

# INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

---

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD



## APLICACIÓN DE FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO DE CICLO EN LA INDUSTRIA TEXTIL

Trabajo recepcional que para obtener el grado de  
MAESTRO EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Presentan: Ing. Juan Pablo Acevedo Robles

Asesor: Dr. Humberto Pérez Ortiz

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. Julio de 2016.

## Dedicatorias y Agradecimientos

A mis padres y familiares, por su apoyo y consejo, que me ayudaron a completar mis metas no solo en estos últimos años sino a lo largo de mi vida.

A mis amigos y compañeros, por compartir sus experiencias y ayudar a hacer más fácil este proceso, con las horas de estudio que compartimos y el apoyo para este logro.

A mis profesores, por su tiempo dedicado para completar mi formación con este nuevo grado académico.

## Resumen

Este documento aborda la situación de una empresa de giro textil, para el diseño y confección de uniformes de enfermería, tomando como caso de estudio sus procesos productivos. A través de la metodología del estudio de caso cualitativo, se examinan las prácticas de los procesos de producción usados los cuales se complementarán con la comprensión de la filosofía de mejora Lean Manufacturing, conocida por su enfoque en la reducción de desperdicios, y garantía de calidad mediante la adopción de prácticas de gestión del personal. El uso de la filosofía se orientará al a reducción del tiempo de ciclo de las operaciones, complementándolo mediante el uso de diferentes herramientas estadísticas buscando impactar en la entrega final del producto al cliente.

Palabras clave: Lean Manufacturing, Procesos, Uniformes, Tiempo de ciclo

## Abstract

This document addresses the situation of a textile factory, for the design and manufacture of nursing uniforms, taking as a case study their production processes. Through qualitative case study methodology, practices production processes used are examined and will be complemented by understanding improvement philosophy Lean Manufacturing, known for its focus on waste reduction, and quality assurance by adopting personnel management practices. The use of philosophy to guide the cycle time reduction operations, supplemented by using different statistical tools looking impact the final delivery of the product to the customer.

Key words: Lean Manufacturing, Processes, Uniforms, Cycle time

## Índice

Introducción .....	5
Marco Contextual.....	6
Planteamiento del problema .....	11
Justificación .....	12
Objetivos .....	14
Marco teórico.....	15
Marco metodológico .....	40
Metodología .....	40
Método.....	40
Análisis de información .....	47
Resultados y conclusiones.....	60
Propuestas.....	67
Bibliografías .....	71
Anexos.....	72

## Introducción

El siguiente documento describe la situación del proceso productivo de la empresa de giro textil Tanyre S.A de C.V, la cual se dedica a la elaboración de uniformes de enfermería a nivel nacional. La razón de ser de este estudio fue la problemática vivida por la compañía, la cual se refiere a los altos tiempos de ciclo en sus procesos de producción, causando fuertes golpes económicos, por la pérdida de ventas debido a la cancelación de pedidos no entregados en la fecha prometida.

Mediante el uso de la metodología del caso de estudio cualitativa, se describirá el método Investigación-Participación-Acción el cual fue seleccionado, para encontrar las oportunidades de mejora dentro de la fábrica. Del cual se desprende la metodología DMAIC para identificar oportunidades de mejora.

El uso de la filosofía japonesa de producción Lean Manufacturing (conocida también como el Sistema de Producción Toyota o TPS por sus siglas en inglés), es la piedra angular del proyecto, ya que su enfoque en la reducción de desperdicios para agilizar la producción y mejorar la calidad, son determinantes para el cambio que se busca dentro de la compañía. De las múltiples herramientas que cuenta la filosofía de mejora, se seleccionaron las que se consideraron pertinentes en el estudio, apoyadas con diferentes análisis matemáticos y estadísticos.

En el desarrollo del documento se explicarán las herramientas usados en la compañía marcando el antes y el después de los cambios y mejoras, finalizando con las conclusiones de lo logrado y propuestas futuras.

## Marco Contextual

La empresa en la que se plantea hacer el proyecto es Tanyre S.A de C.V. Está considerada como parte de la pequeña industria (de acuerdo a SECOFI), ya que únicamente cuenta 60 empleados. En la figura 1.0 podemos observar el logotipo y el eslogan de la compañía.



Figura 1.0

El negocio es de giro textil, se dedica principalmente al diseño y confección de uniformes de enfermería, escolares y gastronomía, estos dos últimos de forma secundaria. Cuenta con un catálogo más de 60 modelos diferentes. Observamos en la figura 1.1, un conjunto de enfermería que incluye, quirúrgico modelo reglamentario, pantalón quirúrgico modelo 4 y un turbante en color azul reglamentario o azul 21.



Figura 1.1

La empresa fue fundada en septiembre de 1985 (por lo que cuenta con más de 30 años de antigüedad), las oficinas y planta de producción encuentra ubicada actualmente en Carretera Santa Ana Tepetitlán 2444, colonia Santa Tepetitlán, Zapopan Jalisco. Cuenta con 8 centros de distribución, 5 dentro de la zona metropolitana de Guadalajara, 2 en la Ciudad de México y el más reciente en Monterrey. Se vende a diferentes hospitales y laboratorios. Entre los principales clientes se encuentran

- Hospital México-Americano
- Laboratorios Fresenius
- San Javier

Las ventas son únicamente nacionales, ya que no se vende fuera de la república y no existe plan actualmente para este tipo de expansión.

Los principales competidores a nivel nacional son marcas como Clinik (la cual es mexicana también) y algunas extranjeras, como Cherokee y Landau.

La compañía es gestionada principalmente por miembros de la familia quienes asumen gerencia y los puestos directivos. Además tiene las funciones principales desde manejar los inventarios en los almacenes, distribución a tiendas, análisis de información histórica (pronósticos), búsqueda de nuevos hospitales y laboratorios.

Dentro de la empresa se consideran 3 diferentes áreas como las principales, que son: Ventas, Almacén, y Producción (a su vez Producción se divide en los departamentos de Corte y Terminado).

El proceso inicia en ventas que son quienes atienden a los clientes, con base en sus necesidades se hacen los pedidos el cual llegará a almacén (por almacén se considera al lugar donde se surtirán las prendas para cerrar la venta, no se considera materia prima o producto en proceso), en caso de no tenerlo para su cierre inmediato, se crea una orden la cual llegará a producción para que pueda procesarse. La figura 1.2 muestra el diagrama de flujo de proceso del inicio y cierre de la venta

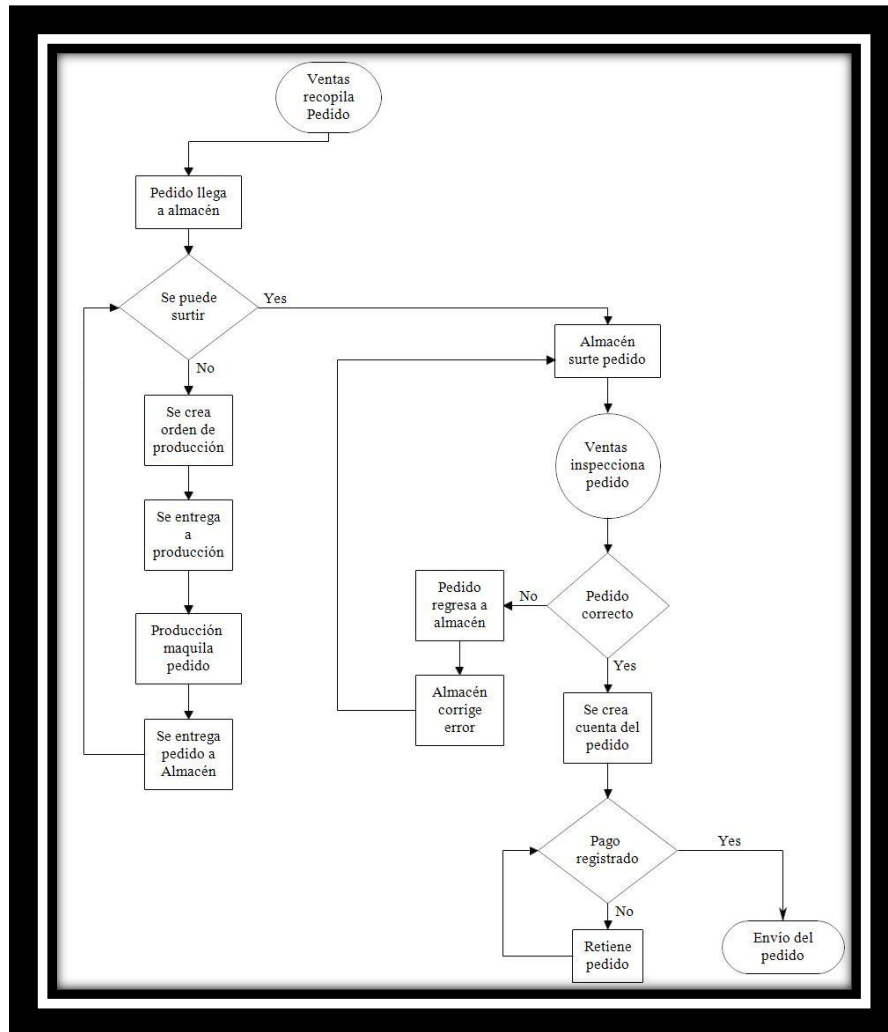


Figura 1.2

Existen 2 formas de pedidos, la primera, se refiere a la necesidad que se tiene en las tiendas o puntos de venta, los cuales se conocen internamente como “pedido de almacén”, que normalmente se cubre con productos de línea mostrados en el catálogo.

La segunda forma es la que se solicita el producto, de aquellos clientes que piden alguna especificación diferente a la que se ofrece en el catálogo, y se les refiere internamente como “pedidos especiales” dichos pedidos pueden ir de 2 uniformes



a lo que solicite el cliente, con un tiempo de entrega generalmente mayor a los 30 días. En caso de los pedidos de almacén se puede extender hasta más de 2 meses.

En una semana promedio se puede entregar al almacén alrededor de 4500 piezas. Se cuenta con 19 maquiladores externos. Todas las prendas hacen el cierre dentro de la fábrica donde, se hacen las últimas inspecciones y bandeos para asegura que los productos lleguen y se entreguen bajo especificación. El producto pasará a almacén donde posteriormente se cerrará la venta, para su cierre final con el cliente.

Como se menciona anteriormente, dentro en la zona productiva se consideran 2 áreas principales, la primera conocida internamente como “Corte”, es donde se inicia el proceso de las prendas, lo cual incluye las operaciones de planeación desde el tendido de los rollos de tela sobre las mesas de cortado, donde se colocarán los patrones de los uniformes, es ahí donde se concentran las piezas y se decide en qué lugar se armarán las piezas. La figura 1.3 muestra el lay-out actual del área

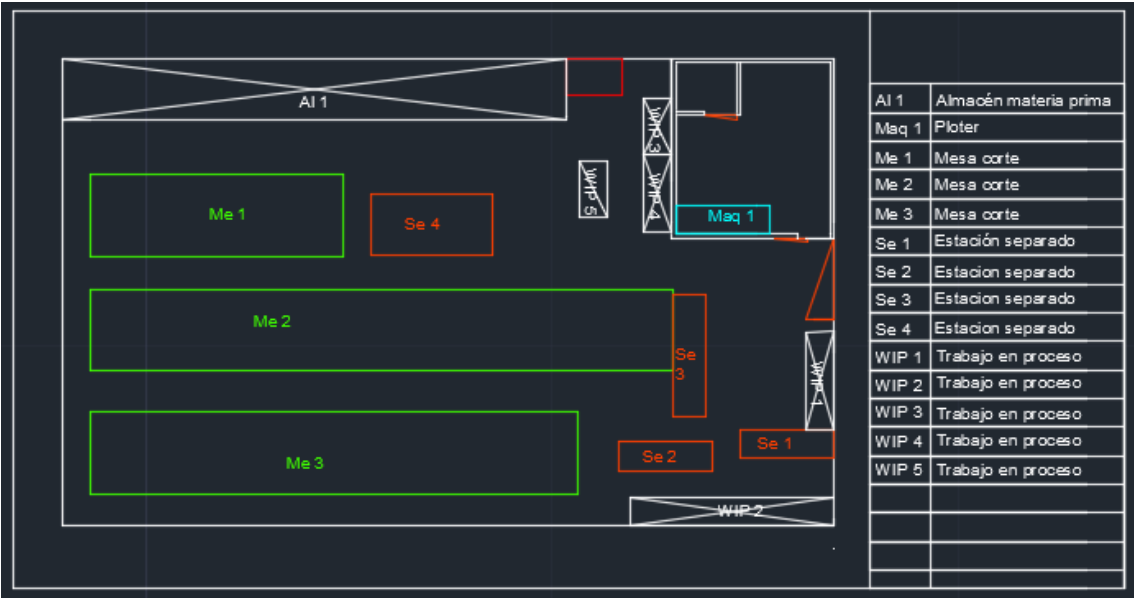


Figura 1.3

La otra área se conoce como “Terminado” ya que todas las piezas pasarán por esa zona antes de ser entregadas a almacén, dentro de la planta se cuenta con 16 máquinas para confección. Considerando que aproximadamente un 30% de los uniformes se producen internamente el área interna permite una respuesta rápida a alguna necesidad imprevista. Se cuenta también con máquinas de ojal y botón, y mesas para el deshile siendo estos los procesos finales antes de pasar las prendas a plancha para su etiquetación. La figura 1.4 muestra el lay-out actual de “Terminado”

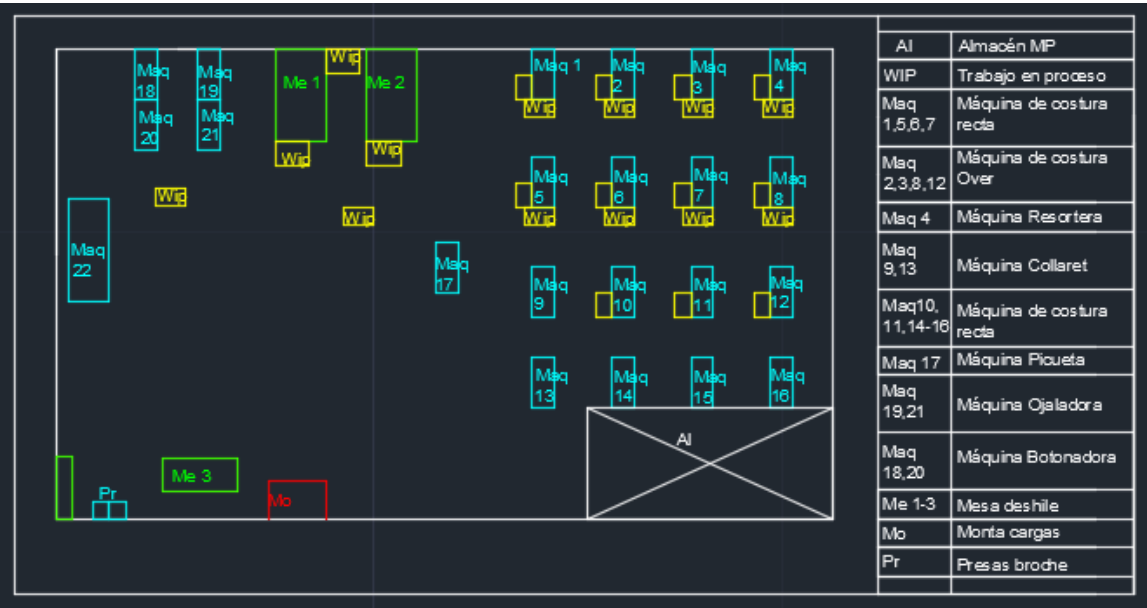


Figura 1.2

Debido a las constantes quejas de los clientes respecto al tiempo de entrega de su mercancía se pudo percatar un aumento en el número de días en el tiempo de respuesta para entregar el producto, el cual aumentó el doble de tiempo en un lapso de 18 meses (pasó de 15 días a 30).

Lo más grave de la situación es que está afectando a la economía de la empresa ya que la respuesta del consumidor no se hizo esperar y el número de cancelación de pedidos va en aumento generando anualmente una pérdida significativa a la organización, lo cual fue una alerta para el personal administrativo y se tomó la

decisión de tomar acción para voltear a ver todas las áreas de oportunidad en la empresa e iniciar con el proceso de cambio para un mejor funcionamiento.

Para esto se pensó en la filosofía Lean Manufacturing, la cual tiene como objetivo reducir los desperdicios para agilizar la producción, por lo que se utilizarán las herramientas necesarias para encontrar la causa que ha provocado los incrementos en el tiempo de entrega, y se espera reducirlos por lo menos a lo que se había trabajado anteriormente en 15 días

#### Planteamiento del problema

Hace aproximadamente 2 años (mediados de año 2014) el tiempo de entrega era de 15 días hábiles (3 semanas), posteriormente se aumentó a 20 días y actualmente se trabaja con alrededor de 30 días para poder surtir un pedido.

Por lo que la respuesta de los clientes no se hizo esperar al ver como sus pedidos cada día llevaban más tiempo de entrega, el número de quejas aumento, también se empezó a ver un mayor número de cancelación de pedidos.

En las zonas productivas se ve inventario en proceso (WIP) en cantidades excesivas, los cuales pueden estar detenidos varias semanas (debido al método usado, se detienen varios paquetes con hasta más de 30 prendas cada uno).



Figura 2.1

Los almacenes pasan de tener 0 piezas de inventario a varios cientos cuando se completa el pedido, ya que no se maneja un flujo continuo de entregas, se satura el sistema, en algunos casos cuando el producto finalmente se tiene listo para la venta ya no es requerido o ya existe la necesidad de un modelo diferente que probablemente se encuentre detenido o sin procesar. Esto sucede ya que, por las combinaciones posibles entre el número de modelos, telas, colores y el volumen que se solicita.

En la figura 2.1 se muestra la zona de terminado (maquinaria para hacer ojal y poner botón en las prendas), en la que se puede apreciar como los lotes están detenidos a la espera de ser procesados, se puede ver que no existe ningún sistema de organización, solo se diferencia lo procesado de lo que sigue en espera. De forma visual se puede encontrar el mismo aspecto en las diferentes áreas de producción a lo largo de la empresa.

#### Justificación

Como se menciona, la principal problemática es el prolongado tiempo de entrega en la mercancía, y las consecuencias que está causando a la organización. Se puede observar en la tabla 1.0, del total de los pedidos que se registraron en el año 2015 cerca de un 5% de los pedidos fueron cancelados

Año	2015
Pedidos elaborados	788
Pedidos cancelados	38
Porcentaje de rechazo	4.8%

Tabla 1.0

Se calcula que ese porcentaje impacta en aproximadamente en \$1, 000,000 de pesos en pérdida de facturación al año, las ventas no generadas son el principal foco de atención, ya que en algunos casos la cancelación se hace cuando el producto ya se encuentra en proceso, lo que se generan inventarios que no son requeridos en el momento y que no se sabe si en algún momento se podrá recuperar lo invertido.

Se tomaba en cuenta la voz del cliente, la cual marcaba el ritmo de la producción, y sus pedidos se entregaban en tiempo. En los últimos años su falta de satisfacción se volvió más notoria, ya que el número de quejas ha aumentado en un 30% desde el 2012 y de acuerdo con la información, las más frecuente de las incidencias es que su producto no llegó en la fecha acordada. Dado que en algunas ocasiones tienen eventos especiales (graduaciones o ceremonias) aumenta la importancia de recibir en la fecha acordada.

La frustración de los empleados se ha vuelto otro de los factores que afectan a la organización, ya que se vuelve una cadena de reclamos en el que el cliente por su molestia regaña o sube de tono la conversación con el personal de ventas, quienes a su vez buscan a los superiores de las áreas de producción y almacén y en ocasiones se hace de palabras y finalmente llega a los empleados en línea de producción.

Aunque no se cuenta con alguna herramienta para medir su satisfacción, los jefes de área frecuentemente platican con la dirección para expresar la presión que sienten en algunas ocasiones ya que intentan entregar en tiempo el trabajo.

Por esto es necesario estudiar la capacidad de la planta, así como los procesos ya que es posible que efectivamente se esté exigiendo un mayor esfuerzo de los empleados o sea momento de cambiar la forma en la que se trabaja actualmente.

## Objetivos

El objetivo principal del proyecto es reducir el tiempo de entrega de los 30 o más días actuales a un máximo de 20.

Plasmar en un VSM (Value Stream Mapping), las restricciones en los procesos que limitan la entrega, para poder presentar una propuesta a futuro con los cambios que se consideren necesarios (y viables), en donde se pueda evidenciar las mejoras y las nuevas condiciones de la empresa.

Es necesario encontrar el lote óptimo para la producción, que permita maximizar el número de modelos en las líneas de producción, para reducir el trabajo en proceso, aunque de momento solo se mide visualmente. Se plantea dar un número a la cantidad de WIP que se tiene en las áreas de producción. Con esto se pretende crear un flujo constante de entrega (lo cual es necesario por la alta variedad de modelos) para evitar la saturación del almacén y los procesos tengan mayor fluidez.

Por último, se buscará transmitir a todo el personal de la planta (e incluso a los que trabajan externamente), la mentalidad que da la filosofía de Lean Manufacturing para pensar siempre en la mejora continua en todos los puestos. Que los cambios que se proponga y de una solución sigan por esa línea y no se vuelva a enfrentar la situación en la que los periodos de entrega sigan extendiendo su tiempo, sino que, en futuro, la meta sea que bajen aún más y los desperdicios sean cada vez menores.

## Marco teórico

A lo largo del proyecto se mencionará el término Lean Manufacturing (LM) así como algunas de las herramientas. De acuerdo con Rajadell Carreras (2009) LM es por definición la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

Cuando se habla de Lean Manufacturing, se habla del sistema de producción Toyota (TPS por sus siglas en inglés) el cual de acuerdo a Monden (1994) es un método viable para la producción de artículos, ya que es una herramienta eficaz para la producción con la finalidad de una meta las utilidades.

Para Monden (1994) el propósito principal del sistema de producción Toyota es aumentar los beneficios mediante la reducción de costos a través de la eliminación de los desechos por completo tales como exceso de inventarios o fuerza laboral. Para lograr la reducción de costos, la producción debe adaptarse con rapidez y flexibilidad a los cambios en la demanda del mercado sin tener holgura en el desperdicio

Para entrar en contexto según la investigación de Rajadell Carreras (2009) en la primavera de 1950, un joven ingeniero japonés, Eiji Toyoda, realizó un viaje de tres meses de duración a la planta Rouge de Ford, en Detroit, y se dio cuenta de que el principal problema de un sistema de producción son los despilfarros. Además, era un sistema difícilmente aplicable en Japón en aquellos tiempos, por las siguientes razones:

- El mercado japonés era bastante pequeño y exigía una amplia gama de distintos coches.

- Las leyes laborales impuestas por los norteamericanos en el mercado de trabajo japonés impedían el despido libre.
- La Toyota y el resto de las empresas japonesas no disponían de capital para comprar tecnología occidental y su volumen no permitía la reducción de costes alcanzada por las compañías de Norte América

El propósito de la nueva forma de trabajar es eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción para alcanzar reducciones de costes, cumpliendo con los requerimientos de los clientes.

De acuerdo con Villaseñor Contreras (2009) Toyota no contaba con la capacidad para ensamblar esa cantidad de autos ni un mercado igual al de Estados Unidos como para tener una línea de ensamblaje como la de Ford sobre el flujo continuo de materiales entre los procesos y desarrollar un sistema de flujo de una pieza entre estaciones, que les permitiera ser lo suficientemente flexibles como para cambiar conforme a la demanda de consumidor y además, ser eficientes.

Villaseñor (2009) menciona que las lecciones de Henry Ford, junto el sistema de producción Toyota tomó prestadas muchas ideas de Estados Unidos. Una muy importante fue el concepto del “sistema jalar”, el cual fue retomado de los supermercados en Norteamérica. En cualquier supermercado, los artículos individuales se surten conforme estos disminuyen su número dentro del estante, según como la gente los va consumiendo.

Aplicar esto en el piso de producción significa que dentro del proceso no se debe hacer nada (abastecerlo) hasta que el próximo proceso use lo que originalmente había surtido (hasta bajar a una pequeña cantidad “inventario de seguridad”).

Toyota también tomó las enseñanzas del pionero americano de la calidad, W. Edwards Deming, quien consideraba que sólo había dos tipos de clientes: los externos y los internos. Cada persona dentro de la línea de producción, o en los negocios, debería ser tratada como “cliente” y eso implicaba darle lo que



exactamente necesitaba, en el tiempo que lo requería. (Villaseñor Contreras & Edber Galindo, 2009)

Para los años sesenta, el sistema de producción Toyota era una filosofía muy poderosa que todo negocio debería aprender. Toyota dio los primeros pasos para esparcir sus principios a sus proveedores clave. Cuando, en 1973, se tuvo la primera crisis petrolera, Toyota sobresalía de las demás compañías, y, viendo esto, el gobierno japonés trató de copiar el sistema de Toyota para pasarlo a las demás empresas.

Con este fin, inició la impartición de seminarios a todas las empresas, aunque éstas sólo entendían una fracción de lo que Toyota estaba haciendo. (Villaseñor Contreras & Edber Galindo, 2009)

Lo anterior es sólo una parte de lo que ha hecho Toyota para ser lo que hoy en día es. No fue sino hasta 1990 cuando el término de “producción esbelta” fue inventado, dentro del libro *The Machine That Changed The World* (La máquina que cambió el mundo). (Villaseñor Contreras & Edber Galindo, 2009)

Rajadell y Sánchez (2009) consideran que la racionalización del proceso de trabajo implicó, el principio de “fábrica mínima”, que propugna la reducción de existencias, materiales, equipos, etc., y se complementa con el principio de la “fábrica flexible”, sustentada en la asignación de las operaciones de fabricación para lograr un flujo continuo y la respuesta rápida a la demanda. Y resume el modelo Toyota sintéticamente los siguientes puntos:

1. Eliminación del despilfarro y suministro just-in-time de los materiales.
2. La relación, basada en la confianza y la transparencia, con los proveedores elegidos en función de su grado de compromiso en la colaboración a largo plazo.

3. Una importante participación de los empleados en decisiones relacionadas con la producción: parar la producción, intervenir en tareas de mantenimiento preventivo, aportar sugerencias de mejora, etc.
4. El objetivo de la calidad total, es decir, eliminar los posibles defectos lo antes posible y en el momento en que se detecten, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento.

Lean Manufacturing consta de 2 pilares principales JIT (Just in Time) y Jidoka (termino japonés para “automatización con toque humano”). Rajadell y Sánchez (2009) nos menciona que el sistema de producción JIT (por sus siglas en inglés justo a tiempo) fue desarrollado por Taiichi Ohno, primer vicepresidente de Toyota Motor Corporation, con el objetivo de conseguir reducir costes a través de la eliminación del despilfarro.

Debido a las ventajas que supuso, su filosofía fue adoptada por gran parte de las industrias japonesas, y posteriormente el interés por el JIT llegó a Europa y Estado Unidos. No todas las empresas utilizan el término Just in Time, IBM utiliza el término producción de flujo continuo, Hewlett-Packard sistema de producción sin almacén y fabricación repetitiva, Motorola (ahora Lenovo) fabricación de ciclo corto y otras muchas empresas simplemente utilizan el término sistema Toyota.

De los anterior Rajadell y Sánchez (2009) agregan que con el JIT se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso, así, por ejemplo, un proceso productivo se dice que funciona en JIT cuando dispone de la habilidad para poner a disposición de sus clientes “los artículos exactos, en el plazo de tiempo y en las cantidades solicitadas”.

El periodo de tiempo que preocupa al cliente es el plazo de entrega (lead time), es decir el tiempo transcurrido desde que el cliente pasa un pedido hasta que recibe el material. Este es el tiempo de que dispone el cliente para planificar sus compras y lógicamente éste está más satisfecho cuanto menor y más fiable sea el plazo de entrega.

Por último, Rajadell y Sánchez (2009) definen que el concepto de justo a tiempo no es exclusivamente un procedimiento de control de materiales y stocks, válido únicamente para grandes compañías multinacionales, sino una filosofía de gestión, cuyo objetivo principal es la eliminación de cualquier despilfarro y la utilización al máximo de las capacidades de todos los empleados.

Como es sabido, se entiende por despilfarro todo aquello que no añade valor al producto, como, por ejemplo, las sobreproducciones, la existencia de stock, el transporte de materiales, el tiempo de fabricación de productos defectuosos, la inspección de la calidad, el uso de procesos inadecuados la preparación de la maquinaria o los movimientos inútiles de los operarios.

El término jidoka usado en el sistema de producción Toyota, puede ser definido como “automatización con toque humano”. La palabra jidoka tiene sus raíces en la invención del telar automático de Sakichi Toyoda, fundador del Grupo Toyota. El telar automático es una máquina que hace girar al hilo para el tejido y teje telas de forma automática.

El término Toyota “jido” (automatización) se aplica simplemente a una máquina que se mueve por sí misma. Jidoka refiere la “automatización con toque humano”, en oposición a una máquina que simplemente se mueve bajo el control y la supervisión de un operador. (Toyota Global, 2016)

Jidoka se preocupa por la detección y prevención de problemas. Eaton (2013) considera que se basa en 4 principios:

1. Detectar que algo ha salido mal
2. Detenerlo
3. Dar una solución rápida al problema (apagar el fuego)
4. Investigar la causa raíz y aplicar una contramedida.

De lo anterior Eaton (2013) nos indica que jidoka se usa frecuentemente en conjunto con las herramientas estructuradas para la solución de problemas. Y define también que la implementación de jidoka se basa en una mezcla de conceptos culturales y herramienta de Lean que se resumen a continuación.

#### Desarrollar mentalidad jidoka

El objetivo es que la mayoría de las personas estén entrenadas para reaccionar para dar una solución rápida a los problemas. El concepto es mantener las (Toyota Global, 2016) cosas funcionando el mayor tiempo posible y evitar problemas lo más rápido posible. Una mentalidad jidoka es diferente en que se dice que, en el largo plazo, la eficiencia vendrá de abordar la causa raíz de los problemas y que invertir tiempo en la resolución de problemas es una inversión valiosa.

#### Dar empoderamiento al personal a “detener la línea”

¿Sus empleados sienten que tienen el poder de decir “alto” cuando ven un acto inseguro o que ocurra un problema? Muchas culturas de organización, a través de las palabras y las acciones de los gerentes, quitan el poder al personal para detener un proceso. El desarrollo de una cultura en la que las personas sienten que son capaces de resolver un problema real-y que lejos de ser penalizados en realidad serán gratificados dar solución al problema- es muy importante en jidoka.

#### Instalar andons

Andon, son señalamientos audibles, o más comúnmente visuales de que algo ha ocurrido. El objetivo es que los andons alerten lo más rápido posible al personal directivo y técnico que un problema ha surgido de manera que puedan llegar a la fuente del problema para comenzar a investigar.

#### Solución causa-raíz

Comúnmente las soluciones rápidas son solo eso. Jidoka se basa en la aplicación de una solución inmediata para detener el daño potencial y en la solución a largo plazo que viene a través de análisis de causa raíz.

Utilizar trabajo estándar

Habiendo implementado los cambios es vital documentar que se ha hecho y llevar a cabo cierto entrenamiento en el nuevo proceso.

Automatización selectiva

La automatización selectiva es sobre invertir en tecnología para detectar (y más idealmente prevenir) los errores que surgen en donde quiera que puedan ocurrir. Esto significa que siempre que hay una alta probabilidad de que las cosas salgan mal en repetidas ocasiones, o se pueda dar un problema de alto impacto (que tenga la capacidad de causar daño), entonces significa que la inversión en sensores y otros sistemas para que pueda controlar el proceso y detectar problemas lo antes posible.

En la industria se detectan 7 tipos de desperdicio (8 dependiendo del autor), según Toyota y Villaseñor y Galindo (2009) los definen como los siguientes:

1. Sobreproducción: producir artículos para los que no existen órdenes de producción; esto es sobre producir producto antes de que el consumidor lo requiera, lo cual provoca que las partes sean almacenadas y se incremente el inventario, así como el costo de mantenerlo
2. Espera: los operadores esperan observando las máquinas trabajar o esperan por herramientas, partes, etc. Es aceptable que la máquina espere al operador, pero es inaceptable que el operador espere a la máquina o a la materia prima.

3. Transporte innecesario: el movimiento innecesario de algunas partes durante la producción es un desperdicio. Esto puede causar daños al producto o a la parte, lo cual crea un retrabajo
4. Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto: no tener claros los requerimientos de los clientes causa que en la producción se hagan procesos innecesarios los cuales agregan costos en lugar de valor a la producción
5. Inventarios: el exceso de materia prima, inventario en proceso o productos terminados causan largos tiempos de entrega, obsolescencia de productos, productos dañados, costos por transportación, almacenamiento y retrasos. También el inventario oculta problemas tales como producción desnivelada, entregas retrasadas de los proveedores, defectos, tiempos caídos de los equipos y largos tiempos de set-up. Al mismo tiempo se necesita personal para cuidarlo, controlarlo y entregarlo cuando sea necesario.
6. Movimientos innecesarios: cualquier movimiento innecesario hecho por el personal durante sus actividades tales como mirar, buscar, acumular partes, herramientas, etc. Caminar también puede ser un desperdicio
7. Productos defectuosos o retrabajos: producción de partes defectuosas. Reparaciones o retrabajo, scrap, reemplazos en la producción e inspección significa manejo de tiempo y esfuerzo desperdiciado.

Definiendo como desperdicio todo aquello que no agrega valor al producto o servicio, pero forma parte del proceso productivo, por lo que se busca reducirlo a lo mínimo necesario.

Como se menciona anteriormente Lean Manufacturing cuenta con diferentes herramientas, todas diseñadas para identificar las áreas de mejora en cualquier empresa o negocio. Sin embargo, para este proyecto fueron utilizadas las siguientes:

- VSM
- 5'S
- Balanceo de línea
- Pareto
- Histograma

- Causa-Efecto
- TOC

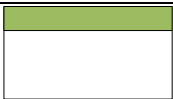
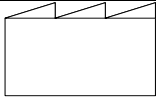

Se seleccionaron ya que debido a la problemática presentada se pensó que sería los ideales debido al tipo de información que se tenía almacenada, por lo que se pondrá en contexto cada una de ellas.

VSM o Value Stream Map (mapeo de flujo de valor en español), es una representación visual de la situación actual de la empresa en la que se puede ver el flujo de material, tiempos de proceso y ciclo, actividades del proceso, información almacenada, así como las restricciones en el sistema.

De acuerdo con Rajadell y Sánchez el objetivo del VSM es representar esquemáticamente cualquier proceso productivo, logístico o administrativo, de forma que permita una fácil identificación de las operaciones que aportan valor con respecto a las operaciones que sean consideradas mudas, permitiendo esto priorizar las acciones de mejora futura, comprobar asimismo el correcto cumplimiento con la demanda y que deje al mismo tiempo las posibles dificultades para satisfacerla.

Por lo que entra como una de las actividades prioritarias para un rápido entendimiento de la organización y la fácil identificación de desperdicios.

El VSM consta de una simbología particular, en la tabla 5.0 se pueden observar los que se usan principalmente, así como el significado de cada uno de ellos.

Símbolo	Significado
	Control de producción
	Cliente / Proveedor
	Inventario






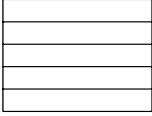
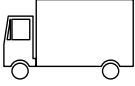


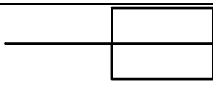

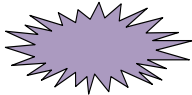
	Flecha de envío
	Información electrónica
	Flecha de empuje
	Información manual
	Procesos
	Tabla de datos
	Camión de envío
	Línea FIFO
	Segmento de escala de tiempo
	Escala de tiempo total
	Operador
	Evento Kaizen

Tabla 5.0

Fuente: Autor (2016)

Una vez organizados los símbolos se obtiene un diagrama como el que se observa como en la figura 5.0, el cual se lee de la esquina superior derecha a la izquierda donde se marcan los procesos administrativos, a la parte inferior describe toda la parte productiva del proceso cada uno incluye un cuadro al final con un resumen del tiempo total de proceso y del tiempo efectivo de proceso.





La aplicación de un histograma de acuerdo a Basu (2011) puede ser tanto análisis estadístico como presentación de datos, ya que el histograma exhibe la distribución de la información y esto rebela la cantidad de variación dentro del proceso.

Nos menciona también que hay una serie de modelos teóricos para diversas formas de distribución, de los cuales el más común es la distribución normal o la Gaussiana. En la experiencia de Montgomery (2004) hay varias pautas útiles en la construcción de histogramas. Cuando los datos son numerosos y resulta muy útil agruparlos en clases. Se recomiendan 3 claves:

1. Usar entre 4 y 20 clases (muchas veces elegir el número de clases aproximadamente igual a la raíz cuadrada del tamaño de la muestra funciona bien).
2. Hacer las clases de anchura uniforme
3. Empezar el límite inferior de la primera clase un poco abajo del valor menor de los datos.

Montgomery (2004) complementa esto último señalando que cuando los datos se agrupan en clases, los datos originales se condensan y, como resultado, se pierde cierto detalle. Por tanto, cuando el número de observaciones es relativamente pequeño, o cuando las observaciones sólo asumen pocos valores, el histograma puede construirse a partir de la distribución de frecuencia de los datos no agrupados.

En la figura 5.1 podemos observar un ejemplo de histograma en el cual se resalta la frecuencia, lo que significa la cantidad de valores que hay dentro del ancho de clase, esto último es la medida que definimos y en la que se consideró se podrá observar de mejor forma los datos.

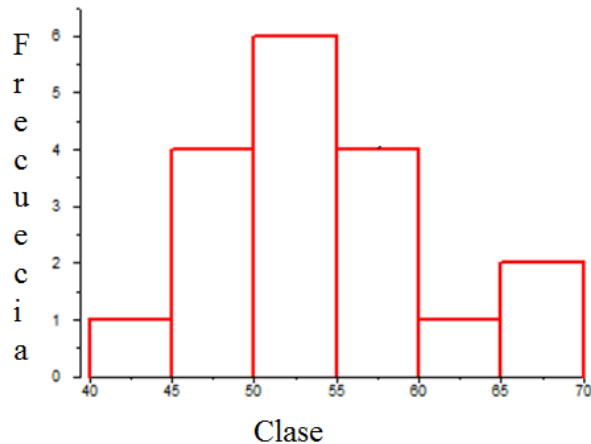


Figura 5.1

### Diagrama de Pareto

El análisis de Pareto es principalmente una herramienta de priorización para la resolución de problemas, de esta forma lo define Zairi (1991). De acuerdo con Zairi (1991) y su investigación sus orígenes se atribuyen a Vilfredo Pareto, un economista italiano (1848-1923).

Pareto en sus estudios de economía, llegó a la conclusión de que, en cada país, la mayor cantidad de la riqueza era poseída y controlada por un pequeño número de personas. Es llamado algunas veces como la regla 80:20, o el principio ABC, donde una pequeña categoría de los materiales (20%) controla el 80% de los costos totales. (Zairi 1991)

Escalante (2004) nos indica que el diagrama de Pareto consiste en una gráfica de barras ordenadas de mayor a menor, donde cada barra representa el peso que tiene cada uno de los factores que se analizan.

El procedimiento a seguir para hacer un diagrama de Pareto según Escalante (2004) consta de 3 pasos y son los siguientes:

1. Generar una nueva tabla conteniendo la información ordenada de mayor a menor. En la tabla 5.1 podemos observar un ejemplo.

Discrepancias	Frecuencia
Área desordenada	25
No sigue indicaciones	14
Faltan componentes	7
No verifica	3
Registra datos falsos	1

Tabla 5.1

Fuente Escalante (2004)

2. Agregar a la tabla anterior las columnas de porcentaje y porcentaje acumulado. La columna de porcentaje se obtiene como porcentaje (frecuencia/total) \*100. La tabla 5.2 muestra un ejemplo del procedimiento

Discrepancias	Frecuencia	Porcentaje	% acumulado
Área desordenada	25	52%	52%
No sigue indicaciones	14	25%	77%
Faltan componentes	7	15%	92%
No verifica	3	6%	98%
Registra datos falsos	1	2%	100%
Total	48		

Tabla 5.2

Fuente Escalante (2004)

3. Realizar el diagrama de Pareto considerando dos ejes de referencia. En el eje horizontal colocar las discrepancias, y en el eje vertical colocar el porcentaje de cada discrepancia. Dibujar Barras que representen los porcentajes de las discrepancias. Incluir la línea quebrada del porcentaje acumulado. Se puede observar terminada en la figura 5.2.

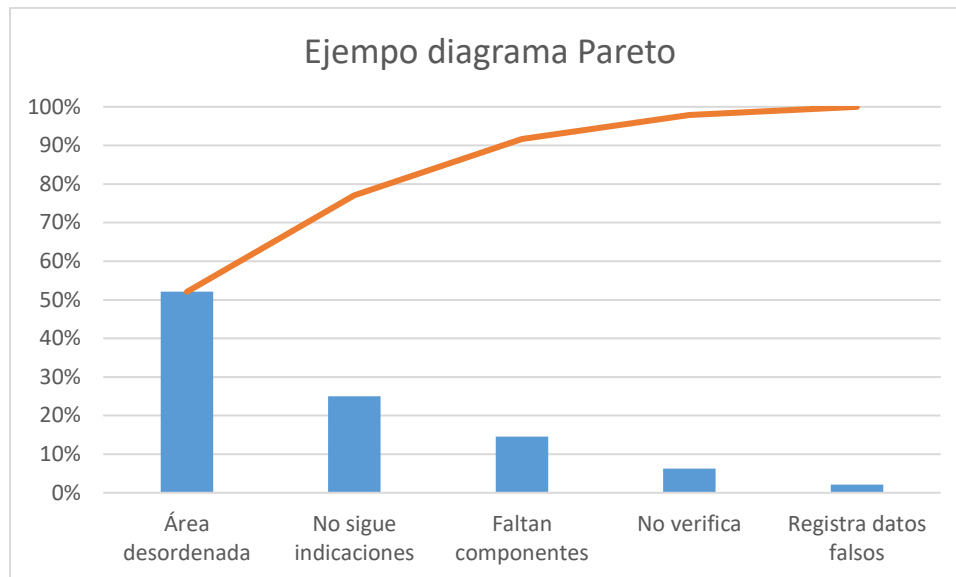


Figura 5.2

Fuente Escalante (2004)

#### Diagrama Causa-Efecto o Ishikawa

Nos menciona Ishikawa (1994) que los diagramas de causa y efecto, ilustran la relación entre las características (los resultados del proceso) y aquellas causas que, por razones técnicas, se considere que ejercen un efecto sobre el proceso.

Cuando se utilizan junto con otras herramientas estadísticas, tales como los diagramas de Pareto, los diagramas de causa y efecto son útiles para promover la mejora del proceso según prioridades, acumular y organizar los conocimientos y la tecnología, consolidar las ideas de todos los empleados sobre actividades relacionadas con el control, y facilitar las discusiones, la educación y otros diversos aspectos de las relaciones humanas. (Ishikawa 1994)

Por su arte Escalante (2004) nos indica que en un proceso productivo (manufactura), el diagrama de Ishikawa puede estar relacionado con uno o más de los factores (6Ms) que intervienen en cualquier proceso de fabricación y los resume como los siguientes:

1. Métodos: procedimientos por usar en la realización de actividades.
2. Mano de obra: la gente que realiza las actividades.

3. Materia prima: el material que se usa para producir.
4. Medición: los instrumentos empleados para evaluar procesos y productos.
5. Medio: Las condiciones del lugar de trabajo.
6. Maquinaria y equipo: los equipos y periféricos usados para producir

En la figura 5.3 podemos observar el formato general que se sigue para el diagrama causa y efecto.

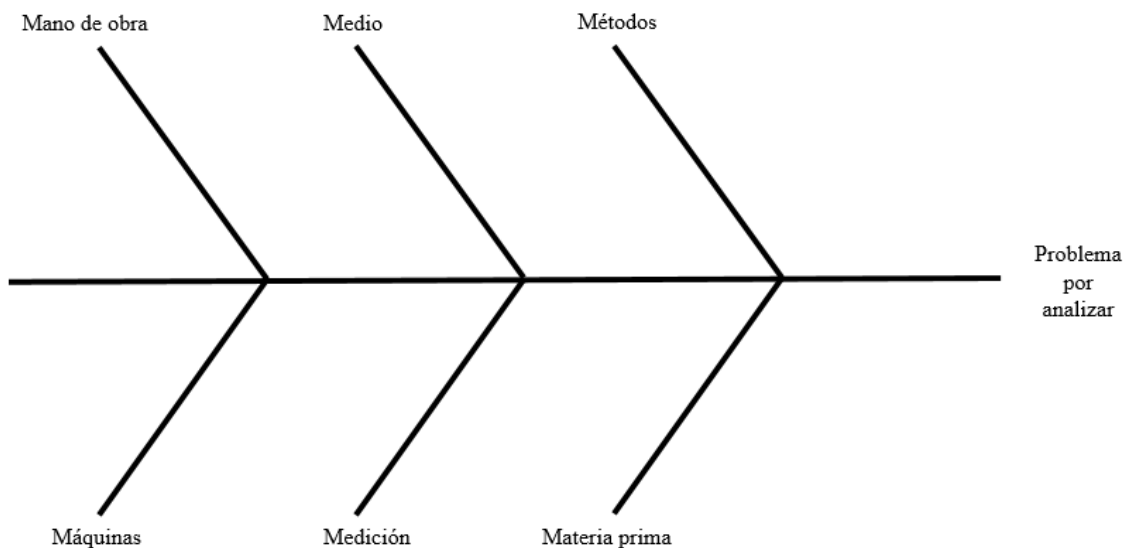


Figura 5.3

Fuente Escalante (2004)

Para elaborar un diagrama de Ishikawa (1994) propone 6 pasos, y son los siguientes:

1. Decidir la característica que se ha de considerar.
2. Dibujar una flecha horizontal en el centro de una hoja de papel convenientemente (como la que se observa en la figura 5.3) y anotar la característica en cuestión en el extremo derecho de la flecha. Esta flecha, que forma el eje del diagrama, representa el proceso en consideración.
3. Elegir unos nombres generales para las características sustitúas o las causas, y anotarlas en el diagrama por medio de flechas más pequeñas, empezando por la izquierda y siguiendo el orden el proceso. Se deben utilizar

categorías generales tales como materias primas, equipo (máquinas), métodos de muestreo (medición) y métodos de medidas.

4. Tomar las causas y desglosarlas todavía más, utilizando las ramas secundarias y terciarias. Por ejemplo, se puede utilizar la temperatura, el tiempo, la velocidad, la carga, etc., como ramas secundarias del contenido de humedad en un proceso de secado.

Trata de comprender las relaciones entre causa y efecto todo lo posible y seguir multiplicando el número de ramas secundarias repitiendo la pregunta, “¿Por qué ¿Por qué? ¿Por qué??” una y otra vez. Seguir escribiendo ramas secundarias y terciarias hasta que eventualmente se alcance una causa sobre la que se pueda actuar. Enumerar las causas sin más no es muy útil en realidad.

5. Cuando se hayan registrado todas las causas posibles, clasificarlas por orden según la influencia que ejercen, basada en su significado técnico o según se decida en una votación.
6. Anotar siempre la fecha de preparación cuando se haga un diagrama, y añadir las fechas de cualesquiera revisiones, ya que éstas dan una indicación de progresos.

A continuación, se muestra en la figura 5.4, un diagrama causa y efecto, en el cual se utilizan únicamente 4 de las 6Ms y se aprecia el contenido en todas las ramas del diagrama.

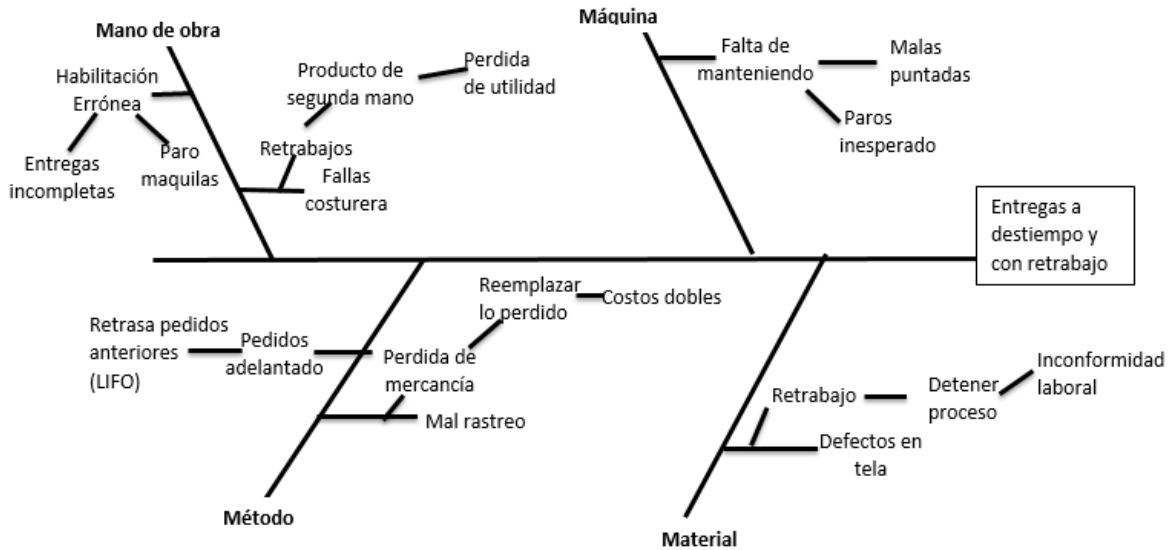


Figura 5.4

Fuente Autor (2016)

### Teoría de restricciones (TOC)

Teoría de restricciones o TOC (por sus siglas en inglés) de acuerdo a Cárdenas y Nápoles (2011), cada compañía (como sistema) es comparada con una cadena y cada cadena tiene un eslabón débil que podría limitar el desempeño de la misma.

El eslabón más débil es su restricción y la clave para mejorar todo el desempeño de la organización, entonces habrá que reforzarlo desviando la atención a otro eslabón que resultaría ahora el más débil, convirtiéndose en la restricción más importante del sistema, debiendo ser reforzado de tal modo que se pueda mejorar el desempeño general del sistema. (Nápoles 2011)

Westcott (2013) nos menciona que las restricciones están categorizadas como físicas y políticas. Las restricciones físicas son las más fáciles de identificar y eliminar. Las restricciones políticas son más complicadas, pero su eliminación significa generalmente un grado mayor de mejora. Todos los recursos (materia prima disponible, capacidad de la maquinaria, fuerza laboral, número de horas en el día, dinero) son finitas o limitadas. Exceder los límites causa una restricción.



Según Cárdenas y Nápoles (2011), la teoría de restricciones al igual que la filosofía JIT, asigna a la administración de inventarios una función prominente, reconociendo que una reducción de los mismos disminuye los costos de manejo y, por lo tanto, aminora los gastos de operación, mejorando el ingreso neto y obteniendo ventajas competitivas con:

- Mejores productos, de mejor calidad y con un rápido suministro al mercado.
- Mejores precios, al disminuir inventarios, habrá menos necesidad de inversión en equipos y espacio, se reducen los costos de manejo y los gastos de operación.
- Respuesta más rápida a las necesidades del cliente, al producir en tiempos más cortos y entregas a tiempos relacionados, se vuelve una herramienta competitiva.

De lo anterior Cárdenas y Nápoles (2011), distinguen 5 pasos para la mejora de desempeño de la organización y son los siguientes:

1. Identificar las restricciones: es un proceso de programación lineal en el que se identifiquen restricciones internas y externas.Cuál es la mezcla óptima de recursos, cuánto se utiliza en cada recurso y cuáles restricciones son obligatorias
2. Explorar las restricciones obligatorias, tomar decisiones: consiste en optimizar el uso de cualquier restricción obligatoria, asegurando la obtención de la mezcla óptima del producto que iría relacionado con el objetivo de reducir inventarios y mejorar el desempeño de la organización.

En las organizaciones existen pocas restricciones obligatorias sobre los recursos. La más conocida es la del Tambor (el que marca el ritmo), cuando una operación se termina comienza la operación del siguiente proceso.

Ante una restricción obligatoria principal se establece un amortiguador de inventario conocido como: Amortiguador de tiempo, que protege el

rendimiento de la organización de cualquier interrupción que se pueda superar en lapso determinado.

3. Subordinar todo a las decisiones tomadas: Indica que cuando la restricción del tambor establece en esencia la capacidad de toda la planta, los departamentos restantes deberán subordinarse a las necesidades de la restricción del tambor.
4. Elevar las restricciones obligatorias: Lo cual es un programa de mejoramiento continuo mediante la reducción de las limitaciones impuestas por las restricciones obligatorias al desempeño de la organización.
5. Repetir el proceso conforme surge una nueva restricción que limite el resultado: ¿una nueva restricción limita el rendimiento?, no. Una vez que es identificada, se repite el proceso de la Teoría de las restricciones.

En resumen, la Teoría de las restricciones reconoce y explota las restricciones de la organización con objeto de maximizar el rendimiento y minimizar los inventarios y costos de operación; además, tratar de identificar la mezcla óptima de la producción

### Balanceo de línea

El balanceo de líneas según Meyers (2000), es una aplicación de los estándares de tiempo elementales para fines de:

1. Igualar la carga de trabajo entre personas, celdas y departamentos. No ayuda que un empleado, celda o departamento haga una unidad más si los departamentos que le envían el trabajo o aquellos a los que los despachan no pueden seguir el ritmo. Es necesario que todos los empleados, celdas y departamentos estén balanceados. Para que el trabajo sea equitativo, podemos quitar parte del trabajo a una estación ocupada y dárselo a la que no tenga suficiente.

2. Identificar la operación cuellos de botella. El empleado celda o departamento que tenga más trabajo es la estación cuellos de botella y es necesario ponerla en equilibrio con el resto de la planta. Esta estación requiere más ingeniería industrial y asistencia de la supervisión que cualquiera otra.

Si tenemos una persona con 10% más de trabajo que las otras 20 de una línea de ensamble, podemos ahorrar el equivalente de una quinta parte de un empleado por cada reducción del 1% en el tiempo de la estación cuello de botella, hasta que la reduzcamos 10%. Con este multiplicador justificamos hasta 20 veces el costo normal de herramental.

La técnica de balanceo también es una buena herramienta de reducción de costos.

3. Establecer la velocidad de la línea de ensamble. Es necesario ajustar las velocidades de las bandas transportadoras para el ritmo de la planta. Incluso si no hay bandas, se requieren programas de movimiento.
4. Determinar el número de estaciones de trabajo. Cuando una tarea tiene más trabajo del que puede realizar el operario para alcanzar las metas de cantidad establecidas por los clientes, deben agregarse estaciones de trabajo. ¿Cuántas? El estándar de tiempo dividido entre el ritmo de la planta nos da esta cifra.
5. Ayudar a determinar el costo de la mano de obra. La suma de los estándares de tiempo en horas por pieza de todas las operaciones no dará las horas totales. Las horas totales multiplicadas por la tasa horaria promedio de salarios nos dará el costo de mano de obra.
6. Establecer el porcentaje de carga de trabajo de cada operador, para saber qué tan ocupados están en comparación con la estación cuello de botella, el tiempo takt o el ritmo de la planta.

De la información que se tenga sobre la demanda del cliente, se debe determinar el takt time, o el ritmo de producción esperado. "Takt" es una palabra en alemán que significa "ritmo". Entonces esto quiere decir que el takt time marca el ritmo de lo que

el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlos. Producir con el takt time significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados que es una meta de Lean Manufacturing. (Tapping, et al., 2002).

Para calcular el takt time se debe dividir el tiempo de producción disponible entre la cantidad total requerida (entiéndase por la demanda total del cliente), se mide en unidades de tiempo.

## 5S

Contreras y Galindo (2009) las 5 S forman parte esencial para la implantación de cualquier programa de manufactura esbelta, pues implica sumar esfuerzos para lograr beneficios, manteniendo un lugar de trabajo bajo condiciones tales que logre contribuir a la disminución de desperdicios y reprocesos, así como mejorar la moral del personal.

Para Contreras y Galindo, algunos de los beneficios de las 5 S son los siguientes:

- Ayuda a los beneficios a adquirir la autodisciplina; cuando se genera la autodisciplina el compromiso formal hacia las 5 S siempre está presente.
- Permite resaltar los desperdicios en el área de trabajo; el reconocer problemas es el primer paso para su eliminación.
- Señala anormalidades, como rechazos y excedentes de inventario.
- Reduce movimientos inútiles y trabajos intensos.
- Resuelve importantes problemas de logística, presentes en el área de trabajo de una manera simple.
- Hace más obvios los problemas relacionado con la calidad
- Reduce accidentes al eliminar pisos grasosos, sucios y resbaladizos.
- Un lugar limpio y ordenado refleja una buena imagen para el cliente

En la tabla 5.3 se pueden observar los 5 pasos que se siguen para la elaboración de un programa 5S.

Nombre	Significado	Objetivo	Actividades
Seiri - Clasificación	Distinguir lo innecesario de lo necesario para trabajar productivamente	-Establecer un criterio y aplicarlo al eliminar lo innecesario -Practicar la estratificación para establecer prioridades -Ser capaz de manejar problemas de desorden y suciedad	-Eliminar todas las cosas innecesarias y removerlas del área de trabajo -Aprovechar los lugares que se despejan -Determinar el destino final de todas las cosas que se retiren del entorno laboral
Seiton - Organización	Consiste en ordenar los diversos artículos que se poseen, de modo que estén disponibles para su uso en cualquier momento	-Tener un área de trabajo que refleje orden y limpieza -Tener una distribución de planta eficiente -Se incrementa la productividad eliminando desperdicio al tratar de localizar las cosas	-Emplear un almacenamiento funcional. -Ordenar artículos por claves alfanuméricas o numéricas. -Determinar lugares de almacenamiento por periodos
Seiso - Limpieza	Significa quitar la suciedad de todo lo que conforme la estación de trabajo	-Lograr el grado de limpieza adecuado a las necesidades. -Lograr un nivel de cero mugre y suciedad -Contribuir en la prevención de fallas en equipos	-Limpiar e inspeccionar equipo, utensilios, comedores, vestidores, casilleros, sanitarios, etc.

		-Mantener siempre condiciones adecuadas de higiene	-Integrar la limpieza en las tareas diarias -asignar tiempo para realizar la limpieza
Shitsuke - Disciplina	Es el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen a una comunidad, empresa o a nuestra propia vida. Orden y control personal	Convertir en hábito el cumplimiento apropiado de operación	-Establecer procedimientos estándares de operación -Facilitar condiciones para que cada empleado ponga en práctica lo aprendido -Establecer un sistema de control visual. Corregir cuando no se cumplan las reglas Promoción de las S en toda la compañía
Seiketsu - Estandarización	Regularizar, normalizar o figurar especificaciones sobre algo , a través de normas, procedimientos o reglamentos	Sincronizar los esfuerzos de todos y hacer que todos actúen al mismo tiempo, con el fin de lograr que los resultados de dichos esfuerzos sean perdurables	-Establecer estándares visuales de tal forma que sean fáciles de seguir - Realizar evaluación con enfoque a la prevención -Establecer actividades que

			fortalezcan el cumplimiento de las cuatro primeras S
--	--	--	--

Tabla 5.3

Fuente Contreras y Galindo (2009)

## Marco metodológico

### Metodología

Para este proyecto se utilizó la metodología cualitativa ya que se basará en la observación directa de acciones, la indagación documental, grupos en conversación y en grupos comunitarios participativos de muy diversos tipos. Además de todas las técnicas del paradigma hermenéutico-interpretativo que puedan ser útiles al proceso de indagación.

Se pensó en dicha metodología ya que se involucra en directo con las personas, y como se explica anteriormente la filosofía Lean Manufacturing requiere del trabajo en conjunto para lograr cambios positivos, a pesar de que gran parte del proyecto se analiza numéricamente, la forma de plantear el proyecto y el método a seguir orientaron que un modelo cualitativo fuera más adecuado.

### Método

El método a seguir será Investigación-Acción-Participativa (IAP), la cual según Ander-Egg (2003) deriva sus características básicas de los tres términos con que se compone la denominación y son los siguientes:

- en tanto investigación, se trata de un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad estudiar algún aspecto de la realidad, con una expresa finalidad práctica;
- en cuanto acción, significa o indica que la forma de realiza el estudio es ya un modo de intervención y que el propósito de la investigación está orientado a la acción, siendo ella a su vez fuente de conocimiento;
- y, por ser participación, es una actividad en cuyo proceso están involucrados tanto los investigadores (equipo técnico o agentes externos), como la misma gente destinataria del programa, que ya no son consideradas como simples objetos de investigación, sino como sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar la realidad en la que están implicados.



Y lo resume simplemente como la Investigación-Acción-Participativa supone la simultaneidad del proceso de conocer y de intervenir, e implica la participación de la misma gente involucrada en el programa de estudio y de acción.

Como se puede ver en los términos, se puede observar una secuencia, en la que el primer paso sería la investigación, como se describe anteriormente, este proyecto inició investigando, ya que se partió de un problema existente en la compañía, se plantearon diferentes estudios, en juntas de trabajo, inspecciones visuales, uso de información almacenada, lo cual se consideró podía ayudar a conocer la raíz de la problemática que se vive dentro de la fábrica, con esto se pudo hacer diferentes análisis en el que se encontrarían los ajustes que mejorarían el proceso de producción.

El segundo paso sería la acción, en este caso siempre que se llegaba a alguna conclusión después de analizar, se llevaba a cabo un cambio en el sistema, fue siempre interactivo ya que no se limitó a solo encontrar la causa y dejarla a modo de diagnóstico sino que se planteó el objetivo claro de reducir el número de día en el que se entrega la mercancía, se hacía una rápida planeación para la ejecución no se esperaba más tiempo ya que podía cambiar las condiciones en las que se había estado trabajando, y siempre se buscó que se dieran mejoras en el sistema.

Por último la participación fue clave en el proyecto ya que cuando se busca un proyecto Lean Manufacturing, se busca que todos los involucrado de unan a la corriente para que los cambios perduren y se signa el ritmo que se marcó.

Como menciona en su texto Ander-Egg (2003) la IAP no tiene un método propio. En lo que hace a las diversas propuestas que operacionalizan sus procedimientos, puede decirse que se atiene a las exigencias del método científico.

No existe pues, como algunos afirman, una oposición metodológica entre la IAP y los procedimientos clásicos de investigación social. La IAP recurre a los métodos y

las técnicas tradicionales de investigación social; sin embargo, lo hace de una manera flexibilizada, con ciertas peculiaridades que resultan del hecho de la participación de la gente y de los fines que persigue.

El proyecto trabajo específicamente con la metodología DMAIC la cual de acuerdo con Shankar (2009) toma un problema que ha sido identificado por la organización y utiliza un conjunto de herramientas y técnicas de manera lógica para llegar a una solución sostenible. La solución obtenida minimizará o eliminará el problema, posicionando a la organización en una posición competitiva.

Para Westcott y Duffy (2015) los equipos de mejora utilizan la metodología DMAIC para erradicar y eliminar las causas de los defectos a través de las siguientes fases de planificación y ejecución:

D (Define): Definir un problema o área de mejora

M (Measure): Medir el rendimiento de los procesos existentes

A (Analyze): Analizar el proceso para determinar la causa raíz de los malos resultados

I (Improve): Mejorar el proceso atacando las causas fundamentales

C (Control): Controlar el proceso mejorado para sostener las ganancias

Las definiciones marcan la pauta, ya que lo que se busca es dar solución a una problemática que se presentó en la organización (en este caso el tiempo ciclo elevado para la producción de los uniformes), y se siguió cada una de las fases para lograr la mejora que se estaba buscando. A continuación, se describirá cada una de las fases y como se llevaron en el proyecto.

Para Shankar (2009) fase de Definir asegura que el proceso o problema seleccionado para ir a través de la metodología de mejora de procesos DMAIC está vinculada a las prioridades de las organizaciones y tiene apoyo de la dirección. Definir estrellas de fase con la identificación de un problema que requiere una solución y termina con una clara comprensión del alcance del problema y la

evidencia de apoyo a la gestión, que autorizar el proyecto de avanzar a través de un compromiso de recursos

De acuerdo a Russell (2013), la dirección prepara un documento para el equipo de trabajo que incluye el planteamiento del problema, metas, funciones y responsabilidades, los recursos y los plazos del proyecto. En esta fase el cliente, los procesos principales de negocio, y los problemas críticos para la calidad (CTQ por sus siglas en inglés) son identificadas:

- Herramientas de recolección de datos: hojas de revisión, tormenta de ideas, diagramas de flujo.
- Herramientas de análisis de información: diagrama causa efecto, diagramas de árbol, análisis causa raíz, diagramas de afinidad
- Recolección y análisis de información de los clientes: despliegue de la función de calidad (QFD por sus siglas en inglés), encuestas.

La definición estuvo clara desde el inicio se detectó que el tiempo de entrega había aumentado de forma considerable en los últimos años, y se encontró como impactaba en todos los departamentos y el principal foco de atención fue la gran pérdida económica que causa a la organización por lo que siempre se tuvo el apoyo de la dirección en el proceso.

Se partió del hecho mencionado, y se buscó en las bases de datos de la empresa, para obtener información histórica, lo cual sirviera de punto de partida para conocer la situación actual de la empresa se hicieron inspecciones visuales en cada una de las áreas que forman parte del proceso, con el objetivo de saber qué es lo que pasaba en piso, y las condiciones en las que se trabaja, finalmente las juntas de trabajo tanto por áreas separadas como en conjunto ayudaron a recabar la información necesaria para saber cómo se encontraba la empresa en ese momento, y se utilizó principalmente el diagrama de causa efecto el cual se complementó siempre con la gráfica de Pareto para hacer más visual la información.

Según Shankar (2009) el propósito la fase Medir es reunir la información base acerca del proceso que se ha identificado necesita ser mejorado. La información base del proceso se utiliza para un mejor entendimiento de lo que está sucediendo en el proceso, las expectativas del cliente, y donde se encuentran los problemas.

De acuerdo con Russell (2013) Medir es fundamental para la calidad, además del mapeo de proceso, establecer un sistema de medición, y determinar lo que es inaceptable (defectos). El equipo recopila datos de proceso dirigido a establecer el rendimiento y determinar un punto referencia, a continuación, las partes de los procesos u operaciones similares con el fin de definir una estrategia para lograr objetivos:

- Herramientas de control de proceso: gráficos de control
- Herramientas de mejora de proceso: mapeo de proceso, gráficos de Pareto, comparación de proceso, Teoría de restricciones (TOC), evaluación de riesgos, análisis modal de fallos y efectos (FMEA por sus siglas en inglés), diseño de experimentos, costo de la calidad, técnicas de pensamiento lean.

La información obtenida fue la pauta para conocer la brecha que existía entre el proceso actual y la meta a la que se quería llegar. Se inició tomando tiempo de las tareas, así como creando un mapa de las actividades y separando las diferentes familias de uniformes (ya que cada familia tiene ciclos diferentes) así como el tiempo de operación, para conocer la necesidad del cliente.

Desglosando también cada uno de los departamentos, como el número de personas que trabajan y las funciones que se desempeñan. Uno de los puntos más importantes del proyecto fue el desarrollo del VSM, el cual fue de gran apoyo para ayudar a medir los tiempos de proceso más largos, esto se complementó con la teoría de restricciones.

Toda la información recabada ayuda a facilitar la comprensión de las dificultades por lo que sin esta fase hubiera sido imposible conocer si se lograban cambios positivos o permanecía igual que al inicio del proyecto.

Russell (2013) señala que, al analizar el desarrollo de una línea base (la capacidad del proceso). Los datos recogidos y mapa de procesos se utilizan para determinar la causa raíz de los defectos y las oportunidades para mejorar la unificación.

Una serie de herramientas estadísticas se utilizan en esta fase para asegurar que las problemáticas que afectan al rendimiento se entienden y que la capacidad se puede mejorar. La información recogida se utiliza para determinar las causas raíz y para identificar oportunidades de mejora:

- Identificar la causa raíz de los defectos
- Determinar con precisión oportunidades y fijar objetivos

Como se menciona anteriormente, ya que se tenía medida la brecha con respecto al objetivo y se tenía toda la información se dio a la tarea de hacer el análisis pertinente, el objetivo era encontrar la causa raíz de la problemática que se vivía y encontrar las acciones necesarias para corregir esta situación, se volvió a los diagramas de Pareto, dicha acción se repetía para acotar la información y encontrar acciones que con el menor esfuerzo tuvieran mayor impacto en el tiempo de entrega.

Ya que la información estuvo organizada, se hizo trabajo en equipo se analizaron diferentes propuestas para mejorar el proceso. Nunca se esperó mucho tiempo para los cambios ya que se esperaba la reacción en el sistema para hacer diferentes ajustes.

Russell (2013) Mejorar el proceso. Esta fase identifica soluciones a los problemas a través de la aplicación de herramientas estadística avanzadas y el diseño de experimentos. Las soluciones incluyen mediciones de rendimiento para asegurar que las mejoras son a largo plazo:

- Planificación y gestión de proyectos
- Entrenamiento

Como se mencionó anteriormente nunca se esperó para llevar a cabo las mejoras en el proceso, fue un ejercicio rápido de análisis y planeación en el que se determinaba que cambio sería el más óptimo, se medía y en caso de que el resultado no fuera el esperado, se volvía al análisis para hacer ajustes.

Ya que siempre se trabajó en conjunto con todos los involucrados, la parte del entrenamiento de iba llevando junto con la planeación y ejecución de las acciones. Por lo que en realidad no se sentía una gran diferencia entre la fase de analizar y la mejora, por el tipo de proyecto siempre fueron ligadas una de otra de la manera más práctica que se pensó.

Russell (2013) invita a controlar el sistema a través de un proceso establecido. Después de haber mejorado y estabilizado el proceso, queda determinada la capacidad resultante. El objetivo en esta fase es asegurar que los controles de los procesos están en su lugar para mantener las mejoras logradas. Esto incluye el proceso de actualización y documentación del sistema, así como el establecimiento de medidas de rendimiento en curso de modo que los beneficios de rendimiento no se pierdan.

Finalmente se establecieron diferentes medidas para asegurar que el proceso se mantenga conforme a los cambios y mejoras. Uno de los principales cambios fue la revisión de inventarios, se invirtió en un software que mediante código de barra te permite conocer el inventario de forma rápida, permitiendo balancear de forma más eficiente al personal conforme al área con mayor trabajo, se disminuyó la cantidad de piezas por lote, esto para disminuir los inventarios en proceso y agilizar el tiempo de ciclo.

## Análisis de información

El primer paso en el proyecto fue delimitar que familias de producto entrarían dentro del análisis. Con información histórica, se utilizó la base de datos de la compañía para conocer qué productos eran los más vendidos, como ya se mencionó se tiene un gran número de modelos y a su vez se separan en familias.

En la tabla 7.1 se puede ver información histórica de las piezas por familia vendidas en el año 2015 y se agregan el porcentaje de participación y el acumulado con el objetivo de preparar la información para un diagrama de Pareto.

Rubro	Cantidad	Porcentaje	Acumulado
Pantalón	76598	37%	37%
Filipina	49433	24%	60%
Quirúrgico	40634	19%	80%
Otros	34329	16%	96%
Bata	7222	3%	100%
Chef	685	0%	100%
Total	208901		

Tabla 7.1

En la gráfica de la figura 7.1 observamos como las tres primeras familias de modelos aportan el 80% de las ventas por familia, por lo que son las que se usaran para el proyecto

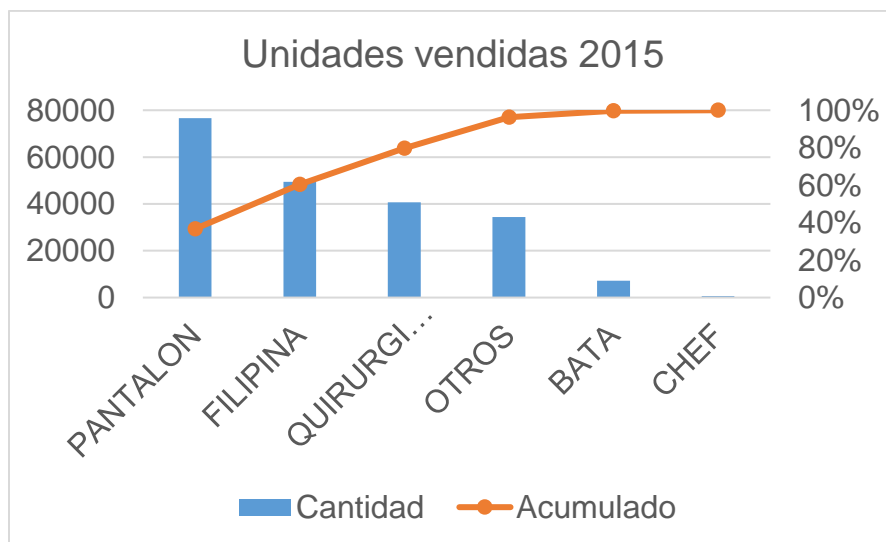


Figura 7.1

Se decidió limitar a familias ya que cada una cuenta con diferentes modelos dificultando acotar la investigación, lo cual hace mucho ruido en la investigación.

El paso siguiente fue conocer de información de la misma base de datos cuanto tiempo tomaba entregar un pedido, desde el momento en que era capturado en el sistema hasta que finalmente se entregaba, esta parte del proceso fue un poco tardada ya que el programa que se usa no da esa información así que hubo que buscar cada uno la fecha de entrada y salida del pedido. Se tomó una muestra de 52 datos. Para este análisis se considero la siguiente información:

- Número o folio del pedido
- Fecha de entrada al sistema
- Familia
- Cantidad
- Fecha de salida

Con la fecha de entrada y de salida se determinaba el número de días que le tomaba al pedido salir, con estos datos tuvimos un punto de partida que nos permitió determinar el tiempo promedio en el que se estaba entregando la producción. El histograma de la figura 7.2 muestra el resumen de la información que se obtuvo

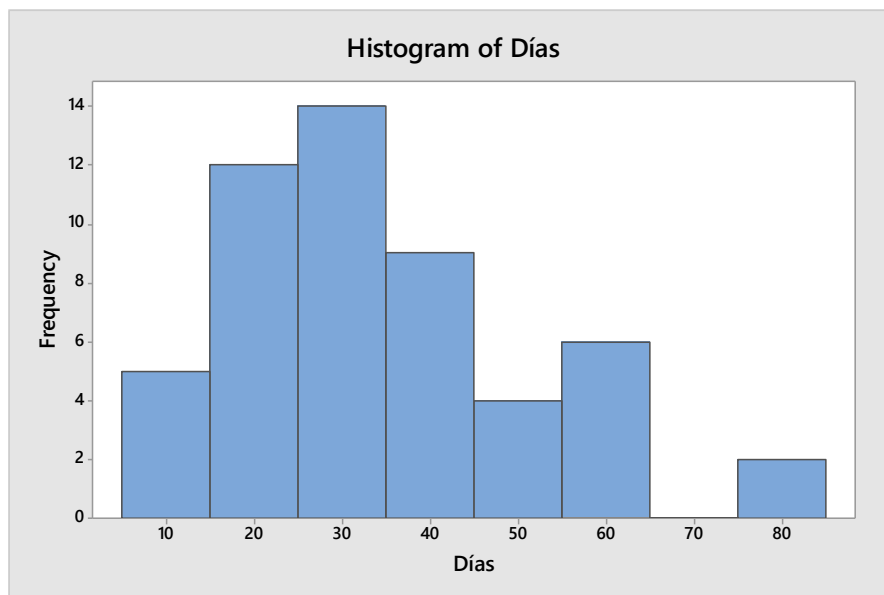


Figura 7.2



Se observa claramente que la mayoría de los pedidos se encuentran en 30 día de entrega, incluso al promediar los datos se obtiene un promedio de 33 días de entrega, la información se reitera es de las 3 familias principales que hace el 80% de la participación en el mercado.

Al inicio del documento se describe que se tienen 2 tipos de pedidos, los de almacén que es para surtir tiendas y venta al público y los especiales en los cuales el cliente llama y pide algo con adecuaciones a lo que se vende normalmente.

Se menciona también que existen maquiladores externos y dentro de la fábrica. Por lo que en la muestra que se seleccionó para conocer el comportamiento de los pedidos se decidió agregar esta información y se agregó lo siguiente:

- Tipo de pedido (almacén o especial)
- Lugar de fabricación (externa, interna y mixta)

La información que se recabó arrojó que los pedidos de almacén tienen un tiempo de entrega más elevado que los pedidos especiales en la figura 7.3 se observa el histograma del tiempo de entrega de pedidos de almacén, lo más notorio es que la mayoría de las entregas fueron en un tiempo superior a los 30 días, aunque el número de piezas que se entra es mucho mayor (en promedio 1560 piezas) a diferencia de la figura 7.4 en la que se observa la entrega de los pedidos especiales las cuales la mayoría están entre 20 y 30 días

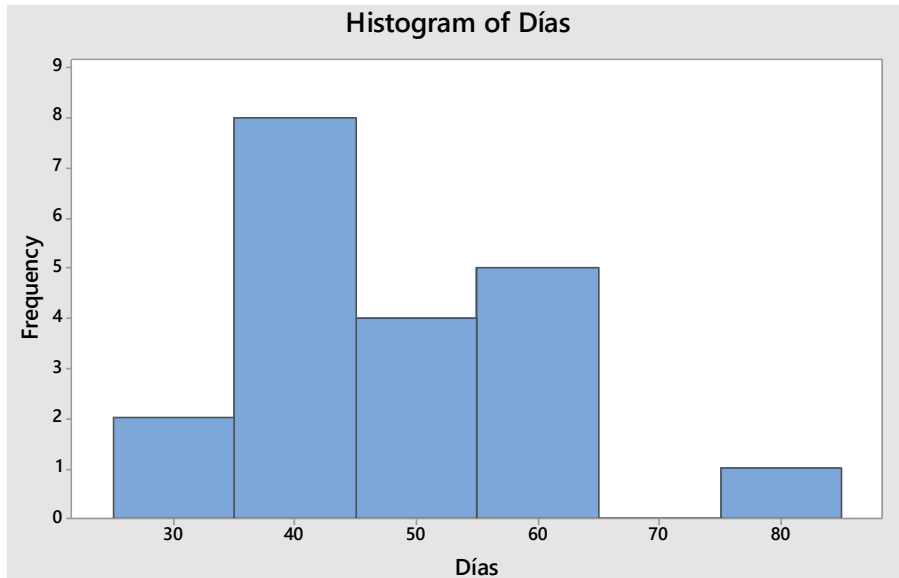


Figura 7.3

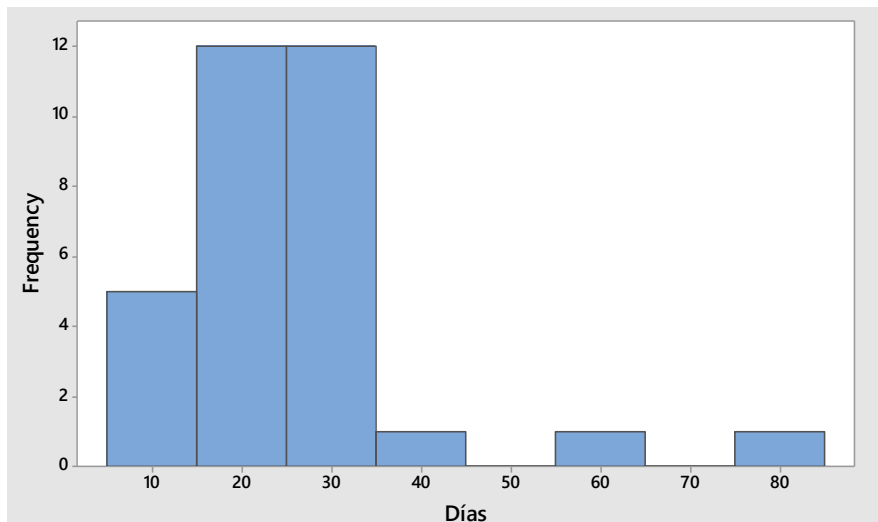


Figura 7.4

Ahora se sabe que la brecha que existe entre el tiempo de entrega deseado y el real es de más de 15 días. Por lo que el paso siguiente fue calcular el tiempo de Takt para las familias, ya que se sabe el requerimiento anual de las familias se hace el cálculo para conocer en qué tiempo se solicita algún modelo de los que se fabrican.

En la tabla 7.2 podemos observar el desglose de la demanda diaria que se calculó aproximando los días que se trabajan al año, los cuales son 5 por semana (aproximadamente 260 días al año) y las 8 hora laborales diarias.

Familia	Cantidad	Demanda diaria	Tiempo disponible (seg)	Takt time (seg)
Pantalón	76598	295	28800	98
Filipina	49433	190	28800	151
Quirúrgico	40634	156	28800	184

Tabla 7.2

Con esto se sabe que cada 98 segundos los clientes requieren un pantalón, o cada 151 segundos una filipina y cada 184 segundos un quirúrgico por lo que el ritmo de la producción deberá ser entregada en ese ritmo.

Se creó un VSM, con el objetivo de conocer todas las operaciones que llevan las familias, el proceso se inicia desde que el cliente hace el pedido hasta que este es entregado. En la figura 7.5 podemos observar una parte del uno de los VSM creados, por cuestión de tamaño en las imágenes los VSM completos se encuentran en los anexos del documento.

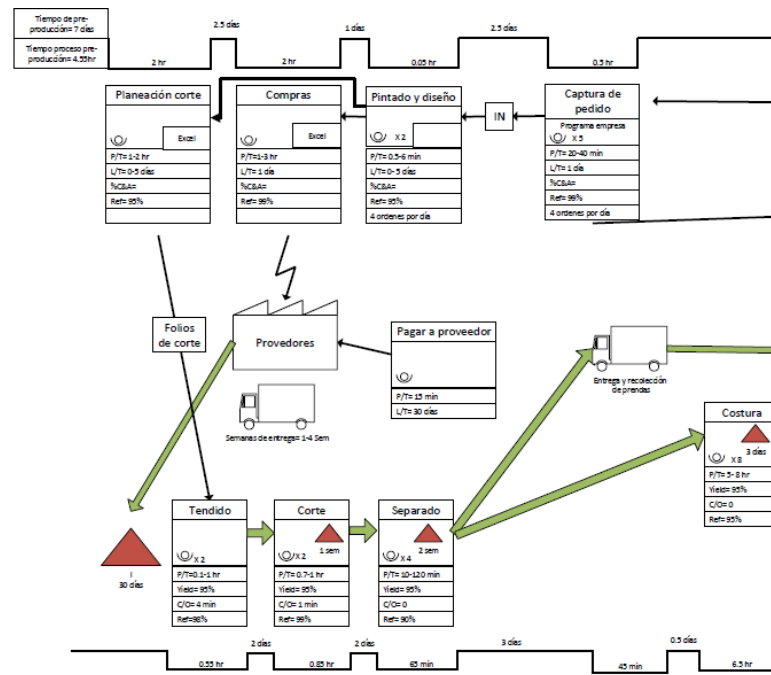


Figura 7.5

El siguiente proceso fue conocer la capacidad para cada uno de los procesos con así como el inventario que se maneja por cada área, con esto se puede saber si su capacidad es la suficiente, en caso de no serlo ayudará a saber donde está el cuello de botella, se hizo por cada departamento. Internamente se manejan 4 áreas con inventario en proceso y se observan en la tabla 7.3.

Área	Inventario	Porcentaje	Acumulado
Terminado	5526	38%	38%
Corte	5444	38%	76%
Maquila	3090	21%	98%
Costura	317	2%	100%

Tabla 7.3

Fuente: Autor (2016)

En el gráfico de la figura 7.5 se puede observar que aproximadamente el 80% del inventario en proceso se encuentra en 2 áreas, las cuales son terminado y corte, por lo que se repetirá el análisis para los departamentos, se busca saber la cantidad de inventario por proceso para determinar si existe un cuello de botella.

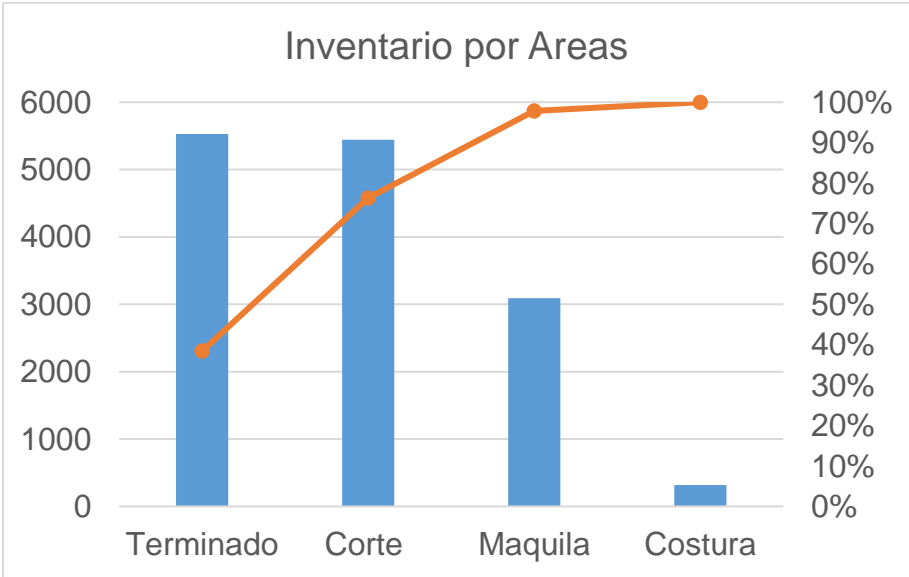


Figura 7.5

En la tabla 7.4 se muestra los procesos que incluyen el área de Terminado (se incluye costura ya que físicamente es el mismo departamento) así como el inventario en piezas por cada uno. Las actividades son las mismas que las presentadas en el VSM.

Área	Inventario	Porcentaje
Plancha	2159	37%
Deshile	1187	20%
Botón	1115	19%
Ojal	534	9%
Broche	531	9%
Costura	317	5%

Tabla 7.4

En el gráfico de la figura 7.6 se puede observar que el 80% del inventario se encuentra en 3 de los procesos, plancha, deshile y botón. Ahora que se conoce donde se encuentra la mayor cantidad de inventario, se debe conocer la capacidad por cada uno del proceso, para saber si podrán cumplir con la demanda (o que tiempo les llevaría hacerlo).

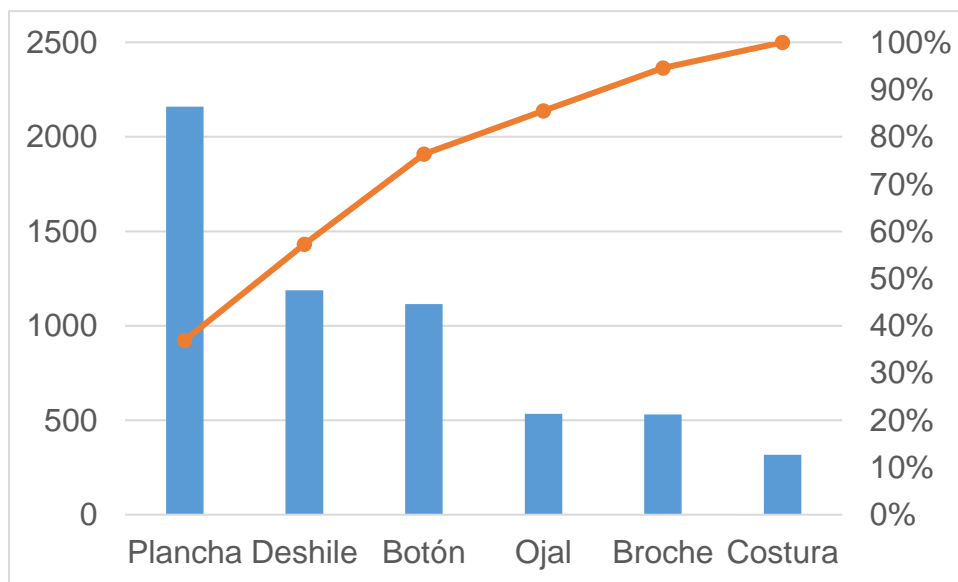


Figura 7.6

Se estudió la capacidad (en piezas por hora), de todos los procesos. Con la misma información se analizó los días de trabajo que tendría cada una de las actividades del área de terminado, ya que no se consideró significativo únicamente la cantidad de piezas por área, ya que cada uno tienen diferente capacidad.

En la tabla 7.5 se tiene la información que se calculó, junto con los inventarios por cada proceso, se sabe que solo se trabajan 5 días en una semana, por lo que los que excedan esos días no podrán entregar todo el trabajo que tienen por lo que acumularán para más tiempo y se empezarán a generar cuellos de botella.

En la tabla 7.6 se organizó de mayor a menor respecto a la cantidad de días que tomará completar el proceso, esto para marcar cuales son las tareas que llevan más tiempo y analizarlas más detenidamente.

Proceso	Capacidad (Pz/hr)	Inventario	Tiempo (horas)	Días de trabajo
Plancha	79	2159	27	3
Deshile	19	1187	31	8
Botón	24	1115	46	6
Ojal	33	534	16	2
Broche	12	531	44	6
Costura	15	317	21	3
Total		5843		23

Tabla 7.5

De aquí se puede determinar que el lote óptimo es de 15 piezas, ya que costura inicia el proceso, y su capacidad nos dice que terminará con eso en una hora, por lo que si es más grande no terminará en ese tiempo acumularía inventario y por políticas se mueve el lote completo hasta que el proceso es terminado. Y este mismo número de piezas no satura a los demás procesos por lo que se considera como el más adecuado.

Proceso	Días de trabajo	Porcentaje
Deshile	8	29%
Botón	6	21%
Broche	6	20%
Plancha	3	12%
Costura	3	10%
Ojal	2	7%
Total	27	

Tabla 7.6

Nuevamente se gráfica, con esto se puede hacer visual donde se encuentra la problemática, se puede observar en la figura 7.7 que los procesos con mayor tiempo de inventario son:

- Deshile
- Botón
- Broche

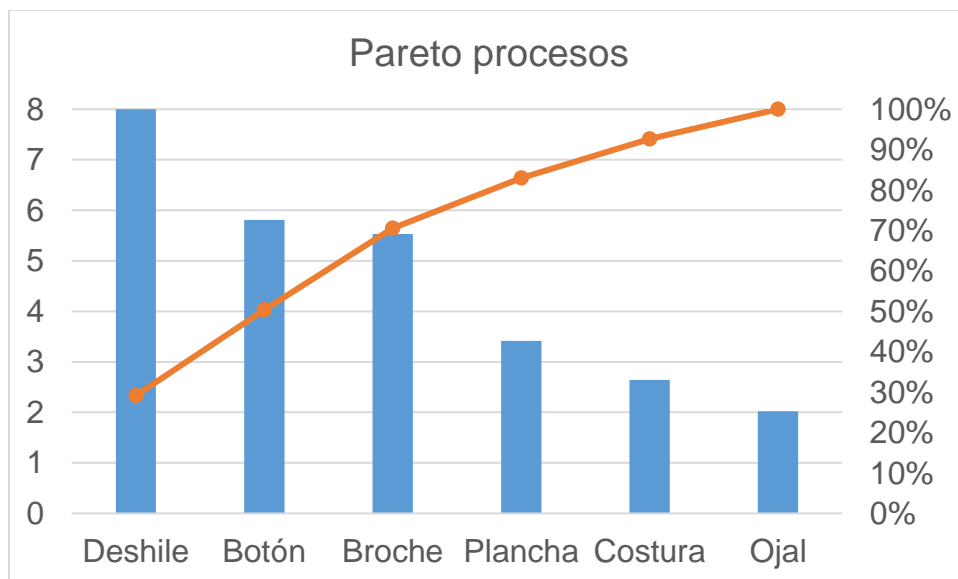


Figura 7.7

Ahora que se identificaron los cuellos de botella, se usó un diagrama de Ishikawa para identificar las causas del problema, para esto se consultó con el personal de cada proceso y se hizo una junta en la que se escuchó sus razones por las cuales

retenían inventario en sus áreas esa cantidad de tiempo. En la figura 7.8 se observa el resultado de las entrevistas y las juntas de trabajo.

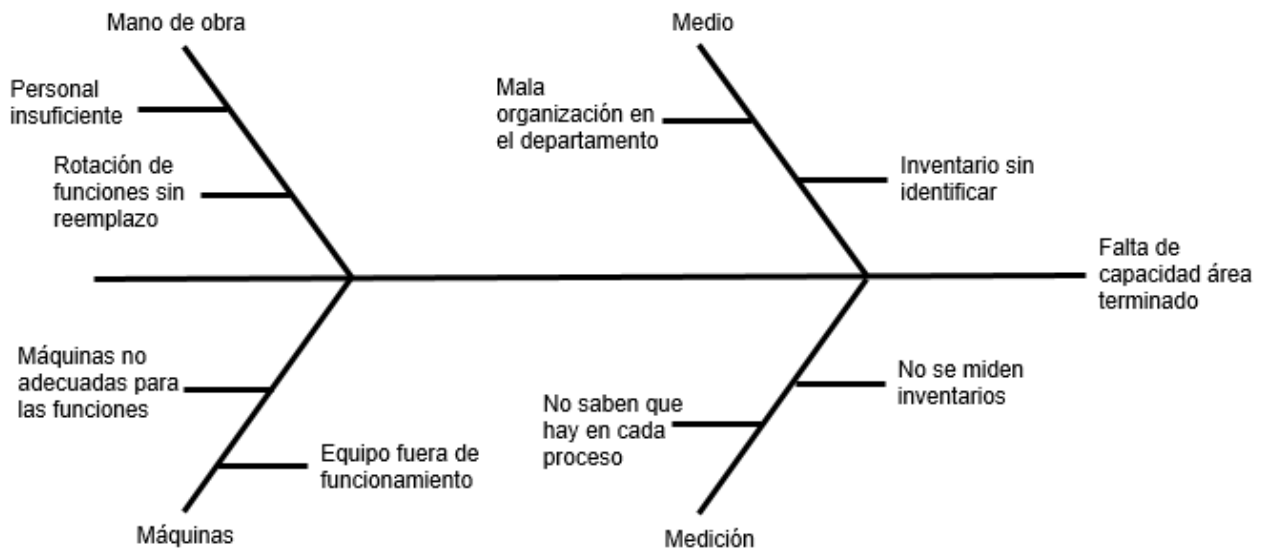


Figura 7.8

Con esta información se tomaron medidas, la primera fue darle mantenimiento a las máquinas que lo necesitaban para dejarlas funcionales al 100%, esto fue para el caso de botón, que solía retener inventario ya que cuando llegaban piezas que necesitaban un tipo particular de botón la máquina no funcionaba correctamente y aumentaba su inventario sin poder moverlo.

Fue necesario también un balanceo de cargas para distribuir el trabajo, tanto broche como deshile compartían el personal sin embargo no era equitativo ya que cuando hacían una actividad abandonaban la otra completamente dejando que se acumulara más inventario para alguna de las actividades, por lo que fue necesaria la contratación de una nueva persona, que ayudará a no dejar un proceso solo cuando se requería en otro lugar.

Finalmente se hizo la inversión de un software que mediante un código de barras ayuda a conocer el inventario por área de manera más eficiente ya que antes se tenía que ir a la parte del proceso y capturar la información de forma manual.



Estas en: Consulta Rastreo Tanyre - PRODUCCION											
										Ordenes	Complementos
Grupo:		Empleado: BLANCA			Modelo:						
Desde: 01/06/2016		Hasta: 31/07/2016		Todos		Buscar		Ver Todos			
Orden	Paq.	Cant.	Grupo	Empleado	Modelo	Tela	Color	Talla	Entrada	Salida	
16040833	2	6		BLANCA	PANTALON 03	IRLANDESA	BLANCO	40	03/06/2016	06/06/2016	
16041227	1	8		BLANCA	PANTALON 03	IRLANDESA	BLANCO	28	03/06/2016	06/06/2016	
16041227	2	18		BLANCA	PANTALON 03	IRLANDESA	BLANCO	34	03/06/2016	06/06/2016	
16041227	3	8		BLANCA	PANTALON 03	IRLANDESA	BLANCO	38	03/06/2016	06/06/2016	
1604181	1	8		BLANCA	PANTALON 03	IRLANDESA	BLANCO	40	13/06/2016	14/06/2016	
16041827	1	8		BLANCA	PANTALON 03	IRLANDESA	BLANCO	28	02/06/2016	03/06/2016	
16041939	1	20		BLANCA	PANTALON 03	IRLANDESA	BLANCO	30	10/06/2016	13/06/2016	
1604204	1	24		BLANCA	PANTALON 03	IRLANDESA	BLANCO	30	10/06/2016	13/06/2016	
1604282	1	6		BLANCA	TANYRE 21	IRLANDESA	BLANCO	28	04/06/2016	10/06/2016	
1604282	3	6		BLANCA	TANYRE 21	IRLANDESA	BLANCO	36	03/06/2016	03/06/2016	
1604283	1	10		BLANCA	TANYRE 21	TERGAL	BLANCO	28	04/06/2016	06/06/2016	
1604283	4	10		BLANCA	TANYRE 21	TERGAL	BLANCO	34	03/06/2016	03/06/2016	
1604284	1	10		BLANCA	TANYRE 21	TERGAL	BLANCO	28	04/06/2016	06/06/2016	
16042844	3	4		BLANCA	TANYRE 21	IRLANDESA	BLANCO	44	03/06/2016	03/06/2016	
16042912	1	6		BLANCA	TANYRE 75	IRLANDESA	BLANCO	28	04/06/2016	06/06/2016	
16042912	2	6		BLANCA	TANYRE 75	IRLANDESA	BLANCO	30	04/06/2016	06/06/2016	
16042912	4	6		BLANCA	TANYRE 75	IRLANDESA	BLANCO	36	09/06/2016	10/06/2016	
16042912	5	6		BLANCA	TANYRE 75	IRLANDESA	BLANCO	38	04/06/2016	06/06/2016	
16042912	6	6		BLANCA	TANYRE 75	IRLANDESA	BLANCO	40	04/06/2016	06/06/2016	
16042912	7	6		BLANCA	TANYRE 75	IRLANDESA	BLANCO	42	04/06/2016	06/06/2016	
16042912	8	6		BLANCA	TANYRE 75	IRLANDESA	BLANCO	44	03/06/2016	03/06/2016	
16042913	2	14		BLANCA	TANYRE 86	TERGAL	BLANCO	30	16/06/2016	16/06/2016	
1605024	1	8		BLANCA	TANYRE 75	TERGAL	BLANCO	28	02/06/2016	02/06/2016	
1605024	2	10		BLANCA	TANYRE 75	TERGAL	BLANCO	30	02/06/2016	02/06/2016	

Figura 7.8

En la figura 7.8 podemos observar lo que se captura al momento de dar de alta con el código de barras, la información que se captura indica:

- Número de la orden
- Paquete de la orden (una orden puede tener diferentes paquetes ya que se captura un modelo con diferentes tallas)
- La cantidad de piezas por paquete o lote
- Empleado (la persona que hace la operación)
- Modelo de las piezas que se están dando de alta
- Tipo de tela
- Color
- Talla
- Entrada, lo que se refiere a la fecha en la que se entregó al proceso correspondiente
- Salida, la fecha en la se terminó el proceso y puede avanzar al siguiente

Es un software que trabaja sobre el navegador Chrome y se puede acceder a él desde cualquier computadora con internet.

Para el caso del área de corte se analizaron todos los procesos que acumulan inventario con ellos para este caso son:

- Tendido
- Corte
- Separado y habilitación
- Bordado

En la tabla 7.8 se puede observar las capacidades por proceso al igual que se hizo con el departamento de terminado.

Proceso	Capacidad (Pz/hr)	Inventario	Tiempo	Inventario días de trabajo
Bordado	50	2261	45	6
Separado	92	1139	12	2
Tendido	113	1035	9	1
Corte	125	1009	8	1
Total	380			

Tabla 7.8

En este caso se ordenó el proceso de mayor a menor con respecto al días de inventario en el proceso, en el caso del departamento de corte es el proceso de bordado quien retiene mayor número de días el trabajo por lo tanto se está volviendo en un cuello de botella. Se muestra gráficamente en la figura 7.9 como se ve el Pareto del área, aunque fue obvio en este caso que el principal cuello de botella es el proceso de bordado.

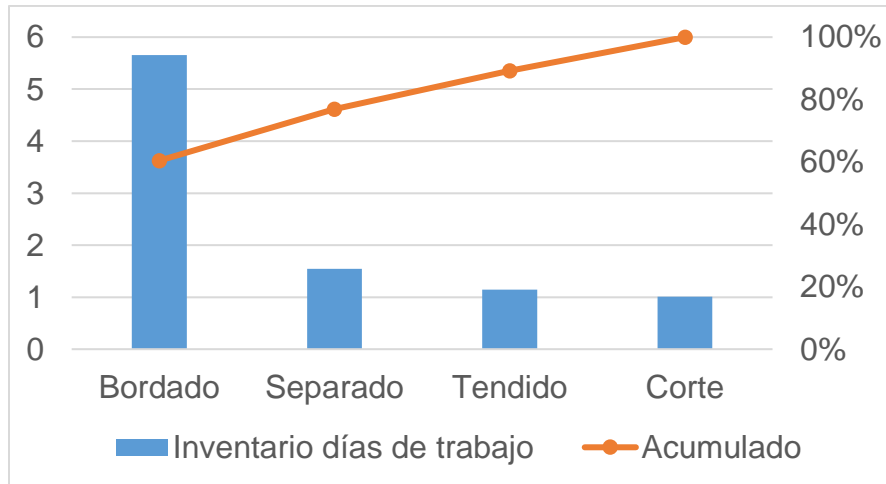


Figura 7.9

El proceso de bordado se encuentra físicamente dentro de la fábrica, pero es una empresa que funciona independiente a los uniformes ya que además de maquilar para la compañía trabaja para otros clientes.

Mas sin embargo se permitió el acercamiento al departamento para observar su forma de trabajar, respecto a su maquinaria no se observó ningún problema ya que cuentan con capacidad suficiente de entrega, hasta el punto que las máquinas pueden estar paradas, el problema fue su capacidad en el deshile del bordado, que es la que se observa en la tabla 7.9.

Esta limitante es la que genera el cuello de botella por lo que la propuesta fue la de unificar el deshile, con el objetivo de disminuir el tiempo de ciclo y ya no sería necesario incrementar más el personal. Como se observa en el VSM se deshila primero el bordado y al final la pieza completa, se unificarán en un solo departamento de deshile.

## Resultados y conclusiones

Para conocer si los cambios han tenido resultados positivos al igual que al inicio del tomo una muestra aleatoria de los pedidos a partir del tiempo que se inició con las mejoras en el proceso, se rastrearon igualmente 52 pedidos de las mismas familias.

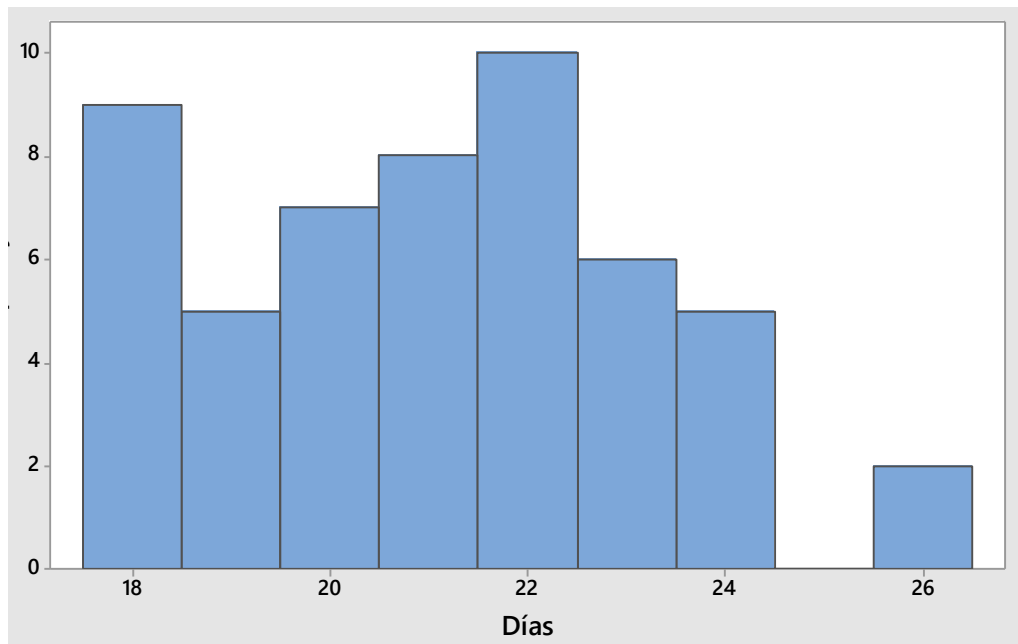


Figura 8.1

En la gráfica de la figura 8.1, podemos observar el histograma del tiempo de entrega posterior a las mejoras, el eje de las X (o el eje horizontal) representa los días de entrega, en el que el menor tiempo en el que un pedido fue surtido fue de 18 días y el que se prolongó más fue de 26 días, en cuanto al eje Y (o eje vertical) se refiere a la frecuencia, lo que quiere decir la cantidad de pedidos que se entregaron en ese periodo de tiempo.

Por lo que se puede observar que de la muestra que se tomó, 14 pedidos salieron en menos de 20 días, 25 fueron entregados hasta en 22 días, lo cual aún se considera dentro de lo permitido (ya que son solo 2 días más de lo) permitido y 13 pedidos en total entre 23 y 26 días. El tiempo que se promedia es de 21 días de entrega y se compara con el anterior de 33 días. Demostrando que el tiempo de entrega se recortó en un 36%.

Se midió los días de inventario nuevamente con los ajustes, también se pudieron observar resultados satisfactorios ya que han disminuido, demostrando que las mejoras resultaron acorde a lo esperado. Se hizo el mismo procedimiento, se midió la cantidad de piezas que tenía cada proceso, y se comparó con la capacidad que tenían los cuellos de botella disminuyeron, en la tabla 7.9 se observan la información del área de terminado.

Proceso	Capacidad (Pz/hr)	Inventario	Tiempo	Inventario días de trabajo
Plancha	79	2159	27	3
Deshile	38	653	17	2
Botón	24	564	24	3
Ojal	33	432	13	2
Broche	24	156	7	1
Costura	15	317	21	3
Total		4281		14

Tabla 8.1

Si se compara con la tabla 7.5 se redujeron días de inventario en los siguientes procesos:

- Deshile
- Botón
- Broche

Plancha y botón prácticamente mantienen sus niveles de inventario, sin embargo, no hubo cambios ya que no presentaban mayor problema. Los mayores cambios para el balanceo fueron en la capacidad de deshile y broche, en los cuales se integró personal nuevo ya que los niveles de inventario indicaron que una sola persona no podía llevar ambos procesos haciendo así un cuello de botella.

En la gráfica de la figura 8.2 se hace la comparación de los inventarios que se tenían cuando se hizo el primer estudio y uno reciente después de los cambios.

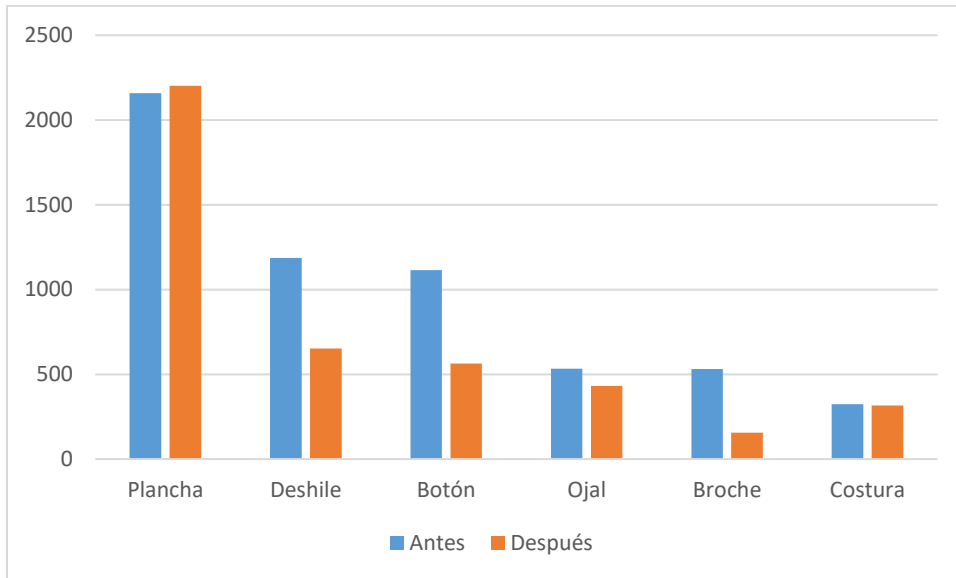


Figura 8.2

En la figura 8.2 el eje horizontal X nos indica el proceso y el eje vertical Y la cantidad de inventario en piezas, las barras azules indican como se encontraban los inventarios y las naranjas como se mantienen los inventarios después de los cambios en las mejoras propuestas.

También se hizo una gráfica comparativa para el inventario en días de trabajo la cual se puede observar en la figura 8.3.

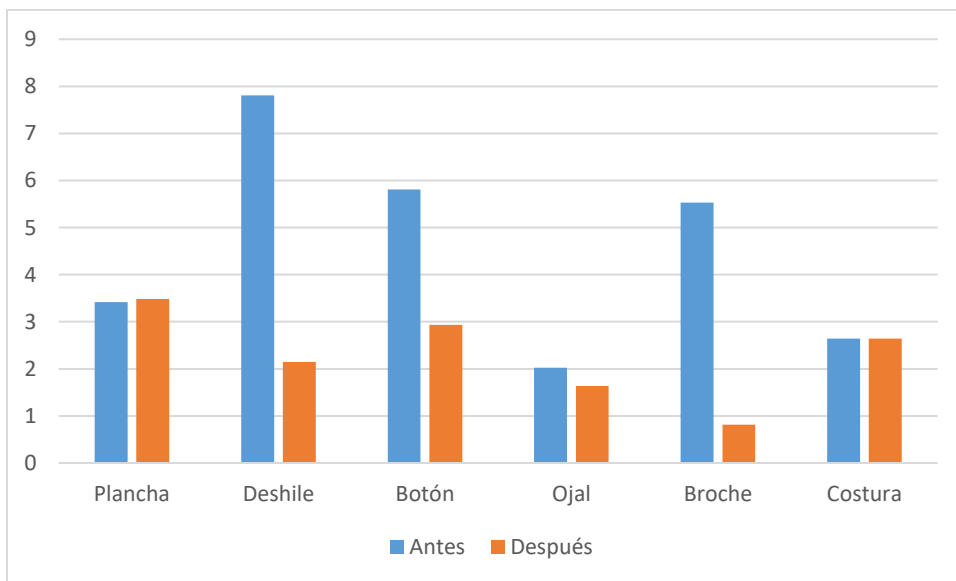


Figura 8.3

En la figura 8.3 igualmente en eje horizontal nos muestra el proceso que se midieron y en cuanto al eje vertical podemos observar los días de inventario para cada uno de estos, así como los cambios de cómo se encontraba anteriormente y como se encuentra en este momento.

Se aprecia la diferencia de los ajustes en los procesos los más notorios son en deshile y en broche, esto se debió a que los ajustes en el balanceo permitieron aumentar su capacidad, el principal problema era que anteriormente se abandonaban las funciones y por lo que nadie avanzaba el proceso, era hacer broche o el deshile siempre que se abandonaba una el inventario hacia su incremento.

Con respecto a botón sucedía algo similar, cuando la máquina se descomponía el inventario se acumulaba, por lo que se llegó a un acuerdo con un mecánico que llega a la fábrica quincenalmente (y da servicio de reparaciones siempre que es necesario se le puede llamar y llega en cuestión de horas) a dar mantenimiento a diferentes máquinas.

Como se puede ver no fueron cambios muy grandes, simplemente se aterrizó la problemática que hacia el retraso en el área de terminado, y siempre se trabajó con el apoyo del personal escuchando sus motivos y buscando sugerencias que ayudaran a facilitar su trabajo.

En el departamento de corte se pudieron medir también los cambios, de momento la única mejora que se llevó en dicha área es la de combinar los 2 procesos de deshile en uno solo, con esto se logró reducir considerablemente el inventario de bordados en la tabla 8.2 se aprecian los cambios.

Proceso	Capacidad (Pz/hr)	Inventario	Tiempo	Inventario días de trabajo
Bordado	50	932	19	2
Separado	92	1161	13	2
Tendido	113	1335	12	1
Corte	125	1562	12	2
Total	380			

Tabla 8.2

Para hacerlo más visual se puede observar gráficamente en la figura 8.4, el comportamiento de los demás procesos se mantiene muy similar, en tendido y corte se aprecia un ligero aumento. Aunque en el gráfico 8.5 se nota que respecto al inventario en días de trabajo. En este caso lo que se buscaba era disminuir los inventarios en bordados. Nuevamente ambos gráficos nos muestran el eje horizontal X señalando el proceso que se trabajó y el eje vertical o Y la cantidad en piezas para la figura 8.4 y el número de días en inventario para la figura 8.5.

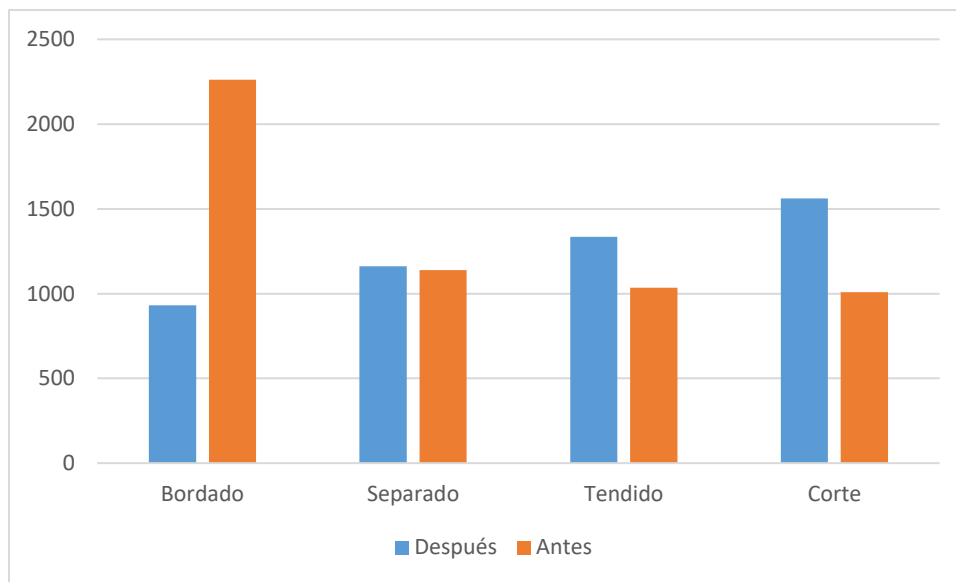


Figura 8.4

En la figura 8.5 se observa el gráfico de los inventarios en días, para demostrar que el cambio más significativo fue en bordados mientras que en los demás procesos se mantienen iguales o con muy poco cambio.



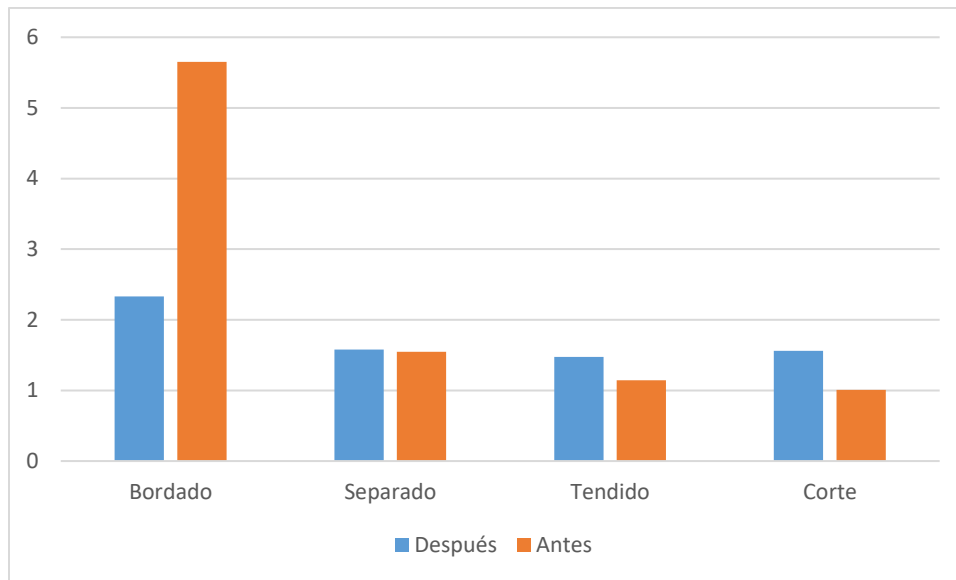


Figura 8.5

Por lo que se demuestra que el principal desperdicio que se encontró y se trabajó para este proyecto fue el exceso de inventarios, ayudando así a disminuir el tiempo de ciclo de las entregas lo cual era el objetivo principal en este proyecto

La última de las mejoras fue un proyecto de 5S se inició en el área de terminado, ya que se quiere que sirva como ejemplo para los demás departamentos, aunque aprovechando la corriente se limpiaron y se les dio mantenimiento a diferentes áreas de la fábrica.

El proyecto tiene poco de haber iniciado, se encuentra en la segunda S de las 5, ya se tiene identificado, lo que tiene más de un año de no ser usado, algunas máquinas tiene uso periódico ya que se utilizan únicamente en temporada escolar, aun así existen 2 máquinas con uso nulo, que se separaron de las demás y se programó al mecánico para que las deje funcionales para buscar si alguno de los maquiladores puede darle uso o se pondrán en venta por otros medios.

Ya que el área de terminado tiene poco de su construcción no requiere de mayor mantenimiento y se está platicando con el personal la idea de lo que se está haciendo y esperando por sugerencias en caso de que puedan ayudar a ahorrar

espacio y a mejorar el aspecto visual y se procura que cada quien se encargue de limpiar su lugar y su equipo de trabajo.

Como conclusión, se cumple el objetivo principal del proyecto días de proceso de ciclo, pero se pudo observar un avance, la brecha se ha vuelto más corta y el objetivo final es el de seguir recortando esos tiempos.

Aún faltan varios cambios que se considera harán más ágil el proceso, como el continuar con el proyecto de 5 s ayudará a tener noción de los inventarios y mejorar el aspecto de la fábrica. El ambiente de trabajo es diferente, el personal se ve más confiado de expresar sus opiniones ya que se sienten escuchados y poco a poco han entrado en la corriente Lean.

Fue interesante la propuesta reflejar los inventarios con respecto a los días de trabajo, los cuales se revisan con el nuevo sistema y se puede prever si se cumplirá con la demanda o buscar que acciones son necesarias para acelerar el proceso y lograr las metas, de momento se lleva por semana, pero la idea sería que se pudiera planear con mayor anticipación.

Y es satisfactorio ver que se logran cambios positivos en la planta y se considera que en algunos meses se podría llegar a la meta principal si se continúa trabajando como se ha venido haciendo.

## Propuestas

Para el proyecto en general se hicieron diferentes propuestas, la principal y una de las que tuvo mayor impacto en el tiempo de cambio de ciclo fue la de hacer un solo proceso de deshile, que en efecto aumentaba el tiempo de la operación, fue más eficiente ya que los uniformes se mandaron a maquilar sin tener que detenerlos en ese proceso.

Sin embargo, esto solo ha aplicado en el caso de algunos modelos, no se tiene el porcentaje exacto de cuantos modelos son actualmente, en el caso de quirúrgicos y filipinas se estima que un 60% forman parte del nuevo método de trabajo.

Se sabe que algunos modelos no permiten el deshile antes de la producción ya que una vez confeccionados sería muy difícil hacer el proceso y podría llegar a ser contraproducente el trabajarlos de esta forma, pero es muy recomendable la opción de analizar los modelos que permiten trabajar ahorrando este paso, ya que la reducción en el tiempo es considerable y de ser posible incluir un mayor número de modelos para por lo menos llegar a un 80%.

Otro punto a considerar es analizar los modelos nuevos para que no tengan restricciones de este tipo y que el bordado se encuentre en zonas que permitan que el proceso del deshile se haga con la prenda ya confeccionada.

En los almacenes de materia prima se tiene tela que no se ha movido en más de 5 años, estas telas se conocen como fantasías y se diferencian porque cuentan con estampados en con figuras o colores en la tela, la principal razón por la que la tela queda estancada en anaqueles es porque no fue del gusto de los clientes y se prefirió dejarla ahí que seguirla maquilando.

En exposiciones recientes de maquinaria para la industria del vestido se muestra un proceso conocido como sublimación, el cual por medio de una impresora y una fuente de calor pinta la tela del color o la imagen que se imprima y únicamente se

necesita un fondo blanco, valdría la pena hacer la evaluación o buscar a alguien que maquile el servicio, de esta forma se compra tela blanca (más del 80% de la producción es en tela blanca) y se mandarían a hacer únicamente las cantidades necesarias para las tiendas o el almacén y la tela blanca se seguiría usando como se usa normalmente, de igual forma si el pedido de tela blanca se hace más grande se podría llegar a diferentes acuerdo con el proveedor ya que se compraría en mayor volumen.

Continuando con el tema de las nuevas tecnologías, recientemente se hizo una visita a una planta del mismo giro, para su proceso de corte, cuentan ya con una máquina automática, que cubre desde el tendido hasta el corte, nos comentó el encargado de la planta trabajando la máquina 5 horas 5 días a la semana tenían una producción mensual de cerca de 100,000 piezas, también necesita poco personal ya que la maquinaria necesita únicamente 2 personas (anteriormente trabajan con 10 personas y un volumen menor de piezas), una que haga el tendido y cargue los rollos de tela y otra que se encargue de llevar el sistema asignando cuáles son los cortes a realizar y la secuencia.

Se pudo ver en funcionamiento, no solo es más rápida y eficiente, también tiene mayor calidad respecto a los cortes que no se tiene cuando se hace el proceso de forma manual. Se sabe de antemano que es una inversión muy costosa, pero se podría buscar apoyos gubernamentales o asociaciones que ofrezcan crédito a este tipo de proyectos.

Hace tiempo se quiso cambiar las máquinas de costura que se tienen en la fábrica, las máquinas más nuevas cuentan con servomotores, los cuales reducen el ruido ambiental, sino que también son programables, por lo que al darle una medida de una costura automáticamente corta el sobrante de hilo, esto reduce el proceso del deshile (podría incluso hacerlo inexistente), se hizo una prueba piloto con una máquina, se descartó la idea ya que ninguna de las costureras supo cómo usar la

parte programable de la máquina y lo sentían como un extra así que se dejó la máquina en modo manual.

Por lo que si se hiciera un programa de capacitación se le podría dar el uso correcto al equipo y de esta forma la inversión sería muy redituable ya que con esto se lograría lo siguiente:

- Reducir el proceso de deshile
- Hacer más económica la tarifa de luz eléctrica
- Mejor ambiente por la reducción de ruido
- Aumenta la calidad en las costuras ya que la maquinaria es nueva

En caso de que se busque otra solución al deshile se sabe que existen (o se pueden diseñar) aparatos para que hagan esta función, se podría hacer la evaluación para conocer si hay ahorro en tiempos de proceso y de ciclo y de ser factible podría ayudar a hacer la planta más eficiente y a mejorar la calidad en los productos.

Como recomendación final se debería poner atención en el número de modelos que se tiene activos en el catálogo, ya que tanta variedad genera que se limite a cierta cantidad lo que se puede producir mensual o semanalmente.

Un análisis de sus ventas podría ayudar a programar la parte productiva, ya que generalmente hay modelo con mayor movimiento que otros, sin embargo, todos se piden de manera mensual sin asignar ninguna prioridad la cual la dictan hasta llevar su inventario a 0.

Si la cantidad de modelos fuera menor permitiría una respuesta más rápida, por lo que se podría plantear la pregunta ¿cómo afectaría a las ventas reducir el número de modelos en el catálogo? Para finalizar, otra cuestión a poner atención, se sabe de pedidos muy chicos que piden pocas cantidades de diferentes uniformes, en cuestión de tiempos de entrega son los que tienen más retraso, ya que se le da prioridad a los volúmenes altos ya que económicamente son más significativos, y se da mejor uso del tiempo ya que se sigue el ciclo en cadena y no se tienen que

cambiar hilos o hacer ajustes en las máquinas por cada modelo, por lo que sería bueno que se hicieran análisis de costos para saber si el extra que se cobra es el indicado, o el precio debería de ser más alto para que valiera la pena procesarlo o incluso descartar completamente ese tipo de pedidos.

## Bibliografías

- Basu, R. (2011). *Fit Sigma: A Lean Approach to Building Sustainable Quality Beyond Six Sigma*. United Kingdom: Wiley.
- Cardenas y Nápoles, R. A. (2011). *Costos II. La Gestión Gerencial*. México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
- Escalante Vázquez, E. J. (2004). *Seis-Sigma Metofología y Técnicas*. México: Editorial Limusa.
- Ishikawa, K. (1994). *Introducción al control de la calidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Mark, E. (2013). *The Lean Practitioner's Handbook*. London: Kogan Page Publishers.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos*. México: Pearson Educación.
- Monden, Y. (1994). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time*. New York: Institute of Industrial Engineers.
- Montgomery, D. C. (2004). *Control Estadístico de Calidad*. México: Limusa.
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2009). *Lean Manufacturing, La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Toyota Global. (2016, 06 13). Retrieved from Toyota Gobal: [http://www.toyota-global.com/company/vision\\_philosophy/toyota\\_production\\_system/jidoka.html](http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/jidoka.html)
- Villaseñor Contreras, A., & Edber Galindo, C. (2009). *Manual de Lean Manufacturing guía básica*. México: Limusa.
- Westcott, R. T. (2013). *The Certified Manager of Quality/ organizational Excellence Handbook*. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Zairi, M. (1991). *Total Quality Management For Enegineers*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Ander-Egg, E. (2003). *Repensando la Investigación-Acción-Participativa*. Buenos Aires: Grupo editorial Lumen Hvmanitas.
- Rusell, J. (2013). *The ASQ Auditing Handbook Principles, Implementation, and Use*. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Shankar, R. (2009). *Process Improvement Using Six Sigma*. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Westcott, R. T., & Duffy, G. L. (2015). *Basic Quality Principles and Practices*. Milwaukee: ASQ Quality Press.

## Anexos

Anexo 1: Formulario de Cuestionario de Tiempos de Proceso

Anexo 2: Formulario de Cuestionario de Personal

Anexo 3: Formulario de Cuestionario de Inventarios

Anexo 4: Formulario de Cuestionario de Defectos

Anexo 5: Formulario de Cuestionario de Demanda

Anexo 6: Formulario de Cálculo de Tack Time

Anexo 7: Mapa de Flujo de Valor del estado actual

Anexo 8: Mapa de Flujo de Valor con identificación de Kaizen

Anexo 9: Mapa de Flujo de Valor Futuro



Anexo 1

Cuestionario tiempo de proceso

Proceso  
Empleado  
Fecha

¿Conoces el tiempo que lleva tu tarea por cada pieza?

¿Conoces el tiempo por lote?

¿Cuántas piezas en el lote te parecen son más rápido de procesar?

¿El proceso anterior al tuyo llega a detenerte?

¿Has hecho funciones de apoyo a otros procesos?

Anexo 2

Cuestionario personal

Proceso  
Empleado  
Fecha

¿Cuánto tiempo llevas trabajando en la fábrica?

¿Has rotado de puesto?

¿Te consideras capacitado para tu puesto?

¿Sabes con quien acudir si se presenta algún problema?

¿Qué necesitarías para hacer tu trabajo más rápido?

¿Piensas que puedes expresar libremente tus necesidades?

¿Te gusta tu puesto actual o te gustaría cambiar?

¿Qué función te gustaría desempeñar?





Anexo 5

Cuestionario de Demanda

Proceso  
Empleado  
Fecha

En el último año cual fue la venta en piezas por familias

Familia	Cantidad

¿Cuántos años se llevan de registros de ventas?

¿El comportamiento de las ventas mantiene la misma tendencia a lo largo de los años desde que se lleva el registro?

Anexo 6

Cuestionario Takt Time

Proceso  
Empleado  
Fecha

Calculo de tiempo disponible:

Días laborales (año)	Horas laborales (diarias )	Tiempo disponible (horas)	Tiempo disponible (minutos)

Familia	Demanda	Tiempo disponible	Takt time

Anexo 7

[..\IDI3VSM actual.vsd](#)

Anexo 8

[..\IDI3\VSM futuro.vsd](#)



Anexo 9

[..\IDI3\VSM futuro.vsd](#)