



DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE
MANUFACTURA EN LA COMPAÑÍA TEDAJ CREACIONES A PARTIR DE LA
FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING

Tesis para obtener el derecho de grado de:

Ingeniera Industrial

Presenta:

Lina María Del Valle Molina

CODIGO:1910660061

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DISEÑO E INNOVACION
MEDELLÍN, COLOMBIA
2021



DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE
MANUFACTURA EN LA COMPAÑÍA TEDAJ CREACIONES A PARTIR DE LA
FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING

Tesis para obtener el derecho de grado de:

Ingeniera Industrial

Presenta:

Lina María Del Valle Molina

CODIGO:1910660061

Tutor

Gustavo Andrés Araque González

Cotutor

Juan Pablo Vélez

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DISEÑO E INNOVACION
MEDELLÍN, COLOMBIA
2021

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	8
RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	16
5.1. HISTORIA DE LA EMPRESA CONFECCIONES “TEDAJ CREACIONES”	16
5.2 MISIÓN	17
5.3 VISIÓN.....	17
5.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	17
6. MARCO TEÓRICO.....	18
6.1 Estado del Arte.....	18
6.2 MARCO CONCEPTUAL	20
6.2.1 Lean manufacturing	20
6.2.2. Kaizen	21
6.2.2.1. Diagrama de Ishikawa (causa-efecto).....	22
6.2.2.2. Hoja de recopilación y / o recopilación de datos (cursograma analítico).....	22
6.2.2.3. Histograma o grafico de frecuencias.....	22
6.2.2.4. Diagrama de Pareto o la regla del 80-20.....	23
6.2.2.5. Diagrama de dispersión (Pronósticos de demanda)	23
6.2.3. Just In Time.....	24
6.2.3.1.....	25
Balanceo de la línea de ensamble	25
6.2.3.2. Control Estadístico de los Procesos (CEP)	25
6.2.3.3. Planeación de Requerimientos de materiales (MRP-1)	25
6.2.3.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM) - OEE (Indicador de efectividad total de los equipos).....	26
6.2.4. Desperdicios (Mudas)	26
6.2.5 Pyme	27
6.3 Marco legal	29

7.	DISEÑO METODOLOGICO.....	36
8.	RESULTADOS DEL PROYECTO Y ANALISIS.....	39
8.1	Investigación descriptiva de la filosofía Lean manufacturing con enfoque en <i>kaizen</i> y <i>just in time</i>	39
8.2	Caracterización de los procesos operacionales de la empresa TEDAJ CREACIONES.....	40
8.3	Análisis del cuadro situacional operacional: Diagrama de Ishikawa (Causa-efecto)	44
8.4	.....	46
	Caracterización de las actividades operacionales: Cursogramas analíticos.....	46
8.5	.....	51
	Inferencia estadística y análisis de frecuencia del tiempo de ciclo: Histograma.	51
8.6	Análisis de las principales causas de pérdida de los procesos: Diagrama de Pareto (regla 80-20).....	52
8.7	.....	54
	Análisis del comportamiento de la demanda: Pronósticos.....	54
8.8	.....	60
	Balanceo de la línea de producción.....	60
8.9	.....	66
	Control operacional estadístico (CEP) de los procesos de manufactura de caso de estudio.....	66
8.10	.....	67
	Caracterización de los componentes de producto a través de la lista estructurada de materiales (BOM).....	67
8.11	.....	69
	Desarrollo de registro de inventarios y comportamiento de los materiales de forma semanal. 69	
8.12	.....	70
	Mantenimiento Productivo Total (MPT) para el stock de maquinaria y equipo industrial	70
8.14	.....	71
	Calculo financiero de las mejoras ejecutadas a través de las herramientas <i>Kaizen</i> y <i>Just in Time</i>	71
9.	CONCLUSIONES	73
10.	BIBLIOGRAFÍA	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 características de las Pymes en Colombia	28
Tabla 2 Marco legal para las pymes en Colombia	29
Tabla 3. Análisis de las frecuencias de las fallas operativas	53
Tabla 4 pronósticos de la demanda – escenarios 1 2 y 3	55
Tabla 5 pronósticos de la demanda – Escenarios 4 5 y 6.....	58
Tabla 6 Balanceo de la línea de producción – análisis de precedencia.....	60
Tabla 7 Balanceo de la línea de producción – cálculo de tiempo ocioso	62
Tabla 8 Balanceo de la línea de producción- propuesta de valor para el análisis de precedencia	64
Tabla 9 Balanceo de la línea de producción – cálculo de tiempo ocioso en propuesta de valor ..	65
Tabla 10 Tabla de Control Operacional Estadístico (COE).....	66
Tabla 11 Registro de inventarios de la empresa	70
Tabla 12 Eficacia Global de Equipos Productivos.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estado financiero de ganancias en TEDAJ CREACIONES	12
Figura 2 . Comportamiento de la producción y operación.....	13
figura 3. Matriz PESTEL	41
figura 4. Matriz DOFA	43
Figura 5. Diagrama de Ishikawa	45
Figura 6. Cursograma analítico- Operación pegado de cintas	46
Figura 8. Cursograma analítico – Operación cierre del vestido.....	48
Figura 9. Cursograma analítico – Operación de ruedos.....	49
Figura 10. Cursograma analítico – Operación de etiquetado.....	50
Figura 11. Histogramas de tiempos de ciclo	51
Figura 12. Diagrama de Pareto	53
Figura 13. Pronósticos de demanda – regresión lineal, múltiple y promedio móvil.....	57
Figura 14. Pronósticos de la demanda – Promedio móvil, Suavización exponencial simple y doble.....	59
Figura 15. Balanceo de la línea de producción – Análisis de tiempo de ciclo inicial.....	60
Figura 16. Balanceo de la línea de producción -Grafico de precedencias	61
Figura 17. Balanceo de la línea de producción – Análisis del tiempo de ciclo mejorado	64
Figura 18. Balanceo de la línea de producción – Grafico de precedencias mejorado	65
Figura 19. Gráfico de control estadístico de los procesos (CEP).....	67
Figura 20. Gráfico de componentes	68
Figura 21. Lista estructurada de materiales (BOOM).....	69

LISTA DE ANEXOS

Anexos 1 Manual de procedimiento para maquina fileteadora	79
---	----

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor Gustavo Andrés Araque quien con sus conocimientos y apoyo me orientó en este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba. También quiero agradecer a la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano (IUPG) por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarias para llevar a cabo mi proceso formativo y profesional; por ultimo quiero agradecer a mis amigos, compañeros y familia por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían en especial quiero agradecerles a mis padres y a mi hermana que siempre estuvieron ahí para mí, para darme su apoyo, su amor y renovar constantemente mis energías de no ser por ellos nunca seria la persona que sería hoy en día.

RESUMEN

El siguiente Trabajo de Grado contiene propuestas de mejoramiento a través de las herramientas de *Lean Manufacturing* en la empresa “TEDAJ CREACIONES”, la cual se constituye como una empresa de diseño, confección y comercialización de ropa juvenil. Las propuestas son generadas con el fin último de mejorar las entregas retrasadas a clientes, por medio de la minimización de desperdicios en el proceso productivo. La presente investigación, de carácter cuantitativo, se desarrolla en las siguientes fases metodológicas: 1. Diagnóstico de la situación actual, con el fin de identificar los problemas que afectan el proceso productivo e identificar qué tipos de desperdicios se estaban presentando en la organización, con el análisis de herramientas *Lean Manufacturing* a fin de entender el estado actual del proceso productivo de la empresa; 2. Determinar y priorizar los problemas críticos del proceso productivo hallados a fin de generar soluciones que atacaran estos problemas. 3. Diseñar propuestas de mejora, con el estudio e implementación de las herramientas *Lean Manufacturing* en relación con el comportamiento industrial de la empresa. Los resultados obtenidos permiten identificar un aumento en los niveles de eficiencia de los procesos industriales de un 70% al 77% para el balanceo de la línea de ensamble.

Palabras Claves: Lean Manufacturing, kaizen, just in time, productividad, Mejora continua.

1. INTRODUCCIÓN

“TEDAJ CREACIONES” es una empresa dedicada a la manufactura textil y se especializa en la fabricación y comercialización de ropa juvenil, su línea de productos está conformada principalmente por vestidos cortos, blusas, shorts y conjuntos deportivos. Al ser una empresa nueva en el sector de la moda y en proceso de crecimiento, tiene poca experiencia en la organización interna y personal limitado en función de las necesidades operativas. Sin embargo, la compañía cuenta con una trayectoria que le ha permitido evolucionar industrialmente y así apostarle a una mejor organización interna y externa, con el fin de cumplir su meta más cercana la cual sería la apertura de un almacén donde puedan exponer y atraer un mayor número de clientes. En la actualidad, la empresa presenta pérdidas de hasta \$2.472.000 mensuales en sus productos, como consecuencia de la crisis sanitaria mundial covid-19 y ausencia de un sistema estandarización de los procesos industriales, lo cual ha conllevado al incremento de desperdicios y tiempos de producción fuera de rango. La presente investigación busca generar una propuesta de valor a través del diseño de una propuesta de mejora utilizando herramientas Lean Manufacturing enfocadas en *Just-in-time* y *Kaizen*, identificando las actividades que no añaden valor dentro del proceso de producción (*mudas*) y a su vez que permitan generar valor en la en la planeación, implementación, control y mejora de los procesos de manufactura del presente caso de estudio. Para el logro de los planteamientos propuestas, el presente trabajo se expone en siete fases metodológicas: siendo estas Investigación descriptiva en la aplicación de la filosofía *Lean*

manufacturing con enfoque en kaizen y just in time, Caracterización de los procesos operacionales de la empresa, evaluar los procesos de la empresa a través de diagramas de Ishikawa, cursogramas analíticos, histogramas de frecuencia, diagrama de Pareto, análisis del comportamiento de la demanda, balanceo de la línea de producción, Análisis del sistema MRP I y como ultimo presentar los resultados obtenidos en la implementación de la filosofía *Lean manufacturing*.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

TEDAJ CRECIONES es una empresa de naturaleza manufacturera que inició sus ventas en el año 2018, tiene por actividad económica la fabricación de ropa exterior para mujer, dedicada al diseño, elaboración y distribución de vestidos, blusas y shorts usando excelentes técnicas de confección, siempre ofreciendo calidad en las prendas, materia prima y servicio asociado.

Al ser una organización nueva en el sector de la moda, con una trayectoria de tres años en el mercado, la empresa pudo observar un crecimiento escalonado en las ventas de sus productos pasando de vender \$840.000 mensuales a \$3.912.000 en los años 2018-2019 respectivamente; sin embargo, con la llegada de la crisis sanitaria Covid-19 en el año 2020 y el cierre parcial por cuarentenas, empezó a reportar perdidas y reducción en sus ingresos de hasta \$2.472.000 (ver figura 1).

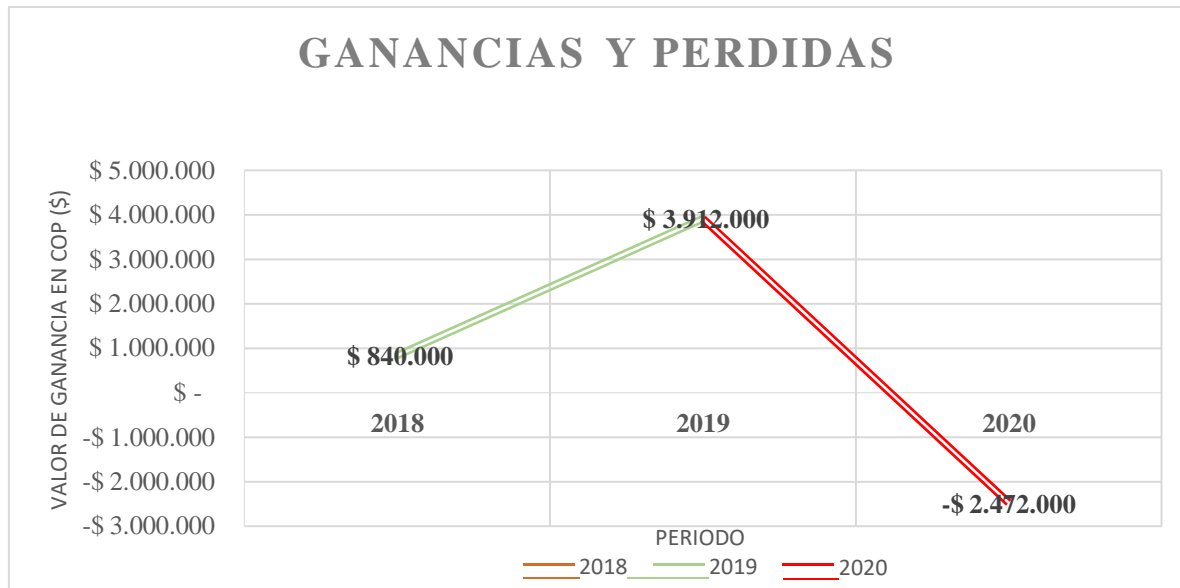


Figura 1. Estado financiero de ganancias en TEDAJ CREACIONES

fuentes: elaboración propia

Como se puede visualizar en la figura anterior, la disminución de ingresos en la empresa afectó fuertemente su economía obligando a la compañía a tomar decisiones de impacto en la estrategia operacional, las principales se relacionan a seguir: 1) recorte de fuerza laboral tercerizada (subcontratación) ,pasando de tener dos empresas de apoyo a ninguna; 2) recorte directo de dos empleados de producción, minimizando la fuerza laboral propia y aumentando la responsabilidad de los colaboradores; 3) la cancelación de futuros proyectos cuyos valores oscilaban entre \$1.900.000 y \$2.500.000 mensuales por falta de materia prima ; 4) aumento de gastos operacionales por inactividad : aunque las maquinas en labor estaban la mayor parte del tiempo inactivas, estas seguían generando gastos continuos operacionales de aproximadamente \$345.000COP mensuales; 5) ausencia de estandarización en los procesos de manufactura, debido a la falta de recursos para tecnificar y estudiar metodologías de calidad operacional. En relación a lo anterior, la presente

investigación se ajusta a las condiciones y necesidades descritas y solventar los problemas de producción (Ver figura 2) ,en pro de generar una propuesta de valor que apoye el comportamiento industrial y permita aumentar los niveles de productividad y rentabilidad internos.

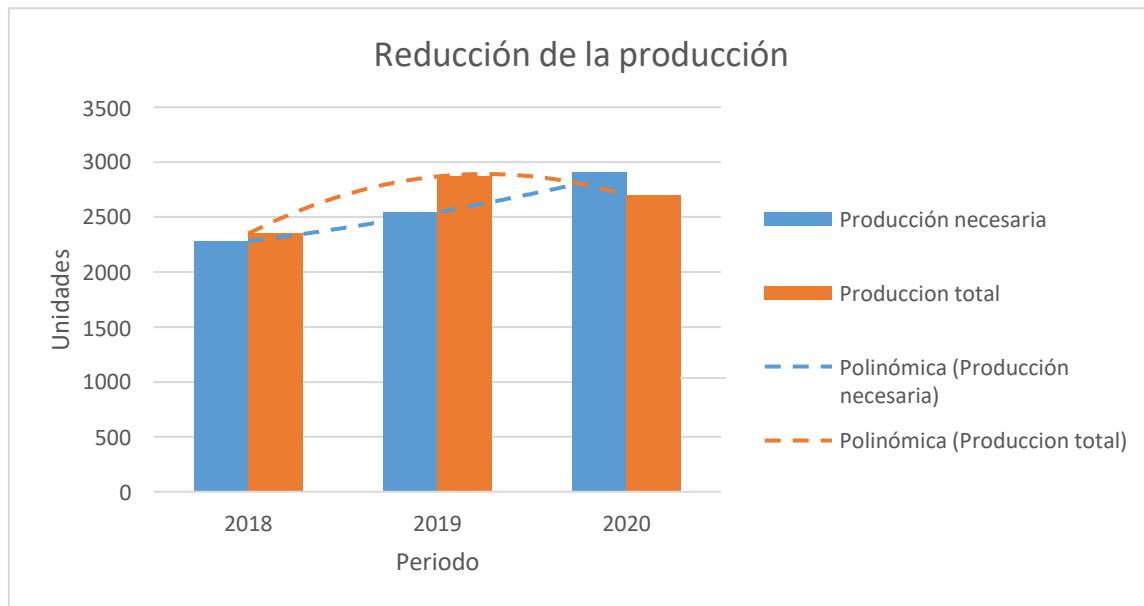


Figura 2 . Comportamiento de la producción y operación

fuentes: Elaboración propia.

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con el diagnóstico y planteamiento del problema descrito anteriormente, a seguir se aborda la formulación de problema:

¿Cómo implementar *Lean manufacturing* en una microempresa del sector textil y de confecciones a través del diseño de una propuesta que emplee herramientas *Just in time* y *Kaizen*?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar una propuesta de mejora para los procesos de manufactura de la empresa TEDAJ CREACIONES utilizando la filosofía *Lean Manufacturing*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Realizar una revisión bibliográfica de las diversas estrategias utilizadas en los procesos de manufactura esbelta, enfocadas en la metodología *kaizen* (mejoramiento continuo) y *Just in time* (justo a tiempo).

-Evaluar la implementación de la filosofía lean manufacturing con enfoque en mejoramiento continuo (*kaizen*) para los procesos de manufactura de la organización.

-Aplicar la filosofía *Lean manufacturing* con enfoque en *just in time* a los procesos *industriales* que aporte en la mejora de planificación, ejecución y control operacional.

-presentar una propuesta metodológica en la implementación de la filosofía *Lean Manufacturing* con enfoque en *kaizen* y *just in time* para los procesos de manufactura del presente caso de estudio.

4. JUSTIFICACIÓN

El rápido cambio de las tendencias de la moda y la creciente competitividad del mercado hace que empresas como TEDAJ CREACIONES, deban siempre tener flexibilidad ante las exigencias del mercado cambiante. Adicionalmente, debido a que el sector Textil-Confección en Colombia es muy fuerte, la competitividad ha logrado crecer y es necesario tener un sistema de planeación de la producción eficiente y eficaz, que permita responder satisfactoriamente a los clientes en la totalidad de sus requerimientos: calidad, cantidad y tiempos de entrega.

Se hace fundamental entonces, contar con métodos estandarizados de producción de máquinas, herramientas e instrumentos de trabajos, llegada de materiales, con el fin de reducir la variabilidad y diversidad en el proceso a fin de eliminar desperdicios y aumentar la eficiencia.

Además, hay que tener en cuenta que el sector textil-confección es uno de los más importantes en Colombia, es por esto que vale la pena resaltar que se ha realizado un estudio de Benchmarking entre las diferentes empresas del sector de confecciones en el que se busca evaluar el grado de implementación de *Lean Manufacturing*, lo que arrojó como resultado que la implementación de las técnicas no se encuentran muy difundidas entre las empresas de este sector y se obtuvo también, que solamente las empresas exportadoras o de sucursales de marca internacionales son las que

están más avanzadas frente a su aplicación y desarrollo, es por esto que se busca la correcta implementación de Manufactura esbelta en la empresa.

5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

5.1. HISTORIA DE LA EMPRESA CONFECCIONES “TEDAJ CREACIONES”

La señora Dora Molina y el señor Julián Del Valle son los fundadores de la empresa, comenzaron con una idea de emprendimiento muy pequeña en Medellín, la cual surgió ante la oportunidad económica que se le presentó al Sr. Julián tras el despido injustificado e indemnización que se le otorgó, él aprovechando los conocimientos de la Sra. Dora en confecciones adquiridos gracias a su empleo anterior como diseñadora. Con la posibilidad de poder emprender y la disponibilidad de dinero y recursos, la pareja formó una empresa donde el Sr. Julián se dedicaría a la parte comercial y ventas y la Sra. Dora a la parte productiva y de diseño emprendiendo así en la venta de vestidos juveniles. Aprovechando su ubicación en la ciudad de Medellín, las ventas eran lo que se esperaba para el primer año, sin embargo fue difícil llevar solos la producción, el diseño, el abastecimiento, producción y distribución de sus productos, por lo que para el inicio del año 2019 decidieron ampliar su personal contratando así, un operario más para máquina, uno en producto terminado y un mensajero, logrando así un equipo de trabajo eficiente y productos de alta calidad, para el año 2024 se espera contar con una sede mucho más amplia en la que se podrá ofrecer y

mostrar los productos de primera mano a los clientes, con el fin de otorgar así mayor confianza y fidelización del usuario final.

5.2 MISIÓN

Somos una empresa dedicada a la producción y comercialización de ropa al por mayor y detal, nuestros precios compiten altamente con lo que está actualmente en el mercado, brindando a nuestros clientes una experiencia única al comprar nuestros productos

5.3 VISIÓN

La organización de nuestra empresa para el año 2024 ya no será solo comercializadora de ropa sino diseñadora de productos innovadores y contaremos con una sede más amplia para poder ofrecer a nuestros clientes más calidez y mejor servicio.

5.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

La Organización cuenta con dos líneas de producción siendo la primera su propia línea de vestidos juveniles, donde los clientes únicamente pueden elegir el color del vestido pero no modificar nada de él, su segunda línea es la diseño abierto en la cual se llega a un acuerdo con el cliente de confeccionar un diseño siempre y cuando se acomode al precio y la cantidad. Una vez definido lo anteriormente expuesto a través de los parámetros de diseño, se crea el molde para los vestidos y empieza el proceso productivo en corte en esta primera etapa del proceso, la tela es extendida sobre la mesa de corte, y acondicionada graficando con tiza para tela sobre el color más oscuro. A continuación, se realiza la agrupación de las piezas cortadas que componen una prenda de vestir,

luego se ordena por color, nombre de la pieza, referencia y nombre del cliente. El proceso para seguir es fileteado, donde se cosen las primeras piezas; posteriormente las piezas pasan al ensamble de las piezas en la máquina plana, donde se coloca el cierre o detalles de alta costura, luego se devuelve la prenda a fileteadora para su cerrado completo, seguido de eso se pasa a máquina recubridora en la cual se realizan ruedos; finalmente, se realiza el proceso de etiquetado, pulido y embalaje para su entrega.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Estado del Arte

Lean manufacturing o manufactura esbelta es un método de organización del trabajo que se centra en la continua mejora continua y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso, esta filosofía es esencial en todas las industrias ya que entre sus beneficios se encuentra la reducción de los tiempos de entrega, la reducción de los costos de producción y la mejora de la calidad del producto y para la industria textil y de confecciones no es la excepción, un ejemplo muy claro de la utilidad de estos principios se pueden ver reflejados en los siguientes casos de éxito; según la cámara de comercio de Bogotá la industria textil colombiana está apostando por la *metodología Lean Manufacturing*. “Los procesos de esta nueva iniciativa ya han sido acatados en el país por marcas como Arturo Calle” (Camara de comercio de Bogota , 2018). El caso de éxito de Arturo Calle ha adoptado esta metodología “enmarcando una estrategia de negocios que contempla la implementación de tecnologías de

punta, el lanzamiento de nuevas marcas y el desarrollo de un plan de expansión territorial con proyección internacional. Dicha estrategia ha significado grandes hitos en la operación de la compañía” (Arturo Calle, 2021). Es por ende que la adopción del sistema *Lean manufacturing* luego de los sucesos del 2020 no se convierte en un mero capricho si no en una necesidad vital para la reestructuración y funcionalidad de todas las empresas . Otra gran empresa que demuestra y destaca por su excelencia es ZARA quien se debido a su alta demanda en el mercado y con el fin de no colapsar su sistema logístico, la cadena gallega decidió dar uno de los mejores ejemplos de modelo de negocio basado en técnicas Lean, fuera del sector de automoción, que les ha permitido ser competitivos en el mercado, su cadena de suministro se caracteriza por un inventario reducido y la renovación de sus colecciones de forma continua, centra su estrategia en el consumidor para dar respuesta a sus necesidades de forma rápida. Dos veces a la semana, en momentos precisos, los gerentes de tienda ponen pedidos a la fábrica, y dos veces a la semana, en la fecha prevista, llegan nuevas prendas. (Network, 2020). *Lean manufacturing* ha demostrado ser eficiente a la hora de mejorar la rentabilidad e incrementar la productividad de las empresas un ejemplo de ello es la empresa Textil El Amazonas S.A., ubicada en la Av. Argentina Nro. 1440 Cercado de Lima, quienes a través del análisis realizado a las líneas de producción de hilados de poliéster determinaron que poseían desperdicios en los inventarios y a partir de un rediseño del Layout de la empresa y la implementación de una política de inventarios lograron aumentar su rentabilidad considerablemente. (Contreras Martínez, 2013), si bien se cree que la implementación de manufactura esbelta solo aplica a industrias que no tengan procesos automatizados no es cierto y esto lo demuestra la empresa Nike quien mejoro su

productividad aún más transformando los procesos productivos dejando atrás el empleo de mano de obra poco calificada para aplicar alta tecnología en cada fase de su producción obteniendo resultados tales como la reducción del 50% de la tasa de defectos, redujo un 40% el tiempo de entrega, mejoró su productividad un 20% (Lean Manufacturing, 2017)

6.2 MARCO CONCEPTUAL

6.2.1 Lean manufacturing

Lean manufacturing o también llamado comúnmente filosofía esbelta o ágil. Es una filosofía de trabajo, bajo el enfoque de la mejora continua y optimización de un sistema de producción o de servicio, mediante el cumplimiento de su objetivo que es la disminución de desperdicio de todo tipo ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transportes, retrabajos por parte de equipos y personas. No es una filosofía estática ni radical que se aleja de lo ya conocido, sino más bien su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas, aplicaciones y mejoras surgidas en la elaboración del trabajo. (Pamela, 2017)

Beneficios de Lean Manufacturing

La manufactura esbelta también conocida como "producción ajustada" busca eliminar el desperdicio y lo que no añade valor, Puede considerarse como un conjunto de herramientas que se

desarrollaron en Japón que busca un principio de "fabrica flexible" sustentada en la asignación de las operaciones de fabricación para lograr un flujo continuo y la respuesta rápida a la demanda, a través de los siguientes puntos que resumen el modelo: 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. 4) Objetivo de calidad total, es decir eliminar los posibles defectos, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento. El principio fundamental de *Lean Manufacturing* es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a los requerimientos del cliente, mediante pequeñas y frecuentes mejoras que agrupan técnicas para hacerlo posible. Por lo que se logra un ritmo de mejora y de incremento de la competitividad, óptimo y sostenido en el tiempo. A su vez, otra ventaja es la reducción de costes globales (especialmente indirectos) mientras se mantienen estándares de calidad y disminuyen los tiempos de ciclo de fabricación. La implementación de *Lean Manufacturing* en una planta industrial exige el conocimiento de unos conceptos, herramientas y técnicas con el objeto de alcanzar tres objetivos: Rentabilidad, Competitividad y Satisfacción de clientes, a través de los siguientes pilares: La filosofía de mejora continua: el concepto Kaizen, Control total de la calidad y Just In Time.

6.2.2. Kaizen

La palabra *kaizen* se compone de Kai=cambio y zen=mejorar, que no hace referencia únicamente a reducción de costos, sino que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas. Consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados y comprende tres componentes esenciales: percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas y finalmente, tomar decisiones,

implantarlas y comprobar su efecto, es decir, escoger la mejor respuesta, planificar su realización y llevarla a la práctica. (Barraza & Dávila, 2008)

6.2.2.1. Diagrama de Ishikawa (causa-efecto)

El diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado (por su forma similar a la de un pez), o también llamado diagrama causa- efecto es una representación gráfica muy sencilla en la que puede verse, de manera relacional, una especie de espina o línea central en horizontal, la cual representa el problema concreto a analizar, esta es una herramienta que ayuda a estructurar la información ayudando a dar claridad, mediante un esquema gráfico, de las causas que producen un problema, pero en si no identifica la causa raíz.(Nuño, 2017)

6.2.2.2. Hoja de recopilación y / o recopilación de datos (cursograma analítico)

La hoja de recopilación de procesos o mejor conocida como cursograma analítico es la representación gráfica del orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes obteniendo así una impresión más detallada del proceso que tienen lugar durante un proceso o procedimiento, y comprende la información considerada adecuada para el análisis, un cursograma permite realizar la representación gráfica de un proceso, para lo cual disponemos de una simbología que representa cada evento logrando una visualización global del proceso. (Rojas, 2012)

6.2.2.3. Histograma o grafico de frecuencias

Histograma o diagrama de barras son gráficos que indican la frecuencia de un hecho mediante la distribución de datos, los histogramas no se elaboran mediante atributos, si no con variables medibles, este gráfico permite observar alrededor de qué valor se agrupan las mediciones y cuál es la dispersión alrededor de este valor. La utilidad en función del control de calidad que presta esta representación radica en la posibilidad de visualizar rápidamente la información en el eje vertical se representan las frecuencias, y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos.(Behar Gutiérrez & Grima i Cintas, 2013)

6.2.2.4. Diagrama de Pareto o la regla del 80-20

El diagrama de Pareto es una variación del histograma tradicional, puesto que en el Pareto se ordenan los datos por su frecuencia de mayor a menor. El principio de Pareto, también conocido como la regla 80 -20, en la cual se busca identificar las causas más comunes de un problema, estos datos son arbitrarios y presentan variaciones al aplicar la teoría en la práctica, sin embargo este principio se aplica con mucho éxito en muchos ámbitos, entre ellos en el control de la calidad, el Diagrama de Pareto determina que el 20% de esfuerzo en la resolución de los problemas significará un 80% de resultados eficientes, en cambio un 80% de esfuerzo significará un 20% de resultados(Orellana & Alexander, n.d.)

6.2.2.5. Diagrama de dispersión (Pronósticos de demanda)

Los pronósticos de demanda proporcionan información para tomar mejores decisiones. El primer paso es identificar la decisión. Si la decisión no se afecta por el pronóstico, el pronóstico es innecesario. La importancia de la decisión sugerirá el esfuerzo que debe

dedicarse a producir un pronóstico. Una decisión de una sola vez requiere un pronóstico, mientras que una decisión recurrente necesita un pronóstico cada vez que se toma la decisión. En cualquier caso, la decisión determina qué pronosticar, el nivel de detalle necesario y con qué frecuencia se hará el pronóstico. Los pronósticos de ventas, calidad de materiales, ingresos, gastos, uso de energía o los tiempos de llegada de los clientes son una necesidad común en las empresa (Sipper & Bulfin, 1998) la herramienta más usada para determinar estos pronósticos son los gráficos de correlación o diagramas de dispersión, estos diagramas permiten básicamente estudiar la intensidad de la relación entre 2 variables. Dadas dos variables X y Y, se dice que existe una correlación entre ambas si éstas son directa o inversamente proporcionales (correlación positiva o negativa). En un gráfico de dispersión se representa cada par (X, Y) como un punto donde se cortan las coordenadas de X y Y(Ramirez, 2013)

6.2.3. Just In Time.

Desarrollado por Taiichi Ohno, vicepresidente de *Toyota Motor Corporation*, con el objetivo de reducir costes a través de la eliminación de desperdicios, en busca de una filosofía de excelencia en la producción. Se pretende entonces fabricar artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso. El periodo de tiempo de concierne al cliente es el plazo de entrega, es decir el tiempo transcurrido desde coloca una orden hasta que recibe el material, lógicamente el clientes estará más satisfecho cuanto menor y más fiable sea el plazo de entrega. Mientras, que el jefe de producción le concierne el tiempo de flujo, el cual es el tiempo que transcurre desde que se lanza una orden de producción hasta que el producto puede ser despachado(Cheng, 1996)

6.2.3.1. Balanceo de la línea de ensamble

“Una línea de ensamble es una secuencia de estaciones de trabajo, que están frecuentemente conectadas por un sistema de manejo de materiales, la cual existe con el propósito de ensamblar un producto final. El proceso consiste en una serie de operaciones, cada una compuesta por diversas tareas, organizadas de forma tal que el producto se mueve de una estación a otra siguiendo una ruta usualmente lineal”.(Moreno, 2013)(Moreno, 2013)El balanceo de la línea se realiza comúnmente para minimizar el desequilibrio entre máquinas y personal al mismo tiempo que se cumple con la producción requerida de la línea.

6.2.3.2. Control Estadístico de los Procesos (CEP)

El Control Estadístico de Procesos (CEP) tiene como objetivo hacer predecible un proceso en el tiempo. Las herramientas usadas para este fin son las gráficas de control que permiten distinguir causas especiales de las causas comunes de variación. Luego de identificarlas con el gráfico, el paso siguiente es eliminar las causas especiales, ya que son ajenas al desenvolvimiento natural del proceso con lo que se logra el estado de Proceso Bajo Control Estadístico; es decir, un proceso predecible y afectado exclusivamente por causas comunes (aleatorias) de variación.(Carro & González Gómez, 2012)

6.2.3.3. Planeación de Requerimientos de materiales (MRP-1)

La planeación de requerimientos de materiales (MRP) es un método lógico y fácil de entender para abordar el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir cada pieza final, esta planeación se basa en la demanda dependiente aquella que es resultado de la demanda de artículos de nivel superior y tiene más provecho en las industrias donde varios productos se hacen en lotes con el mismo equipo de producción.(Sipper & Bulfin, 1998)

6.2.3.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM) - OEE (Indicador de efectividad total de los equipos)

Efectividad Global del Equipamiento (OEE) es una herramienta de mejora continua, simple pero poderosa con la que se puede obtener una valiosa información sobre lo que está ocurriendo en la actualidad. El OEE ayuda a los operarios ya que, al reflejar en un documento la evolución de las pérdidas de la máquina, promueve las acciones hacia su eliminación. (Bances Cruz, 2017) (González, 2009)

6.2.4. Desperdicios (Mudas)

Bajo el concepto de *Lean Manufacturing*, las mudas que provienen del japonés y cuyo significado literal es inutilidad, ociosidad, super flujo, residuos o despilfarro(Pérez Rave, 2011) en este método se encuentran ocho tipos de desperdicios que ocurren desde la recepción de la orden del cliente hasta el despacho de esta, los cuales se dan en cualquier tipo de empresa. Desde la perspectiva de este sistema, un desperdicio se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio.

1. Sobreproducción: Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se debe considerar lo siguiente: · Hacer más de lo requerido por el siguiente proceso ·

Hacer antes de lo requerido por el siguiente proceso · Hacer más rápido de lo que requiere el siguiente proceso

2. Transporte: Movimientos (de materiales, producto en proceso o terminado) no esenciales, incluso cuando se recorren distancias cortas hacia y desde el almacenamiento.

3. Tiempo de espera: Es el tiempo ocioso generado al esperar al personal, los materiales, las mediciones, la información entre operaciones o durante una operación.

4. Sobre procesamiento o procesos inapropiados: esfuerzo que no agrega valor al producto o servicio no percibido por cliente.

5. Exceso de inventario: Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado, el cual es dinero estancado.

6. Defectos: es todo el material defectuoso, que genera: inspección, retrabajo, rechazo y pérdida de productividad.

7. Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

8. Talento humano: y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc. (Díaz, 2008)

6.2.5 Pyme

Según la ley 905 de 2004 por medio de la cual se modifica la ley 590 de 2000 (colombia C. d., Funcion publica, 2000) “se entiende por micro, pequeña y mediana empresa, toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades

empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana”
(Colombia, 2004) que responda a los siguientes parámetros:

Tabla 1 características de las Pymes en Colombia .

Tipo de empresa	Características
Mediana Empresa	a) Planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200) trabajadores b) Activos totales por un valor entre cinco mil uno (5.001) y quince mil (15.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes
Pequeña empresa	a) Planta de personal entre once (11) y cincuenta (50) trabajadores b) Activos totales por valor entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.001) salarios mínimos mensuales legales vigentes.
Microempresa	a) Planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores b) Activos totales por valor inferior a quinientos uno (501) salarios mínimos mensuales legales vigentes (colombia C. d., Funcion publica, 2000)

6.3 Marco legal

Para las MiPymes que laboran dentro del sector comercial online se establecen un numero de leyes que deben seguir referente a su actividad productiva, en la siguiente tabla se define la normatividad que dichas compañías deben acatar.

Tabla 2 Marco legal para las pymes en Colombia

Leyes o normar que rigen al sector textil	Descripción
Ley 1480 del 211 Titulo IV Articulo 20	Responsabilidad por daño por producto defectuoso; el productor y el expendedor serán solidariamente responsables de los daños causados por los defectos de sus productos, sin perjuicio de las acciones de repetición a que haya lugar. (comercio L. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)
Ley 1480 del 2011 Titulo VII protección contractual Capítulo VI	Protección al consumidor de comercio electrónico. (comercio L. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)
Ley 1480 del 2011 Titulo VII Articulo 49 Capítulo VI	Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 10, inciso b) de la Ley 527 de 1999, se

	<p>entenderá por comercio electrónico la realización de actos, negocios u operaciones mercantiles concertados a través del intercambio de mensajes de datos telemáticamente cursados entre proveedores y 105 consumidores para la comercialización de productos y servicios. (comercio L. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)</p>
<p>Ley 1480 del 2011 Titulo VII Capítulo VI Artículo 50</p>	<p>Sin perjuicio de las demás obligaciones establecidas en la presente ley, los proveedores y expendedores ubicados en el territorio nacional que ofrezcan productos utilizando medios electrónicos, deberán:</p> <p>a. Informar en todo momento de forma cierta, fidedigna, suficiente, clara, accesible y actualizada su identidad especificando su nombre o razón social, Número de Identificación Tributaria (NIT), dirección de notificación judicial, teléfono, correo electrónico y demás datos de contacto.</p>

	<p>b. Suministrar en todo momento información cierta, fidedigna, suficiente, clara y actualizada respecto de los productos que ofrezcan. En especial, deberán indicar sus características y propiedades tales como el tamaño, el peso, la medida, el material del que está fabricado, su naturaleza, el origen, el modo de fabricación, los componentes, los usos, la forma de empleo, las propiedades, la calidad, la idoneidad, la cantidad, o cualquier otro factor pertinente, independientemente que se acompañen de imágenes, de tal forma que el consumidor pueda hacerse una representación lo más aproximada a la realidad del producto. También se deberá indicar el plazo de validez de la oferta y la disponibilidad del producto. En los contratos de tracto sucesivo, se deberá informar su duración mínima.</p> <p>c. Informar, en el medio de comercio electrónico utilizado, los medios de que</p>
--	---

	<p>disponen para realizar los pagos, el tiempo de entrega del bien o la prestación del servicio, el derecho de retracto que le asiste al consumidor y el procedimiento para ejercerlo, y cualquier otra información relevante para que el consumidor pueda adoptar una decisión de compra libremente y sin ser inducido en error. (comercio l. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)</p>
<p>Ley 1480 del 2011 Titulo VII Capítulo VI Artículo 51</p>	<p>Cuando las ventas de bienes se realicen mediante mecanismos de comercio electrónico, tales como Internet, PSE y/o callcenter y/o cualquier otro mecanismo de televenta o tienda virtual, y se haya utilizado para realizar el pago una tarjeta de crédito, débito o cualquier otro instrumento de pago electrónico, los participantes del proceso de pago deberá reversar los pagos que solicite el consumidor cuando sea</p>

	<p>objeto de fraude, o corresponda a una operación no solicitada, o el producto adquirido no sea recibido, o el producto entregado no corresponda a lo solicitado o sea defectuoso. (comercio l. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)</p>
<p>Ley 1480 del 2011 Titulo VII Capítulo VI Artículo 52</p>	<p>Protección de los niños, niñas y adolescentes en comercio electrónico. Cuando la venta se haga utilizando herramientas de comercio electrónico, el proveedor deberá tomar las medidas posibles para verificar la edad del consumidor. En caso de que el producto vaya a ser adquirido por un menor de edad, el proveedor deberá dejar constancia de la autorización expresa de los padres para realizar la transacción. (comercio l. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)</p>
<p>Ley 1480 del 2011 Titulo VII Capítulo VI Artículo 53</p>	<p>Portales de contacto. Quien ponga a disposición una plataforma electrónica en la que personas naturales o jurídicas puedan</p>

	<p>ofrecer productos para su comercialización y a su vez los consumidores puedan contactarlos por ese mismo mecanismo, deberá exigir a todos los oferentes información que permita su identificación, para lo cual deberán contar con un registro en el que conste, como mínimo, el nombre o razón social, documento de identificación, dirección física de notificaciones y teléfonos. Esta información podrá ser consultada por quien haya comprado un producto con el fin de presentar una queja o reclamo y deberá ser suministrada a la autoridad competente cuando esta lo solicite (comercio l. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)</p>
<p>Ley 1480 del 2011 Titulo VII Capítulo VI Artículo 54</p>	<p>Medidas cautelares. La Superintendencia de Industria y Comercio, de oficio o a petición de parte, podrá imponer una medida cautelar hasta por treinta (30) días calendario, prorrogables por treinta (30) días más, de bloqueo temporal de acceso al</p>

	<p>medio de comercio electrónico, cuando existan indicios graves que por ese medio se están violando los derechos de los consumidores, mientras se adelanta la investigación administrativa correspondiente. (comercio l. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)</p>
<p>Ley 1480 del 2011 Titulo VII Capítulo VII Artículo 55</p>	<p>Especulación, el acaparamiento y la usura. Para los fines de la presente ley (comercio l. c., SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2011)</p>
<p>Ley 1581 de 2012</p>	<p>Disposiciones generales para la protección de datos personales (colombia C. d., Funcion publica, 2012)</p>

7. DISEÑO METODOLOGICO.

De acuerdo con el enfoque esta investigación se clasifica en cuantos a los fines como metodológica y aplicada, esto porque a partir de conocimientos en Sistemas de Manufactura Ágil (*Lean Manufacturing*), se genera el desarrollo metodológico aplicado en la generación de propuestas y decisiones para el comportamiento industrial de una empresa de confecciones utilizando las herramientas *just in time* y *kaizen*. Se define como investigación aplicada debido al hecho de que soluciona, de una manera práctica, un verdadero problema existente en el sector de pequeñas y medianas empresas de confecciones por medio del modelamiento de un diseño de producción industrial en este tipo de empresas.

En cuanto a los medios de investigación es clasificada como un estudio de caso, abordando escenarios en tiempo real desde el enfoque de la industria textil; con respecto a la naturaleza, la investigación se clasifica como cuantitativa, ya que el estudio implica el uso de información como por ejemplo estrategias, criterios, uso de datos y análisis numérico (información formal).

Metodológicamente, la presente investigación se aborda desde una estructuración que comprende la identificación de cada uno de los objetivos y sus fases presentados a continuación:

Objetivo 1

Realizar una revisión bibliográfica de las diversas estrategias utilizadas en los procesos de manufactura esbelta, enfocadas en la metodología *kaizen* (mejoramiento continuo) y *Just in time* (justo a tiempo). Para cumplir este objetivo se realizó la construcción, búsqueda y recolección de la información a partir de las siguientes fases metodológicas:

- Investigación descriptiva en la aplicación de la filosofía *Lean manufacturing* con enfoque en kaizen y just in time para las pequeñas y medianas empresas que conforman el sector de confecciones (pymes) a nivel local, nacional e internacional.
- Caracterización de los procesos operacionales de la empresa TEDAJ CREACIONES y planteamiento de la propuesta de valor de la filosofía Lean manufacturing enfocada en *kaizen y just in time*

Objetivo 2

Para lograr el mejoramiento continuo es necesario realizar una evaluación de la empresa, la cual permita diagnosticar el estado de esta, para ello se contará con la herramienta *Kaizen* la cual apoya en el enfoque a la mejora continua que permitirá estimar los puntos clave a mejorar dentro de la empresa, dichas herramientas son:

- Análisis del cuadro situacional operacional de la empresa a través de diagrama de causa efecto (Ishikawa) con el fin de identificar oportunidades de mejora.
- Caracterización y estudio de las actividades operacionales de la empresa TEDAJ CREACIONES a partir de los cursogramas analíticos.
- Inferencia estadística y análisis de frecuencia del tiempo de ciclo: Histograma.
- Estudio estadístico y análisis de las principales causas de pérdida en los procesos operacionales de la empresa a través del diagrama de Pareto (regla 80-20)
- Análisis del comportamiento de la demanda a través del estudio de pronósticos de demanda: Marco comparativo entre la demanda real y la demanda pronosticada y sus niveles de variación (diagrama de dispersión y medidas de error)

Objetivo 3

Aplicar Lean manufacturing con enfoque en Just in time a los procesos industriales en la empresa TEDAJ CREACIONES con el fin de evaluar el estado de la compañía y así generar propuestas de mejora que permitan obtener mayor eficiencia operacional y control en los procesos.

- Con el fin de generar una propuesta de mejora al área de producción se realizarán diversos análisis aplicando el enfoque *just in time* a los procesos *industriales* utilizando balanceo de la línea de producción
- Control operacional estadístico (CEP) de los procesos de manufactura de caso de estudio
- Caracterización de los componentes de producto a través de la lista estructurada de materiales (BOM)
- Desarrollo de registro de inventarios y comportamiento de los materiales de forma semanal: análisis de stock de seguridad, de inventario, familias de productos y pedidos pendientes por llegar
- Determinación y Análisis del sistema de Planeación de Requerimientos de Materiales- MRP I con el fin de conocer la gestión y el control de inventario semanalmente, así como la estandarización en los lanzamientos de las órdenes de compra de los clientes.
- Análisis y puesta en control de Mantenimiento Productivo total (TPM) para el stock de maquinaria y equipo industrial

Objetivo 4

Al aplicar las propuestas generadas en las fases anteriores se debe realizar un diagnóstico de las mejoras que se obtuvieron y si son fiables estas propuestas realizando una

comparación de ellas para esto se propone seguir las fases metodológicas presentadas a continuación:

- Presentar los resultados obtenidos en la implementación de la filosofía *Lean Manufacturing* con enfoque en *kaizen* y *just in time* para los procesos de manufactura de la empresa TEDAJ CREACIONES. – diagnóstico inicial
- Calculo financiero de las mejoras ejecutadas a través de las herramientas *Kaizen* y *Just in Time*, así como la generación de planes de acción y presupuesto de propuestas a ser implementadas.

8. RESULTADOS DEL PROYECTO Y ANALISIS

8.1 Investigación descriptiva de la filosofía Lean manufacturing con enfoque en *kaizen* y *just in time*.

Para el cumplimiento de los objetivos de la presente tesis se investigó la aplicación de la filosofía *Lean manufacturing* con enfoque en *kaizen* y *just in time* para las pequeñas y medianas empresas que conforman el sector de confecciones (pymes) a nivel local utilizando herramientas de divulgación como bases de datos, un estudio que cabe resaltar es el realizado por la Escuela Superior de Administración y Negocios (ESAN) donde exponen “Benchmarking sobre manufactura esbelta (*lean manufacturing*) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia” donde se presentan los resultados de un benchmarking entre diferentes empresas del sector de la confección en el que se busca evaluar el grado de implementación de la Manufactura Esbelta (*Lean Manufacturing*) en sus respectivos procesos productivos. Específicamente se trabaja con empresas que fabrican blue jeans y camisas tipo polo. El estudio se realizó a 30 empresas del sector donde se determinó que la implementación de herramientas de manufactura

esbelta se encuentran en un 62,28% valor menor al nivel de categoría mundial. En el estudio se encontró que las herramientas menos implementadas son: Uso de plataformas para el intercambio electrónico de datos entre las empresas y sus proveedores; certificación de proveedores; uso de tarjetas Kanban; implementación 5'S. En esta investigación se examinó el uso de la manufactura esbelta en la industria textil a través de entrevistas, visitas a las plantas y estudios de casos. Se desarrolló un modelo para implementar herramientas y principios *lean* en un entorno.(Gregorio, 2010)

Para demostrar que los principios *Lean* son apropiados para en la industria textil se puede observar el caso de aplicación de 5's y estandarización del del proceso de desarrollo de producto a una pyme peruana exportadora de prendas de vestir de tejido de punto donde al aplicar manufactura esbelta y eliminar el desperdicio y las actividades sin valor agregado en cada proceso de producción lograron reducir el lead time en 22% y los reprocesos en un 67%, pero sobre todo cabe destacar el cómo la aplicación de la propuesta de 5s impactó positivamente tanto a los dueños de la empresa y a los trabajadores que reportaron sentir un incremento de la productividad, mejora del clima laboral y reducción de la carga laboral dentro del puesto de trabajo. (Becerra, 2019)

8.2 Caracterización de los procesos operacionales de la empresa TEDAJ CREACIONES

- Para el cumplimiento de la segunda fase la cual consta de la caracterización de los procesos operacionales de la empresa y con el objetivo de plantear soluciones a los inconvenientes, se realizó un análisis de la situación actual de la empresa y de las actividades que se realizan a diario, para así formular el planteamiento de mejoras bajo una serie de herramientas de *lean manufacturing*.

Se comenzó con la creación de un matriz de planificación (PESTEL) la cual tiene como propósito definir los factores externos de la empresa, se analiza a nivel político, económico, ambiental, y jurídico que pueden influir en la compañía; (Figura 3)



figura 3. Matriz PESTEL

fuentes: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la figura anterior los factores políticos en los que opera la empresa poseen regulaciones del comercio y tarifas, también dependen la estabilidad del gobierno colombiano el cual es muy susceptible y variable ante la demanda, esto ocasionado por diferencias políticas entre diversos partidos y conflictos armados dentro del territorio; los factores económicos también nos permiten analizar que la demanda en la empresa tiende a variar así como el precio unitario de sus productos esto por la variación de precios en la materia prima y los cambios abruptos que tiene la inflación la cual impide la obtención de materiales aun mismo precio de mercado; en el ámbito social se puede entender que Colombia es un país muy abierto a las exportaciones y tratados con diferentes países lo que permite la negociación interna y externa de productos así como la creciente tendencia tecnológica y de innovación que trae consigo la posibilidad de contactar más usuarios, ampliando el margen de ventas a nivel nacional e internacional; en el ámbito de la tecnología, las redes y los canales de comercialización no se quedan atrás puesto que se sabe que por lo menos el 87.7% de los colombianos ha buscado artículos para comprar en internet (Merino, 2015); en el factor ecológico se puede deslumbrar que las leyes del territorio colombiano son flexibles en la cuestión ambiental, solo demostrando tener algunas regulaciones para para el consumo energético y otras muy pocas de la disposición y manejo de residuos, para finalizar en los factores legales las leyes antimonopolio de Colombia protegen al trabajador y al consumidor del comportamiento anticompetitivo, prohibiendo a un solo individuo acaparar todo el comercio de un solo sector.

En relación al ámbito externo en el que se mueve la empresa se desarrolla ahora una matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) con el fin de mostrar con más claridad la visión global de la compañía (ver figura 4)

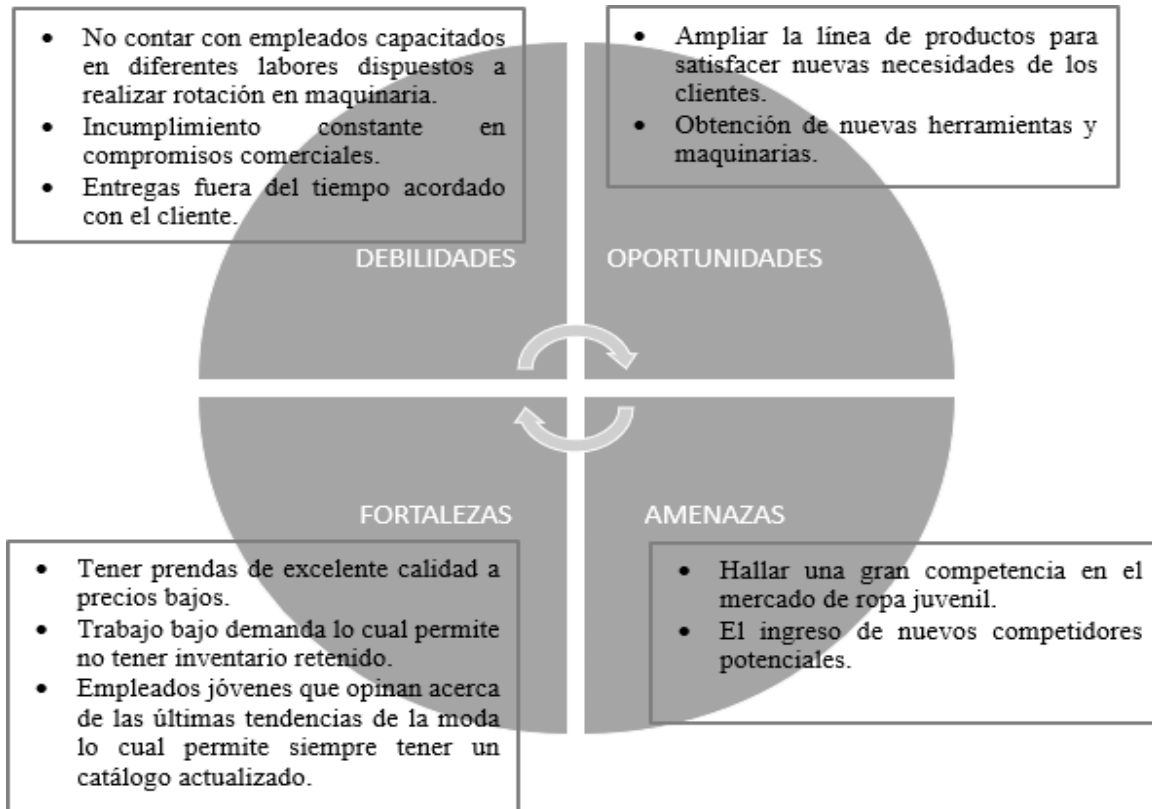


figura 4. Matriz DOFA

fuentes: Elaboración propia.

La matriz DOFA anterior permite visualizar de forma más concreta las debilidades que la empresa presenta : no contar con empleados capacitados que puedan moverse entre varios núcleos de trabajo, el incumplimiento constante de compromisos comerciales con los clientes entregando pedidos fuera de tiempo ; sin embargo , estas debilidades son puntos que pueden mejorar y a partir de ellos proponer soluciones utilizando metodologías de manufactura esbelta y así aprovechar y potenciar esas oportunidades y fortalezas que posee la empresa las cuales son tener prendas a bajo coste pero con excelente calidad, tener un inventario muy reducido que les permite lanzar periódicamente diseños frescos al público y sobre todo la ventaja de trabajar

bajo demanda lo cual permite a la empresa adaptarse y mantenerse actualizados en un mundo tan competitivo como es el de la moda.

8.3 Análisis del cuadro situacional operacional: Diagrama de Ishikawa (Causa-efecto)

Con el fin de evaluar el estado de la empresa se realizará un análisis del cuadro situacional operacional de la empresa a partir del diagrama causa efecto (Ishikawa) el cual es una herramienta que permite identificar de una forma gráfica las causas raíces de un problema, analizando todos los factores involucrados en la ejecución del proceso, en este caso el problema raíz y más grande que se identificó es el retraso en los pedidos, las causas raíces más destacadas de estos son; los materiales cuyo problema es causar retraso en el corte de la prenda ya que la materia prima suele llegar con defectos o ser muchas veces insuficientes esto por falta de una estandarización del proceso donde se determine cuanta cantidad a comprar según el pedido del cliente; otro problema que se pudo observar es el sistema de pedidos obsoleto que maneja la empresa, siendo este la toma de pedidos en una hoja de block la cual muchas veces se ha perdido, dañado o destruido retrasando las operaciones de producción, creando no solo retrasos si no una mala imagen frente a los clientes; mano de obra poco calificada que tiene la empresa, recargando todo el peso de producción sobre el operario más calificado quien debe manejar dos máquinas en simultáneo realizando 3 operaciones distintas, también se pudo identificar que existe un operario en producto terminado que en toda la jornada se encuentra disponible ya que sus funciones empiezan cuando todo el producto ya se ha finalizado, esta observación se plantea ya que es posible tomar este recurso capacitándolo para ayudar a bajar la carga operativa de producción ; otra raíz problema es la maquinaria obsoleta que maneja la empresa,

siendo esta una maquina recubridora la cual tiene como función pegar las cintas laterales de los vestidos y crear los ruedos de los vestidos, camisas etc. Este es un equipo bastante funcional pero que retrasa la cadena de operación ya que cada cierto tiempo se apaga y se descalibra rompiendo las agujas o se desarma de alguna parte; finalmente, otro de los problemas de la empresa es la falta de seguimiento de sus actividades, este pequeño detalle que omitían constantemente no les permitía visualizar todos los problemas que estaban sucediendo en simultaneo, retrasando las operaciones y generando sobrecostos a producción para entender mucho mejor uno de los problemas destacados de la empresa se recurrirá a la caracterización de las actividades operacionales de la empresa utilizando cursogramas analíticos que nos permitan definir las actividades que realizan diariamente.

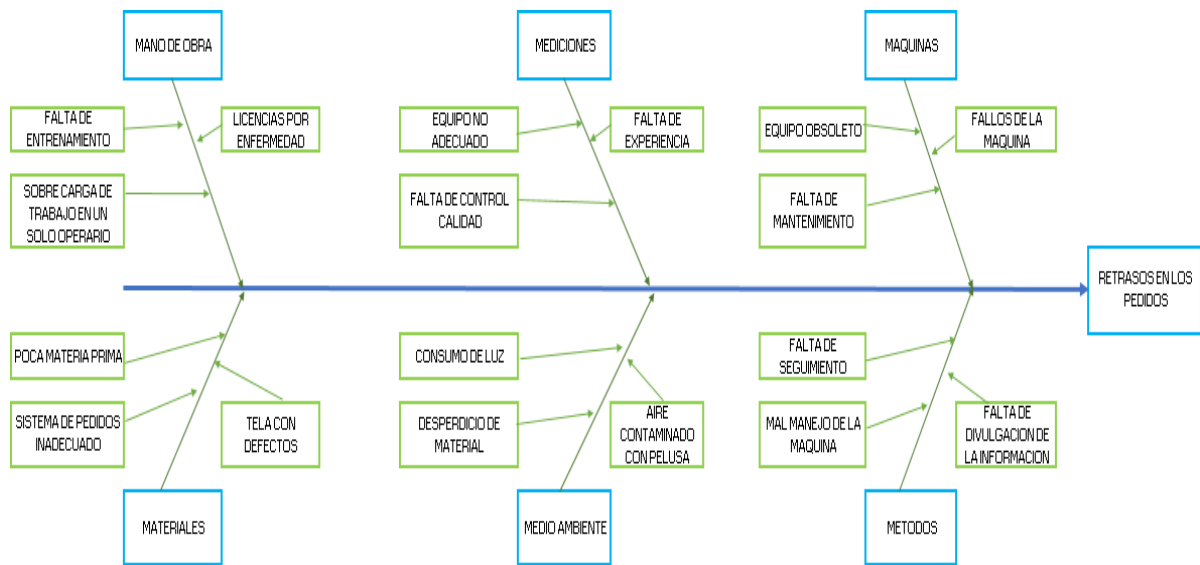


Figura 5. Diagrama de Ishikawa

fuelle: Elaboración propia.

8.4 Caracterización de las actividades operacionales: Cursogramas analíticos.

Para poder tener mayor entendimiento de las actividades que se realizan en cada proceso de la empresa a la hora del armar una prenda de vestir se realizó una representación gráfica ordenada y secuencial que permite analizar las labores para detectar errores o mejoras a continuación se observaran varios cursogramas analíticos con la descripción del proceso a realizar y los símbolos que allí apliquen, presentado en la figura 6.

















CURSOGRAMA ANALITICO DEL PRODUCTO Y/O PROCESO ESTUDIO DE TIEMPOS										
Proceso a estudiar: Pegado de cintas		operarios: 3								
Analista de tiempos: Lina Del Valle										
PRODUCTO TERMINADO		DESCRIPCION DEL PRODUCTO								
		Vestido con cintas laterales, cuello y cierre								
		MATERIALES UTILIZADOS								
		Maquina recubridora								
RESUMEN										
FECHA	3-mar-21	SIMBOLO	ACTIVIDAD	Act						
			OPERACIÓN	4						
PRODUCTO	vestido lineas laterales		TRANSPORTE	1						
			INSPECCION	0						
NOMBRE DEL OPERARIO	-----		ESPERA	0						
TAMAÑO DE LOTE			ALAMCENAJE	0						
NUMERO	DESCRIPCION DEL PROCESO	CANTIDAD	DISNTANCIA EN METROS	TIEMPO EN SEGUNDOS	SIMBOLOS DEL PROCESO					
1	SE SELECCIONA LA PRENDA	1	4	50						
2	SE TRANSPORTA A LA MAQUINA	1	4	20						
3	SE COLOCA LA PRENDA ENTRE LOS DIENTES DE LA MAQUINA	1	0	5						
4	SE COSE LA PRENDA	1	0	265						
5	SE RETIRA LA PRENDA	1	0	20						
TIEMPO EN MIN=		6,00	8	360						

Figura 6. Cursograma analítico- Operación pegado de cintas

fuelle: Elaboración propia.

El anterior cursograma muestra la actividad pegado de cintas la cual consiste en pegar las cintas laterales al vestido, para este proceso el operario debe seleccionar la prenda a la que

se aplicara este diseño, seguido de ello debe transportar el material a la máquina, una vez en la maquina el operario deberá acomodar la prenda entre los dientes de la maquina y proceder a coser la cinta y la prenda, una vez terminado este proceso retirara la prenda y continuara con la siguiente ,se puede denotar como esta serie de actividades toma 6 minutos en realizarse cabe aclarar que la maquina recubridora cuenta con unas fallas mecánicas que impide que el operador pueda ir más rápido.

















CURSOGRAMA ANALITICO DEL PRODUCTO Y/O PROCESO ESTUDIO DE TIEMPOS											
Proceso a estudiar: Cerrado del Vestido											
Analista de tiempos: Lina Del Valle			operarios: 3								
PRODUCTO TERMINADO		DESCRIPCION DEL PRODUCTO									
		Vestido con cintas laterales, cuello y cierre									
		MATERIALES UTILIZADOS									
		Maquina Fileteadora									
RESUMEN											
FEHA	3-mar-21		SIMBOLO	ACTIVIDAD	Act						
				OPERACIÓN	4						
PRODUCTO	vestido lineas laterales			TRANSPORTE	1						
				INSPECCION	0						
NOMBRE DEL OPERARIO	-----			ESPERA	0						
TAMAÑO DE LOTE				ALAMCENAJE	0						
NUMERO	DESCRIPCION DEL PROCESO	CANTIDAD	DISNTANCIA EN METROS	TIEMPO EN SEGUNDOS	SIMBOLOS DEL PROCESO						
1	SE SELECCIONA LA PRENDA	1	4	50							
2	SE TRANSPORTA A LA MAQUINA	1	4	20							
3	SE COLOCA LA PRENDA ENTRE LOS DIENTES DE LA MAQUINA	1	0	30							
4	SE COSE LA PRENDA	1	0	290							
5	SE RETIRA LA PRENDA	1	0	30							
	TIEMPO EN MIN=	7,00	8	420							

Figura 7. Cursograma analítico – Operación cerrado del vestido

fuelle: Elaboración propia.

El proceso para el cerrado completo del vestido consiste en unir todas las partes del vestido, para este proceso el operario debe seleccionar la prenda, seguido de ello debe transportar el material a la máquina, una vez en la máquina el operario deberá acomodar la prenda

entre los dientes de la máquina y la cuchilla luego procederá a coser la prenda, una vez terminado este proceso retirará la prenda y continuará con la siguiente. Estas actividades le toman al operador alrededor de 7 minutos por el cuidado al detalle que debe tener.













CURSOGRAMA AN+B3:J26ALITICO DEL PRODUCTO Y/O PROCESO ESTUDIO DE TIEMPOS										
Proceso a estudiar: Cierre o cremallera del vestido		operarios: 3								
Analista de tiempos: Lina Del Valle										
PRODUCTO TERMINADO			DESCRIPCION DEL PRODUCTO							
			Vestido con cintas laterales, cuello y cierre							
MATERIALES UTILIZADOS			Maquina Plana							
RESUMEN										
FEHA	3-mar-21	SIMBOLO	ACTIVIDAD	Act						
			OPERACIÓN	4						
PRODUCTO	vestido lineas laterales		TRANSPORTE	1						
			INSPECCION	0						
NOMBRE DEL OPERARIO	-----		ESPERA	0						
TAMAÑO DE LOTE			ALAMCENAJE	0						
NUMERO	DESCRIPCION DEL PROCESO	CANTIDAD	DISNTANCIA EN METROS	TIEMPO EN SEGUNDOS	SIMBOLOS DEL PROCESO					
1	SE SELECCIONA LA PRENDA	1	4	18						
2	SE TRANSPORTA A LA MAQUINA	1	4	22						
3	SE COLOCA LA PRENDA ENTRE LOS DIENTES DE LA MAQUINA	1	0	5						
4	SE COSE LA PRENDA	1	0	170						
5	SE RETIRA LA PRENDA	1	0	25						
TIEMPO EN MIN=		4,00	8	240						

Figura 7. Cursograma analítico – Operación cierre del vestido

fuelle: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 8 las actividades que corresponden al pegado del cierre o cremallera consisten en coser el cierre al cuello del vestido, para este proceso el operario debe seleccionar la prenda, seguido de ello debe transportar el material a la máquina, una vez en la máquina el operario deberá acomodar la prenda entre los dientes de la máquina y el cierre luego procederá a coser tanto la prenda como el cierre, una vez terminado este

proceso retirará la prenda y continuará con la siguiente. Estas actividades le toman al operador alrededor de 4 minutos siendo esta una de las actividades más rápidas del sistema.

CURSOGRAMA AN+B3:J26ALITICO DEL PRODUCTO Y/O PROCESO ESTUDIO DE TIEMPOS					
Proceso a estudiar: Ruedos		operarios: 3			
Analista de tiempos: Lina Del Valle					
PRODUCTO TERMINADO			DESCRIPCION DEL PRODUCTO		
			Vestido con cintas laterales, cuello y cierre		
			MATERIALES UTILIZADOS		
			Maquina recubridora		
RESUMEN					
FECHA	3-mar-21	SIMBOLO	ACTIVIDAD	Act	
			OPERACIÓN	4	
PRODUCTO	vestido lineas laterales		TRANSPORTE	1	
			INSPECCION	0	
NOMBRE DEL OPERARIO	-----		ESPERA	0	
TAMAÑO DE LOTE			ALAMCENAJE	0	
NUMERO	DESCRIPCION DEL PROCESO	CANTIDAD	DISNTANCIA EN METROS	TIEMPO EN SEGUNDOS	SIMBOLOS DEL PROCESO
1	SE SELECCIONA LA PRENDA	1	4	30	
2	SE TRANSPORTA A LA MAQUINA	1	4	20	
3	SE COLOCA LA PRENDA ENTRE LOS DIENTES DE LA MAQUINA	1	0	5	
4	SE COSE LA PRENDA	1	0	215	
5	SE RETIRA LA PRENDA	1	0	30	
	TIEMPO EN MIN=	5,00	8	300	

Figura 8. Cursograma analítico – Operación de ruedas

fuelle: Elaboración propia

En relación con la figura 9 y casi para finalizar la actividad ruedas en la cual se le da a la prenda el remate final para evitar hilos sueltos y darle más firmeza a la prenda consiste en coser los bordes de la prenda para evitar que se deshaga la costura, para este proceso el operario debe seleccionar la prenda, seguido de ello debe transportar el material a la máquina, una vez en la máquina el operario deberá acomodar la prenda entre los dientes de la maquina luego procederá a coser la prenda una vez terminado este proceso retirará la

prenda y continuará con la siguiente. Estas actividades le toman al operador alrededor de 5 minutos cuando debería tomar menos tiempo, al entrevistar al operario comento que esta actividad en otras industrias toma alrededor de 2 minutos ejecutarla pero las constantes fallas de la maquina impiden la realización eficaz de la tarea.

Figura 9. Cursograma analítico – Operación de etiquetado

fuentes: Elaboración propia

Para finalizar con todo el proceso se etiqueta la prenda, este etiquetado es el proceso más rápido y mejor diseñado de la empresa ya que cuentan con una máquina que etiqueta las prendas de manera ágil, pero este operador solo se utiliza cuando toda la prenda ha sido confeccionada.

8.5 Inferencia estadística y análisis de frecuencia del tiempo de ciclo: Histograma.

Para la realización de este histograma de frecuencias el cual se entiende como una representación gráfica de una variable en forma de barras, se tomó el tiempo de ciclo de operación en trimestres con el fin de determinar la frecuencia del ciclo operativo en la empresa, a continuación se puede observar los distintos diagramas de frecuencias relacionados en frecuencia absoluta (eje vertical) VS tiempo de ciclo (eje horizontal)

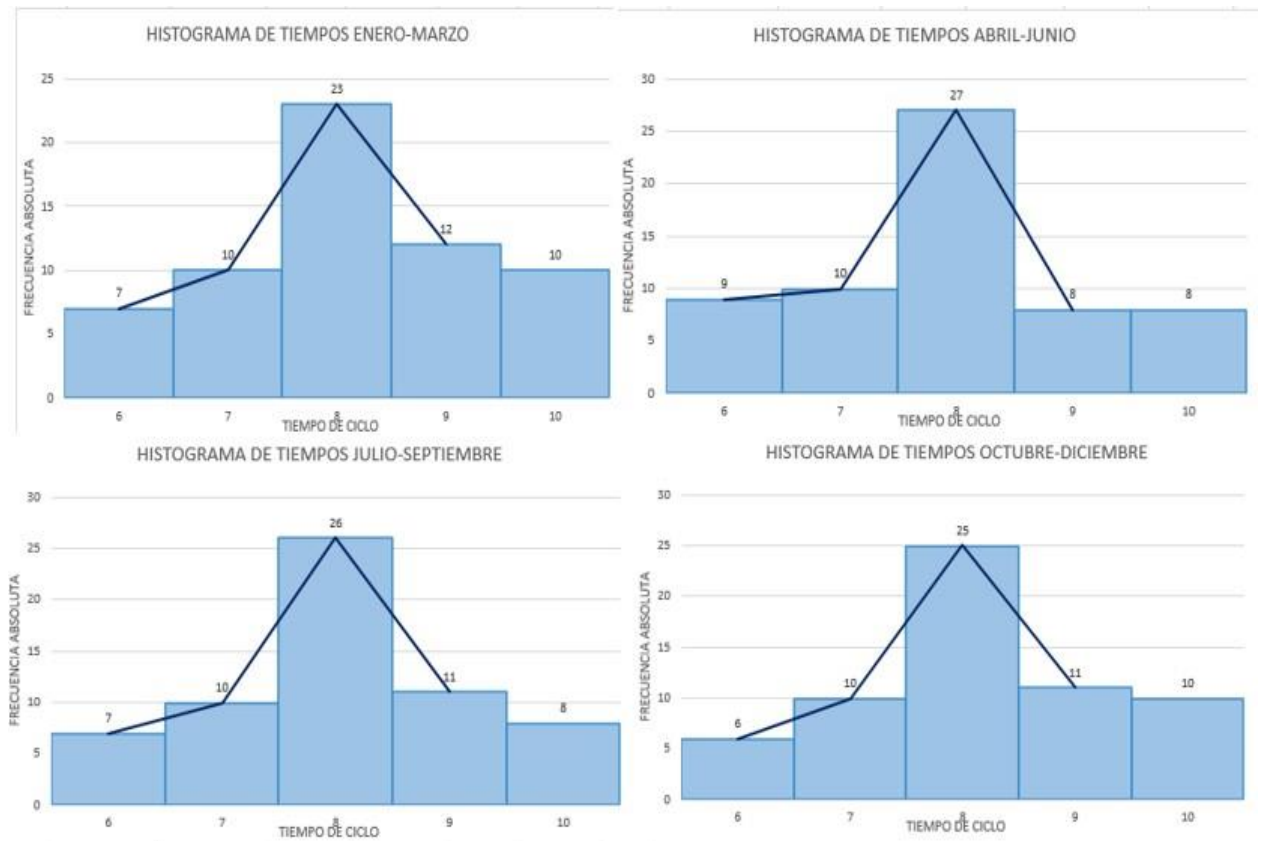


Figura 10. Histogramas de tiempos de ciclo

fuelle: Elaboración propia

En este histograma de frecuencias el cual compara el tiempo de ciclo y las frecuencias por cuatrimestres siendo estos: 1) Enero-Marzo con una moda en tiempo de ciclo 8 y una frecuencia de 25 días/mes ; 2) Abril-Junio el cual presenta tendencia de moda en el tiempo de ciclo 8 y 7 min/und, 3) Julio-Septiembre en el cual la moda se mantiene en 8min/und; 4) Octubre- Diciembre donde las moda se mantiene en tiempo de ciclo 8 y también con una segunda moda el ciclo 9, con esto se puede denotar que el ciclo con mayor frecuencia o moda es 8 min/und seguido de 7 min/und y 9 min/und para los cuatro trimestres eso corresponde a que la empresa frecuente a tener diariamente 48 prendas para ser confeccionadas en un tiempo de 360 min productivos, esto se podrá visualizar más claro en el balanceo de la línea de ensamble.

8.6 Análisis de las principales causas de perdida de los procesos: Diagrama de Pareto (regla 80-20)

El diagrama de Pareto o regla del 80-20 es un herramienta cuyo objetivo es determinar las causas raíz de los problemas y determinar cuáles son las que se presentan con más frecuencia o que impacto tienen en la compañía, en base a los datos recolectados, dichos datos se obtuvieron a base de entrevistas personales, encuestas a operadores y seguimiento en cada proceso los cuales son corte, confección y terminado.

Tabla 3. Análisis de las frecuencias de las fallas operativas

TABLA DE FRECUENCIA DE FALLAS OPERATIVAS					
DESCRIPCION DE LA FALLA	CODIGO DE LA FALLA	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
BARRADO EN LA TELA	001	27	38%	27,00	38%
AGUJEROS EN LA TELA	002	20	28%	47,00	65%
MANCHAS EN LA TELA	003	12	17%	59,00	82%
DEFECTO EN LAS CINTAS	004	5	7%	64,00	89%
CIERRE DEFECTUOSO	005	3	4%	67,00	93%
ACEITE DE LA MAQUINA	006	3	4%	70,00	97%
CORTE	007	2	3%	72,00	100%
	TOTAL	72	100%		

En tabla anterior se puede observar que los tres tipos de fallas: 1) barrado en la tela, este tipo de falla esta determinada por una abertura en sucesión, es decir una linea donde se perdio el punto de la costura a la hora de pasar por el telar; 2) agujeros en la tela, este tipo de falla en la materia prima significa la perdida parcial de ese trozo de tela ya que consta de un agujero en una porcion de tela; 3) manchas en la tela, estas manchas son ocasionadas por la tinta de algun lapicero o por el derrame de una gota de aceite en la tela la cual provoca perdida del producto. Estas fallas corresponde al 82% siendo el barrado de la tela el principal contribuyente con 38%.

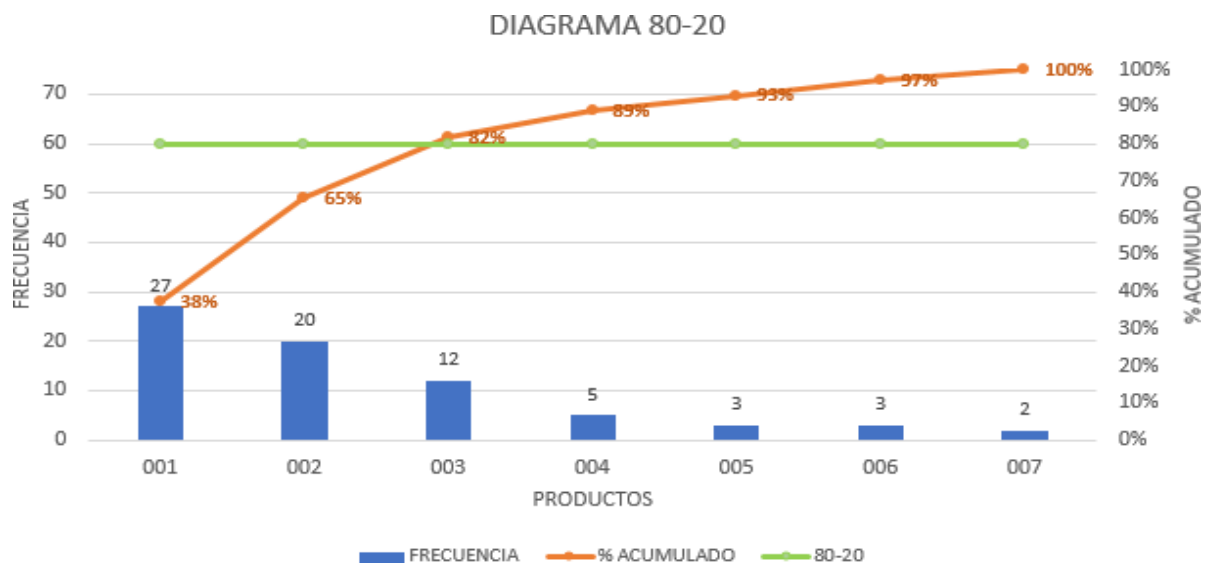


Figura 11. Diagrama de Pareto

fuentes: Elaboración propia

A partir de la gráfica se puede determinar que las principales causas son:

- El operador encargado del corte de la tela no revisa la materia prima al ser ingresada 38%
- El operador no se está percatando de marcar la tela cuando esta posee agujeros 65%
- La falta de verificación a la materia prima en el momento de realizar la compra 82%

Para evitar este tipo de errores se propuso a la empresa capacitar a los empleados acerca de estos errores en la materia prima, el como detectarlos y las perdidas que ocasionaban al no percatarse de ellos, siendo estas perdidas estimadas entre 13.000\$ y 20.000\$ por prenda fabricada que tuviera este imperfecto, ya que dentro de estos costos se debe tener en cuenta el costo de fabricación, la mano de obra y otros aranceles como gasto del hilo, consumo de luz y reproceso en la operación al tener que desbaratar toda la prenda para corregir dicho error.

8.7 Análisis del comportamiento de la demanda: Pronósticos

Los pronósticos de demanda proporcionan información para tomar mejores decisiones. El primer paso es identificar la decisión. Si la decisión no se afecta por el pronóstico, el pronóstico es innecesario. La importancia de la decisión sugerirá el esfuerzo que debe dedicarse a producir un pronóstico. Una decisión de una sola vez requiere un pronóstico, mientras que una decisión recurrente necesita un pronóstico cada vez que se toma la decisión. En cualquier caso, la decisión determina qué pronosticar, el nivel de detalle necesario y con qué frecuencia se hará el pronóstico.

					FORMULAS REGRESIÓN LINEAL														
					Ft = (m * n) + b					m					0,82				
										b					204,85				
					ESCENARIO 1 : REGRESION LINEAL SIMPLE					ESCENARIO 2 : REGRESION MULTIPLE (N=2; W1=0,6; W2=0,4)					ESCENARIO 3 : PROMEDIO MÓVIL (N=2)				
AÑO	MES	t	Dt	Ft	Ft	Et ME	|Et| MAD	Et2 MSE	%Et MAPE	Ft	Et ME	|Et| MAD	Et2 MSE	%Et MAPE	Ft	Et ME	|Et| MAD	Et2 MSE	%Et MAPE
2018	Enero	1	109		205,67	96,67	96,67	9.345,03	89%										
	Febrero	2	106		206,49	100,49	100,49	10.097,31	95%										
	Marzo	3	105		207,30	102,30	102,30	10.465,51	97%	107,80	2,80	2,80	7,84	3%	108	3	2,50	6	2%
	Abril	4	117		208,12	91,12	91,12	8.302,27	78%	105,60	11,40	11,40	129,96	10%	106	12	11,50	132	10%
	Mayo	5	195		208,93	13,93	13,93	194,11	7%	109,80	85,20	85,20	7.259,04	44%	111	84	84,00	7.056	43%
	Junio	6	220		209,75	10,25	10,25	105,10	5%	148,20	71,80	71,80	5.155,24	33%	156	64	64,00	4.096	29%
	Julio	7	340		210,56	129,44	129,44	16.753,71	38%	205,00	135,00	135,00	18.225,00	40%	208	133	132,50	17.556	39%
	Agosto	8	207		211,38	4,38	4,38	19,18	2%	268,00	61,00	61,00	3.721,00	29%	280	73	73,00	5.329	35%
	Septiembre	9	155		212,20	57,20	57,20	3.271,30	37%	286,80	131,80	131,80	17.371,24	85%	274	119	118,50	14.042	76%
	Octubre	10	152		213,01	61,01	61,01	3.722,34	40%	186,20	34,20	34,20	1.169,64	23%	181	29	29,00	841	19%
	Noviembre	11	257		213,83	-43,17	43,17	1.863,94	17%	153,80	103,20	103,20	10.650,24	40%	154	104	103,50	10.712	40%
	Diciembre	12	387		214,64	-172,36	172,36	29.707,15	45%	194,00	193,00	193,00	37.249,00	50%	205	183	182,50	33.306	47%
2019	Enero	13	278		215,46	-62,54	62,54	3.911,49	22%	309,00	31,00	31,00	961,00	11%	322	44	44,00	1.936	16%
	Febrero	14	220		216,27	-3,73	3,73	13,88	2%	343,40	123,40	123,40	15.227,56	56%	333	113	112,50	12.656	51%
	Marzo	15	210		217,09	7,09	7,09	50,26	3%	254,80	44,80	44,80	2.007,04	21%	249	39	39,00	1.521	19%
	Abril	16	150		217,91	67,91	67,91	4.611,11	45%	216,00	66,00	66,00	4.356,00	44%	215	65	65,00	4.225	43%
	Mayo	17	320		218,72	101,28	101,28	10.257,46	32%	186,00	134,00	134,00	17.956,00	42%	180	140	140,00	19.600	44%
	Junio	18	440		219,54	-220,46	220,46	48.604,11	50%	218,00	222,00	222,00	49.284,00	50%	235	205	205,00	42.025	47%
	Julio	19	234		220,35	-13,65	13,65	186,26	6%	368,00	134,00	134,00	17.956,00	57%	380	146	146,00	21.316	62%
	Agosto	20	113		221,17	108,17	108,17	11.700,32	96%	357,60	244,60	244,60	59.829,16	216%	337	224	224,00	50.176	198%
	Septiembre	21	167		221,98	54,98	54,98	3.023,21	33%	185,60	18,60	18,60	345,96	11%	174	7	6,50	42	4%
	Octubre	22	176		222,80	46,80	46,80	2.190,18	27%	134,60	41,40	41,40	1.713,96	24%	140	36	36,00	1.296	20%
	Noviembre	23	212		223,62	11,62	11,62	134,91	5%	170,60	41,40	41,40	1.713,96	20%	172	41	40,50	1.640	19%
	Diciembre	24	350		224,43	-125,57	125,57	15.767,62	36%	190,40	159,60	159,60	25.472,16	46%	194	156	156,00	24.336	45%
2020	Enero	25	369		225,25	-143,75	143,75	20.665,07	39%	267,20	101,80	101,80	10.363,24	28%	281	88	88,00	7.744	24%
	Febrero	26	320		226,06	-93,94	93,94	8.824,31	29%	357,60	37,60	37,60	1.413,76	12%	360	40	39,50	1.560	12%
	Marzo	27	376		226,88	-149,12	149,12	22.237,40	40%	349,40	26,60	26,60	707,56	7%	345	32	31,50	992	8%
	Abril	28	398		227,69	-170,31	170,31	29.004,27	43%	342,40	55,60	55,60	3.091,36	14%	348	50	50,00	2.500	13%
	Mayo	29	221		228,51	7,51	7,51	56,39	3%	384,80	163,80	163,80	26.830,44	74%	387	166	166,00	27.556	75%
	Junio	30	135		229,33	94,33	94,33	8.897,21	70%	327,20	192,20	192,20	36.940,84	142%	310	175	174,50	30.450	129%
	Julio	31	113		230,14	117,14	117,14	13.721,95	104%	186,60	73,60	73,60	5.416,96	65%	178	65	65,00	4.225	58%
	Agosto	32	187		230,96	43,96	43,96	1.932,17	24%	126,20	60,80	60,80	3.696,64	33%	124	63	63,00	3.969	34%
	Septiembre	33	143		231,77	88,77	88,77	7.880,49	62%	142,60	0,40	0,40	0,16	0%	150	7	7,00	49	5%
	Octubre	34	112		232,59	120,59	120,59	14.541,42	108%	169,40	57,40	57,40	3.294,76	51%	165	53	53,00	2.809	47%
	Noviembre	35	112		233,40	121,40	121,40	14.738,81	108%	130,60	18,60	18,60	345,96	17%	128	16	15,50	240	14%
	Diciembre	36	212		234,22	22,22	22,22	493,69	10%	112,00	100,00	100,00	10.000,00	47%	112	100	100,00	10.000	47%
					13,39	79,98	9.369,19	42,9%	52	87,61	11.761	42,46%	84	84,37	10763,01	40,45%			
					ME	MAD	MSE	MAPE	ME	MAD	MSE	MAPE	ME	MAD	MSE	MAPE			

Tabla 4 pronósticos de la demanda – escenarios 1 2 y 3

En relación a la tabla 4 s anterior se puede observar tres tipos de escenarios los cuales permiten realizar un pronóstico de la demanda acertado tomando en cuenta los históricos (las ventas de meses anteriores) como se puede visualizar la tabla corresponde a tres periodos siendo estos 2018-2019 y 2020, el primer escenario a analizar fue regresión lineal simple el cual consiste en generar un modelo de regresión o mejor descrito como una ecuación de una recta, que permite explicar la relación entre dos variables, en este caso a la variable dependiente se le identifica como “Y” y a la variable predictora como “X” para la realización de esta tabla se calculó el error medio (ME) que corresponde a la desviación promedio de entre la predicción y la observación dando un resultado de 13,39 luego se procedió a calcular la desviación media absoluta (MAD) la cual mide la dispersión de un valor observado que se aleja del valor esperado, está se obtuvo mediante el cálculo del valor absoluto del error medio dando un resultado de 79,98 también se calculó el error cuadrático medio (MSE) el cual mide la cantidad de error que existe entre dos conjuntos de datos este cálculo arrojó un dato de 9369,19 una vez obtenidos todos estos datos se procedió a calcular el error absoluto medio porcentual (MAPE) corresponde al 42,9% esto indica la exactitud como porcentaje de error, cabe aclarar que en estos pronósticos se busca el más bajo para así tener mayor precisión y menor error, en el escenario numero 2 el cual corresponde a la regresión múltiple nos permite entender la relación entre dos o más variables en este caso se analiza la demanda en el periodo (Dt) y el pronóstico en el periodo (Ft) en este tipo de regresión podemos observar cómo se calculó la protección de la demanda para los próximos meses el MAPE del este método arrojó un error medio absoluto porcentual de 42,46% denotando así ser un poco más bajo que el escenario 1, para obtener un mejor pronostico se realizó el método 3 o promedio móvil (N=2) con el cual se le dio más importancia a los datos del mes 1 y 2 del año 2018 con el fin de obtener una mejor previsión y así calcular su tendencia, este MAPE corresponde al 40.49% siendo este el error

más bajo y más acertado por el momento, a continuación se muestran 3 figuras correspondientes a los 3 promedios móviles.

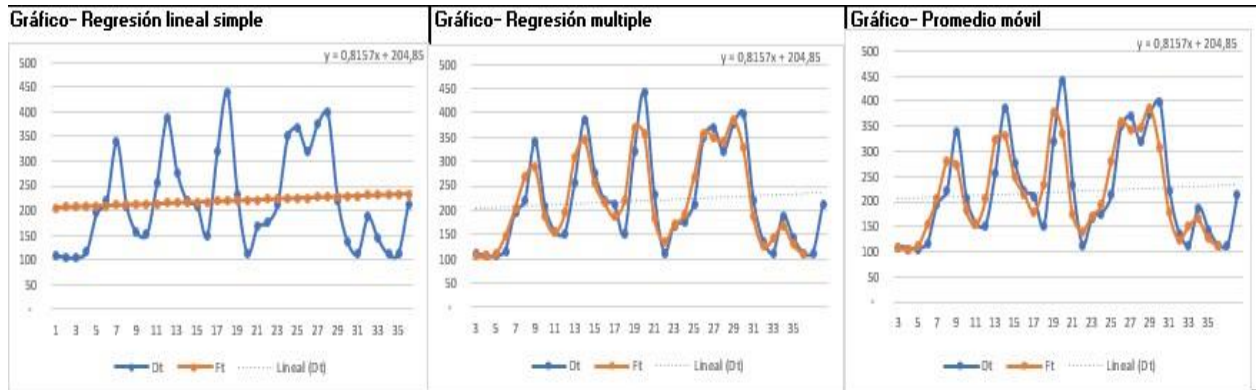


Figura 12. Pronósticos de demanda – regresión lineal, múltiple y promedio móvil

fuelle: Elaboración propia

Las figuras anteriores se puede determinar mediante gráficos de dispersión lineal el sesgo entre el valor pronosticado del valor real, esto quiere decir el como una variable afecta la otra, la variable dependiente es (Dt) la cual esta graficada en color azul y la variable predictora de color naranja (Ft), comparando las tres graficas se puede demostrar como el promedio móvil y regresión múltiple tienen mayor cercanía lo que corresponde a menor error. Para continuar con el análisis de los pronósticos se realizó un escenario 4 con el método pronostico bajo promedio móvil con $N=3$, un escenario 5 bajo el pronóstico suavización exponencial simple la cual es una manera de pronosticar la demanda de un producto en un periodo dado y por ultimo un escenario 6 bajo el pronóstico de suavización exponencial doble el cual es un método óptimo para patrones de demanda que presentan una tendencia y un patrón estacional constante, en el que se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente.(Salazar, 2019)

Tabla 5 pronósticos de la demanda – Escenarios 4 5 y 6

					FO	α	β	TO	s0															
					220	0,2	0,3	0	220															
					ESCENARIO 4 : PROMEDIO MÓVIL (N= 3)					ESCENARIO 5: SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE					ESCENARIO 6: SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE									
AÑO	MES	t	Dt	Ft	Ft	Et ME	|Et| MAD	Et2 MSE	%Et MAPE	DT-1	Ft	Et ME	|Et| MAD	Et2 MSE	%Et MAPE	DT-1	Ft+1	St+1	Tt+1	Et ME	|Et| MAD	Et2 MSE	%Et MAPE	
2018	Enero	1	109							109	218	109	109	11.959	100%	109	218	218	-	0	109	108,878889	11.855	1
	Febrero	2	106							106	196	90	90	8.187	85%	106	189	196	-	7	83	83,0937111	6.905	1
	Marzo	3	105							105	178	73	73	5.386	70%	105	160	172	-	12	55	55,4799462	3.078	1
	Abril	4	117		107 -	10	10,33	107	9%	117	164	47	47	2.182	40%	117	134	149	-	15	17	17,0601375	291	0
	Mayo	5	195		109 -	86	85,67	7.339	44%	195	154 -	41	41	1.651	21%	195	114	131	-	16 -	81	80,6993177	6.512	0
	Junio	6	220		139 -	81	81,00	6.561	37%	220	162 -	58	58	3.307	26%	220	119	130	-	12 -	101	101,064923	10.214	0
	Julio	7	340		177 -	163	162,67	26.460	48%	340	174 -	166	166	27.557	49%	340	134	139	-	5 -	206	206,293511	42.557	1
	Agosto	8	207		252	45	44,67	1.995	22%	207	207	0	0	0	0%	207	182	175	-	7 -	25	25,0987718	630	0
	Septiembre	9	155		256	101	100,67	10.134	65%	155	207	52	52	2.720	34%	155	195	187	-	8	40	40,3629463	1.629	0
	Octubre	10	152		234	82	82,00	6.724	54%	152	197	45	45	2.000	29%	152	193	187	-	6	41	41,310544	1.707	0
	Noviembre	11	257		171 -	86	85,67	7.339	33%	257	188 -	69	69	4.791	27%	257	189	185	-	4 -	68	68,4100105	4.680	0
	Diciembre	12	387		188 -	199	199,00	39.601	51%	387	202 -	185	185	34.364	48%	387	210	202	-	8 -	177	177,081853	31.358	0
2019	Enero	13	278		265 -	13	12,67	160	5%	278	239 -	39	39	1.545	14%	278	264	245	-	18 -	14	14,3944166	207	0
	Febrero	14	220		307	87	87,33	7.627	40%	220	247	27	27	705	12%	220	286	266	-	19	66	65,6191978	4.306	0
	Marzo	15	210		295	85	85,00	7.225	40%	210	241	31	31	976	15%	210	288	272	-	15	78	77,6929375	6.036	0
	Abril	16	150		236	86	86,00	7.396	57%	150	235	85	85	7.225	57%	150	283	272	-	11	133	132,690353	17.607	1
	Mayo	17	320		193 -	127	126,67	16.044	40%	320	218 -	102	102	10.404	32%	320	259	256	-	3 -	61	61,2731357	3.754	0
	Junio	18	440		227 -	213	213,33	45.511	48%	440	238 -	202	202	40.643	46	440	277	271	-	6 -	163	162,767539	26.493	0
	Julio	19	234		303	69	69,33	4.807	30%	234	279	45	45	2.000	%	234	326	310	-	16	92	91,8029914	8.428	0
	Agosto	20	113		331	218	218,33	47.669	193%	113	270	157	157	24.578	139%	113	318	307	-	11	205	204,951236	42.005	2
	Septiembre	21	167		262	95	95,33	9.088	57%	167	238	71	71	5.101	43%	167	275	277	-	2	108	108,172757	11.701	1
	Octubre	22	176		171 -	5	4,67	22	3%	176	224	48	48	2.317	27%	176	245	254	-	8	69	69,2596091	4.797	0
	Noviembre	23	212		152 -	60	60,00	3.600	28%	212	215	3	3	6	1%	212	219	231	-	12	7	6,97351397	49	0
	Diciembre	24	350		185 -	165	165,00	27.225	47%	350	214 -	136	136	18.494	39%	350	205	218	-	13 -	145	145,273773	21.104	0
2020	Enero	25	369		246 -	123	123,00	15.129	33%	369	241 -	128	128	16.331	35%	369	230	234	-	4 -	139	139,355176	19.420	0
	Febrero	26	320		310 -	10	9,67	93	3%	320	267 -	53	53	2.834	17%	320	262	258	-	4 -	58	58,2589882	3.394	0
	Marzo	27	376		346 -	30	29,67	880	8%	376	277 -	99	99	9.720	26%	376	281	273	-	8 -	95	94,8864985	9.003	0
	Abril	28	398		355 -	43	43,00	1.849	11%	398	297 -	101	101	10.175	25%	398	314	300	-	13 -	84	84,4953168	7.139	0
	Mayo	29	221		365	144	143,67	20.640	65%	221	317	96	96	9.274	44%	221	349	330	-	18	128	127,887348	16.355	1
	Junio	30	135		332	197	196,67	38.678	146%	135	298	163	163	26.583	121%	135	334	323	-	11	199	199,120238	39.649	1
	Julio	31	113		251	138	138,33	19.136	122%	113	265	152	152	23.236	135%	113	293	294	-	1	180	180,159336	32.457	2
	Agosto	32	187		156 -	31	30,67	940	16%	187	235	48	48	2.299	26%	187	245	257	-	12	58	58,1810548	3.385	0
	Septiembre	33	143		145	2	2,00	4	1%	143	225	82	82	6.783	58%	143	218	234	-	15	75	75,1075662	5.641	1
	Octubre	34	112		148	36	35,67	1.272	32%	112	209	97	97	9.387	87%	112	183	203	-	20	71	71,1423213	5.061	1
	Noviembre	35	112		147	35	35,33	1.248	32%	112	190	78	78	6.008	69%	112	145	169	-	24	33	32,7015862	1.069	0
	Diciembre	36	212		122 -	90	89,67	8.040	42%	212	174 -	38	38	1.443	18%	212	112	138	-	26 -	100	100,013097	10.003	0
					3	89	11.835	44,32%		3	83	9.595	41,70%							2	95	12.080	47,79%	
					ME	MAD	MSE	MAPE		ME	MAD	MSE	MAPE							ME	MAD	MSE	MAPE	

para el método promedio móvil con $N=3$ se tomó 3 meses para el proyección de la demanda siendo estos enero, febrero y marzo, con este escenario los resultados obtenidos fueron; error medio (ME) 3, desviación media absoluta (MAD) de 89, error cuadrático medio (MSE) de 11,835 y MAPE de 44, 32% haciendo énfasis en el error absoluto medio porcentual se determinó que el error era bastante alto y se analizó que esto se debía a que para el año 2020 la demanda que tuvo la empresa fue bastante atípica debido a los constantes encierros por lo que se espera que el cálculo no sea del todo preciso, para el escenario 5 el cual es el pronóstico suavización exponencial simple se trabajó a través de un constante de suavización alfa (α) cuyos resultados fueron (ME) 3, desviación media absoluta (MAD) de 83, error cuadrático medio (MSE) de 9.595 y MAPE de 41,70%, para finalizar se realizo el pronóstico de la demanda bajo el método suavizamiento exponencial doble Con este método se agrega una constante de suavización beta (β), cuya función es reducir el error que ocurre entre la demanda real y el pronóstico, a continuación se muestran 3 figuras correspondientes a los 3 últimos promedios móviles



Figura 13. Pronósticos de la demanda – Promedio móvil, Suavización exponencial simple y doble

fuentes: Elaboración propia

a través de gráficos de dispersión lineal donde aunque el MAPE más bajo lo tiene el escenario 5 no llega a alcanzar a el escenario 3 el cual es escogió como método de pronostico por su bajo MAPE.

8.8 Balanceo de la línea de producción

Con el fin de generar una propuesta de mejora al área de producción se realizó el balanceo de la línea de producción, el cual tiene como por objetivo determinar el tiempo de ciclo de la línea de ensamble e identificar con mayor facilidad el cuello de botella, en la siguiente tabla se muestran las operaciones que toma realizar el vestido con mayor demanda de la empresa y el tiempo que toma la realización de dichas actividades.

Tabla 6 Balanceo de la línea de producción – análisis de precedencia

NOMBRE DE LA TAREA	OPERACIÓN	TAREA	TIEMPO DE REALIZACIÓN (MINUTOS)	TAREA QUE DEBEN S TAREAS
RECUBRIDORA	CINTAS	A	6	
FILETEADORA	CERRADO	B		
PLANA	CIERRE (CREMALLERA)	C		
RECUBRIDORA	RUEDOS			
TIQUETEADORA	ETIQUE			

Como se pudo visualizar en la tabla anterior existen dos actividades que toman mucho más tiempo en realizar que las demás, también se puede identificar el tiempo total que toma la realización de un solo vestido siendo este 26 minutos.

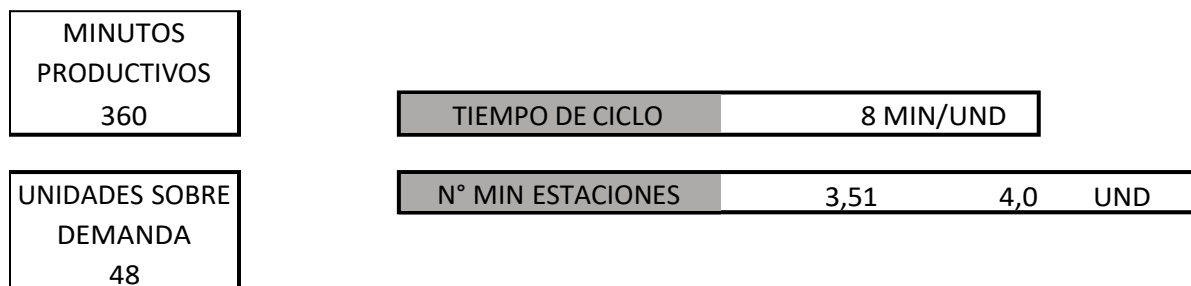


Figura 14. Balanceo de la línea de producción – Análisis de tiempo de ciclo inicial

fuentes: Elaboración propia

Al obtener el tiempo total que toma la realización de las tareas se procedió a calcular el tiempo de ciclo, para ello se toma el tiempo productivo en minutos de la industria siendo en este caso 6 horas lo cual equivale a 360 minutos productivos y también se sabe que las unidades sobre demanda de la compañía diarias son de 48, cabe aclarar que en las temporadas donde el consumo de moda es mayor estas unidades varían, una vez identificados estos datos se procede a calcular el tiempo del ciclo el cual es minutos productivos sobre demanda, este tiempo de ciclo es definido como el tiempo en el que un proceso se ejecuta. Es decir, el **tiempo** en que se transforma la materia prima y pasa a ser producto terminado para ese proceso, se procede a calcular el número mínimo de estaciones el cual se obtiene entre la división del tiempo total de realización del proceso y el tiempo de ciclo.

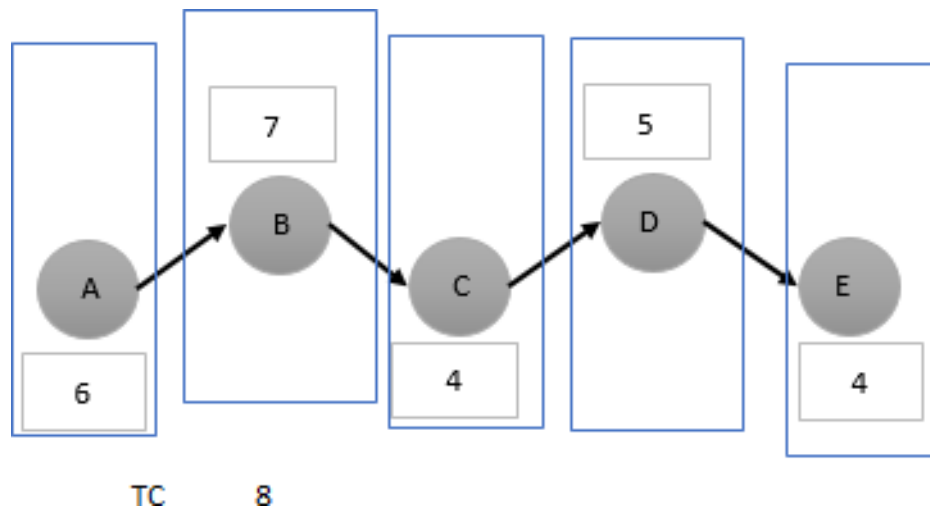


Figura 15. Balanceo de la línea de producción -Grafico de precedencias

fuentes: Elaboración propia

Este número mínimo de estaciones tiene la finalidad de determinar el número de estaciones que deberá tener la línea de ensamble. La gráfica anterior demuestra como el número mínimo de estaciones era 4 pero al ver que el tiempo de ciclo superaba los núcleos se planteó necesitar 5, este diagrama de precedencia permite determinar el número de estaciones que necesita la línea de

ensamble y así poder realizar la tabla final la cual ayudara a determinar el tiempo ocioso de la línea de ensamble y su nivel de eficiencia e ineficiencia.

Tabla 7 Balanceo de la línea de producción – cálculo de tiempo ocioso

Como se puede visualizar en la tabla anterior se tomaron las cinco estaciones y su tiempo de trabajo, se procede a restar el tiempo de ciclo con el tiempo de trabajo esto con el fin de determinar el tiempo ocioso que tiene dicha operación, una vez realizada para cada estación se suma y así se obtiene el tiempo ocioso total el cual para este caso es de 14 min/und. Como paso final se procedió a determinar el nivel de eficiencia de la línea tomando el tiempo real de trabajo dividido el tiempo de ciclo por el número de estaciones, determinando así que la empresa tiene un 70% de efectividad para esta actividad, así mismo solo se deberá restar el resultado obtenido con el 100% total de las actividades dando como resultado la ineficiencia del sistema que para la empresa es de 30% esto ocasionado por los problemas anterior mente comentados.

Este balanceo de la línea es una herramienta realmente importante para el control de la producción dado que una línea de fabricación equilibrada permite la optimización de variables y así determinar un plan de acción que para este caso se determinó de la siguiente manera:

- Para la operación cintas y ruedos que requiere de la utilización de la misma maquina en diferentes tiempos se determinó que el mayor problema de su realización es la maquinaria obsoleta que posee la compañía, siendo esta máquina la que frecuentemente retrasa todo el

proceso de operación, ya que el apagado constante que tiene, la des calibración de la aguja y el constante desajuste de piezas son muy comunes en la operación, además de esto también se pudo observar como la operadora debe de realizar constantes paradas de la operación para cambiar de actividad siendo esta el paso a la maquina plana, el plan de acción que se determino es el cambio de la maquina por una más automatizada la cual tiene un precio en el mercado de 1'200.000\$ y cuenta con motor ahorrador además de controlador de velocidad en el cual se puede calibrar el RPM de la máquina otorgando así mayor rapidez al operario y sobre todo la obtención de un nueva maquinaria tiene como principal beneficio el no tener constantes fallas que representen un atraso en la línea de producción.

- Operación cierre, en esta operación se requiere del uso de la maquina plana la cual no tiene fallas por ser una maquina mecatrónica la cual permite al trabajador regular la velocidad de utilización; sin embargo, la operadora que maneja esta máquina no solo realiza esta actividad sino que en simultaneo está realizando dos operaciones siendo estas manejo de recubridora y plana, estos constantes cambios de actividad no solo agota al operario si no retrasa toda la operación, para ello se planteó como plan de acción la capacitación de un tercer empleado el cual no se utilizara para que apoyara una de las dos operaciones, al capacitar a este empleado y aplicar la mejora se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8 Balanceo de la línea de producción- propuesta de valor para el análisis de precedencia

NOMBRE DE LA TAREA	OPERACIÓN	TAREA	TIEMPO DE REALIZACIÓN (MINUTOS)	TAREA QUE DEBEN SE TAREAS EN
RECUBRIDORA	CINTAS	A	4	
FILETEADORA	CERRADO	B	5	
PLANA	CIERRE (CREMALLERA)	C		
RECUBRIDORA	RUEDOS			
TIQUETEADORA	ETIQUETADO			

Como se pudo observar en la tabla anterior el tiempo de realización de la actividad cintas y ruedos hubo una reducción del tiempo gracias a la obtención de la maquinaria nueva ahorrando así no solo tiempo valioso si no gastos impropios de la industria, para la actividad cierre al tener un operario multifacético el cual está capacitado para recurrir a la maquinaria cuando se necesite se puede evidenciar como la eficiencia operacional incrementa ya que no existe sobre cargo de tareas en un solo operario.



Figura 16. Balanceo de la línea de producción – Análisis del tiempo de ciclo mejorado

fuentes: Elaboración propia

Al realizar los respectivos cálculos para determinar el número mínimo de estaciones, con la implementación del plan de acción se redujo de 5 estaciones a 3.

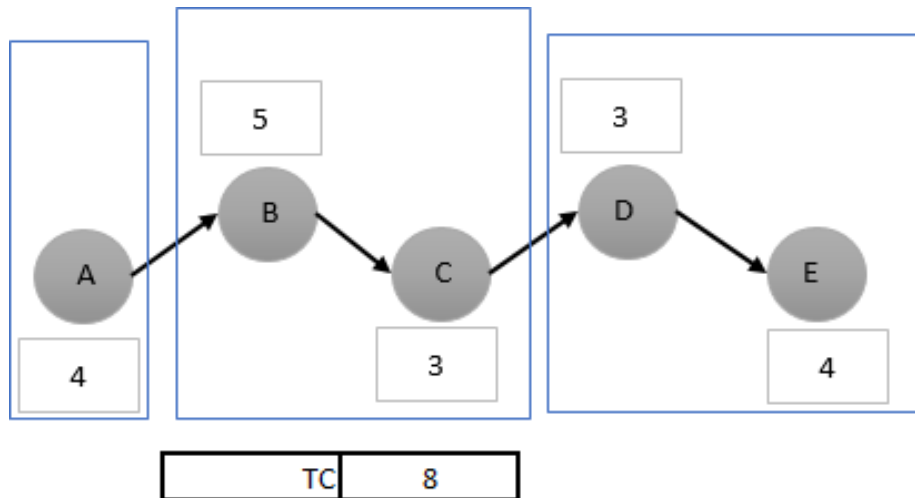


Figura 17. Balanceo de la línea de producción – Grafico de precedencias mejorado

fuelle: Elaboración propia

Así mismo al calcular el tiempo ocioso con esta implementación también se puede determinar cómo hay una reducción bastante importante del mismo pasando de un tiempo ocioso de 14 a 5

Tabla 9 Balanceo de la línea de producción – cálculo de tiempo ocioso en propuesta de valor

ESTACION	TC	T.TRABAJO	T.OCIOSO
1	8	4	4
2	8	8	0
3	8	7	1
T. OCIOSO TOTAL			5

EFICIENCIA 0,77 77%
%INEFICIENCIA 23%

Para finalizar se determinó el nivel de eficiencia de la línea de ensamble se procedió a realizar el respectivo calculo y los resultados concluyeron que la eficiencia subió 7 puntos pasando de un nivel de 70% a 77% lo cual es bastante productivo, cabe aclarar que estas cifras podrían mejorar una vez el operario capacitado complete su curva de aprendizaje con la maquina a rotar.

8.9 Control operacional estadístico (CEP) de los procesos de manufactura de caso de estudio

Una de las herramientas de análisis y solución de problemas es la gráfica de control. Es un diagrama que muestra los valores producto de la medición de una característica de calidad, en este caso se requiere analizar las medidas que tienen los cierres cuando llegan a la empresa teniendo un límite de medida Máximo de 16cm y mínimo de 14cm, para la realización de esta grafica se analizó un lote de cierres que contenía 25 piezas, sus medidas fueron tomadas 5 veces, luego se procedió a calcular el promedio de dichas medidas junto con el límite superior, el límite inferior y el límite central, esto con el fin de delimitar los intervalos en los que debe estar el cierre para ser aprobado.

Tabla 10 Tabla de Control Operacional Estadístico (COE)

Sub grupos	Muestras					DATOS DE MEDIAS				DATOS DE RANGO			
	1	2	3	4	5	PROM	LC	LCS	LCI	R	LCR	LCS	LCI
1	14,990	15,000	14,990	15,000	15,000	14,996	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000
2	15,000	14,990	15,000	15,000	15,000	14,998	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000
3	14,990	14,980	15,000	15,000	14,990	14,992	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
4	15,000	15,000	14,990	14,990	15,000	14,996	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000
5	14,990	14,990	14,990	15,000	14,990	14,992	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000
6	15,000	15,000	15,000	14,990	14,990	14,996	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000
7	15,000	14,990	14,990	15,000	14,990	14,994	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000
8	14,990	15,000	15,000	14,990	15,000	14,996	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000
9	15,000	15,000	15,000	14,980	14,980	14,992	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
10	14,990	15,000	14,990	15,000	15,000	14,996	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000
11	15,000	14,980	14,980	14,980	15,000	14,988	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
12	14,980	15,000	14,980	15,000	15,000	14,992	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
13	15,000	15,000	15,000	14,980	14,990	14,994	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
14	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	14,994	15,002	14,985	0,000	0,015	0,031	0,000
15	15,000	14,990	15,000	14,990	14,980	14,992	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
16	15,000	15,000	14,980	14,980	15,000	14,992	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
17	15,000	14,980	15,000	15,000	15,000	14,996	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
18	15,000	14,980	15,000	14,980	14,980	14,988	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
19	14,980	15,000	14,980	15,000	15,000	14,992	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
20	14,990	14,980	14,990	15,000	14,990	14,990	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
21	15,000	15,000	14,980	14,980	14,980	14,988	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
22	15,000	15,000	14,980	15,000	15,000	14,996	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
23	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	14,994	15,002	14,985	0,000	0,015	0,031	0,000
24	15,000	15,000	15,000	14,980	14,980	14,992	14,994	15,002	14,985	0,020	0,015	0,031	0,000
25	15,000	14,990	15,000	14,990	15,000	14,996	14,994	15,002	14,985	0,010	0,015	0,031	0,000

En la siguiente figura se puede notar como las cremalleras cumplen con los límites establecidos por la empresa, siempre estando dentro de su rango, por ende se puede afirmar que no fue constatada ninguna muestra fuera de la banda de especificación, y ninguna posibilidad de que futuras producciones den fuera de los límites de especificaciones, se puede visualizar como la distribución normal se queda totalmente dentro de los límites y bien centralizada. (ver figura 19)

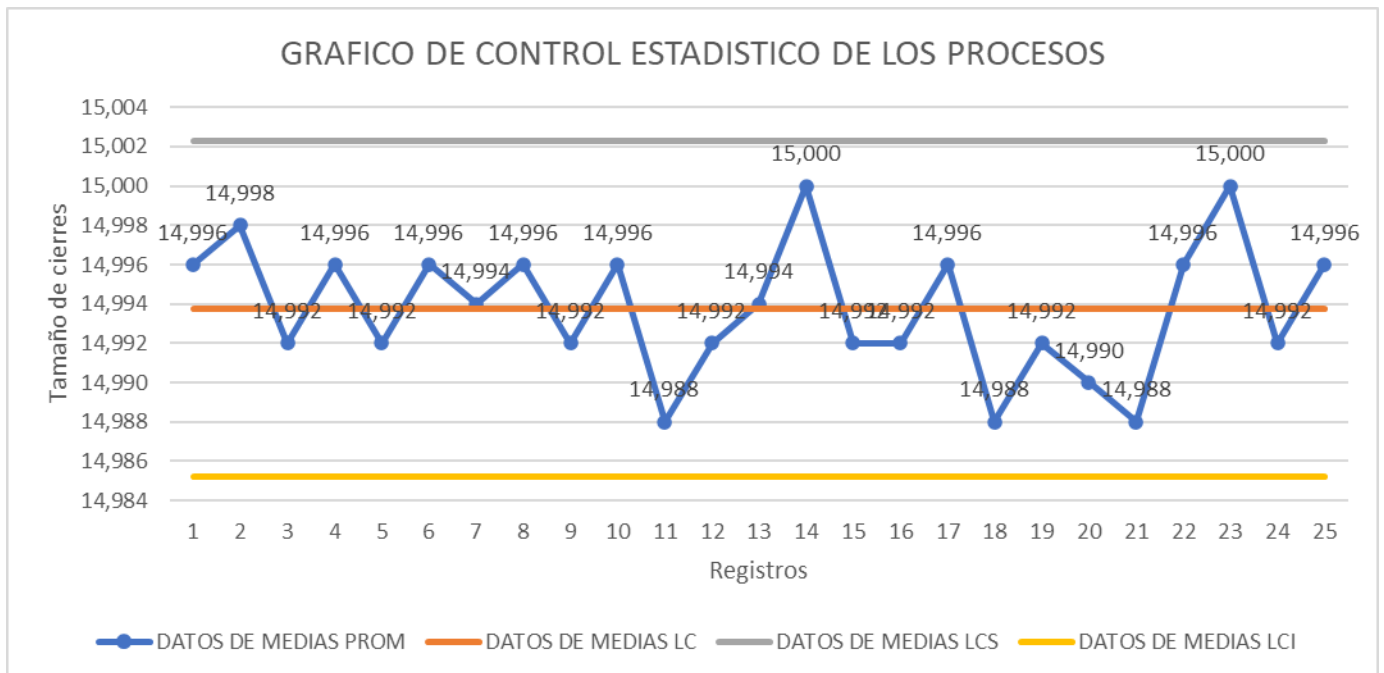


Figura 18. Gráfico de control estadístico de los procesos (CEP)

fuelle: Elaboración propia

8.10 Caracterización de los componentes de producto a través de la lista estructurada de materiales (BOM)

La lista estructurada de materiales (BOM) es una herramienta que define todos los elementos indispensables para llevar a cabo un proceso producción. Por lo general, la lista estructurada

de **materiales** interviene en las etapas de diseño, producción y ensamblaje de un producto a continuación se puede apreciar la materia necesaria para la producción del vestido cuello cierre cintas laterales.

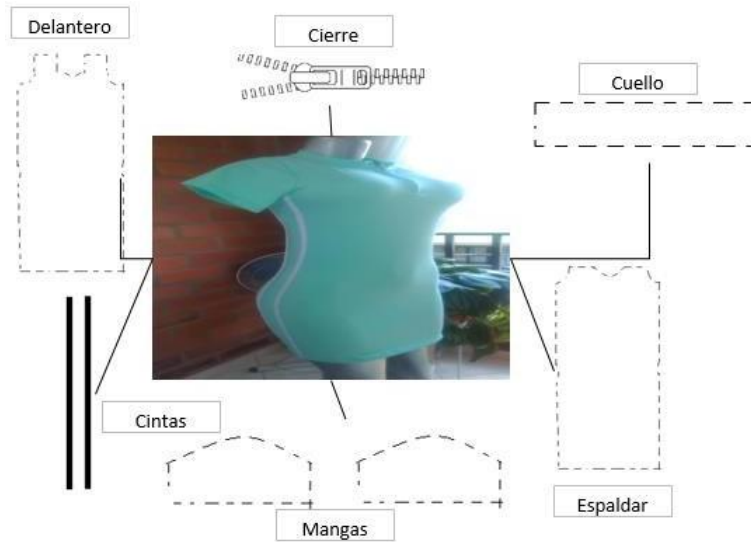


Figura 19. Gráfico de componentes

fuelle: Elaboración propia

Para la elaboración del vestido es necesario contar con cierres de 15cm de tamaño, un par de mangas, dos cintas de sesgo, un espaldar, y un delantero, también se puede apreciar cómo está conformado desde el componente padre y sus sucesivos, siendo la base principal del vestido la espalda y el delantero, continuando con el sesgo y el cuello y finalizando con las mangas y el cierre.

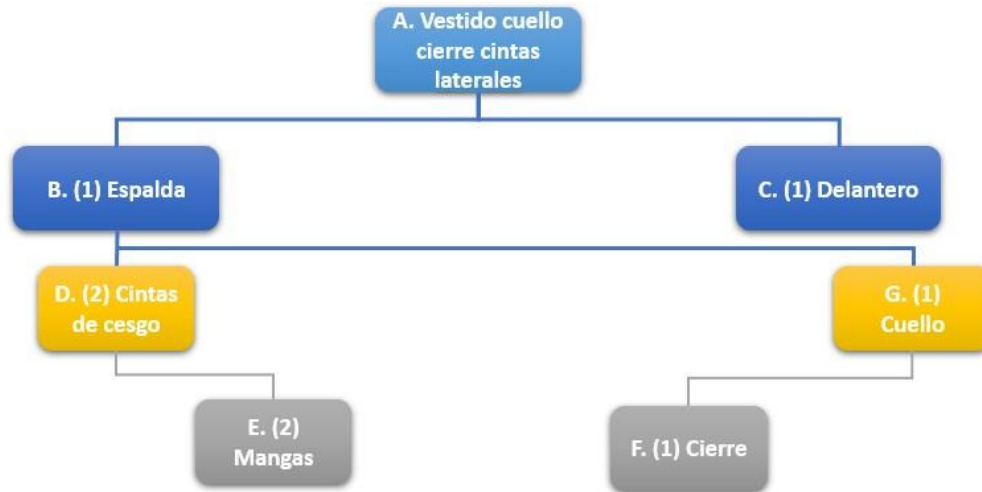


Figura 20. Lista estructurada de materiales (BOOM)

fuelle: Elaboración propia

8.11 Desarrollo de registro de inventarios y comportamiento de los materiales de forma semanal

Para el desarrollo de los inventarios y el comportamiento de los materiales de forma semanal se realizó el stock de seguridad, de inventario y de familias de productos pendientes por llegar, los resultados obtenidos a través de encuestas determinaron que al ser TEDAJ CREACIONES una empresa que trabaja bajo demanda no requiere grandes cantidades de inventario, ya que las ordenes expedidas por los clientes cambian constantemente, no solo en diseño, sino en color, estampado y forma de los cierres, esto imposibilita a la empresa de comprar y tener stock, ya que de ser así contribuiría a ser una pérdida más que una ganancia.

Tabla 11 Registro de inventarios de la empresa

Stock de seguridad	Elemento Padre	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead Time (Semanas)	Recepciones	
				Semana	Cantidad
0		0	1		
0	vestido cuello cierre	1	1	1	1
0	vestido cuello cierre	1	1	1	1
0	Delantero y trasero	2	1	1	2
0	Delantero	1	1	1	1
0	Delantero y trasero	2	1	1	2
100	Delantero y cuello	8	1	1	8

8.12 Mantenimiento Productivo Total (MPT) para el stock de maquinaria y equipo industrial

Para el desarrollo correcto de este punto se realizó el OEE conocido como “*Overall Equipment Effectiveness*” o “Eficacia Global de Equipos Productivos” este es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua. En la siguiente tabla se analizó la eficacia de la maquinaria industrial de la empresa, específicamente la maquina recubridora nueva

Tabla 12 Eficacia Global de Equipos Productivos

Lina/ Maquina Celda		ABC
Semana		1
# Turno		1
Hrs	Turno	6
Min	Comida	30
Min	Otros paros	10
Min	Total Turno	320
Min	Tiempo muerto	110
Pz/ min, ppm	Vel ideal	1
Pz	Piezas totales	120
pz	Piezas Rechazadas	2
%	Disponibilidad	65,6%
%	Desempeño	57,1%
%	Calidad	98%
%	OEE	36,9%

El grafico anterior presenta los diversos cálculos para obtener la eficacia total de los equipos para ello se solicitó a la empresa datos como horas de turno, el tiempo de almuerzo y algunos paros

que tiene la empresa y el tiempo muerto que el jefe de producción calculo en la industria, una vez con estos datos se investigó cual es la velocidad ideal de la maquinaria siendo esta una prenda por minuto, para obtener la disponibilidad de tiempo se tomó como referencia la cantidad de 120 piezas totales, de las cuales por lo general se rechazan 2, esta disponibilidad de tiempo se calculó teniendo en cuenta la resta del tiempo total de turno y el tiempo muerto dando así un resultado de 210 este resultado se dividió tomando el tiempo de turno y el resultado anterior dando así una disponibilidad de maquina de 65,6%, luego se procedió a el desempeño el cual se obtuvo al tomar las piezas totales y 210 el cual es el tiempo real de operación el resultado obtenido fue de 57,1%, para calcular el porcentaje de calidad se tomó la formula $(1 - (\text{Piezas totales} / \text{piezas rechazadas}))$ siendo 1 el 100% de la calidad dividido entre las piezas totales creadas y las descartadas gracias a esto se obtuvo que el porcentaje de calidad equivalía al 98%, una vez se tienen todos los datos necesarios para calcular el OEE el cual se calcula con la multiplicación del porcentaje de calidad, el porcentaje de desempeño y el porcentaje de disponibilidad se obtuvo que la eficiencia total de los equipos para la empresa TEDAJ CREACIONES es del 36,9% siendo esta una cifra aceptada por la empresa, lo que nos lleva a concluir que la maquinaria es eficiente.

8.14 Calculo financiero de las mejoras ejecutadas a través de las herramientas *Kaizen* y *Just in Time*

Las mejoras que se pueden observar al aplicar las herramientas kaizen y just in time son la reducción de desperdicios en la empresa siendo estos tanto operativos como financieros, un ejemplo de ello es la maquina recubridora la cual generaba gastos extras al requerir mantenimiento quincenal el cual le costaba a la empresa alrededor de 200.000\$ fuera de las piezas que necesitara,

al emplear balanceo de la línea de ensamble y determinar que el cuello de botella que provocaba esta herramienta se decidió comprar una nueva la cual cuenta con motor ahorrador el cual se espera tenga un ahorro de hasta el 20% en energía eléctrica y menos mantenimiento del que se solía llevar. Otra mejora que cabe resaltar son los tiempos operativos en la línea de ensamble el cual con anterioridad le generaba a la empresa desperdicios y cancelaciones de contratos por el tiempo de retraso en su realización estos contratos cancelados oscilaban entre los 2'000.000\$ - 4'000.000\$, pero al implementar la mejora la cual consistía en capacitar a un operario para apoyar la línea de producción se espera que estos contratos no sean cancelados, ni hayan contratiempos en la entrega de las prendas, si todas estas mejoras se siguen ejerciendo de forma puntual se estima que las ganancias para la empresa TEDAJ CREACIONES pueda incrementar hasta en 49.483.200 para el año 2021

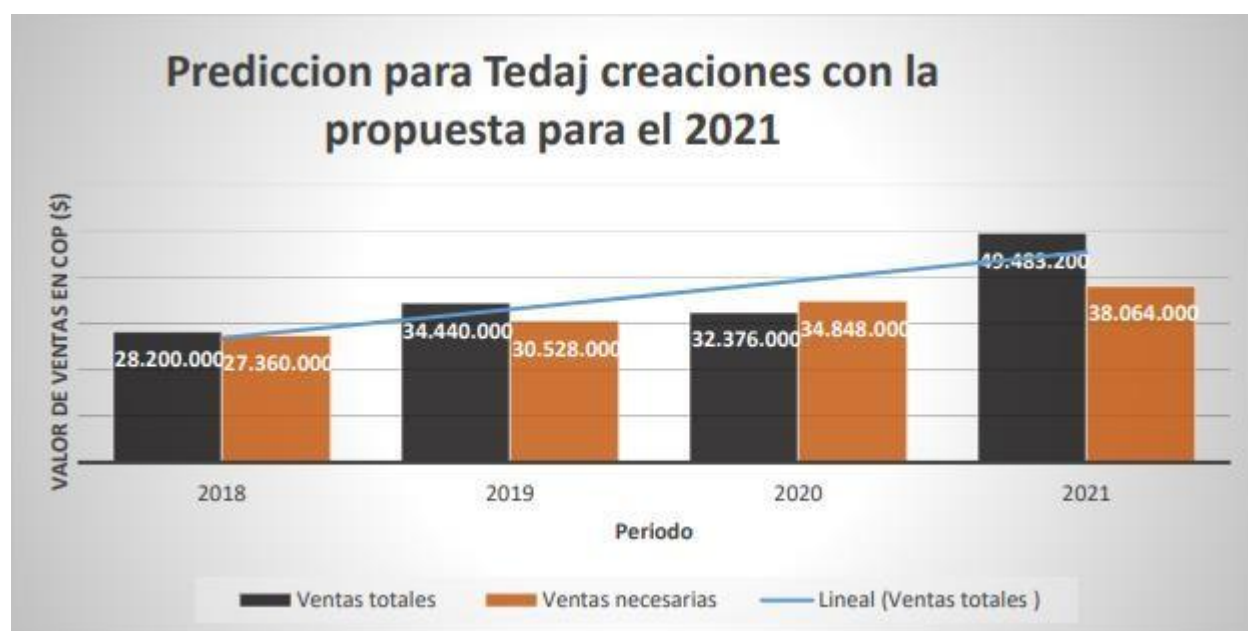


figura 21 Predicción ventas para TEDAJ CREACIONES

9. CONCLUSIONES

Se puede identificar que el uso de la filosofía *lean manufacturing* fue un gran avance y apoyo a todos los procesos de la empresa TEDAJ CREACIONES ya que aunque los efectos de la pandemia persistan, los cambios presentados a nivel estructural y de organización son un gran avance para los distintos y futuros proyectos que dicha empresa enfrentara, si la empresa acoge esta metodología puede asegurar un crecimiento en la productividad que en ventas traduce a 49.483.200 millones.

También se puede concluir que con la mejora en la línea de producción la empresa paso de tener un tiempo ocioso de 14 min/und a tener uno de tan solo 5 min/und aumentando hasta en un 77% la eficiencia de la línea de ensamble.

Como punto final cabe concluir que aquello que mueve y hace perdurar a la empresa TEDAJ CREACIONES es su componente humano el cual demuestra una ahínco y perseverancia dignificados debido a la fácil toma de medidas pese a las adversas circunstancias, siempre estando dispuestos a mejorar continuamente con la empresa esto se puede denotar en la colaboración prestada y la confianza otorgada al adquirir la maquina Recubridora nueva la cual a partir de una propuesta se estimó que generaría un ahorro de hasta 500.000\$ quincenales que se traduce a 12.000.000\$ mensuales y además de esto la nueva maquinaria tendría una eficiencia de hasta el 36,9% esto reflejado en el cálculo del OEE

Para finalizar cabe resaltar la importancia de *Lean manufacturing* para la empresa TEDAJ CREACIONES y para la presente tesis de grado, es demostrar como la ingeniería industrial sirve en el campo laboral, las herramientas utilizadas en la tesis pretenden demostrar una de las formas de aplicar el conocimiento obtenido en la vida cotidiana y así mejorar la productividad, la eficiencia en una empresa real del sector.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Lean Manufacturing. (2017). *Kaizen institute*. Retrieved from Kaizen institute :
<https://mx.kaizen.com/blog/post/2017/10/10/nike-reduce-los-plazos-de-entrega-a-traves-de-lean-manufacturing.html>
- (ANDI), L. A. (2019). Pronunciamiento: ANDI ve inconveniente propuesta de arancel a las confecciones. *ANDI*, 1.
- Abogadotic. (2020, 07 23). *Abogado tic*. Retrieved from Abogado tic:
<https://abogadotic.com/2020/07/23/el-impulso-de-la-industria-4-0-a-raiz-de-la-pandemia/>
- antioquia, c. d. (2019, 06 04). *camara de comercio de medellin para antioquia*. Retrieved from camara de comercio de medellin para antioquia:
<https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Noticias/Documentos%20Noticias%202019/Presentaci%C3%B3n%20Jaime%20Echeverri.pdf?ver=2019-06-04-150220-220>
- antioquia, C. d. (2019, 06 04). *camara de medellin*. Retrieved from camara de medellin:
<https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Noticias/Documentos%20Noticias%202019/Presentaci%C3%B3n%20Jaime%20Echeverri.pdf?ver=2019-06-04-150220-220>
- Arturo Calle. (2021). *Arturo Calle*. Retrieved 05 29, 2021, from Arturo Calle :
<https://www.arturocalle.com/contenido/historia>
- Bancolombia . (2018, 07 12). *Bancolombia* . Retrieved from Bancolombia :
<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios/actualizate/legal-y-tributario/todo-sobre-las-pymes-en-colombia>
- BODGAN, S. T. (1987). *Introducción a los métodos*. BARCELONA: PAIDÓS. Retrieved from http://chamilo.cut.edu.mx:8080/chamilo/courses/MODELOSDEINVESTIGACIONII2019III/document/libro_metodo_de_investigacion.pdf
- Bodgan, T. y. (1984). *introduccion a los metodos culitativos de investigacion*. Nueva york: Ediciones paidos. Retrieved from <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2011/12/Introduccion-a-metodos-cualitativos-de-investigaci%C3%B3n-Taylor-y-Bogdan.-344-pags-pdf.pdf>
- Camara de comercio de Bogota . (2018, 03). *Camara de comercio de Bogota* . Retrieved from Camara de comercio de Bogota : <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Servicios-Financieros/Noticias/2018/Marzo-2018/La-industria-textil-colombiana-apuesta-por-Lean-Manufacturing>
- colombia, C. d. (2000, 07 10). *Funcion publica*. Retrieved from Funcion publica:
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=12672
- colombia, C. d. (2012, 10 17). *Funcion publica*. Retrieved from Funcion publica:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Colombia, E. C. (2004, 08 02). *minciencias*. Retrieved from minciencias :
<https://minciencias.gov.co/node/297>
- colombia, M. d. (2021). *Cifras Estadísticas Marketing Digital Colombia 2021*. Retrieved from Cifras Estadísticas Marketing Digital Colombia 2021:
<https://marketingdigital.blog/marketing-digital/cifras-estadisticas-marketing-digital-colombia-2021/>
- comercio, l. c. (2011, 10 12). *SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO*. Retrieved from SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO:
https://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/042017/Ley_1480_Estatuto_Consumidor_2.pdf

- comercio, l. c. (2011, 10 12). *SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO*. Retrieved from SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO:
https://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/042017/Ley_1480_Estatuto_Consumidor_2.pdf
- comercio, l. c. (2011, 10 12). *SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO*. Retrieved from SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO:
https://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/042017/Ley_1480_Estatuto_Consumidor_2.pdf
- comercio, L. c. (2011, 10 12). *SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO*. Retrieved from SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO:
https://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/042017/Ley_1480_Estatuto_Consumidor_2.pdf
- comercio, L. c. (2011, 10 12). *SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO*. Retrieved from SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO:
https://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/042017/Ley_1480_Estatuto_Consumidor_2.pdf
- confección, B. &. (2020, 06 30). *Grupo bancolombia* . Retrieved from Grupo bancolombia:
<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios/actualizate/emprendimiento/innovacion-industria-textil-2020>
- Contreras Martínez, G. V. (2013). *ALICIA*. Retrieved from ALICIA:
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3704>
- DANE. (2021, 03 26). *DANE PIB POR DEPARTAMENTO*. Retrieved from DANE PIB POR DEPARTAMENTO: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>
- EFE. (2019). La estrategia del éxito de Amazon en sus primeros 25 años. *PORTAFOLIO*, 1.
- GEINFOR. (1987). *GEINFOR*. Retrieved 2021, from GEINFOR:
<https://geinfor.com/business/que-es-el-sistema-just-in-time/>
- González, I. H. (2009). *UNA HERRAMIENTA DE MEJORA, EL OEE (EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO)* . Retrieved from UNA HERRAMIENTA DE MEJORA, EL OEE (EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO) :
https://scholar.google.es/scholar?cluster=18233480276547395491&hl=es&as_sdt=0,5&scioq=Indicador+de+efectividad+total+de+los+equipos+oee
- Ibarra-Balderas, V. M., & Ballesteros-Medina, L. L. (2017). *Redalyc*. (C. Tecnológica, Ed.) Retrieved 05 30, 2021, from Redalyc:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94453640004>
- Instituto cervantes . (2021). *Instituto cervantes. es*. Retrieved from Instituto cervantes. es:
<https://cvc.cervantes.es/>
- Isotoools. (2020, 01 08). *ISOTOOLS*. Retrieved from ISOTOOLS:
<https://www.isotoools.org/2020/01/08/metodo-just-in-time-la-filosofia-de-la-reduccion-en-las-organizaciones/>
- Jason Starlin, J. A. (2010, 08). *Universidad Don Bosco Repositorio Digital*. Retrieved from Universidad Don Bosco Repositorio Digital:
http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/handle/11715/15/simple-search?location=11715%2F15&query=JASON+STARLIN+BENITEZ&rpp=10&sort_by=score&order=desc&filter_field_1=dateIssued&filter_type_1>equals&filter_value_1=%5B2010+TO+2019%5D

- Jiménez, Y. J. (2019, 11). *Universidad cooperativa de Colombia* . Retrieved from Universidad cooperativa de Colombia :
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16999/3/2019_Comercio_electronic_o_ventajas.pdf
- Kaizen Institute. (n.d.). *Kaizen* . Retrieved from Kaizen : <https://co.kaizen.com/que-es-kaizen.html>
- Lean Manufacturing. (n.d.). *Lean Manufacturing*. Retrieved 05 31, 2021, from Lean Manufacturing: <https://leanmanufacturing10.com/>
- López, Z. (2017). La publicidad personalizada incrementa tus ventas hasta 40%. *EXPANSION*, 1. Retrieved from <https://expansion.mx/mercadotecnia/2017/11/10/la-publicidad-personalizada-incrementa-tus-ventas-hasta-40>
- Marie Issamar, M. E. (2019, 07 04). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto1. Caldas , Antioquia , Colombia. Retrieved from Scielo:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492019000100115
- Merino, C. R. (2015, 08 12). *Marketing digital (Barcelona school of management)* . Retrieved from Marketing digital (Barcelona school of management) :
<https://marketingdigital.bsm.upf.edu/e-commerce-comercio-electronico/>
- Movistar, J. A. (2020, 07 04). *Think Big / Empresas*. Retrieved from Think Big / Empresas:
<https://empresas.blogthinkbig.com/la-pandemia-y-la-transformacion-digital-de-las-empresas/>
- Nash, J. F. (1949). *Estados unidos (virginia occidental) Patent No. libre*.
- Network, T. L. (2020). *Leansherpa*. Retrieved from Leansherpa: <https://leansherpa.es/zara-y-su-modelo-de-negocio/#more-1007>
- Portafolio. (2017). El 85% de las firmas de confección del país son Pymes. *Portafolio (Negocios)*, 1. Retrieved from <https://www.portafolio.co/negocios/el-85-por-ciento-de-las-firmas-de-confeccion-del-pais-son-pymes-505878>
- RADDAR, I. &. (2021, 02 17). *INEXMODA SALA DE PRENSA*. Retrieved from INEXMODA SALA DE PRENSA: <http://www.saladeprensainexmoda.com/informe-diciembre/>
- RADDAR, I. S. (2021, 02 17). *SALA DE PRENSA INEXMODA* . Retrieved from SALA DE PRENSA INEXMODA : <http://www.saladeprensainexmoda.com/informe-diciembre/>
- RADDAR, I. S. (2021, 04 06). *SALA DE PRENSA INEXMODA*. Retrieved from SALA DE PRENSA INEXMODA: <http://www.saladeprensainexmoda.com/informe-del-sector-febrero-2021/>
- RADDAR, I. S. (2021, 03 05). *sala de prensa inexmoda* . Retrieved from sala de prensa inexmoda : <http://www.saladeprensainexmoda.com/informe-del-sector-enero-2021/#:~:text=El%20gasto%20de%20los%20hogares,se%20encuentra%20superior%20al%202019.>
- Riquelme, S. F. (2017). *Dialnet*. Retrieved from Dialnet:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6329448>
- Semana. (2021, 04 14). *Semana*. Retrieved from Semana :
<https://www.semana.com/economia/inversionistas/articulo/la-industria-textil-sigue-en-el-calvario/202115/>

ANEXOS

Anexo 1 Manual de procedimiento para maquina fileteadora

1. Propósito

Dar las instrucciones básicas para el uso adecuado de la maquina fileteadora de forma tal, que esté funcional todo el tiempo.

2. Responsable

- Es responsabilidad de Dirección Técnica y de los diferentes Coordinadores hacer cumplir lo descrito en este instructivo.
- Es responsabilidad del usuario cumplir lo descrito en este instructivo, realizar la limpieza correspondiente, reportar cualquier daño o desviación que se presente y diligenciar la documentación que aplique para este equipo.

3. Operación y Manejo del Equipo

Imágenes de referencia

