caso el espacio de trabajo reducido causa malestar en los empleados y desorden dentro del área de trabajo del taller. Otra causa es la falta de capacidad de producción de las máquinas del taller, que genera sobrecarga a la maquinaria del proceso. Por último, está la mala distribución de la planta que genera movimientos innecesarios y tiempos muertos dentro del proceso de producción de camisetas polo.

Todas estas causas llevan al problema, el cual es la falta de producción de la línea de camisetas polo, que a su vez genera ciertos efectos ya identificados como: Pago de horas extras a los trabajadores, necesidad de maquilar la producción con otros talleres de confección, baja rentabilidad del negocio y por último alta demanda de mantenimiento de la maquinaria.

## **5. CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA**

### **5.1. Antecedentes a la mejora**

En los últimos 6 meses la empresa ha tenido un incremento de la demanda, pero esto no necesariamente significa un incremento de rentabilidad. Debido a los últimos pedidos de gran volumen, existieron grandes pérdidas de utilidad por el pago de horas extras y maquilas con talleres externos.

Esto motivó a la gerencia a realizar un estudio, con el cual justificó la necesidad de un cambio de instalaciones y una inversión en maquinaria, para aumentar su capacidad de producción. Pasar de ser un taller de confección casero, con una sola línea de producción, a una planta de confección con más de una célula de trabajo.

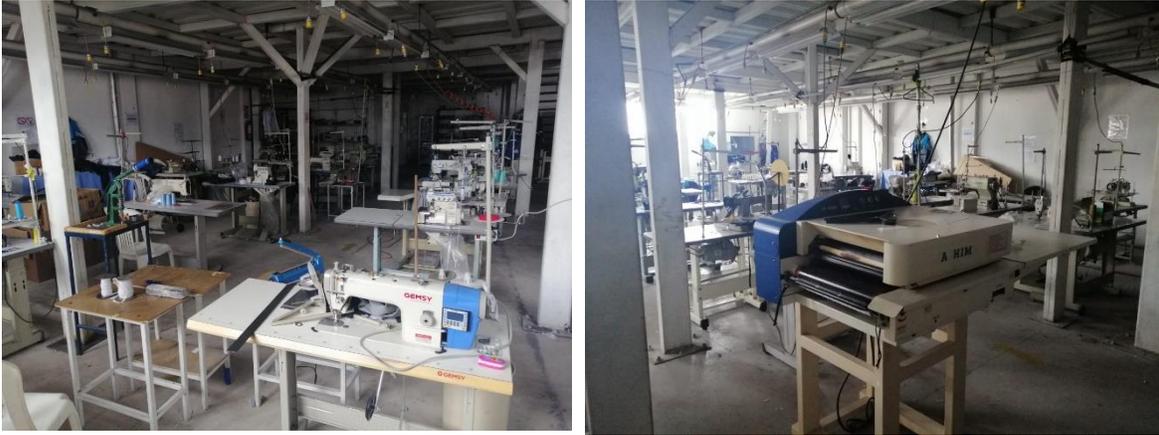
El taller de confección original tenía un área de 111.49 m<sup>2</sup> incluyendo el área de parqueaderos, mientras que la nueva instalación, posee un área de 377 m<sup>2</sup>, incluyendo el patio de maniobras. El área de trabajo útil en el taller original es de 31.49 m<sup>2</sup>, mientras que en la nueva planta es de 255 m<sup>2</sup>, lo que indica un aumento agresivo que hizo la gerencia, en lo que se refiere a infraestructura del taller.

Además de la inversión en infraestructura, también se invirtió en maquinaria para todas las áreas; en el área de corte se pasó de una mesa de corte de 3 metros de largo, a una de 8 metros de largo. Aparte se invirtió en una segunda cortadora de mano, que puede cortar hasta 30 cm de alto de tela, por lo que fácilmente se puede duplicar la producción de esa área.



*Figura 41.* Mesa de Corte nueva

En el área de confección se pasó de 6 máquinas a 16 máquinas, además se aumentó una fusionadora y un área expresa para el planchado de prendas, con 4 planchas y no solo la una que originalmente se tenía.



*Figura 42.* Maquinaria de la empresa



*Figura 43.* Área de planchado

Aparte se creó un área dedicada para revisión de calidad y empaque de prendas y por último se dividió las áreas de materia prima en diferentes posiciones alrededor de la planta.



*Figura 44.* Área de empaque

A continuación, se muestran los layout de las áreas ya explicadas anteriormente.



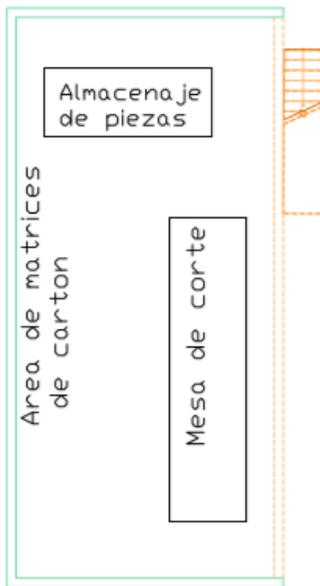


Figura 46. Layout del nuevo taller 2

Las instalaciones son compartidas con una bodega, por ello existen áreas comunes de paso y una gran extensión del galpón que no es tomada en cuenta en este trabajo.

## 5.2. Mejora de la línea de producción

Con la nueva capacidad instalada, se decidió crear una nueva célula de producción para las camisetas polo, para ello se tomó en cuenta las distancias de recorridos, los tiempos por actividad y un último criterio, que dada la situación actual se vuelve la prioridad que es el COVID19.

Lo primero que se realizó, es calcular la cantidad de empleados necesarios para producir la demanda de camisetas polo; con ello en mente se obtuvo la siguiente tabla, en la que también se realizó la distribución de los empleados.

Tabla 16. Cálculo de operarios y distribución

| Tiempo en minutos | Producción dividido por hora | Producción por día  | Requerimiento de la producción | Minutos necesarios | Tipo de máquina      | Operarios |
|-------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|-----------|
| 3.305             | 18.153                       | 145.224             | 1.667                          | 100.047            | Recta                | a y b     |
| 0.297             | 202.269                      | 1618.154            | 0.150                          | 8.979              | Overlock de 3 hilos  | c         |
| 0.697             | 86.063                       | 688.505             | 0.352                          | 21.102             | Overlock de 3 hilos  | c         |
| 0.758             | 79.119                       | 632.951             | 0.383                          | 22.955             | Overlock de 4 hilos  | d         |
| 0.826             | 72.634                       | 581.070             | 0.417                          | 25.004             | Overlock de 4 hilos  | d         |
| 0.756             | 79.355                       | 634.841             | 0.381                          | 22.886             | Recubridora          | d y b     |
| 0.794             | 75.586                       | 604.686             | 0.400                          | 24.028             | Ojaladora y botonera | c         |
|                   |                              | numero de operarios | 3.750                          |                    |                      |           |

En la tabla se puede ver, que el número de operarios teórico es 3.75 operarios, el cual pasa a redondear a 4, además se puede ver que, debido al requerimiento de producción de la máquina recta, es necesario aumentar una recta en la línea.

Con esto en mente la distribución y balanceo de línea pasa a ser la siguiente:

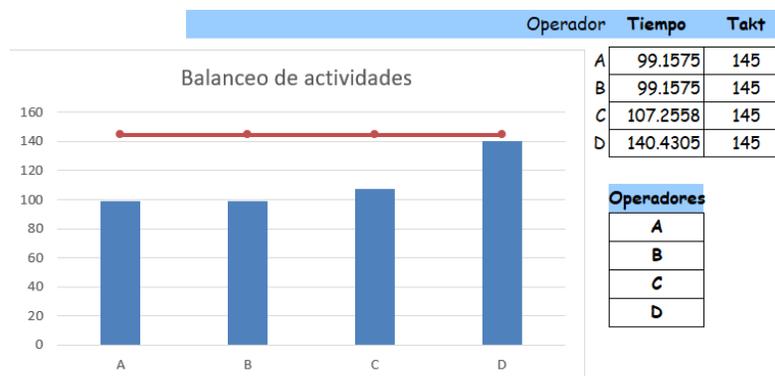


Figura 47. Balance futuro

Como se ve en la figura, ninguno de los operarios supera el takt time, por eso la distribución esta optimizada, en función de los tiempos y ocupación de máquina obtenidos en el estudio de tiempos.

El siguiente paso es seleccionar la ubicación de las máquinas, para tener un flujo correcto de funcionamiento en la célula; para esto utilizaremos los criterios de distancia segura para el covid19 y de reducción de movimientos innecesarios. Para poder lograr la seguridad de los operarios, pero al mismo tiempo no desperdiciar tiempo de producción en movimientos innecesarios que no agregan valor.

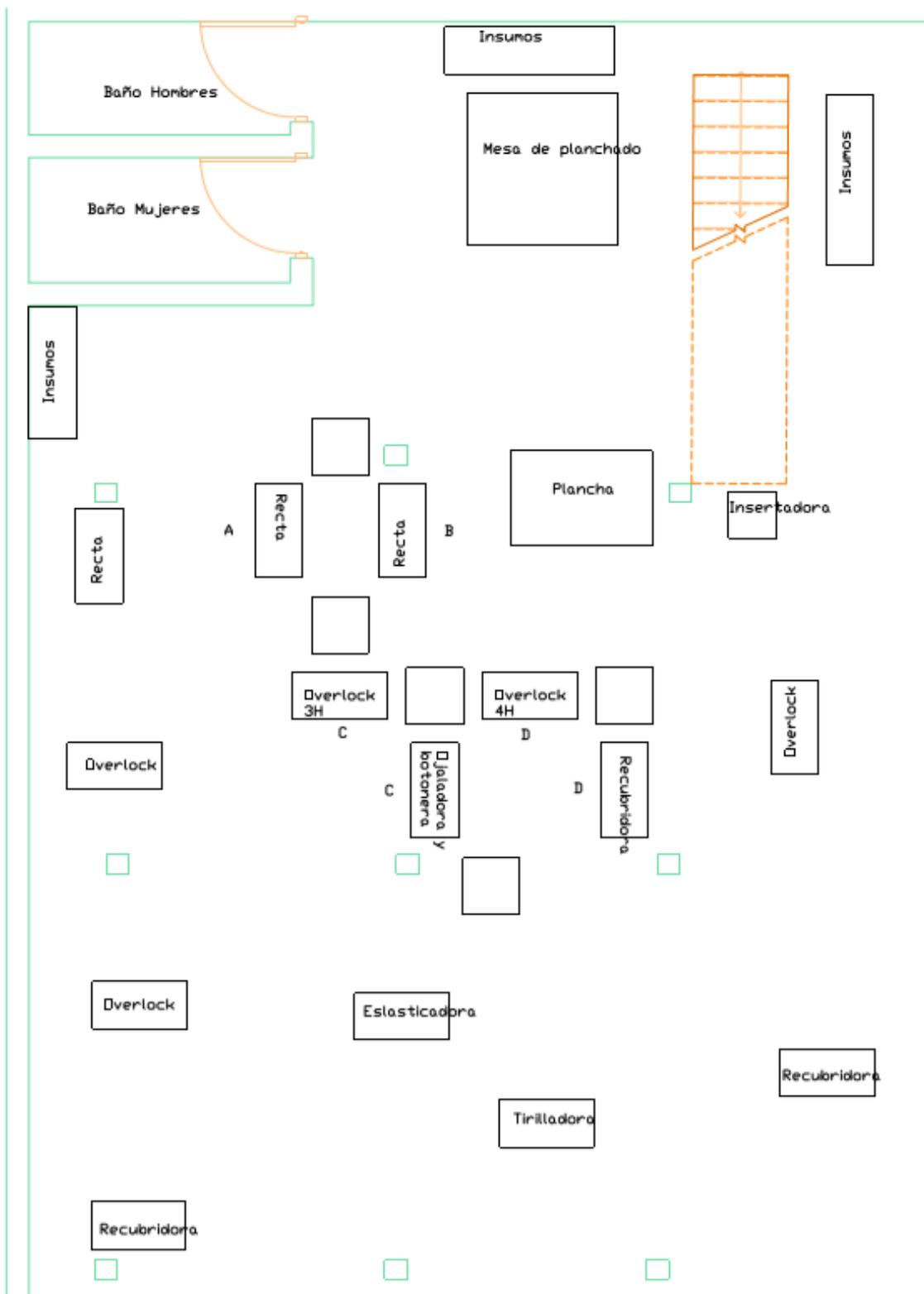


Figura 48. Nueva distribución de la célula

Para evitar movimientos innecesarios, pero conservar las distancias requeridas para evitar el contagio por Covid19, se decidió usar mesas de apoyo de 60 cm x 60 cm, las cuales correctamente colocadas sirven de apoyo para la producción y además dan la separación necesaria a las máquinas.

Después de realizar la distribución, se procede al registro de las distancias y recorridos de la camiseta polo, en la célula de trabajo.

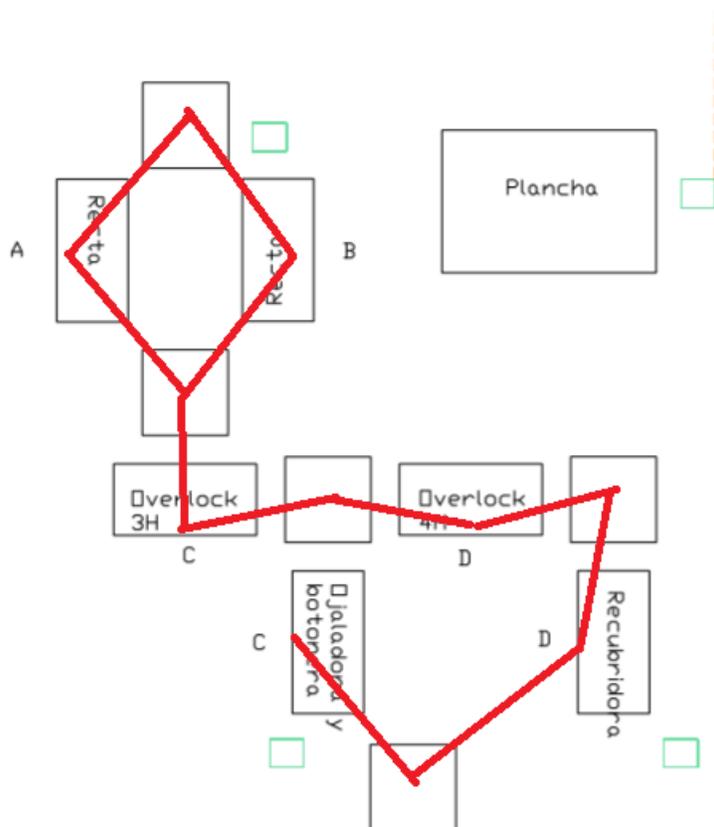


Figura 49. Nuevo diagrama de movimientos 1

Este es el diagrama de movimientos, que muestra el recorrido de los materiales en la célula de producción de las camisetas polo, como se muestra en la siguiente tabla, todos estos recorridos cumplen con las distancias de separación y están a la distancia justa, para evitar movimientos innecesarios.

Tabla 17. Cursograma de distancias entre áreas 1

| Cursograma de la fabricación de camisetas polo |                    |          |   |   |   |   |             |
|--|--------------------|----------|---|---|---|---|-------------|
| Descripción                                    | Distancia (metros) | Símbolos |   |   |   |   | Observación |
|  |                    | ○        | □ | D | ⇨ | ▽ |             |
| Mesa de apoyo-<br>Máquina Recta                | 0.8                |          |   |   | X |   |             |
| Máquina Recta-Mesa<br>de apoyo 2               | 0.8                | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 2-<br>Overlock de 3 hilos        | 0.8                |          |   |   | X |   |             |
| Overlock de 3 hilos-<br>Mesa de apoyo 3        | 1                  | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 3-<br>Overlock de 4 hilos        | 1                  |          |   |   | X |   |             |
| Overlock de 4 hilos-<br>Mesa de apoyo 4        | 1                  | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 4-<br>Recubridora                | 1                  |          |   |   | X |   |             |
| Recubridora-Mesa de<br>apoyo 5                 | 1.1                | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 5-<br>Ojaladora/Botonera         | 1.1                |          |   |   | X |   |             |
| Total  | 8.6                | 4        |   |   | 9 |   |             |

Estas distancias, demuestran que la célula de trabajo ha sido optimizada y por tanto ya no tiene tantos movimientos innecesarios, sin embargo, para mayor seguridad se compara la distancia total actual que es 8.60 metros, contra los 14.53 metros que tenía la célula original. Esto quiere decir que la nueva ruta de trabajo tiene 5.93 metros menos que la anterior y esto se va a ver reflejado directamente en la reducción de productos en proceso y en la cantidad de productos terminados.



Tabla 18. Cursograma de distancias entre áreas 2

| Cursograma de la fabricación de camisetas deportivas |                    |          |   |   |   |   |             |
|--|--------------------|----------|---|---|---|---|-------------|
| Descripción  | Distancia (metros) | Símbolos |   |   |   |   | Observación |
|  |                    | ○        | □ | D | ⇨ | ▽ |             |
| Mesa de apoyo 2-Overlock de 3 hilos                  | 1                  |          |   |   | X |   |             |
| Overlock de 3 hilos-Mesa de apoyo 6                  | 1.05               | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 6-Máquina Recta                        | 1.05               |          |   |   | X |   |             |
| Máquina Recta-Mesa de apoyo 7                        | 1.14               | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 7-Recubridora                          | 1                  |          |   |   | X |   |             |
| Total  | 5.24               | 2        |   |   | 5 |   |             |

Al realizar la comparación de las distancias, la nueva es de 5.24 metros, contra los 13.28 metros que tenía la célula original. Esto quiere decir que la nueva ruta de trabajo tiene 8.04 metros menos que la anterior y esto se va a ver reflejado directamente, en la reducción de productos en proceso y en la cantidad de productos terminados.

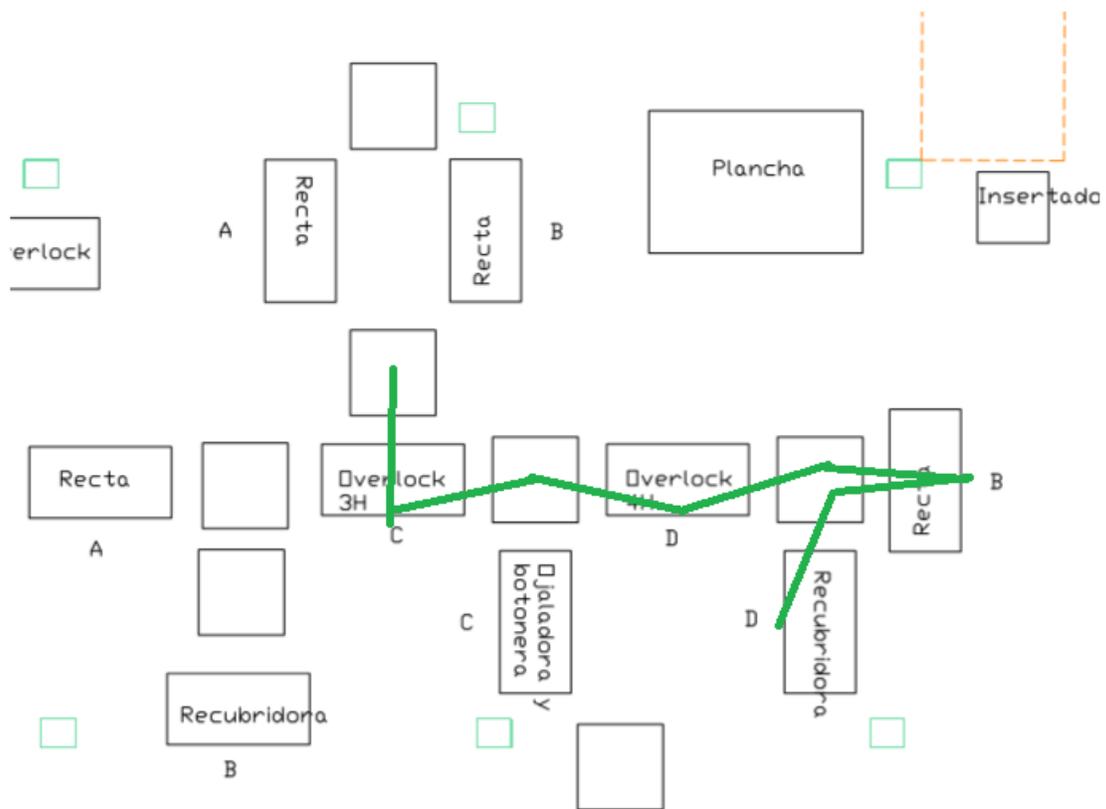


Figura 51. Nuevo diagrama de movimientos 2

En este diagrama, se muestra el recorrido de los materiales en la célula de producción de los pantalones deportivos, En la siguiente tabla, se ve que al igual que los otros cumplen con las distancias.

Tabla 19. Cursograma de distancias entre áreas 3

| Cursograma de la fabricación de pantalones deportivos |                    |          |   |   |   |   |             |
|---|--------------------|----------|---|---|---|---|-------------|
| Descripción   | Distancia (metros) | Símbolos |   |   |   |   | Observación |
|   |                    | ○        | □ | D | ⇨ | ▽ |             |
| Mesa de apoyo 2-Overlock de 3 hilos                   | 1                  |          |   |   | X |   |             |
| Overlock de 3 hilos-Mesa de apoyo 3                   | 1.04               | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 3-Overlock de 4 hilos                   | 1.04               |          |   |   | X |   |             |
| Overlock de 4 hilos-Mesa de apoyo 4                   | 1.04               | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 4-Máquina Recta                         | 1                  |          |   |   | X |   |             |
| Máquina Recta-Mesa de apoyo 4                         | 1                  | X        |   |   | X |   |             |
| Mesa de apoyo 4-Recubridora                           | 1.04               |          |   |   | X |   |             |
| Total   | 7.16               | 3        |   |   | 7 |   |             |

Al realizar la comparación de las distancias, la nueva es de 7.16 metros, contra los 14.04 metros que tenía la célula original. Una vez más se demuestra que la nueva ruta de trabajo tiene una reducción, en este caso de 6.88 metros menos que la distribución original.

### 5.3. Simulación

Para la simulación se utilizan los valores del estudio de tiempos:

Tabla 20. Tiempo estándar

| Actividad                      | Tiempo estándar/unidad |
|--------------------------------|------------------------|
| Armar Vincha de camiseta       | 198.32                 |
| Pegar hombros                  | 17.80                  |
| Unir mangas                    | 41.83                  |
| Cerrar costados                | 45.50                  |
| Colocar cuello, tira y talla   | 49.56                  |
| Doblar mangas y bordes         | 45.37                  |
| Hacer ojales y colocar botones | 47.63                  |

Con estos tiempos la simulación será lo más real posible, a continuación, se muestra, como mejoró la simulación con la distribución y las distancias nuevas.

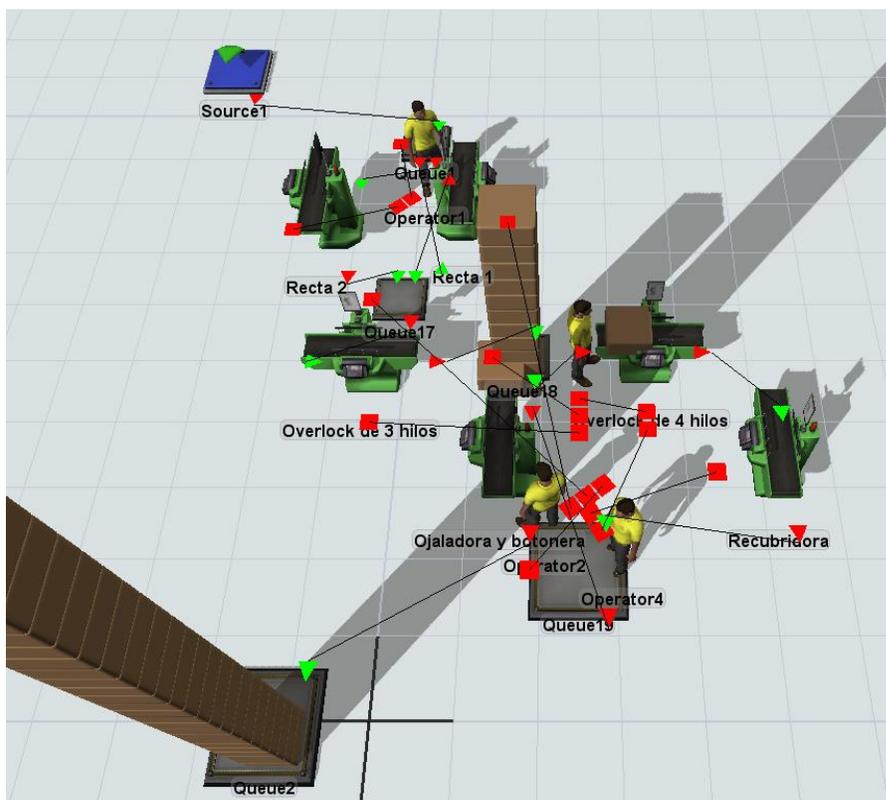


Figura 52. Simulación futura.

En la simulación al final del día se puede observar, que las rectas han acabado con toda la producción, algo que no pasaba antes; pero también se puede ver que ahora el cuello de botella está en la máquina Overlock de 4 hilos, la cual al final del día tiene que procesar 12 camisetras como se ve en la siguiente figura.

| Throughput |        |        |
|------------|--------|--------|
| Object     | Input  | Output |
| Queue18    | 274.00 | 262.00 |

*Figura 53. Throughput mesa de apoyo 3*

Además, otro dato interesante que podemos obtener de la simulación es que la producción total subió a 260 camisetras, lo que significa que se ha superado la producción anterior por 100 camisetras, lo que demuestra que se ha reducido movimientos que no aportan valor y optimizado la productividad, al reducir el cuello de botella y manteniendo los mismos operarios mejor distribuidos.

| Throughput |        |        |
|------------|--------|--------|
| Object     | Input  | Output |
| Queue2     | 260.00 | 0.00   |

*Figura 54. Throughput del producto terminado*

Otro punto interesante para tratar es el hecho, de que en realidad se quedan 14 camisetras en proceso y que el cuello de botella de la Overlock, llega a un máximo de 16 camisetras de inventario.

En la figura 39 podemos observar, que el idle o tiempo de inactividad de las máquinas rectas es del 2.9%, mientras que el nuevo cuello de botella es de 5.8%, esto indica que la carga de trabajo fue mejor dividida y ahora ninguna función esta sobre cargada, como en la simulación actual.

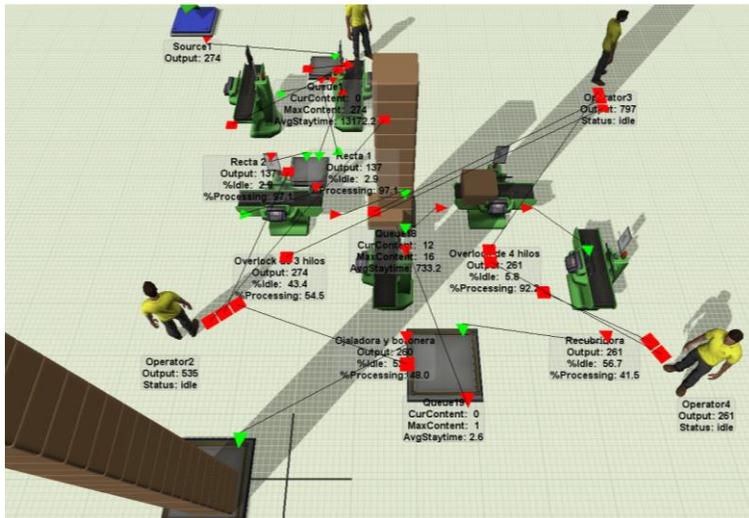


Figura 55. Simulación con estadísticas

Por último, gracias a esta disposición el ciclo de movimientos es mejor y los operarios se mueven menos que en la simulación anterior.

## 5.4. VSM futuro

Para el VSM futuro, se utilizó los datos de inventarios sacados de la simulación a futuro, en un tiempo semejante al trabajado hasta las 3 de la tarde, para los tiempos se usó la tabla 11 de la simulación a futuro. Con estos datos se puede ver, que la

demanda sigue siendo la misma, pero se redujo el tiempo de entrega de 6 días a 4.3 días.

Igual los pedidos del almacén son diarios según ventas.

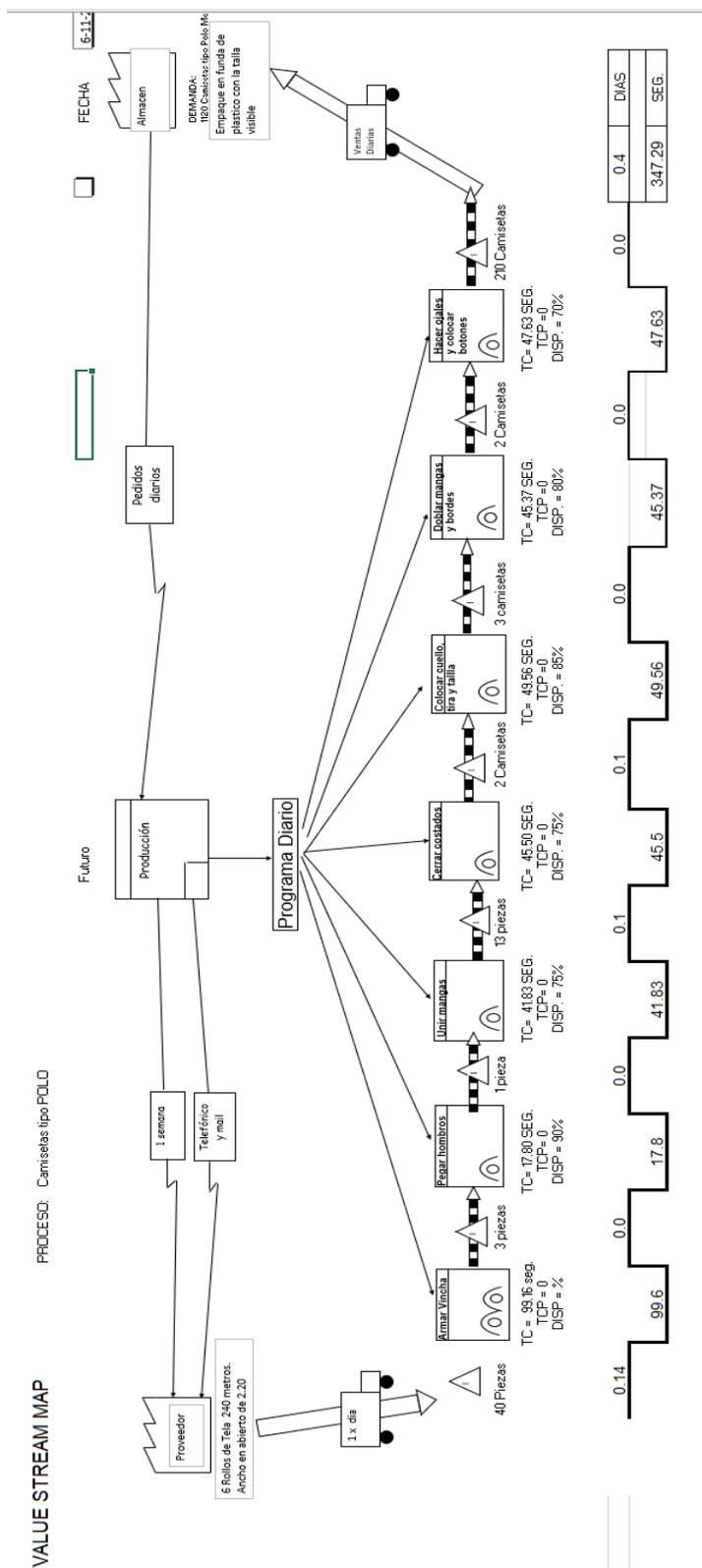


Figura 56. VSM futuro 1

Los proveedores envían 6 rollos de tela diarios los cuales, se consumen en un día de trabajo; este pedido lo hará producción con 1 semana de antelación.

El cuello de botella, que antes era el armar la vincha, ahora ya no lo es, aunque en el VSM se muestre inventario. Además, se puede observar que los tiempos de proceso, son mucho menores al anterior y en la recta se tiene dos operadores en lugar de uno.

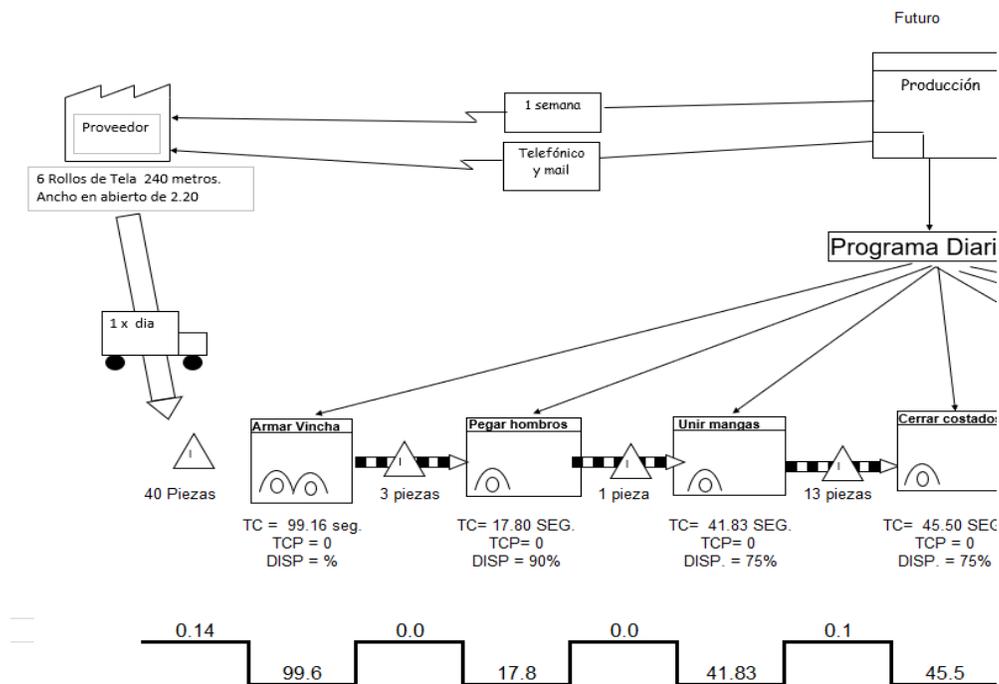


Figura 57. VSM futuro 2

En esta última parte, se puede observar que, el proceso se va a demorar 0.4 días en terminar todo lo que está pendiente. Esto significa que al igual que la simulación no se terminará todo el inventario en proceso, pero quedará muy cerca.

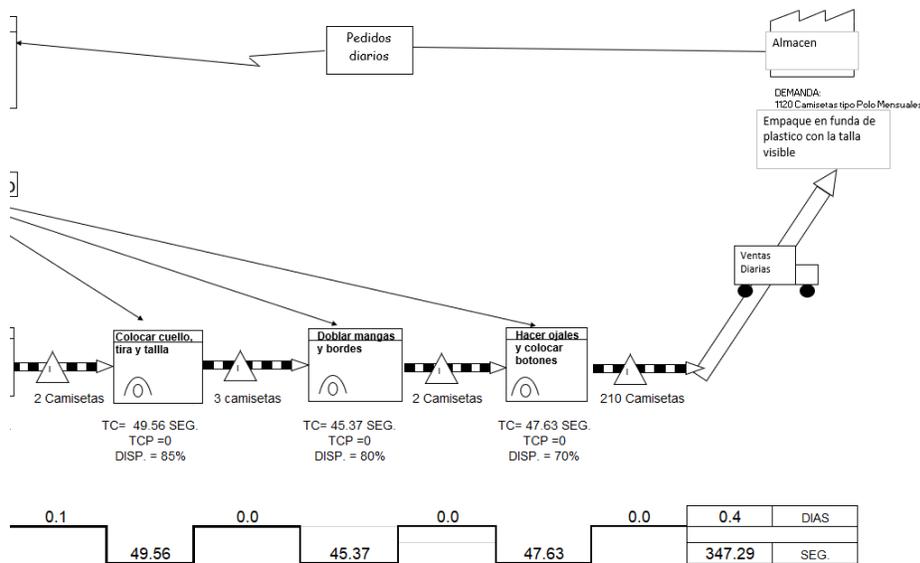


Figura 58. VSM futuro 3

De este VSM futuro se puede decir, que los tiempos de entrega se reducen, la capacidad de procesamiento de la línea de producción de camisetas polo, creció en un 50 % lo que beneficia tanto a los clientes como a la organización.

## 5.5. Resultados de las mejoras

Para explicar de mejor manera las mejoras de la línea de camisetas polo con las propuestas se realiza una tabla de comparación entre lo actual y lo futuro, como se muestra a continuación.

Tabla 21. Mejoras en la línea de camisetas polo

| Camisetas tipo polo                          |        |        |                      |
|--|--------|--------|----------------------|
| Descripcion                                  | Actual | Futuro | Porcentaje de mejora |
| Tiempo de uso de máquina Ojaladora botonera  | 23.10  | 47.90  | 107%                 |
| Tiempo de uso de máquina Overlock de 4 hilos | 46.90  | 92.20  | 97%                  |
| Tiempo de uso de máquina Recubridora         | 22.00  | 41.50  | 89%                  |
| Tiempo de uso de máquina Overlock de 3 hilos | 28.90  | 54.50  | 89%                  |
| Inventario en proceso(WIP)(unidades/dia)     | 107.00 | 18.00  | 83%                  |
| Cantidad(unidades)                           | 149.00 | 260.00 | 74%                  |
| Recorrido(metros)                            | 14.53  | 8.60   | 41%                  |
| Tiempo de uso de máquina Recta               | 97.60  | 97.00  | 1%                   |

Con estos datos se procede a realizar un gráfico de barras donde se puede ver en color naranja todas las mejoras en diferentes aspectos del proceso de producción de camisetas tipo polo.

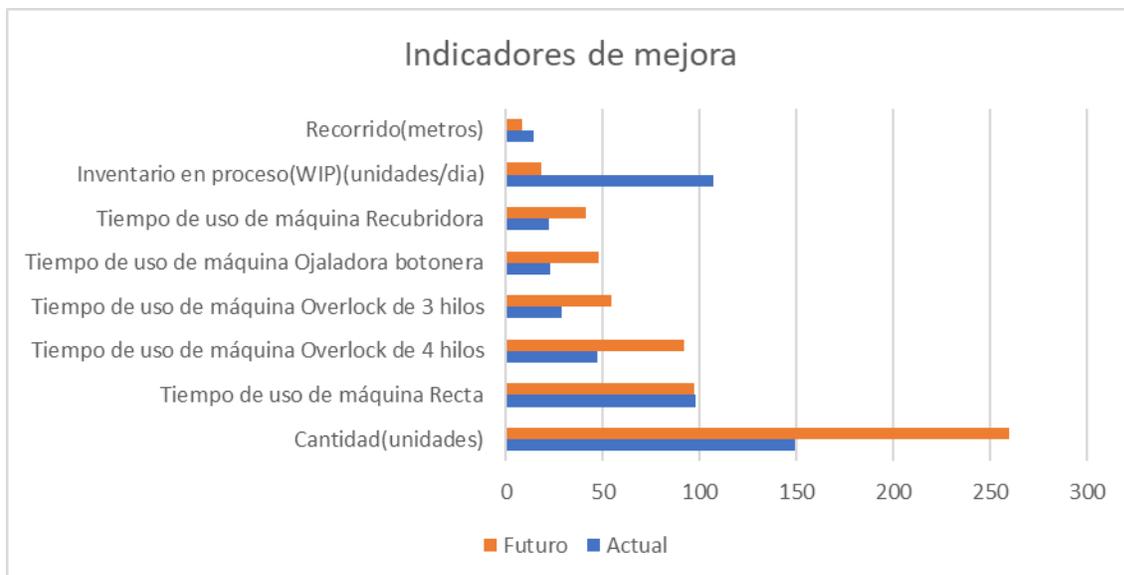


Figura 59. Indicadores la línea camiseta polo

Debido a las condiciones actuales de la empresa y del país, no se pudo realizar un estudio completo de las otras líneas de trabajo, sin embargo, al revisar las reducciones de distancias y mejoras del flujo de trabajo, gracias a la nueva distribución; se puede ver que las otras líneas tendrán una mejora similar a la de las camisetas polo. A continuación, unos cuadros y graficas de las mejoras en distancias.

Tabla 22. *Mejora en la línea de camisetas deportivas*

| Camiseta Deportiva    |        |        |                      |
|-----------------------|--------|--------|----------------------|
| Descripcion           | Actual | Futuro | Porcentaje de mejora |
| Recorrido(metros)     | 13.28  | 5.24   | 61%                  |
| Porcentaje de Maquila | 40%    | 0%     | 100%                 |

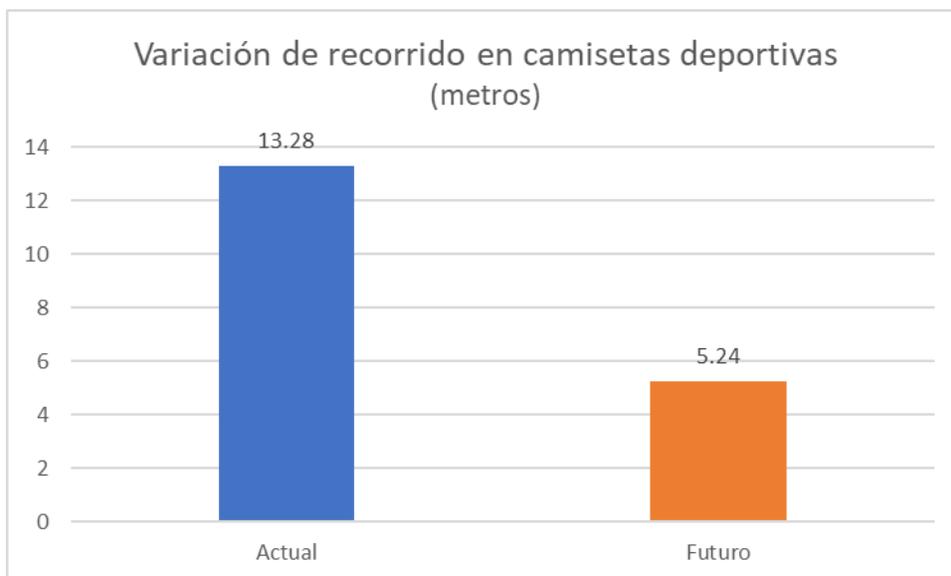


Figura 60. Mejora en el recorrido de camisetas deportivas

Tabla 23. Mejora en la línea de pantalones deportivos

| Pantalón Deportivo    |        |        |                      |
|-----------------------|--------|--------|----------------------|
| Descripcion           | Actual | Futuro | Porcentaje de mejora |
| Recorrido(metros)     | 14.7   | 7.16   | 51%                  |
| Porcentaje de Maquila | 40%    | 0%     | 100%                 |

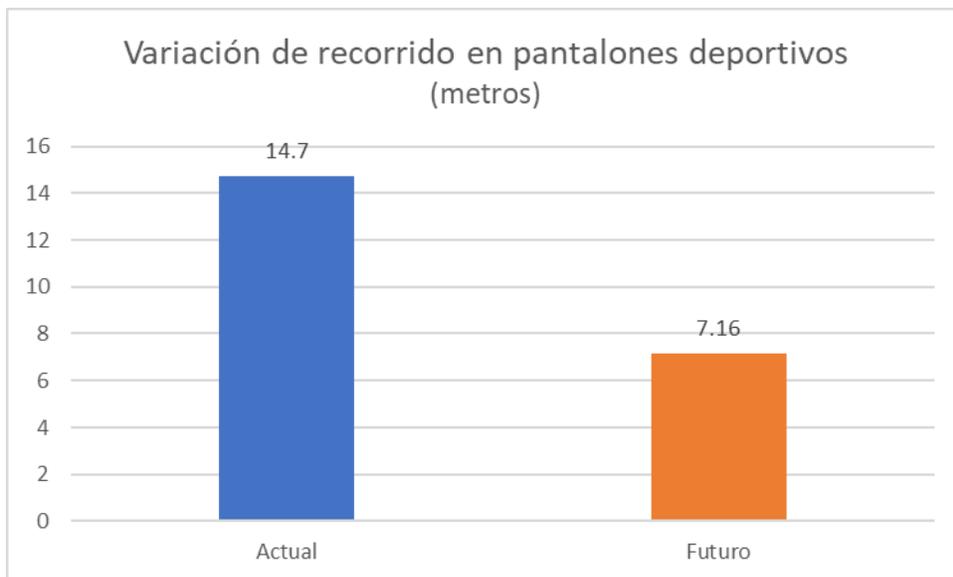


Figura 61. Mejora en el recorrido de pantalones deportivos

Aquí se muestra que tanto las camisetitas como los pantalones deportivos tienen una reducción de más del 50% de sus distancias de recorrido lo que ayuda a que las líneas sean más eficientes y produzcan más.

## 5.6. Análisis costo-beneficio

Para el análisis costo beneficio se utilizará las mejoras obtenidas en este trabajo de titulación, las cuales son:

- Eliminación de las horas suplementarias.
- Eliminación de la maquila
- Aumento de la Producción de camisetas polo

Gracias a las nuevas células de trabajo la organización pasa de fabricar 149 camisetas polo a 260 camisetas polo en un turno, esto representa un 70% más de producción, que asegura que, en el caso de recibir un pedido grande, no se ceda utilidad a un taller externo por maquilar productos.

En función de los datos suministrados por la gerencia, sobre el porcentaje que maquilaron de producción en su último contrato. Se puede decir que en este momento la empresa ya no necesita maquilar he incluso le sobra capacidad, para cubrir el 40% de maquila anterior.

Este aumento de capacidad también influye en los costos de producción, porque ahora cuando la empresa necesite, cumplir con la demanda mensual calculada ya no necesitará trabajar 6 días, sino que ahora solo se requerirá 4.3 días, esto significa una mejora del 28%. Lo que indica un ahorro en mano de obra de 337.8 dólares, esto se demuestra en la tabla 12, la cual se muestra a continuación:

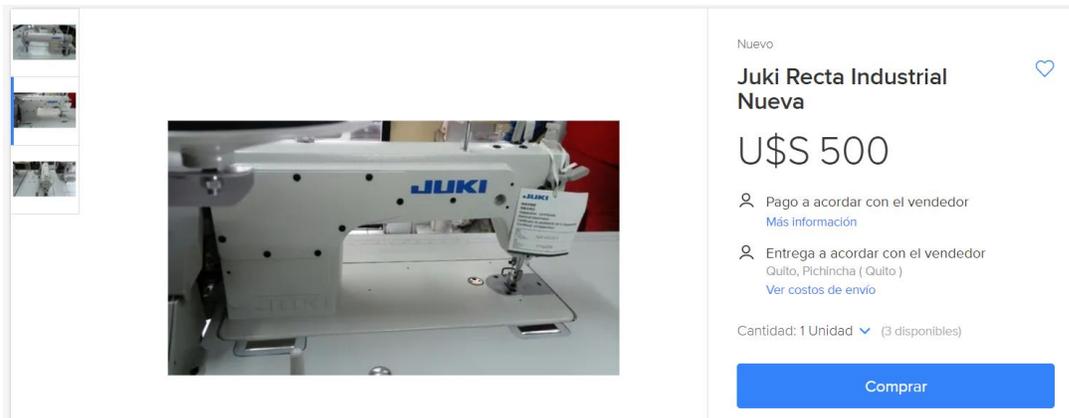
Tabla 24. Cálculo de horas de trabajo 1

| <b>Cálculo de sueldo por operario en producción de camisetas</b> |                              |   |                                  |
|--|------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>Salario</b>   | <b>Valor hora de trabajo</b> | <b>Valor hora suplementaria</b>             | <b>Valor hora extraordinaria</b> |
| \$500.00   | \$2.08                       | \$3.12                                      | \$4.16                           |
| <b>Horas trabajadas</b>  | <b>Horas suplementarias</b>  | <b>Horas extraordinarias</b>                | <b>Valor total para pagar</b>    |
| 40   | 10                           | 10  | \$156.00                         |
| <b>Numero de operarios en célula de producción:</b>              |                              | <b>Valor total que pagar por producción</b> |                                  |
| 4  |                              | \$624.00                                    |                                  |

Tabla 25. Cálculo de horas de trabajo 2

| <b>Cálculo de sueldo por operario en producción de camisetas</b> |                              |  |                                  |
|--|------------------------------|--|----------------------------------|
| <b>Salario</b>   | <b>Valor hora de trabajo</b> | <b>Valor hora suplementaria</b>              | <b>Valor hora extraordinaria</b> |
| \$500.00   | \$2.08                       | \$3.12                                       | \$4.16                           |
| <b>Horas trabajadas</b>  | <b>Horas suplementarias</b>  | <b>Horas extraordinarias</b>                 | <b>Valor total para pagar</b>    |
| 34.4   | 0                            | 0  | \$71.55                          |
| <b>Numero de operarios en célula de producción:</b>              |                              | <b>Valor total para pagar por producción</b> |                                  |
| 4  |                              | \$286.21                                     |                                  |

Con estas dos tablas se demuestra el ahorro anteriormente mencionado de 337.8 dólares, que se utilizará para amortizar el costo de la nueva máquina recta. La máquina recta marca Juki tiene un valor de 500 dólares en el mercado.



*Figura 62. Máquina Recta Marca Juki extraída de (MercadoLibre ecuador)*

Tomando en cuenta este valor de la máquina recta se necesitará 2 meses para amortizar este costo con las mejoras de producción.

Podemos asumir que al igual que en este caso, las mejoras en la distribución van a hacer que las líneas de camisetas y pantalones deportivos se mejoren en porcentajes similares al 70%. Esto hace que las ganancias sean similares a las que estamos viendo en las camisetas polo con ahorros de tiempo y recurso humano.

Según los datos suministrados por la gerencia, el costo calculado de producción por camiseta tipo polo es de 6.80 dólares/unidad, la camiseta maquilada les cuesta 9 dólares/unidad más IVA y el precio de venta que manejan con su cliente final es de 12.50 dólares/unidad más IVA.

En lo que respecta a camisetas deportivas el costo es de 5.75 dólares/unidad, el valor a pagar por el producto maquilado es 7.50 dólares/unidad más IVA y el precio de venta es de 9.50 dólares/unidad más IVA.

Por último, el pantalón deportivo cuesta 8.50 dólares/unidad, el costo por maquilado es de 10 dólares/unidad más IVA y el precio de venta es de 13 dólares/unidad más IVA.

Si la empresa realiza una venta de 3000 camisetas polo, 1000 camisetas deportivas y 1500 pantalones deportivos. Según los datos que suministró la empresa, produciría el 60% y maquilaría el 40% de este pedido, esto significaría que la empresa recibirá un pago de 66.500 dólares. De estos 66.500 dólares, la empresa gasta en producir 23.340 dólares y en maquila 19.800 dólares, lo que deja a la empresa una utilidad de 23.360 dólares.

Tabla 26. *Costos y utilidad*

|                 | Cantidad | Precio de venta | Costo producir | Maquila | Venta        | Cantidad para producir | Cantidad para maquilar | Costo producción | Costo maquila | Utilidad     |
|-----------------|----------|-----------------|----------------|---------|--------------|------------------------|------------------------|------------------|---------------|--------------|
| <b>Polo</b>     | 3000     | 12.5            | 6.8            | 9       | 37500        | 1800                   | 1200                   | 12240            | 10800         | 14460        |
| <b>Camiseta</b> | 1000     | 9.5             | 5.75           | 7.5     | 9500         | 600                    | 400                    | 3450             | 3000          | 3050         |
| <b>Pantalón</b> | 1500     | 13              | 8.5            | 10      | 19500        | 900                    | 600                    | 7650             | 6000          | 5850         |
| <b>Total</b>    |          |                 |                |         | <b>66500</b> |                        |                        | <b>23340</b>     | <b>19800</b>  | <b>23360</b> |

|                 | Cantidad | Precio de venta | Costo producir | Maquila | Venta        | Cantidad para producir | Cantidad para maquilar | Costo producción | Costo maquila | Utilidad     |
|-----------------|----------|-----------------|----------------|---------|--------------|------------------------|------------------------|------------------|---------------|--------------|
| <b>Polo</b>     | 3000     | 12.5            | 6.8            | 9       | 37500        | 3000                   | 0                      | 20400            | 0             | 17100        |
| <b>Camiseta</b> | 1000     | 9.5             | 5.75           | 7.5     | 9500         | 1000                   | 0                      | 5750             | 0             | 3750         |
| <b>Pantalón</b> | 1500     | 13              | 8.5            | 10      | 19500        | 1500                   | 0                      | 12750            | 0             | 6750         |
| <b>Total</b>    |          |                 |                |         | <b>66500</b> |                        |                        | <b>38900</b>     | <b>0</b>      | <b>27600</b> |

Pero ahora con el aumento de producción ese 40% que se maquilaba se va a producir y la empresa va a percibir 27.600 dólares de utilidad sin necesidad de maquilar producción y ceder ganancias.

Esta ganancia se duplicaría, porque la empresa puede manejar 2 pedidos de este tipo al mes. Por lo que estaría percibiendo 8.480 dólares extra al mes.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Mediante la aplicación de las herramientas: árbol de problemas y diagrama de Ishikawa, se evidenció que la principal causa por la que la empresa tiene una utilidad baja se debe a la falta de capacidad de producción y la inadecuada distribución de la planta.

Al utilizar el diagrama de recorrido se evidencia desperdicios de tiempo y movimiento, ya que los recorridos que realizan los operarios son largos y la distribución de la línea de trabajo es inadecuada.

En la producción de camisetas polo, el tiempo de ciclo actual es de 6.56 minutos, con lo que se producen 149 camisetas al día. Con la mejora disminuyen los movimientos y aumenta la producción a 274 camisetas por día que representa un aumento de producción del 84%.

La gerencia indicó que con 2 horas de trabajo extra al día se lograba cumplir la meta de 189 camisetas diarias. Esto se cotejó con la simulación de la situación actual.

En la línea de camisetas polo, la implementación de las mejoras del diseño de planta ayudarían a disminuir en un 41% los movimientos, pasando de 14.53 metros a 8.6

metros. Para la línea de camisetas deportivas la mejora es de 61% pasando de 13.28 metros a 5.24 metros y en la línea de pantalones pasa de 14.70 metros a 7.16 metros, que representa una mejora del 51%.

El balanceo de líneas evidenció que la línea de producción no necesita más empleados, pero sí necesitaba una reestructuración de las actividades de cada operario para lograr que no tengan un cuello de botella. Con la reestructuración propuesta en este trabajo, se logró que todos los empleados tengan una carga laboral más equilibrada y el proceso fluya mucho mejor como se demuestra en la simulación de la mejora al llegar a 260 camisetas por día, sin horas extra y con 4 operarios.

Dentro de las inversiones para la implementación de la propuesta de mejora se encuentra la adquisición de una nueva máquina de coser “recta” ya que en la situación actual se cuenta solo con una de estas características que se convierte en un cuello de botella por estar superada en su capacidad de producción en un 75%.

El rediseño de la planta contempla las necesidades de distanciamiento actuales por la pandemia del Covid-19 con especificaciones de distanciamiento mínimo de 2 metros entre personas. Para ello, se utilizan mesas de soporte de 0.60 x 0.60 metros.

La maquila ayudaba con el 40% de la producción, y sus costos son de \$9,00 por unidad que es 32% más caro que la producción en la planta propia que cuesta \$6,80 por unidad. Con la implementación de la mejora se elimina la maquila, teniendo una utilidad final \$5,70 por unidad que representa el 54% de ganancias por prenda.

Para la producción semanal, actualmente se necesitan de 40 horas normales, 10 horas suplementarias y 10 horas extraordinarias para cumplir con la demanda de camisetas polo de 1120 unidades. Con la implementación de las propuestas de mejora se elimina la necesidad de horas suplementarias y extraordinarias, el tiempo de entrega se reduce en un 28% pasando de 6 días a 4,5 días.

Se estandarizó el proceso de las líneas de producción y en base a este se proponen las variaciones en la distribución de la planta.

El VSM actual identifica el proceso cuello de botella que es la fabricación de la bincha de la camiseta tipo polo, esta actividad demora 174 segundos que supera en un 28% el Takt Time de 145 segundos. Su inventario en espera es de 122 unidades y es el proceso que marca el ritmo de la línea. En el VSM futuro se evidencian las mejoras balanceando la línea, reduce las distancias, y el mayor inventario en proceso es de 40 unidades teniendo una mejora del 67%.

El proyecto de mejora necesita una inversión de \$500 para la adquisición de la maquinaria nueva. Esta inversión se recupera en el primer mes, con la fabricación de un pedido ya que se elimina la maquila y se tiene un ahorro en horas adicionales de trabajo.

## 6.2. Recomendaciones

Realizar un estudio de la capacidad real de todas las áreas de la empresa, para conocer el volumen de producción máximo que tienen, y las limitaciones de cada espacio.

Desarrollar un estudio semejante para todas las líneas de producción para mejorar la rentabilidad, maximizar la producción, disminuir costos optimizando tiempo y espacio.

Crear una política de orden y limpieza enfocada a cada línea de producción para controlar el aseo y promover una cultura de organización, disciplina y agilidad.

Dentro de la empresa existen procesos peligrosos que ameritan seguimiento y estudio para la prevención de accidentes. El desarrollo de una política de seguridad industrial sería importante para aminorar los riesgos, capacitar al personal y estudiar la necesidad de implementación de equipos de protección.

Se sugiere que la empresa lleve un sistema financiero - contable con los rubros mínimos para hacer balances de cuentas en los que se diferencien los costos de fabricación, gastos administrativos, ganancias y utilidades.

## REFERENCIAS

- Acosta, M. M. (2011). BALANCEO DE LÍNEAS . *Revista El Buzón de Pacioli*, 1-22.
- Andris Freivalds, B. W. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel . En B. W. Andris Freivalds, *Ingeniería Industrial de Niebel* (págs. 2-3). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Betancourt. (05 de julio de 2016). *Cómo hacer un árbol de problemas*. Obtenido de <https://ingenioempresa.com/arbol-de-problemas/>
- Cortez, J. A. (2014). *Fundamentos de la gestion de inventarios*. medellin: Esmur.
- Illescas, S. A. (26 de Mayo de 2020). *EOB*. Obtenido de <https://enriqueortegaburgos.com/la-industria-textil-en-el-ecuador/>
- Iribarren, G. F. (26 de Febrero de 2016). *Gabriel Farias Iribarren*. Obtenido de <https://gabrielfariasiribarren.com/tendencias-globales-del-sector-textil-tercera/>
- Juan Gregorio Arrieta, J. D. (2011). Aplicacion Lean Manufacturing en la industria Colombiana. . En J. D. Juan Gregorio Arrieta, *Aplicacion Lean Manufacturing en la industria Colombiana*. (págs. 1-2). Colombia : Latin Maerican and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Kaoru, I. (1997). *¿Que es el control total de calidad?* . Tokio: Modalidad Japonesa.
- Lemos, P. L. (2016). Herramientas para la mejora de la Calidad, Metodos Para la mejora continua y la solucion de problemas. En P. L. Lemos, *Herramientas para la mejora de la Calidad, Metodos Para la mejora continua y la solucion de problemas* (págs. 65-69). Madrid : FC Editorial .
- Lopez, B. S. (26 de Junio de 2019). *Ingeniería Industrial* . Obtenido de Ingeniería Industrial : <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/>
- Make, C. (15 de Mayo de 2018). *Color Make.com*. Obtenido de <https://colormake.com/estandarizacion-de-procesos/>

Manene, L. m. (18 de julio de 2011). *Estuctura organizativa*. Obtenido de [https://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/AE/EA/AM/07/Los\\_diagramas\\_de\\_flujo\\_su\\_definicion\\_objetivo\\_ventajas\\_elaboracion\\_fase.pdf](https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas_de_flujo_su_definicion_objetivo_ventajas_elaboracion_fase.pdf)

Manuel Rajadel, J. L. (2010). Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad . En J. L. Manuel Rajadel, *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad* (págs. 33-35). Madrid: DIAZ DE SANTOS.

Socconini. (2014). En L. Socconini, *Six Sigma Yellow Belt* (pág. 239). Barcelona: ICG Marge.

Villegas, C. (31 de mayo de 2016). *Camisetas Segrigrafiadas*. Obtenido de <https://camisetas-serigrafia.es/conoce-la-historia-y-evolucion-de-las-polo/>

