



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y RECURSOS
A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y TEORÍA DE
RESTRICCIONES PARA INCREMENTAR EL MARGEN DE UTILIDAD DE LAS LÍNEAS DE
COSTURA EN UNA EMPRESA TEXTIL Y DE VESTUARIO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Mario Josué Alvarado Chavarria

Asesorado por el Mtro. Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, octubre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y RECURSOS
A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y TEORÍA DE
RESTRICCIONES PARA INCREMENTAR EL MARGEN DE UTILIDAD DE LAS LÍNEAS DE
COSTURA EN UNA EMPRESA TEXTIL Y DE VESTUARIO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNDA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARIO JOSUÉ ALVARADO CHAVARRIA
ASESORADO POR EL MTRO. ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Llorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Huberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Aku Castillo
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y RECURSOS
A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y TEORÍA DE
RESTRICCIONES PARA INCREMENTAR EL MARGEN DE UTILIDAD DE LAS LÍNEAS DE
COSTURA EN UNA EMPRESA TEXTIL Y DE VESTUARIO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 13 de octubre de 2023.



Mario Josué Alvarado Chavarria



EEPFI-PP-1622-2023

Guatemala, 14 de octubre de 2023

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Mtro. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y RECURSOS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA INCREMENTAR EL MARGEN DE UTILIDAD DE LAS LÍNEAS DE COSTURA EN UNA EMPRESA TEXTIL Y DE VESTUARIO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Evaluación financiera de problemas**, presentado por el estudiante **Mario Josué Alvarado Chavarria** carné número **200818891**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Pevio a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

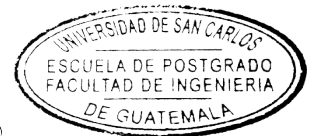
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Renaldo Girón Alvarado
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5977

Mtro. Renaldo Girón Alvarado
Asesor(a)

Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual





EEP-EIMI-1483-2023

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y RECURSOS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA INCREMENTAR EL MARGEN DE UTILIDAD DE LAS LÍNEAS DE COSTURA EN UNA EMPRESA TEXTIL Y DE VESTUARIO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Mario Josué Alvarado Chavarria**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Mtro. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.113.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y RECURSOS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA INCREMENTAR EL MARGEN DE UTILIDAD DE LAS LÍNEAS DE COSTURA EN UNA EMPRESA TEXTIL Y DE VESTUARIO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Mario Josue Alvarado Chavarria** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 03/11/2023 14:25:33
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, octubre de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 113 CUI: 1952710920101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme el regalo de la vida y la sabiduría para alcanzar este peldaño en mi vida profesional.
Mi esposa	María Daniela Muralles de Alvarado. Por ser mi apoyo, inspiración y mi compañera de vida.
Mi hijo	Josué Emmanuel Alvarado Muralles. Por ser la motivación que me da las fuerzas para seguir adelante cada día.
Mis padres	Carlos Humberto Alvarado Carias (q.e.p.d) y Rosa María Chavarria por su apoyo, formación y amor incondicional.
Mis hermanos	Carlos Roberto, Carlos Augusto y Mario David Alvarado. Por ser un ejemplo e inspiración en mi vida personal y profesional.
Mi abuela	Carmen Carias. Por su confianza y amor inquebrantable.
Mi familia en general	Por ser el centro de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma mater que me permitió formarme de conocimientos y ser un profesional.
Facultad de ingeniería	Por formarme como ingeniero y darme las herramientas para crear soluciones.
Mis sobrinos	Por su cariño y compañía en todo el proceso.
Mi asesor y catedráticos	Por dedicar su tiempo, compartir conocimientos y experiencias para poder culminar con éxito mi proceso.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	12
3.3.1. Pregunta central	12
3.3.2. Preguntas Auxiliares	12
3.4. Delimitación	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	17
5.1. General	17
5.2. Específicos	17
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN	19

7.	MARCO TEÓRICO	27
7.1.	Productividad en la industria de confección	32
7.1.1.	Medición de salida y entrada.....	35
7.1.2.	Interpretación de los datos de productividad.....	37
7.1.3.	Niveles de medición de la productividad	38
7.2.	Pérdida de la productividad.....	51
7.3.	Eficiencia.....	54
7.4.	Estudio de trabajo	55
7.5.	Teoría de las restricciones TOC.....	60
7.5.1.	TOC: 5 pasos para la implementación	61
7.5.1.1.	Identificar el cuello de botella	61
7.5.1.2.	Explotar el cuello de botella.....	62
7.5.1.3.	Hacer que todos los procesos estén sujetos a la restricción.....	63
7.5.1.4.	Aumentar la capacidad del cuello de botella.....	63
7.5.1.5.	Identificar nuevos obstáculos	64
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	67
9.	METODOLOGÍA	71
9.1.	Características del estudio	71
9.1.1.	Enfoque.....	71
9.1.2.	Alcance.....	72
9.1.3.	Diseño	72
9.2.	Unidad de análisis.....	72
9.3.	Variables	73
9.4.	Fases del estudio	74
9.4.1.	Identificar la restricción actual del proceso.....	75

9.4.2.	Explotar la restricción identificada	75
9.4.3.	Seguimiento del cuello de botella y limitantes en el proceso	75
9.4.4.	Elevar la restricción	75
9.4.5.	Repetir el proceso para identificar nuevas restricciones.....	75
9.4.6.	Seleccionar áreas de conflicto	76
9.4.7.	Definir los objetivos a alcanzar	76
9.4.8.	Registro de datos recopilados	76
9.4.9.	Examinar los registros obtenidos.....	77
9.4.10.	Desarrollar la investigación de campo	77
9.4.11.	Instalación de la metodología y nuevos métodos ...	77
9.4.12.	Mantener el método y la aplicación de estrategias	77
9.4.13.	Auditar el proceso continuamente para garantizar el éxito	78
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	79
11.	CRONOGRAMA.....	81
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	83
12.1.	Presupuesto	83
	REFERENCIAS	85
	APÉNDICES	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Principales productos de exportación en Guatemala.....	8
Figura 2.	Lead time actual de entrega para clientes	11
Figura 3.	Esquema de solución	25
Figura 4.	Equilibrio de diferentes tiempos de ciclo takt time.	30
Figura 5.	Productividad en fábricas bien y mal gestionadas	50
Figura 6.	Pasos del enfoque de la teoría de restricciones TOC.....	65
Figura 7.	Descripción del enfoque de TOC aplicado	66
Figura 8.	Cronograma de investigación	81

TABLAS

Tabla 1.	Ejemplo de la distribución de tiempos por operación.....	14
Tabla 2.	Fases del proyecto de investigación.....	23
Tabla 3.	Unidad de análisis	73
Tabla 4.	Presupuesto ..	83

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Lb	Libras
Min	Minutos
%	Porcentaje
Seg	Segundos
Un	Unidades
Yds	Yardas

GLOSARIO

Azorado	Proceso de etiquetado de los diferentes paneles que componen una prenda con base en un correlativo que identificara los diferentes bultos o paquetes previos a costura.
Contribución	Aporte económico (margen de utilidad) que genera cada una de las líneas de costura considerando la mano de obra directa requerida en el proceso de ensamblaje de la prenda, costos directos de fabricación y precio de venta por prenda.
Costura	Es el oficio de sujetar o unir paneles que conforman una prenda de vestir utilizando puntadas hechas con una aguja de coser e hilo.
Demanda	Cantidad de producto que quiere adquirir el mercado para poder cubrir una necesidad dada.
<i>Embellishment</i>	Decoración. Son todos los elementos decorativos que una prenda de vestir, a la adición de elementos decorativos utilizando artes visuales. Elementos visuales como serigrafía, bordado y sublimación.

Generación	Proceso de asignación de tela requerida e impresión de patrón para poder cortar una cantidad específica de prendas y asignando un número de orden de producción.
<i>Lead time</i>	Es la cantidad de tiempo que lleva completar un proceso específico. En los negocios, el tiempo de entrega a menudo se usa para describir la cantidad de tiempo que lleva procesar un pedido, fabricar un producto, entregar un bien o una combinación de estos procesos.
<i>Match</i>	Igualación. Es el proceso de igualar las diferentes tonalidades de un batch de tela para producción con la especificación del cliente.
<i>Mock-Up</i>	Maqueta o modelo cuyo fin es ilustrar un modelo 2D plano del producto. Este modelo es una representación visual de cómo se ve el producto en tiempo real.
Productividad	Es el indicador que se utilizar para determinar cuántos productos o servicios se están produciendo respecto a los recursos utilizados en su elaboración (puede ser la mano de obra directa, tiempo requerido y capital, entre otros) dentro de un plazo determinado.

SAM	Tiempo estándar de costura para poder ensamblar una prenda completa desde la primera hacia la última operación considerando cada uno de los movimientos y tipos de operación requerido para un estilo determinado.
Subprocesos	Procesos previos al área de costura y ensamblaje de la prenda, que sirven como preparación de insumos en cuanto a tela y materiales se refiera para poder costurar una prenda con base en especificaciones del cliente.
Swatch	Muestra que se toma de una tela existente se llama muestra. Las muestras de tela son una parte esencial de la industria textil y del proceso de diseño, ya que ayudan a los diseñadores a mostrar el tipo de tela que se utilizará.
Trims	Materiales. Cualquier material o componente utilizado en la prenda que no sea el tejido principal. Además de la tela principal, las prendas están hechas de una variedad de otros materiales. Los ejemplos de adornos incluyen hilo de coser, botones, cremalleras, velcro, etiquetas, hombreras, forros y entretelas.

RESUMEN

Para cualquier empresa es fundamental generar de manera sostenida el flujo de efectivo constante y poder optimizar cada uno de sus procesos con el fin de poder eliminar todas aquellas fugas de efectivo que son consecuencia de la falta de procedimientos correctos y la carencia de estrategias claras para poder cumplir con los objetivos siendo totalmente productivos. Por esta razón se presenta en este trabajo de investigación la propuesta de la aplicación de herramientas de productividad en una industria textilera que abarca toda la cadena productiva, desde la obtención de hilos para tejer la tela hasta la confección de prendas en diferentes estilos que se exportan a diferentes partes del mundo. Esto con el objetivo de eliminar reprocesos y errores en la cadena productiva, para incrementar la eficiencia de las líneas de costura, los procesos previos y generar un mayor flujo de efectivo para la empresa.

La aplicación de herramientas como la metodología de la teoría de las restricciones y el estudio del trabajo en cada proceso, permitió identificar los cuellos de botella que limitaban el flujo de trabajo en cada uno de los procesos. Elevar cada una de las restricciones tuvo como resultado encontrar líneas de mejora y reingeniería para crear procedimientos de control que antes no se tenían. Esta herramienta también permitió enfocar los esfuerzos de la empresa en aquellos procesos críticos que se podían convertir en un limitante productivo, para garantizar una reacción y solución inmediata en la operación crítica sin que afecte el flujo de trabajo y proceso. Esto disminuyó en gran manera los reprocesos y horas extras requeridas.

Los procedimientos establecidos por medio del estudio del trabajo permitieron incrementar la eficiencia y utilidad creando registros, procedimientos, métodos, controles y seguimientos que determinaron la capacidad real óptica de cada puesto de trabajo para garantizar obtener el mayor nivel de productividad y que se puedan alcanzar las metas establecidas sin requerir más recursos.

El incremento de la productividad de las líneas de costura fue resultado de mejorar el flujo de trabajo de los procesos previos al ensamble de las prendas, que se garantizó al fijar los tiempos de entrega y proceso. Esto permitió reducir en gran porcentaje la utilización de horas extras improductivas y crear reprocesos. Algo que impactó de forma positiva en el flujo de efectivo, la reducción de inventarios de producto terminado y crear valor para el cliente final por las entregas del producto terminado en la fecha pactada.

1. INTRODUCCIÓN

La industria textil y de confección en la actualidad es uno de los principales sectores de exportación de Guatemala y es distintivo también a nivel internacional por ser una industria competitiva, responsable, ágil y flexible ante las constantes demandas y especificaciones de los diferentes clientes que se encuentran en el mercado actual. Más de 300 empresas son parte de la cadena de suministro integrada por textileras, plantas de costura y empresas que prestan servicios de decoración, acabados y accesorios. Tener presente a este tipo de empresas dentro de la industria hace que el país se convierta en foco de inversión extranjera y sea una opción viable para la generación de empleo.

El presente trabajo de investigación está orientado a la búsqueda de soluciones para los problemas que actualmente la planta de costura en estudio tiene para poder llevar a cabo sus procesos productivos. La búsqueda y diseño de estas soluciones permitirá alcanzar el nivel de productividad deseado por medio de la mejor utilización de cada uno de los recursos disponibles.

La empresa en estudio lleva más de 35 años en el sector textil y de vestuario en Guatemala. Es una compañía que ofrece el servicio de paquete completo para la elaboración de una prenda de vestir, desde la elaboración de la hilaza y concepción de las prendas de vestir hasta la entrega al cliente. Actualmente trabaja para diferentes clientes y marcas reconocidas internacionalmente.

La empresa abarca desde el tejido de la tela en crudo, su teñido, acabados especiales hasta los procesos finales como el corte, embellecimiento (serigrafía, bordado, sublimación, lavado, pigmentación), costura y empaque final. Las empresas de vestuario y textiles de del país producen desde hilos, tejidos, bordados, serigrafías, sublimación, sublimación, accesorios, teñido y acabados únicos y de alta calidad para poder cumplir con los requerimientos de cada cliente, creando valor en los diferentes puntos de la cadena productiva.

Por la importancia del sector textil y de confección en el país, se busca la optimización de procesos en toda la cadena productiva que agreguen valor y permitan generar mayor utilidad, garantizando el mejor uso de los recursos e incrementar la productividad en cada uno de los procesos. El incremento de la productividad garantizará obtener un mayor margen de utilidad en cada una de las áreas del proceso y principalmente en el área de costura. Por esta razón, es indispensable el diseño de un plan para la optimización de los recursos actuales de la empresa en estudio y a través del presente trabajo de investigación busca alcanzar la productividad óptima para reducir costos, aumentar el nivel de calidad en los productos finales, reducir el lead time de entregas para los clientes, incrementar el porcentaje de entregas a tiempo y poder generar un mayor flujo de efectivo para la organización.

Actualmente la empresa cuenta con un deficiente manejo de tiempos de entrega externo (con proveedores y cadena de suministro) e interno (con los procesos de generación, corte, decoración, preparación, costura, empaque y almacenamiento para embarque. Con el inicio del proyecto se pretende poder identificar todas aquellas restricciones o cuellos de botella que el proceso tiene actualmente y que están impidiendo que se puedan abastecer las líneas de costura de manera constante, teniendo como consecuencia mala calidad en las prendas y comprometer las fechas de exportación para los clientes.

Aplicando la metodología de la teoría de las restricciones y sus 5 pasos de su implementación, se podrán elevar las restricciones y hacer el proceso más eficiente.

En el primer capítulo se detallan antecedentes de estudios previos que permiten conocer las experiencias y conocimientos previos generados en otras empresas de la misma naturaleza al aplicar herramientas de productividad para poder incrementar su margen de utilidad.

En el segundo capítulo se presente el marco teórico referencial del presente diseño de investigación, en el cual se cubren una amplia gama de factores para reducir la recurrencia en la industria de la costura en la industria de la confección al garantizar que los productos de calidad también ayuden a mejorar la productividad. Se desarrolla la aplicación del estudio del trabajo y la metodología de las restricciones para crear la asistencia a la producción para reducir los costos y la calidad del producto y tener como consecuencia la satisfacción del cliente. La buena calidad aumenta el valor de un producto o servicio, establece una marca y crea una buena reputación para el remitente de la ropa, lo que también conduce a la satisfacción del cliente y a altas ventas. Se detalla cómo es necesario acoplar la teoría de las restricciones como alternativa eficaz y moderna, esta teoría se basa en que todo sistema productivo siempre tiene al menos un cuello de botella, o un eslabón más débil de la cadena, y su determinación es crucial para actuar en consecuencia, ya que este cuello de botella es lo que marcará el ritmo productivo de la cadena. Una mejora en cualquier otro eslabón de la cadena no producirá mejora en el conjunto, ya que el cuello de botella es lo que marca el límite de la producción.

2. ANTECEDENTES

En cualquier tipo de industria, la mejora continua es la columna vertebral del éxito de cada proceso. En el sector textil y de vestuario también ha sido la base para el incremento de la productividad y alcanzar los objetivos estratégicos y de exportación. La pérdida de productividad y perder mercado antes el resto de los competidores, es consecuencia de procesos de manufactura desalineados, creando incremento de desperdicio, reprocesos y no cumplir con entregas a tiempo. A través del uso de diferentes metodologías se ha conseguido mejorar la eficiencia operativa y el ambiente de trabajo, lo que ha llevado a las empresas a obtener mayores márgenes de utilidad.

La importancia de una productividad incrementada ha cobrado cada vez más fuerza para poder atraer la inversión de nuevos clientes por medio de la costura de prendas de vestir de primera calidad, por medio de la optimización de procesos y la búsqueda constante de la mejora sostenida a través de la disminución de costos para obtener el mayor flujo de efectivo posible. Mejorar la productividad es clave para poder ser más competitivos en la confección de prendas para exportación en medio de un mercado altamente competitivo en donde los clientes exigen productos de mejor calidad, al más bajo precio y con tiempos de entrega cada vez menores. (Lazarte, 2020)

La elaboración de un esquema para la cadena de valor del proceso va a permitir identificar todas aquellas actividades que se ejecutan durante un flujo de proceso para crear un producto interno. Esta herramienta ayuda a ver y comprender el flujo de todos los materiales requeridos en el proceso y la información mientras el producto recorre toda la cadena de valor.

Esto permite visualizar el proceso detenidamente, y realizar la vinculación del flujo de la información y los materiales requeridos para obtener un sistema definido y así poder implementar mejoras que aporten al incremento de la productividad. (Gutierrez, 2019)

La aplicación y desarrollo de cada una de las herramientas de Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) basadas en un enfoque de mejora continua, basado en la metodología Kaizen permite poder definir las prioridades para poder alcanzar el nivel de productividad deseado comenzando con el balanceo de las diferentes módulos de confección y ensamblaje para tener la distribución equitativa de la carga laboral del proceso de ensamble y ordenar cada una de las actividades para tener como resultado que el flujo de producción mejore y que cada uno de los procesos se estandaricen con la finalidad de poder estandarizar el tiempo de producción. (Gálvez Bazalar & Zamora Gonzales, 2022)

La utilización de cualquier instrumento productivo que ayude a incrementar el desempeño de cualquier proceso permite evidenciar las técnicas más apropiadas que resuelven el problema que se identifique en el proceso productivo. Esta interrelación consta de tres etapas: la primera describe el problema identificado, la segunda en donde se determinan las causas que generan el problema y la tercera consta por las herramientas o tácticas para eliminar las causas. (Grijalva Baldeón & Hernández Pérez, 2021)

Una de las principales variables en el análisis del aumento de la productividad en la fase productiva es la que está expresada en términos de la teoría de las restricciones del rendimiento obtenido entre los gastos de operación que se generan.

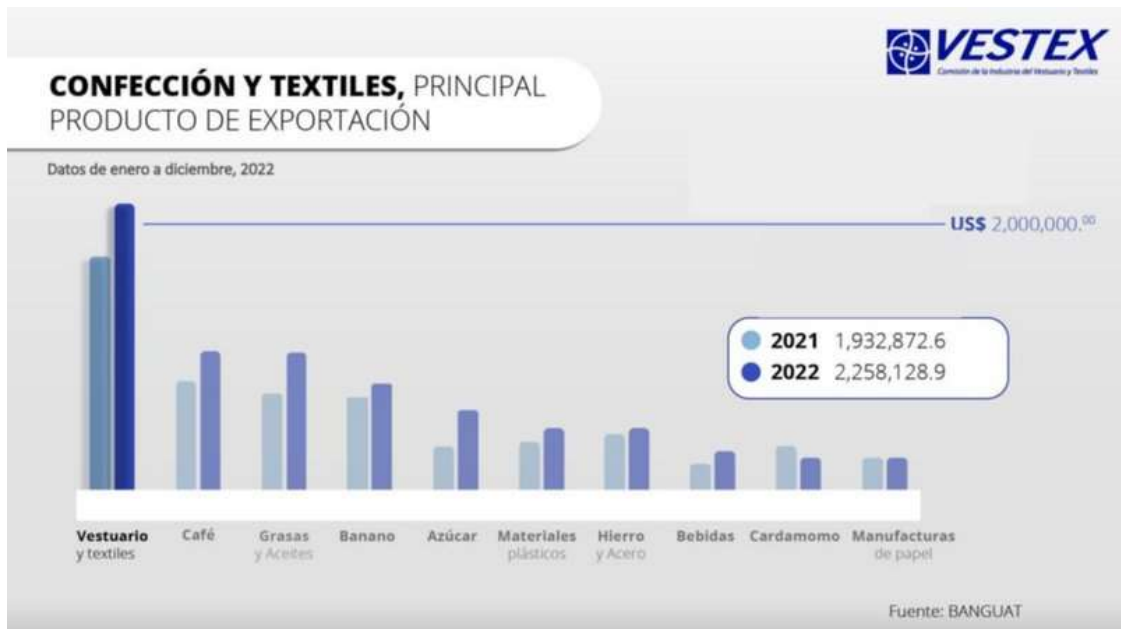
Esta variable se controla por medio del análisis de tendencia durante el intervalo de tiempo, y su objetivo es que se alcance un crecimiento progresivo constante para generar una mayor velocidad en generación de utilidad por parte de la compañía para que generen mayor rentabilidad. Las mejoras que se obtienen implementando herramientas de productividad se alcanzan mejoras en toda la cadena productiva desde el proceso de preproducción hasta la entrega del producto final. Incrementar el tiempo de respuesta hacia las solicitudes de los clientes como uno de los principales resultados (CHÁVEZ, 2019).

Las empresas actualmente en el país se enfocan en el cumplimiento de objetivos que les permitan obtener beneficios y satisfacer a sus clientes, todo esto se logra con los recursos disponibles, pero al no ser utilizados de manera óptima, genera un proceso deficiente con altos costos de fabricación, falta de coordinación entre áreas, reprocesos, mala calidad y fechas de entrega tardías para los pedidos recibidos. Es por este motivo que el presente proyecto surge de una necesidad, en la cual una empresa de confecciones es objeto de estudio para analizar su situación actual, comprender y resolver de manera eficiente los inconvenientes presentados en su actual sistema productivo que garanticen entregas a tiempo y con la mayor calidad posible.

La industria textil es la rama de producción que tiene mayor volumen de exportaciones. Esto hace aún más relevante la creación de nuevas metodologías aplicadas para la optimización de recursos, tiempos de procesos y generación de mayor valor para los potenciales clientes del extranjero. La mano de obra con la que Guatemala dispone actualmente es calificada como una de las mejores en cuanto a manualidad y calidad disponible en el sector latinoamericano.

Figura 1.

Principales productos de exportación en Guatemala



Nota. Nivel de exportación del área textil y vestuario. Obtenido de Vestex (2022). *Confección y textiles, principal producto de exportación* [Gráfico]. (<https://www.vestex.com.gt/estadisticas.php>), consultado el 25 de abril de 2023. De dominio público.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa textil y de vestuario que se dedica a la confección de prendas de vestir de gama alta, tiene problemas actualmente con la optimización de los recursos del área de ensamblaje de prendas, lo que ha llevado a que las líneas de costura no pueden obtener el margen de utilidad o contribución monetario deseado de acuerdo a la capacidad de los recursos instalados.

3.1. Contexto general

Las líneas de costura en cualquier fábrica a nivel global pueden llegar a tener niveles de pérdida debido a su baja eficiencia. Con base en el SAM (minuto estándar permitido para el ensamblaje de una prenda completa) se puede determinar la meta de producción que línea de costura necesita alcanzar para ser rentable y planificar la producción por encima del punto de equilibrio semanalmente. Dependiendo de la mezcla de estilos, precios y nivel de complejidad de la prenda, tanto la eficiencia de la línea como la contribución por operario se pueden ver afectados. Adicional a los factores antes mencionados, el flujo de trabajo constante hacia las líneas de costura es el factor más importante. Se puede estar costurando un estilo de ensamblaje de baja complejidad y precio alto; pero si el flujo de trabajo es intermitente, la eficiencia mínima requerida para que el estilo sea rentable en la línea no se alcanza. Actualmente, aunque las líneas de costura tengan una excelente eficiencia, esta se ve afectada por la falta del flujo de trabajo e información para poder proceder con el ensamblaje de cada orden de producción. La falta de coordinación entre las diferentes áreas de subprocesos (generación, corte, serigrafía, bordado, sublimación) ha ocasionado atrasos en el abastecimiento de las líneas.

Algunas de las consecuencias de la falta de flujo de trabajo debido a los cuellos de botella en el proceso son paros en las máquinas de costura, mano de obra ociosa, reprocesos, exportaciones tardías, mala calidad y cambios de última hora en el plan de producción cambiando el flujo de los estilos a costurar, haciendo que las líneas de costura pierdan eficiencia al costurar prendas que requieren ajustes en maquinaria y cambios en las operaciones.

3.2. Descripción del problema

Actualmente la empresa costura diferentes tipos de prendas que van desde shorts, pants, sudaderos, chaquetas, playeras hasta vestidos y faldas especializadas para deportes como alpinismo, golf, pesca deportiva, entre otros. Los diferentes hilos, tejidos y telas requeridas para poder procesar cada una de las prendas, son cada vez más especializadas y requieren cumplir con estrictas normas de calidad y apego a las especificaciones que los clientes requieren.

Para poder cumplir con el volumen y tipos de prendas que los clientes requieren, es necesario realizar las estrategias previas que permitan garantizar el flujo adecuado de los materiales requeridos para la confección de las prendas con un lead time de entrega por parte de los proveedores y de la empresa en estudio como vendedor cada vez menor.

Actualmente la poca visibilidad y certeza que tienen el área de la cadena de suministro (telas y trims) para las fechas de entrega de sus órdenes de compra, tiene como consecuencia falta de abastecimiento para los procesos previos a costura. Por lo que se busca optimizar cada una de las líneas del proceso previo a la confección para garantizar el flujo de trabajo e incremento en la eficiencia de las líneas de costura, eliminando los cuellos de botella o restricciones.

La optimización del flujo de trabajo actual permitirá que las líneas de costura incrementen su capacidad de producción, se generen menos desperdicios de materiales y se obtengan en menor cantidad prendas de segunda o tercera calidad. Esta optimización permitirá reducir el lead time de entrega para los clientes e incrementar el porcentaje de entrega de órdenes a tiempo, generando menos costos e incrementando el margen de utilidad.

El proceso actual desde que ingresa un pedido del cliente se muestra a continuación:

Figura 2.

Lead time actual de entrega para clientes



CPO = CUSTOMER PURCHASE ORDER = ORDEN DE PEDIDO DEL CLIENTE
 SUPPLY CHAIN = CADENA DE SUMINISTRO = TELA (FABRIC) Y MATERIALES (TRIMS)

FPO = FABRIC PURCHASE ORDER = ORDEN DE COMPRA DE TELA

EMBELLISHMENT = EMBELLESIMIENTO O DECORACIÓN = SERIGRAFÍA, SUBLIMACIÓN, BORDADO

BOM = BILL OF MATERIALS = LISTA DE MATERIALES

PATRONAJE

ACCOUNT MANAGER = ENCARGADO DE LA CUENTA

Nota. Distribución de tiempos de cada uno de los procesos y su lead time de cumplimiento. Elaboración propia, realizado con Microsoft Visio (2023).

3.3. Formulación del problema

En este apartado se detalla con amplitud las preguntas requeridas para la ejecución de este trabajo de investigación y encontrar la solución al problema planteado.

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es la mejor propuesta de optimización de procesos y recursos para incrementar el margen de utilidad de las líneas de costura en la empresa textil y de vestuario?

3.3.2. Preguntas Auxiliares

- ¿Cómo se puede optimizar el abastecimiento del área de los subprocesos para garantizar el flujo adecuado de recursos para las líneas de costura?
- ¿Cuál es el mejor flujo de prendas con la misma construcción que garantice la mejor eficiencia de las líneas de costura?
- ¿Cómo optimizar los tiempos de entrega (SLA – *Service Level Agreement*) por parte de todas las áreas de subprocesos de corte, trims, serigrafía, bordado y sublimación solicitados por el área de costura en la empresa textil y de vestuario por medio de la aplicación de herramientas de la productividad?

3.4. Delimitación

El estudio se llevará a cabo en una empresa textil y de vestuario ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala, durante el año 2,023. La metodología propuesta tomará 8 meses para ser implementada.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto está orientado a desarrollar sistemas de mejoras y poder así optimizar los procesos productivos en la empresa dedicada a la confección de prendas en estudio, debido a esto es importante conocer que una empresa debe mantener su productividad para estar compitiendo con empresas del mismo sector y poder alcanzar resultados estratégicos dentro del mercado textil e incrementar el margen de utilidad, que al ser medidos con indicadores de producción se pueda comparar la relación que existe entre las prendas costuradas y los recursos utilizados antes y después, y en consecuencia poder detectar oportunidades de mejora en cada parte del proceso tomando como base los resultados preliminares a lo largo del tiempo de análisis.

Uno de los principales factores que afecta al desarrollo de actividades en el sector textil y de confecciones, así como en otros sectores productivos, es la cantidad de minutos invertidos en reprocesos y actividades que no generan valor, por lo tanto no aportan al cumplimiento del objetivo propuesto siendo este la satisfacción del cliente y ser vendedores que se diferencien en el mercado con órdenes de costura entregadas en la fecha propuesta y con las especificaciones acordadas, lo que evitará generar costos como despachos vía aérea y poder así analizar la producción sufre variaciones como consecuencia de estos factores.

En el último tiempo ha cobrado más importancia el uso de herramientas de mejora para lograr importantes resultados en las organizaciones para optimizar los procesos y los recursos utilizados.

Aplicando las diferentes herramientas de la productividad en la empresa en estudio se podrá detectar y controlar los puntos críticos o cuellos de botella y poder implementar un proceso eficiente, evitando reprocesos y costos adicionales para poder exportar a tiempo.

Por esa razón es importante crear los procedimientos que ayuden a incrementar el margen de utilidad por medio de la optimización de cada uno de los elementos del proceso y poder ser el vendedor de mayor preferencia con los clientes actuales y ser foco de atención para nuevos clientes e inversionistas.

La optimización del flujo de trabajo y eficiente manejo de la capacidad actual permitirá reducir tiempos de costura como los detallados en el ejemplo de la siguiente tabla:

Tabla 1.

Ejemplo de la distribución de tiempos por operación

No.	Operación	Máquina	Tiempo
Preparaciones de materiales			
1	Pegar sticker a bolsa	manual	0.114
2	Pegar sticker a hang tag	manual	0.114
3	Preparar etiquetas laterales	plana	0.171
4	Unir cuello	over 2H	0.228
5	Cerrar cuello	plana	0.228
6	Pegar heat seal de talla	transfer	0.285
7	Ruedo de fondo (trasera y delantera)	collar 3H	0.57
Ensamble			
8	Unir hombros	over 4H	0.342
9	Pegar cuello (crew neck)	over 4H	0.475
10	Pegar cinta de hombro a hombro	cerradora	0.475
11	Cortar exceso de cinta	manual	0.285

Continuación de la Tabla 1.

No.	Operación	Máquina	Tiempo
12	Atracar puntas de cinta	atradora	0.285
13	Sobrecoser cuello	collar 3H	0.399
14	Pegar mangas (cortas)	over 4H	0.57
No.	Operación	Máquina	Tiempo
15	Cerrar costado con etiqueta sobrecoser pijazo	over 4H	0.855
16	Cerrar costado sin etiqueta sobrehilar pijazo	over 4H	0.855
17	Hacer pinzas para pijazos	plana	0.475
18	Voltear y quitar sticker	manual	0.285
19	Sobrecoser pijazos	plana	0.627
20	Atracar pijazos	atradora	0.19
21	Ruedo de puños	collar 3H	0.684
22	Despite	manual	0.38
23	Inspección	manual	0.95
24	Pegar sticker a etiquetas de costado	manual	0.513
25	Pegar hang tag con pistola	manual	0.304
26	Doblar y embolsar (con sercha) (desmotando)	manual	0.836
27	Detector de metal	manual	0.152
28	Empacar (escaneando, sellando y clasificando)	manual	0.228
	Tiempo de operaciones		11.875
	Montaje de línea		0.18
	Ajuste por balance	15%	1.781
	Total		13.836

Nota. Tabla que muestra la distribución de las distintas operaciones en la confección de una prenda. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Crear la mejor propuesta de optimización de procesos y recursos para incrementar el margen de utilidad de las líneas de costura en la empresa textil y de vestuario.

5.2. Específicos

1. Optimizar el abastecimiento del área de los subprocesos para garantizar el flujo adecuado de recursos para las líneas de costura.
2. Diseñar el modelo para crear el mejor flujo de prendas con la misma construcción que garantice la mejor eficiencia de las líneas de costura.
3. Optimizar los tiempos de entrega (SLA – *Service Level Agreement*) por parte de todas las áreas de subprocesos de corte, trims, serigrafía, bordado y sublimación solicitados por el área de costura en la empresa textil y de vestuario por medio de la aplicación de herramientas de la productividad

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

Hoy en día, las organizaciones de fabricación de prendas de vestir se encuentran bajo una constante presión para introducir rápidamente nuevos productos a medida que el ciclo de vida del producto se acorta. Debido a las diferencias inherentes en el estilo y los tejidos utilizados, combinadas con numerosos procesos de fabricación, los crecientes requisitos de calidad, singularidad e individualidad de las prendas, así como la necesidad de acortar los tiempos de fabricación, entrega y reducir los costos, la planificación de las actividades de fabricación juega un papel importante. Parte esencial para alcanzar una posición dentro de la competitividad del mercado.

Las fábricas recurren a la productividad para aumentar el margen de beneficio y reducir el costo de fabricación. La productividad de las máquinas y la mano de obra aumenta cuando las organizaciones producen la cantidad requerida o mayor con los recursos existentes. Cualquier trabajo contiene dos componentes: cantidad de trabajo efectivo y cantidad de trabajo ineficaz. El trabajo efectivo o el tiempo efectivo es el trabajo básico requerido para producir ese producto. El trabajo ineficaz o el tiempo ineficaz en esa actividad consiste en el trabajo debido a un diseño deficiente de un producto, cantidad del trabajo debido a un método de fabricación ineficaz, cantidad del trabajo debido a deficiencias de la gestión y cantidad del trabajo debido a una fuerza laboral ineficaz.

El contenido de trabajo ineficaz debido a un diseño deficiente del producto consiste en un mal diseño del producto, falta de estandarización, estándares de calidad incorrectos y el diseño exige la eliminación del exceso de material.

Esto se puede reducir mediante el desarrollo de productos y el análisis de valor. Al establecer la especialización y la estandarización, una organización tiene que realizar estudios de mercado, de consumidores y de productos antes de diseñar un producto.

La principal necesidad a cubrir por medio del presente diseño de investigación, es la reducción de costos e incremento de utilidad para las líneas de costura de la empresa en estudio. Para poder atacar de manera efectiva los puntos débiles del proceso surge la necesidad de analizar el proceso de inicio a fin y poder plantear el esquema ideal de solución para el problema planteado. En el trabajo de confección de prendas de vestir, los principios de estudio se pueden utilizar también en la sección de corte, la sección de costura y la sección de acabado. El propósito del estudio del trabajo es medir el trabajo, al igual que el estudio del movimiento y el estudio del tiempo. El departamento de ingeniería es responsable del estudio del trabajo en la industria de la confección.

Los encargados del estudio del trabajo (ingenieros industriales) necesitan datos de tiempos para planificar y evaluar los procesos de producción. Si las fábricas tienen un sistema de incentivos por desempeño, estos datos de tiempo se utilizan para calcular el monto del incentivo. Los cálculos de los costos de mano de obra directa deben incorporarse al tiempo estándar medido a partir del estudio del trabajo.

Es necesario poder aplicar en el método de estudio y trabajo para poder tener el esquema de solución adecuado. Dada la necesidad de incrementar la productividad de las líneas de costura es necesario seguir los lineamientos dentro del esquema de solución del problema planteado.

Parte del listado de necesidades a cubrir para poder encontrar la óptima solución del problema planteado, se detalla a continuación:

- Establecer un tiempo estándar para realizar una tarea, es decir, operaciones de costura, actividades manuales, tareas de corte, entre otros.
- Los métodos de trabajo se pueden mejorar como resultado de lo cual se obtendrá una producción mejorada, una calidad mejorada y un costo de producción reducido.
- Estandarizar el método para llevar a cabo cada una de las tareas.
- El tiempo estándar derivado del estudio del trabajo se utilizará en la fábrica, así como en la planificación, programación y requisitos de materia prima de la capacidad de las líneas de costura.

Es importante crear y establecer un departamento de estudio del trabajo en la fábrica textil, ya que esta desempeñaría un papel muy importante. La eficiencia de la producción depende de este departamento. El estudio del trabajo cobra importancia cada vez más ya que tiene como objetivo maximizar la fabricación con la menor utilización de tiempo y costo en el departamento de ingeniería. Con el fin de potenciar el uso eficiente de los recursos, este departamento se basa en la revisión sistemática de las técnicas de realización de las operaciones.

Para poder incrementar la productividad de las líneas de costura es necesario cubrir las necesidades complementarias como el análisis científico y monitorizado de las técnicas actuales para el desempeño de un trabajo, simplificar el trabajo, medir a los trabajadores con habilidades físicas y mentales y definir las medidas de desempeño como estándar. Y por último mejorar la eficacia laboral en todos los niveles.

Es necesario cubrir áreas que pueden afectar la productividad, como el análisis de los trabajadores, las plantas, los equipos y otros recursos para que se utilicen de manera óptima a un precio mínimo. Esto permitirá mejorar la rentabilidad. Mejora de la productividad y la mejora del estado de ánimo de los trabajadores es fundamental en este proceso y permitirá obtener mayor eficacia organizacional y mantener los esfuerzos de cada una de las áreas de la organización orientados hacia el objetivo correcto.

El método de estudio que se realizará en búsqueda de la solución del problema planteado consiste en un registro sistemático y evaluación crítica de los elementos a mejorar. Hay muchas maneras de lograr este objetivo. Algunos puntos como el correcto uso de maquinaria especial aplicando métodos especiales y la combinación adecuada de operarios y maquinaria.

El estudio del trabajo no es una sección nueva en la industria de la confección. Pero recientemente es popular y muy importante en la industria de la confección. En la producción de prendas de vestir la llevan a cabo muchas personas. El mejor uso posible del recurso humano operativo, la máquina y los materiales en las condiciones actuales disponibles se realiza mediante el estudio del trabajo. Ayuda a lograr un flujo de producción fluido con interrupciones mínimas. Por lo tanto, el estudio del trabajo es el medio continuo para aumentar la productividad de la industria de la confección. El estudio de métodos y el estudio de tiempos también juega un papel importante en mejorar la productividad de las líneas de costura.

Tabla 2.*Fases del proyecto de investigación*

No.	Fase	Descripción	Tiempo estimado
1	Identificar	Identificar la restricción actual (la única parte del proceso que limita la velocidad a la que se logra el objetivo)	5 días
2	Explotar	Realizar mejoras rápidas en el rendimiento de la restricción utilizando los recursos existentes (es decir, aprovechar al máximo lo que se tiene)	10 días
3	Seguimiento	Revisar todas las demás actividades del proceso para garantizar que estén alineadas con las necesidades de la restricción y que realmente respalden las mismas	5 días
4	Elevar	Si la restricción todavía existe (es decir, no se ha movido), considerar qué acciones adicionales se pueden tomar para eliminarla de ser la restricción. Normalmente, las acciones continúan en este paso hasta que la restricción se haya roto (hasta que se haya movido a otra parte). En algunos casos, puede ser necesaria una inversión de capital	10 días
5	Repetir	Los 5 pasos del enfoque son un ciclo de mejora continua. Por lo tanto, una vez que se resuelve una restricción, se debe abordar inmediatamente la siguiente. Este paso es un recordatorio de que nunca se tiene que ser complacientes: mejorar agresivamente la restricción actual y luego pasar inmediatamente a la siguiente restricción.	12 días
6	Seleccionar	Seleccionar un área problemática identificada o una oportunidad identificada. Puede identificarse a través de una revisión sistemática de los datos disponibles, procesos normales de seguimiento o control, altos niveles de insatisfacción y quejas o como parte de un cambio en la práctica, tecnología o ubicación de la gestión, y generalmente porque cumple con ciertas condiciones de urgencia y /o prioridad.	13 días
7	Definir	Establecer términos de referencia claros que definan los objetivos, la escala, el alcance y las limitaciones de la investigación. Identificación de quién es dueño del problema o situación y las formas en que se comparte dicha propiedad. Esta es una fase separada y distinta del estudio del método, como la etapa de Definición. Conduce a un plan para la investigación que identifica las técnicas, el personal y el cronograma apropiados.	15 días

Continuación de la Tabla 2.

No.	Fase	Descripción	Tiempo estimado
8	Registro	Recopilar datos suficientes (en términos de calidad y cantidad) para actuar como base de evaluación y examen. Crear cuadros y diagramas simples, pero pueden complementarse con grabaciones fotográficas y de vídeo y con técnicas informáticas.	15 días
9	Examinar	Los datos registrados se someten a examen y análisis; Realizar el examen crítico y el análisis de sistemas. Identificar, a través de un proceso de cuestionamiento estructurado, aquellos puntos del sistema general de trabajo que requieren mejoras u ofrecen oportunidades para un cambio beneficioso.	20 días
10	Desarrollar	La etapa de Examinar se fusiona con la etapa de Desarrollar de la investigación a medida que un análisis más exhaustivo conduce automáticamente a áreas de cambio identificadas. El objetivo aquí es identificar posibles acciones de mejora y someterlas a evaluación para desarrollar una solución preferida.	20 días
11	Instalación	Se requerirá una ejecución paralela de sistemas antiguos y nuevos; en otros, puede necesitar la acumulación de existencias de reserva y otras planificaciones para gestionar el cambio. Lo que importa es que la introducción de nuevos métodos de trabajo tenga éxito.	25 días
12	Mantener	Es necesario comprobar que el nuevo método funciona, que se sigue correctamente y que ha dado los resultados deseados. Esta es la fase de mantenimiento. La desviación de métodos es común: cuando las personas vuelven a las antiguas formas de trabajar o introducen nuevos cambios. Algunos de ellos pueden resultar útiles y deberían incorporarse formalmente; otros pueden ser ineficientes o inseguros.	15 días
13	Auditar	Establecer el procedimiento de evaluación del cumplimiento de la ejecución global de cada una de las tareas	15 días
Tiempo total			180 días

Nota. Tabla que muestra el detalle de cada una de las fases que integran el proyecto de investigación desde su concepción hasta su puesta en marcha. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Figura 3.

Esquema de solución

Identificar	5 días
Explotar	10 días
Seguimiento	5 días
Elevar	10 días
Repetir	12 días
Seleccionar	13 días
Definir	15 días
Registro	15 días
Examinar	20 días
Desarrollar	20 días
Instalación	25 días
Mantener	15 días
Auditar	15 días

Nota. Figura que muestra el resumen en cantidad de días para la ejecución de cada fase del trabajo de investigación. Elaboración propia, realizado con Microsoft Power Point.

7. MARCO TEÓRICO

El sector textil y de vestuario en Guatemala se considera uno de los principales sectores de exportación del país, ya que se diferencia por ser un sector con un alto nivel competitivo al ofrecer soluciones de vestuario de forma innovadora, ágil y flexible.

Las empresas que componen este sector de la industria están conformadas por la cadena de suministro integrada de textileras, fábricas de confección y empresas que prestan servicios de acabados, decoración y accesorios, ofreciendo productos que cumplen con estándares de calidad internacionales y rapidez de respuesta y solución a la demanda del mercado externo. La industria textil y de confección en Guatemala es fuente principal para la generación de empleo.

La industria textil es el sector dedicado a la producción de fibras naturales, sintéticas, hilaza, telas y teñido de diferentes tipos de tejido. La industria que se relaciona directamente con la industria textil, es la industria de la confección, en donde los textiles se transforman en diferentes prendas para vestimenta como producto terminado.

La producción y exportación de artículos de origen textil y prendas costuradas supera los límites entre diferentes fronteras e involucran varias empresas que son parte de este importante sector del país.

En la industria textil y de confección, a nivel global cada una de las cadenas de abastecimiento suministros y vendedores ofrecen oportunidades laborales a gran escala en cada país de origen.

El impacto de las cadenas de suministro lo define la Organización Internacional del Trabajo (2016):

La participación en las cadenas mundiales de suministro ha impulsado el crecimiento económico y la generación de empleo en muchos países, pero las deficiencias en todos los niveles de estas cadenas contribuyeron al déficit de trabajo decente, en particular en el área de la seguridad y salud en el trabajo. (OIT, 2016)

Los vendedores y productores de prendas de vestir costuradas pueden seccionarse en cuatro etapas que están íntimamente relacionadas con este tipo de industria: abastecer de materia prima requerida, por ejemplo, fibras de origen natural (algodón y lana), fibras sintéticas (poliéster, nailon y acrílico) y otros insumos (accesorios y maquinaria); producción y acabado de hilos y telas (industria textil); producción de prendas confeccionadas (corte y costura de telas; accesorios); y distribución por medio de los diferentes canales. Con las fibras de diferentes orígenes se produce la hilaza que se utiliza para tejer la tela en crudo que va a ser utilizada para poder confeccionar las diferentes prendas que el cliente solicita. A los diferentes tejidos se les da una terminación Y acabado (teñido y propiedades) para luego ser cortados los diferentes paneles que componen el patrón de cada estilo para poder ensamblar cada sección de la prenda, ser empacada y realizar a tiempo la exportación.

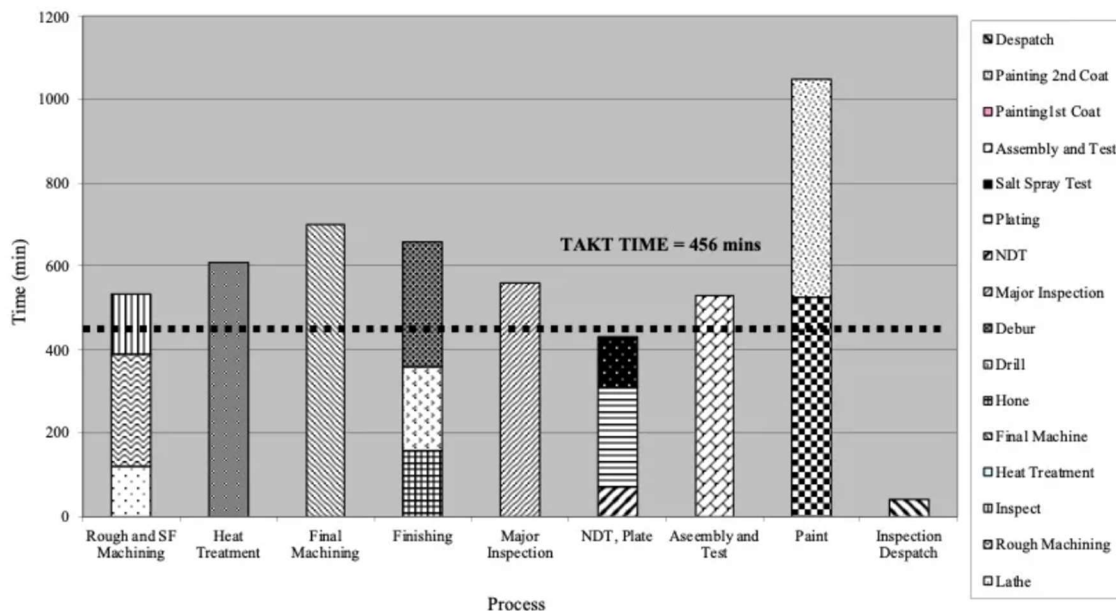
La competencia global textil se está volviendo cada vez más consciente de la importancia de la filosofía de gestión moderna para proporcionarles una ventaja competitiva en un sistema de libre comercialización. En este punto la clave para competir en el mercado internacional es mejorar simultáneamente la calidad y la productividad de forma continua.

Los principales propósitos del uso de la producción esbelta o Lean son aumentar la productividad, mejorar la calidad del producto, el intervalo tiempo del ciclo de fabricación, reducir el inventario, reducir el lead time tiempo de entrega y eliminar los desperdicios de fabricación. Para lograrlo, la filosofía de producción Lean utiliza varios conceptos como Kaizen, Kanban, 5s, TOC, JIT, estudios del trabajo, entre otros. (Cox, 2004)

En la línea de análisis y estudio del trabajo surge la necesidad de centrarse en el rendimiento de todo el proceso en lugar del desempeño de estaciones de trabajo individuales o pasos del proceso. En última instancia, los clientes compran productos terminados y, por lo tanto, es la capacidad de entregar productos terminados a tiempo y en su totalidad lo que realmente determina el éxito de cualquier negocio, pero esto no se puede alcanzar si la eficiencia de un módulo de producción particular ubicado en lo más profundo de una planta tiene una eficiencia local del 80 % o 90 %. Con la teoría de restricciones TOC esto se logra identificando el cuello de botella y centrándose en aumentar el rendimiento de ese cuello de botella. En un enfoque Lean, el objetivo es hacer coincidir el rendimiento de todo el proceso con la tasa de demanda del cliente o el takt time. El takt time es la velocidad con la que se requiere completar un producto para satisfacer la necesidad del cliente. Se deriva de la palabra alemana Takt, que significa ritmo o pulso en la música. Dentro del sector de manufactura, el takt es una medida importante del volumen productivo ante la demanda.

El fundamento de Lean es la producción nivelada, donde cada paso del proceso funciona a un ritmo uniforme que se adapta al tiempo takt. Básicamente, esto permite identificar rápidamente los cuellos de botella, porque cuando un proceso individual no puede seguir el ritmo del *takt time*, se convierte en un cuello de botella. Se puede ver esto con un gráfico de saldo de líneas como el de la Figura 4 a continuación. En este caso, aunque el cliente necesitaba una unidad cada 456 minutos, el proceso está limitado por la restricción de pintar a un rendimiento de una unidad cada 1,050 minutos. Un enfoque TOC luego aplicaría los cinco pasos de enfoque a esta restricción hasta que ya no fuera una restricción y luego pasaría a la siguiente restricción, en este caso el mecanizado final (*final machining*).

Figura 4.
Equilibrio de diferentes tiempos de ciclo takt time.



Nota. Figura que muestra el equilibrio y diferencia entre los diferentes procesos de una empresa. Obtenido de T. McLean (2014). *Productivity Press*. (p. 34-37).

Donde difieren Lean y TOC es que el enfoque Lean se centra en hacer coincidir el rendimiento con el takt time, mientras que TOC apunta a aumentar continuamente el rendimiento para ganar más dinero. Ésta es una diferencia sutil, pero importante.

Lean es un enfoque de liderazgo del cliente destinado a satisfacer exactamente las necesidades del cliente. Si las ventas aumentan, entonces es necesario restablecer el proceso para que coincida con el nuevo takt time. Sin embargo, TOC es un enfoque de líder de producción que apunta a aumentar continuamente el rendimiento bajo el supuesto de que el área comercial simplemente puede vender más. El enfoque para gestionar el flujo de producción en Lean y TOC también tiene diferencias sutiles.

En TOC, el enfoque se llama Drum-Buffer-Rope (DBR – Tambor, Amortiguador – Cuerda). El tambor es la restricción que impulsa el rendimiento al establecer el ritmo del tambor en toda la planta. Los buffers se colocan río arriba y río abajo de la restricción de modo que está siempre tenga un suministro constante de entradas y los procesos río abajo siempre tengan un suministro constante de salidas de la restricción. La cuerda es la forma en que se libera trabajo en el proceso en un lead time tiempo de entrega estándar previo a la restricción igual al tamaño del buffer río arriba de la restricción.

En Lean se utiliza un mapa de flujo de valor para visualizar el proceso de un extremo a otro y desarrollar un estado futuro para ofrecer un rendimiento mejorado. Al igual que el ritmo del tambor en TOC, se calcula el paso o ritmo como el intervalo en el que liberamos trabajo en el proceso. Sin embargo, a diferencia del ritmo TOC, el paso está determinado por la demanda del cliente *takt time*, no por la restricción. El trabajo se libera en el proceso del marcapasos, que no es necesariamente el proceso de restricción.

El proceso río abajo del marcapasos, el trabajo fluye a un ritmo nivelado en la secuencia que coincide con el paso o ritmo requerido. (Ltd, 2023)

Hace unos años, casi todas las industrias de fabricación de prendas de vestir comenzaron a implementar *Lean Manufacturing*. La confección de vestuario es uno de los sistemas de fabricación más antiguos, comprometiendo una cantidad considerable de operaciones críticas.

Los principales indicadores de desempeño en la industria de la confección son el lead time tiempo de entrega, la tasa de producción, el porcentaje de desperdicio y la intensidad de los operadores. En este escenario, para seguir siendo competitivos en el mercado global, la tarea más importante para los fabricantes de prendas de vestir es reducir el lead time tiempo de entrega y el desperdicio, lo cual también es esencial para ser productivos y crear la estabilidad que se puede desarrollar a en el futuro. Una carrera apresurada para reducir el lead time o tiempo de entrega y el desperdicio convertirá a una empresa en realmente eficiente. La fabricación receptiva ha creado una urgencia para que los investigadores y profesionales apliquen nuevas herramientas y técnicas para descubrir desperdicios que pueden ser eliminados. El presente trabajo de investigación se centra en la aplicación de las diferentes herramientas para incrementar la productividad en la industria de la confección para implementar un sistema de producción esbelta.

7.1. Productividad en la industria de confección

La tarea de un gerente de una empresa fabricante de prendas de vestir, en el nuevo milenio, se ha vuelto bastante desafiante.

La creciente competencia internacional ha ejercido mucha presión sobre los fabricantes de prendas de vestir para que produzcan productos de calidad a precios competitivos y los entreguen al cliente justo a tiempo.

En este escenario, los gerentes de las empresas de la industria de vestuario deben guiar a las fábricas por el camino de la mejora continua. Esta mejora también debe medirse continuamente para comprender cuánta mejora se ha producido. Los datos de productividad serán indispensables como un indicador útil de la tasa del mejoramiento y el nivel de desempeño de la empresa.

Aunque los gerentes de las fábricas son conscientes de la importancia de la productividad, rara vez se dispone de datos sobre ella. A veces, los gerentes sienten que la recopilación de datos de productividad, su medición y generación de informes es simplemente un trabajo extra de papeleo. Como la mayoría de los gerentes de las fábricas de ropa están ocupados apagando incendios, rara vez tienen tiempo para el llamado trabajo burocrático. Los directivos y su equipo de control-seguimiento a menudo tienen conceptos erróneos sobre la productividad y carecen de conocimiento de la verdadera dimensión del beneficio que pueden obtener de la medición de la productividad y, posteriormente, de la mejora de la productividad.

La productividad, en palabras simples, es la relación entre producción e insumos. La producción en las fábricas de prendas de vestir puede ser piezas de prendas terminadas. La producción de las secciones o departamentos dentro de las fábricas de prendas de vestir podría ser: metros de tela inspeccionados en la sección de inspección de telas, paneles cortados en la sala de corte, número de prendas planchadas en la sección de planchado, cantidad de impresiones por prenda del área de serigrafía, yardas sublimadas, entre otros.

Los ejemplos de insumo son: horas hombre, horas máquina, metros de tejido consumidos o electricidad consumida.

La productividad se calcula como:

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Output}}{\textit{Input}} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Insumos}}$$

En términos más simples, la productividad se refiere a la utilización de forma eficiente de los recursos (insumos) en la producción de bienes (productos). Muy a menudo la productividad se expresa en términos de eficiencia. Por ejemplo, si la producción estándar esperada por operador es de 25 piezas de sudaderos por turno y la productividad del operador es de 20 sudaderos por día, la productividad en términos de eficiencia se convierte en $20/25 = 80\%$. Esta expresión también puede denominarse eficiencia productiva.

La productividad parcial es la relación entre el nivel de producción y un insumo utilizado. Por ejemplo, la productividad laboral (la relación entre producción y mano de obra) es una medida parcial. De manera similar, la productividad material (relación entre producción e insumos) y la productividad de las máquinas (la relación entre la producción y los insumos de la máquina) son ejemplos de productividad parcial.

La productividad total es la relación entre la producción total y la suma de los factores de entrada. Es una especie de evaluación de nivel superior de productividad que combina varias o muchas medidas de productividad parciales.

Los fabricantes de prendas de vestir a nivel internacional prefieren utilizar medidas de productividad segmentadas, como la productividad de la mano de obra o de las máquinas.

Esto se debe en principio al hecho de que los datos requeridos para la medición parcial de la productividad están fácilmente disponibles y el departamento o la sección a cargo puede utilizar los resultados del cálculo de la productividad para evaluar su desempeño o planificar mejoras en su área en específico. (Bheda, 2006)

7.1.1. Medición de salida y entrada

Con respecto a la medición de los insumos, el insumo laboral generalmente se mide en unidades físicas como minutos, horas, días o meses. Los insumos de capital, como las máquinas, también pueden medirse en términos de tiempo. En la industria de la confección, muy a menudo se ve que la productividad se comunica en términos de número de prendas producidas por máquina de costura por turno o por operador por turno. Insumos como la mano de obra, el capital y la energía también pueden medirse en términos financieros.

Como los productos y los insumos son componentes primarios de la productividad, es esencial que, al comunicar la productividad, los productos y los insumos se expliquen claramente. A menudo se ve que la comunicación sobre productividad es incompleta o vaga. En la industria de la confección es común escuchar afirmaciones como la productividad de una fábrica es de 180 piezas por operador.

Una afirmación como la anterior no se puede entender o el oyente no puede hacer ningún juicio útil sobre el desempeño de la productividad porque la información proporcionada es insuficiente.

Es vital proporcionar la siguiente información en la comunicación de productividad:

- El sistema de entrada y salida
- Cantidad de entrada y salida
- Unidad de medida de entrada y salida

Un método de comunicación mejor y más sencillo puede ser afirmar que la productividad de la organización en estudio es de 180 pants estándar por operador de costura en un turno de ocho horas al día.

Los fabricantes que producen un producto estándar (pants de tres bolsillos o camisa de vestir) pueden utilizar el método de la unidad física para medir la producción, es decir, la producción se mide en términos de número de artículos (prendas) producidos. En el caso de fabricantes que producen productos muy similares, la producción se convierte en un producto equivalente estándar para la medición física.

Por ejemplo, si un fabricante produce tres estilos de sudaderos con capuchón, cada uno de los cuales implica un contenido de mano de obra directa de 16, 20 y 24 minutos respectivamente y el estilo de sudadero que tarda 20 minutos es un sudadero estándar, entonces la producción de sudaderos con un contenido de trabajo de 16 y 24 minutos se multiplicará por 0,8 y 1,2 respectivamente para llegar al resultado en equivalente a un sudadero estándar.

Para los fabricantes con una gran variación de productos, la medición de la producción en términos de unidades físicas no será útil, ya que los productos no son comparables. En tales casos, la producción se mide en términos financieros.

7.1.2. Interpretación de los datos de productividad

Habiendo discutido qué es la productividad y cómo medirla, es igualmente importante entender cómo interpretar y analizar los datos de la productividad. Muchas veces, la comunicación sobre productividad puede llevar a interpretaciones o conclusiones erróneas.

Por ejemplo, supongamos que la productividad laboral de una unidad de fabricación de camisetas es sólo del 50 % (225 minutos estándar producidos por 450 minutos consumidos por operador). Puede parecer que la productividad de los operadores de la planta es sólo del 50 %. Pero no es necesario que sean sólo los operadores los culpables. En realidad, este desempeño de la productividad podría reflejar el impacto colectivo de diversos insumos como mano de obra, maquinaria, supervisión, materia prima, energía, entre otros.

Los datos de productividad, si no se analizan en su totalidad, pueden dar lugar a decisiones erróneas y costosas. También es posible que las personas utilicen erróneamente los datos de productividad para su beneficio personal o departamental. Estos problemas surgen cuando la medición de la productividad no es una actividad que abarque a toda la organización. Por ejemplo, es posible que el responsable del departamento de corte no realice algunas tareas importantes como hacer cortes o perforar agujeros en los paneles cortados.

Esto puede dar la impresión de una mayor productividad en términos de número de prendas cortadas por trabajador o por máquina. Sin embargo, esto reducirá la productividad del departamento de costura, ya que los operadores tardarán más en coser debido a un corte incompleto o en desorden por cada una de las tallas. Otro ejemplo es que al utilizar operadores de costura altamente calificados (con salarios altos) para un trabajo en particular, la productividad laboral medida en unidades físicas producidas por turno puede aumentar. Pero cuando el insumo de trabajo se mide respecto al costo del trabajo en lugar del tiempo de los insumos de trabajo, la historia es totalmente diferente.

7.1.3. Niveles de medición de la productividad

Es importante comprender qué medida de productividad utilizar en un nivel particular de medición de la productividad en planta. La medición de la productividad se puede realizar tanto a nivel macro como micro. La Figura 2 explica varios niveles de posible medición de la productividad en la industria de la confección.

Las organizaciones que cuentan con un sistema de medición de la productividad realizan mediciones periódicas de la productividad, desde el nivel de la planta hasta el nivel del operador/personal/máquina. Cabe señalar que, dependiendo de la situación prevaleciente en la organización en términos de importancia relativa, pueden favorecerse diferentes medidas de productividad.

Los fabricantes del mundo desarrollado pueden dar más importancia a la productividad laboral que a la productividad de las máquinas, mientras que, en un país en desarrollo como Guatemala con costos salariales más bajos, la productividad de las máquinas puede ganar mucha más importancia.

Una mayor productividad genera un mayor margen de rentabilidad en una empresa. Y el incremento en el nivel de productividad reduce el costo de fabricación de prendas. Por tanto, una fábrica puede obtener más beneficios mediante la mejora de la productividad.

Realizar estudios de movimientos y corregir movimientos defectuosos e innecesarios: hay un dicho que dice que incluso lo mejor se puede mejorar. Así que para comenzar se debe de ir al gemba o lugar de acción (piso de costura) y buscar el método de trabajo y los movimientos del operador. Se debe preparar una lista de verificación de buenos métodos y movimientos.

En el momento del estudio de movimiento, se debe observar el movimiento del operador y compararlo con la lista de verificación. Si se descubre que el operador utiliza movimientos incorrectos o que hay movimientos adicionales innecesarios en el ciclo de operación, se debe corregir. Si es necesario, hay que cambiar al operario de la operación en análisis. Al hacer esto, se puede reducir el tiempo del ciclo de operación y mejorar la productividad laboral hasta un 100 %* en operaciones individuales (*en un 20 % del total de operaciones según el principio 80-20 de Pareto).

Verificaciones de capacidad de los operadores cada hora: se debe emplear personal de estudio y trabajo (si no tiene disponible) y comenzar a verificar la capacidad de los operadores cada hora o cada dos horas. Comparar la producción horaria real del operador con su capacidad. Si la producción es menor, se le debe preguntar al operario ¿por qué? Esto ayuda de dos maneras: en primer lugar, cuando se comprueba la capacidad del operador a intervalos regulares, estará bajo presión. En segundo lugar, el personal de estudio y trabajo comienza a pensar en métodos para reducir el tiempo del ciclo. Utilizando los datos de capacidad, se puede avanzar en el equilibrio de la línea.

Realizar I+D (investigación + desarrollo) para la prenda: un proceso sin valor añadido (NVA), pero tener un sólido equipo de Investigación y Desarrollo (I+D) en la fábrica aporta muchos beneficios. La I+D puede considerarse una etapa de preparación para la producción a granel. Este departamento toma muestras de la producción y analiza operaciones potencialmente críticas, planifica la necesidad de equipos especiales y asesora sobre cambios en términos de construcción sin cambiar el estilo. Si una operación contiene algunas puntadas sin rematar, lo que no afecta el aspecto final de la prenda, entonces esa operación se puede evitar si es posible para ahorrar tiempo. Planificar los requisitos de habilidades para las operaciones.

Como resultado, la producción se desarrolla sin interrupciones o con menos interrupciones de descansos. Como reduce la posibilidad de que se produzcan interrupciones en la producción por motivos innecesarios, la productividad de la línea no disminuye.

Utilizar el mejor diseño de línea posible: el diseño de línea significa colocar las máquinas y la mesa central (carro con ruedas) según el requisito de cada estilo. El objetivo principal de elegir un mejor diseño es reducir al máximo el tiempo de transporte en la línea. Una línea estable no es una buena idea si produce varios productos en la misma línea.

Una línea de montaje recta con una mesa central en el lado izquierdo es buena para un producto que no requiere trabajo preparatorio y la operación individual SAM está cerca del tiempo de lanzamiento. Cuando un estilo de prenda requiere más tiempo preparatorio (para los paneles de la prenda), es mejor hacer las piezas de la prenda en secciones y ensamblarlas por separado. Si es posible se debe utilizar un sistema de transporte aéreo.

Disposición de la estación de trabajo científico: La disposición de la estación de trabajo define desde dónde un operador recogerá el trabajo (componentes de la prenda) y dónde desechará la prenda cosida. Un diseño científico se define como un alcance mínimo para recoger y eliminar componentes.

Todos los componentes y herramientas (recortadora) deben mantenerse al alcance del operador. Durante el diseño de estaciones de trabajo, la ingeniería debe seguir principios clave.

- Los componentes a trabajar deben colocarse lo más cerca posible de la aguja.
- La dirección de los componentes donde se ubican en la mesa o riel debe ser tal que al mover el componente hacia la punta de la aguja no sea necesario girarlo.
- Colocación del trabajo en el mismo plano de la mesa de la máquina para que el operador pueda deslizarlo fácilmente para bordar.

El propósito de diseñar una buena distribución de la estación de trabajo es minimizar el tiempo de manipulación de materiales tanto como sea posible. De esta manera puede reducir el tiempo del ciclo de operación. El beneficio secundario de una buena estación de trabajo es que los operadores pueden trabajar al mismo ritmo sin fatigarse. Al diseñar toda la distribución de una estación de trabajo, es importante no olvidar considerar la ergonomía.

Reducción de la preparación del módulo: se ha observado que una línea alcanza su nivel de productividad de selección entre los días 6 y 7 después de cargar un pedido.

El tiempo perdido en los días iniciales (curva de aprendizaje) reduce la productividad laboral media para todo el estilo. Motivo: se pierde mucho tiempo al configurar la línea para un nuevo estilo. Esto reduce la productividad general de la máquina y la eficiencia de la línea. Por lo tanto, para mantener el nivel de productividad de la línea, se debe trabajar para minimizar el tiempo de configuración de la línea o el tiempo de rendimiento, así como tener la disponibilidad inmediata de las nuevas máquinas que requiera el nuevo estilo a costurar. Para reducir el tiempo de preparación del módulo de costura, los ingenieros deben estudiar minuciosamente la prenda, preparar un boletín de operación con los requisitos de la maquinaria y el plan de diseño de la máquina antes de alimentar los cortes a la línea.

Los ingenieros deben coordinar con los supervisores de línea y el departamento de mantenimiento sus planes y requisitos. Esto ayudará a los supervisores y al departamento de mantenimiento a ser proactivos a la hora de organizar los recursos necesarios.

Balancear y mejorar el equilibrio del módulo: el propósito del equilibrio de una línea es reducir el tiempo de inactividad del operador o maximizar la utilización del operador. En una línea equilibrada el trabajo fluirá sin problemas y no se perderá tiempo esperando el trabajo. En el momento de configurar la línea, se debe seleccionar operarios para la operación que coincidan con el historial de habilidades del operador y la habilidad requerida. Siguiendo este método, se seleccionará operadores altamente capacitados para operaciones de mayor contenido laboral. Una vez instalada la línea, se debe realizar el estudio de capacidad a intervalos regulares.

Se debe utilizar el método del diagrama de paso o flujo de trabajo dentro de la planta para encontrar cuellos de botella dentro de la línea. Se debe pensar cómo minimizar el nivel de WIP (*Work in process*) en las operaciones de cuello de botella. Una vez que se comience a aumentar la utilización del operador a través del equilibrio de línea, se obtendrán piezas adicionales de los mismos recursos en un tiempo definido.

Incluso una fábrica bien administrada puede mejorar la productividad en un 22 % mediante el equilibrio de líneas, según lo informado por Md. Rezaul Hasan Shuman, Kazi Ar if-Uz-Zaman y Azizur Rahman en un estudio de investigación “Mejora de la productividad mediante el equilibrio de líneas en las industrias de la confección”. (Rezaul Hasan Shumon, 2012)

Utilizar ayudas de trabajo, aditamentos, guías, pies de presión correctos y plegadoras: Son algunos tipos de dispositivos que ahorran tiempo y facilitan al operador realizar su trabajo de manera efectiva con menos esfuerzo. Si las ayudas de trabajo se utilizan eficazmente, el tiempo del ciclo de operación se puede reducir más que el tiempo del ciclo existente. En fábricas nuevas y pequeñas donde no hay un técnico experimentado (mantenimiento, personal de IE o gerente de producción) generalmente no se conoce el uso y la disponibilidad de ayudas de trabajo. Entonces sus operadores cosen prendas a mano alzada y sin un estudio detallado de la operación.

La productividad laboral es comparativamente mayor en las fábricas que utilizan ampliamente ayudas laborales que en aquellas que no las utilizan para productos similares. Por otro lado, las ayudas de trabajo, guías y accesorios reducen el movimiento del operador y el levantamiento de peso. Durante varios estudios de investigación se ha podido mejorar la productividad laboral hasta en un 18.03 % utilizando ayudas laborales en diversas operaciones.

Alimentación constante del módulo de costura: No es culpa del departamento de producción si no se obtuvo la cantidad necesaria de órdenes de corte para coser. Todos los planes y esfuerzos hacia la productividad fracasarán si la línea no se alimenta continuamente. La falta de alimentación o la alimentación irregular es una de las principales razones de la menor productividad en una fábrica mal administrada.

Un plan de producción deficiente, una selección incorrecta de la combinación de productos por temporada y un departamento de corte ineficaz son las razones que impiden la alimentación continua. Una vez que los operadores encuentran el ritmo de costura ideal, se les debe dar alimentación continua hasta el cambio de estilo para mantener la productividad.

Si se sabe que no habrá ordenes de corte en un futuro próximo, se debe planificar en consecuencia y no llamar a todos los operadores durante ese tiempo. Introducir un corte preciso y sin fallas en la línea: se debe dejar de cortar y recortar tela adicional de los componentes cortados por parte de los operadores. Si un cortador no puede realizar cortes precisos, debe estar capacitado. Pero el corte defectuoso no debería de ingresar en la línea.

En el momento en que los operadores cortan la tela, realizan la tarea adicional en el tiempo del ciclo de operación. Si en algunos casos se pretende recortar, esa tarea debe incluirse en el contenido total del trabajo. De lo contrario, se obtendrá una eficiencia errónea (menos) para el operador. En segundo lugar, las ordenes de corte con defectos de tela o problemas con el patrón se envían a la línea de costura. Como resultado, la línea produce prendas defectuosas. Los trabajos de modificación y reparación de prendas defectuosas reducen la productividad laboral.

Capacitación para supervisores de línea: Los supervisores de línea son gerentes de planta. Por lo tanto, cada supervisor debe estar capacitado con habilidades fundamentales de gestión y comunicación. A pesar de esto, en la mayoría de casos, los supervisores de las fábricas provienen de sastrerías y otras experiencias previas de costura a diferente escala.

No adquieren calificación técnica en supervisión. Pero su trabajo principal es impartir instrucción y transferir información. Para lo cual se requiere capacitación en habilidades comunicativas a los supervisores.

En segundo lugar, un supervisor debe comprender los fundamentos de la ingeniería industrial, como el boletín de operación, la matriz de habilidades, el diseño de la estación de trabajo, el movimiento, el estudio de capacidad y el equilibrio teórico de la línea, entre otros. Si los entiende, puede ayudar a los ingenieros o al equipo de estudio de tiempos y estudio del trabajo a mejorar el rendimiento de la línea. La formación anterior traerá cambios en la gestión y control de las líneas-módulos y mejorará la productividad laboral.

Capacitación a operadores de costura: Los operarios son los principales recursos en la confección de prendas de vestir. Son el recurso más valioso para la empresa. Por lo tanto, la fábrica debe trabajar para desarrollar las habilidades del operador cuando sea necesario. La formación no es un coste sino una inversión, afirman muchos expertos. La producción de un operario depende de su nivel de habilidad para la tarea. Un operario poco calificado consumirá más recursos (tiempo) y producirá menos. Se encontrarán problemas relacionados con la calidad con operarios poco calificados y sin capacitación. A medida que aumente el nivel de habilidad de los operarios a través de líneas de capacitación, la producción mejorará. La formación significa mucho tiempo y dinero.

La capacitación debe impartirse únicamente sobre tareas específicas que realizará el operador.

Establecer un objetivo de operario individual: en lugar de dar un objetivo igual a todos los operadores que trabajan en una línea, se debe establecer un objetivo individual según el nivel de habilidad y capacidad del operador. Estableciendo un objetivo alcanzable para cada operador para que intente alcanzar el objetivo. Esto ayudará a mejorar la eficiencia individual del operador. Se deben utilizar trucos para aumentar el objetivo paso a paso.

Es necesario enfocar los esfuerzos sobre los operadores que están por debajo del objetivo. Es posible que necesiten capacitación en habilidades.

Eliminar el tiempo perdido y el tiempo fuera de lo estándar: se debe utilizar el tiempo del operador tanto como se pueda. No hay mejor alternativa que simplemente detener a los operadores que permanecen inactivos para mejorar su productividad. El tiempo no productivo, como la espera por el wip, la falta de mantenimiento de la maquinaria, los cortes de energía y los trabajos de reparación, acaban con su productividad. Se debe empezar a eliminar el tiempo no productivo tanto como sea posible. Para comenzar a trabajar en este punto, debe realizar un seguimiento de los datos de tiempo fuera de estándar o no productivos según diferentes categorías. Una vez que se tenga el análisis y Pareto del tiempo no productivo se puede pensar y planificar cómo reducirlo.

Sistema de seguimiento de datos del taller en tiempo real: para la mejora consistente y la acción rápida en caso de falla, se necesita información del taller o subcontrato lo más pronto que sea posible. Se necesita información importante, como producción horaria, equilibrio de línea, WIP, seguimiento de paquetes y rendimiento de calidad de la línea.

Si no se toman medidas correctivas a tiempo, el problema puede aumentar con el paso del tiempo. Por lo tanto, los sistemas en tiempo real basados en RFID (*Radio Frequency Identification*) ayudan a proporcionar información sobre el taller en un segundo.

Uso de una máquina de coser con recortador automático (*UBT-Under Bed Trimmer*): haciendo la pregunta de ¿cuántas piezas produce un operador en un día? Cada vez que un operador corta hilo usando una cortadora o tijeras consume un tiempo mínimo de 50 TMU (*Time measurement unit*) o 2 segundos aproximadamente. Una estimación aproximada, en un día un operador perderá unos 20 minutos sólo en el corte de hilo.

En funcionamiento con 0,5 SAM, un operador puede fabricar 40 piezas adicionales. Incluso una máquina sin recortadora automática consume más hilo de coser. Aquellos que usan tijeras pesadas (de medio kilogramo) pueden comenzar a usar una cortadora manual.

Instalar mejores equipos: una máquina de bajo rendimiento no es aceptable cuando algunas de las máquinas buenas están inactivas en el mismo edificio. Se debe utilizar lo mejor de los recursos. Si las máquinas o equipos no funcionan bien, la motivación del operador disminuye. Las averías repetidas de las máquinas aumentan el tiempo perdido y reducen la eficiencia general de la línea y la productividad laboral.

Se han observado en varios estudios, líneas donde se utiliza la máquina UBT en operaciones de costura larga y un contenido de trabajo comparativamente menor. Por otro lado, cuando se cosen costuras más cortas y se pasa la mayor parte del tiempo cortando hilo para sacar el trabajo de la aguja, se utiliza una máquina de coser de pespunte (labor de costura) normal.

Inspección de calidad en línea a intervalos regulares: el sistema de semáforo es la herramienta de inspección más eficaz para reducir la generación de defectos en origen. Menos costura defectuosa se hace, menos tiempo se perderá en repararla. El sistema de verificación en línea alertará a los operadores para que concentren su trabajo. También ayuda de otra manera. Al comienzo del estilo, es posible que un operador no comprenda la especificación; la interacción con el inspector de calidad le dejará claro al operador el requisito de calidad. Una fábrica mal administrada pierde productividad hasta un 10 % debido a reparaciones y rechazos. (Bheda R. , 2006)

Motivación del operador: la voluntad del operador es la parte más crucial de la mejora de la productividad. Si están motivados, se esforzarán lo suficiente en el trabajo. La motivación de los empleados generalmente depende de varios factores como la cultura laboral, las políticas de recursos humanos, la bonificación por esfuerzo extra o el logro del objetivo.

En la confección de prendas de vestir, la motivación de los operadores proviene del dinero extra. La motivación del operador se puede mejorar compartiendo un cierto porcentaje de las ganancias obtenidas por el esfuerzo adicional del operador.

Plan de incentivos del operador: Paul Collyer (2009), un experto británico, dice:

En las fábricas británicas, en un entorno sin incentivos, la fábrica puede alcanzar un nivel de eficiencia de hasta el 80 % y si el gerente espera más que eso, tenía que proporcionar un incentivo para los operarios, así como al equipo de soporte. (P. Collyer, 2009)

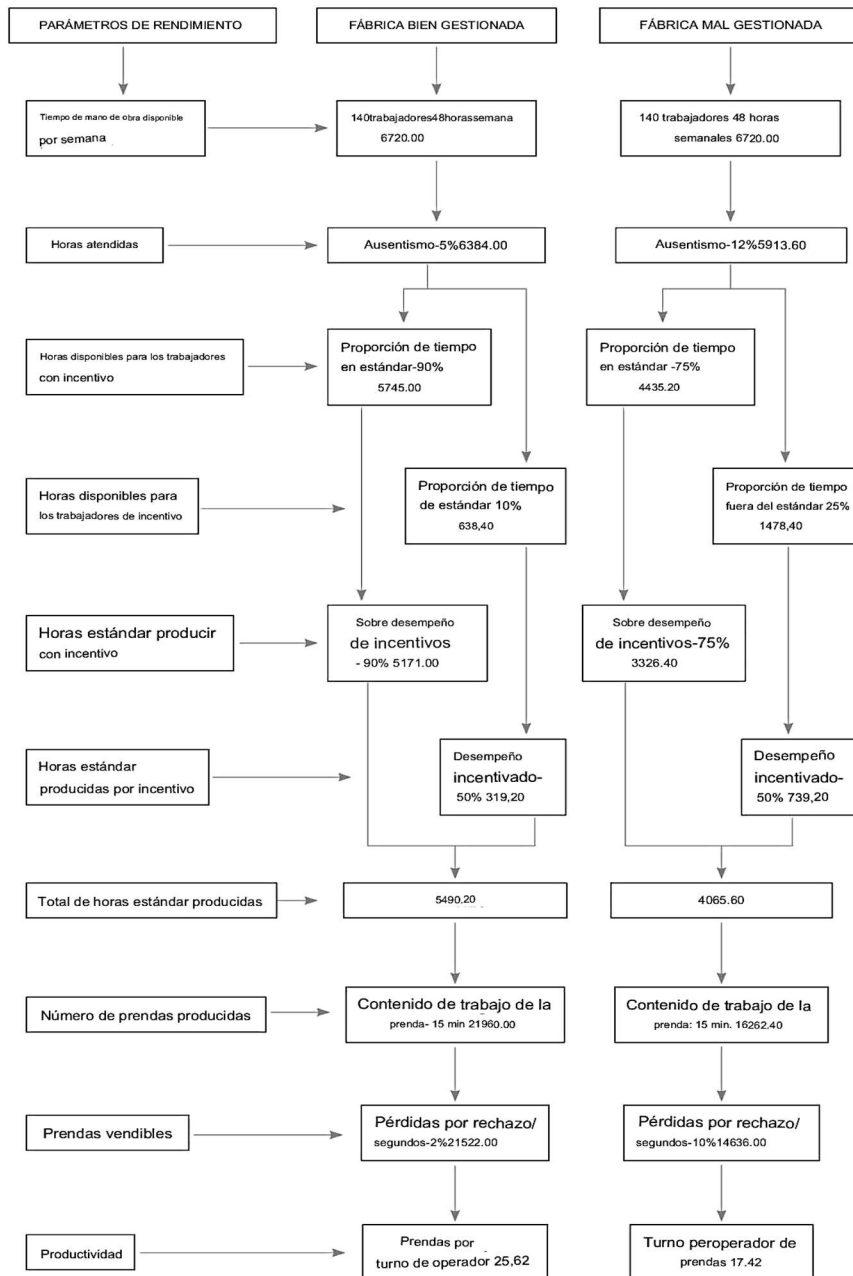
Si se analizan las fábricas asiáticas, en un entorno sin incentivos les resulta muy difícil alcanzar hasta un 40 % de eficiencia. Se puede ver la eficiencia potencial que se puede convertir en dinero.

En este punto se debe comprender que los empleados llegan a trabajar a la organización por dinero. Inicialmente, se puede pensar que un plan de incentivos puede reducir las ganancias.

Pero en realidad funciona en la dirección opuesta, siempre que el sistema de incentivos sea justo para los trabajadores y se haya implementado de manera inteligente. Los expertos han llegado a la conclusión de que las plantas o maquilas en donde la eficiencia de los operadores alcanza hasta el 76 % desde el 45 % después de la implementación de un sistema de incentivos.

Un plan de incentivos brindará a cambio muchos otros beneficios como subproducto. Un plan de incentivos diseñado con múltiples parámetros puede aportar disciplina en la planta de costura.

Figura 5.
Productividad en fábricas bien y mal gestionadas



Nota. Figura que muestra el detalle de operaciones de forma comparativa entre empresas bien gestionadas y empresas mal gestionadas. Elaboración propia, realizado en Microsoft Visio.

7.2. Pérdida de la productividad

Cuando uno escucha la afirmación de que la productividad laboral de una fábrica es sólo del 50 o 60 %, resulta impactante. Sin embargo, es importante saber que el 50 o 40 % de rendimiento que se pierde, lo contribuyen diversos factores que individualmente pueden parecer bastante insignificantes. Sin embargo, su impacto colectivo puede ser desastroso para la productividad de un fabricante.

Una fábrica con cien trabajadores puede tener 4,000 horas estándar de tiempo productivo a la semana a razón de 40 horas x 100 trabajadores. Cuando se aplican todos los factores mencionados anteriormente, la producción total pérdida asciende a 1,960 horas, lo que representa el 49 % del potencial.

Es importante comprender los factores anteriores y aprender a controlarlos para que la productividad no se pierda a un nivel mayor.

La alta dirección de una fábrica de prendas de vestir puede mejorar o deshacer el desempeño de la productividad. A menudo se ve que el desempeño de la productividad de las fábricas de confección que producen las mismas prendas es sustancialmente diferente. El desempeño de la productividad podría cambiar entre una unidad de fabricación de vestimenta mal administrada y una bien administrada. Este cambio se debe principalmente a factores como el ausentismo, los horarios y el incentivo dentro y fuera del desempeño, y el nivel de rechazo. Con una plantilla de 140 personas que trabajan 48 horas a la semana, una fábrica bien gestionada podría producir 21,522 prendas, frente a las 14,636 prendas de una fábrica mal gestionada. La productividad resultante resulta ser de 25.62 prendas por operador por turno en el primer caso y 17.42 prendas por operador por turno en el segundo caso.

Un sistema de gestión de calidad en una empresa influye directamente en la reducción de costos de operación, para poder establecer los lineamientos y obtener objetivos de cultura en satisfacción del cliente que está vinculada con la productividad y generar así una mejor oferta en el sector textil.

La productividad inicia hacer el uso eficiente y efectivo de todos los recursos utilizados en el proceso para cumplir los objetivos estratégicos. (Cepeda, 2010)

La planificación maestra o macro-planeación es el punto de partida para el arranque de cualquier unidad de negocio y poder cumplir con los objetivos estratégicos planteados. La falta de organización acaba llevando a un declive de del nivel de producción y como consecuencia perder oportunidades de crecimiento. Por esta razón es fundamental transmitir a toda la empresa el plan estratégico y poder alinear todas las áreas productivas, y poder así incrementar los indicadores de productividad actuales.

Un profesional que tiene una formación adecuada es más eficaz en la ejecución de sus tareas dentro de la industria de la confección, que uno que no recibió ningún tipo de formación. Para permanecer en el mercado textil actual y ser realmente competitivos es cada vez más necesario la utilización de nuevas tecnologías en el proceso de confección y para aprovechar la mano de obra actual, capacitarla, especializarla y que se cuente con una fuerza productiva capaz de responder ante cualquier tipo de demanda y exigencia de cada cliente. El camino hacia el incremento de la productividad es el uso eficiente de la tecnología aplicada a mejorar cada uno de los procesos actuales.

Es importante desarrollar las condiciones mínimas necesarias para crear un ambiente de motivación para todo el personal de la empresa.

Esto es un factor importante que afecta directamente los indicadores de productividad. Esto es de tanta importancia que se puede comparar con el cumplimiento de los requerimientos de calidad de las prendas. Una máquina para costura de baja calidad y sin mantenimiento, puede acabar generando costos y problemas, programando paros correctivos en lugar de preventivos. Factores como este que se traen abajo la mejor de las productividades alcanzadas con esfuerzo.

De la misma manera que en el proceso de costura las máquinas de coser son importantes, los accesorios, las telas y los procesos de preparación-decoración para el acabado que no cumplan con la calidad requerida también pueden causar problemas y disminuir la productividad en el proceso de confección. Mantener los estándares en cada uno de los puestos de trabajo y máquinas garantizarán la calidad para mantener la productividad. La automatización de procesos y el trabajo utilizando todos los recursos tecnológicos disponibles, puede generar una utilidad de productividad bastante significativa para una planta de confección. Estas herramientas buscan optimizar y agilizar los procesos productivos, además de enfocarse en la reducción de niveles de reproceso y horas extraordinarias necesarias para finalizar los procesos requeridos.

Una distribución de planta-fábrica inadecuada o no apta puede generar una pérdida de tiempo de más del 20 % que puede ser destinado a la producción dejando fuera cualquier tipo de desperdicio. El traslado innecesario o en exceso de los empleados para ejecutar sus diferentes tareas y atribuciones puede comprometer la productividad de una planta de confección.

Cuando los tejidos que serán utilizados en el proceso se encuentran a grandes distancias de traslado de los módulos y el material para el ensamblaje de las prendas está en otra ubicación, el proceso genera costos, reprocesos y pérdida de utilidad. Todo esto requiere un tiempo adicional de traslado y paros no programados que reducen la productividad de todo el sistema.

Dependiendo de las formas en que se definen las metas de costura, pueden convertirse en la razón de la motivación del operario para alcanzar su bono de producción. Pero hay que tener cuidado para que las metas establecidas sean posibles de cumplir.

El mal cálculo de las metas de costura puede provocar el efecto contrario y llevar a una disminución de la motivación del equipo por no alcanzarlas, lo que provoca una baja en la productividad y en la calidad de las entregas. Una meta excesivamente alta e inalcanzable llevará a realizar presupuestos que no son reales y generarán una percepción de pérdida de utilidad.

7.3. Eficiencia

En la industria de la confección, la eficiencia es la relación entre los minutos producidos y los minutos gastados multiplicada por 100. La fórmula para calcular la eficiencia del operador, la eficiencia de la línea de costura, la eficiencia de la unidad o del piso de costura y la eficiencia de toda la fábrica son las mismas.

Las industrias de producción intensiva en mano de obra dependen en gran medida del desempeño individual, lo que eventualmente conduce a la capacidad general de la fábrica. Entonces, para hablar sobre la eficiencia de la fábrica, esencialmente también debemos comprender la contribución individual a la productividad de las líneas de fabricación.

Si se observa el nivel individual, se verá a menudo que los tiempos estándar de las operaciones generalmente se derivan del estudio de métodos de los operadores calificados como el estándar, mientras que la distribución normal de los trabajadores disponibles comprendería los valores medios que sugerirían el promedio. Las tasas de rendimiento de ellos están muy por debajo del 100 %. Cuando estos operarios se entrenan a través de la cadena de flujo de trims (materiales) o insumos en una línea de ensamblaje tradicional que contribuye directamente a la fabricación del producto, la productividad de las diferentes operaciones en función de su valor SAM y la diferente tasa de rendimiento en sus respectivas operaciones definitivamente causaría diferentes tasas de utilización de la capacidad.

Los estudios a menudo muestran que la tasa de trabajo individual, lo que en la jerga académica se conoce como tasa de rendimiento, puede trascender más allá del 100 %. Así, podemos decir que la eficiencia de un operario con base en una unidad de medida de trabajo establecida puede ser prácticamente superior al 100 %. Esta relación entre el resultado obtenido y los recursos utilizados permite analizar a profundidad cuál es la mejor forma ser productivos y como fin lograr el objetivo trazado, utilizando menos recursos. (Sanchez, 1997)

7.4. Estudio de trabajo

Estudio del trabajo es un término genérico para aquellas técnicas, particularmente el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan en el examen del trabajo humano en todos sus contextos, y que conducen sistemáticamente a la investigación de todos los factores que afectan la eficiencia y la economía del trabajo. situación que se está revisando, con el fin de efectuar mejoras (ILO).

También es un estudio analítico bajo ingeniería industrial que juega un papel vital para reducir los costos de fabricación de prendas y aumentar la productividad con recursos mínimos. El estudio de métodos y el estudio de tiempos son dos ramas del estudio-trabajo. El estudio del trabajo es una ciencia tecnológica superior que trabaja para el examen sistemático de los métodos para llevar a cabo actividades, como para mejorar el uso efectivo de los recursos y establecer estándares de desempeño para las actividades que se llevan a cabo. (Criollo, 2018)

El estudio de trabajo es la investigación del trabajo realizado en una organización por medio de un sistema consistente, a fin de lograr el mejor uso posible de hombres, máquinas y materiales en las condiciones actualmente disponibles.

Se ha concluido que las fábricas de prendas pagaron una gran cantidad al departamento de ingeniería, ya que este departamento trabaja para aumentar la productividad. Este análisis de las operaciones requeridas para producir un estilo también es importante para las decisiones ergonómicas, el diseño del trabajo y el desarrollo del puesto de trabajo. Un estudio de trabajo efectivo requiere tanto la medición de cada fase del trabajo, como el análisis del método en todo el sistema.

La evaluación exhaustiva de los métodos que se utilizan para la ejecución de las diferentes actividades de cada proceso permite poder optimizar el uso de los recursos necesarios y poder establecer los parámetros de desempeño con respecto a las tareas que se llevan a cabo. Este análisis está enfocado en incrementar tanto la eficiencia como la productividad. (Bellocchi, 2014)

Las herramientas y técnicas utilizadas en la industria de la costura:

- Estudio y trabajo
- Balanceo de línea
- Sistema de gestión/información de materiales (*MIS*)
- Sistema de gestión de la calidad (*SGC*)
- Planificación
- Desglose de operaciones
- Diseño de línea
- Estudio de tiempo
- Equilibrio de línea
- *SMV* para producción objetivo
- Eficiencia
- Informe de producción diario, semanal, mensual y anual
- Estudio de pérdidas
- Estudio de causa

Mediante el uso de técnicas de estudio y trabajo en una industria se pueden influir los siguientes factores:

- Reducir los costos
- Ratios de productividad
- Rentabilidad de fabricación
- Eliminaciones de trabajo innecesario
- Reprocesos
- Establecer cargas de trabajo equitativas
- Determinar los estándares de desempeño
- Determinar los métodos para comprobar los logros

La implementación de una metodología que permita la optimización de procesos en las plantas es justificable partiendo de todos los beneficios, que son:

- La exactitud para poder establecer los parámetros de desempeño, los cuales consisten en la planificación, programación y el control de todas las operaciones.
- La aplicación de la metodología es global y es aplicable en cualquier tipo de empresa.
- Aporta a mejorar la seguridad ocupacional y las condiciones de trabajo por medio del establecimiento de operaciones críticas.
- No requiere costos adicionales y se puede aplicar fácilmente. En este punto se necesita un mínimo o una inversión casi nula de capital para temas de infraestructura, equipo y herramientas.

El estudio de la metodología del trabajo une dos tipos de materias: el estudio de métodos y la medición de trabajo. En ambos casos son utilizadas para incrementar la productividad.

“La productividad de una fábrica de confección está directamente relacionada con la facturación de la empresa. Es capaz de afectar tanto los gastos básicos involucrados en un negocio como sus ganancias”. (Joy, 2021, pág. 15)

Un estudio de métodos es una técnica de investigación utilizada para determinar la mejor manera de hacer un trabajo. Determina los medios más efectivos para ejecutar cada proceso. También se dedica a la resolución de problemas concurridos, con métodos.

El método de estudio usa un patrón básico que es SREDDIM:

S=selecciona la tarea a estudiar

R=registrar los hechos a partir de la observación

E=examinar críticamente

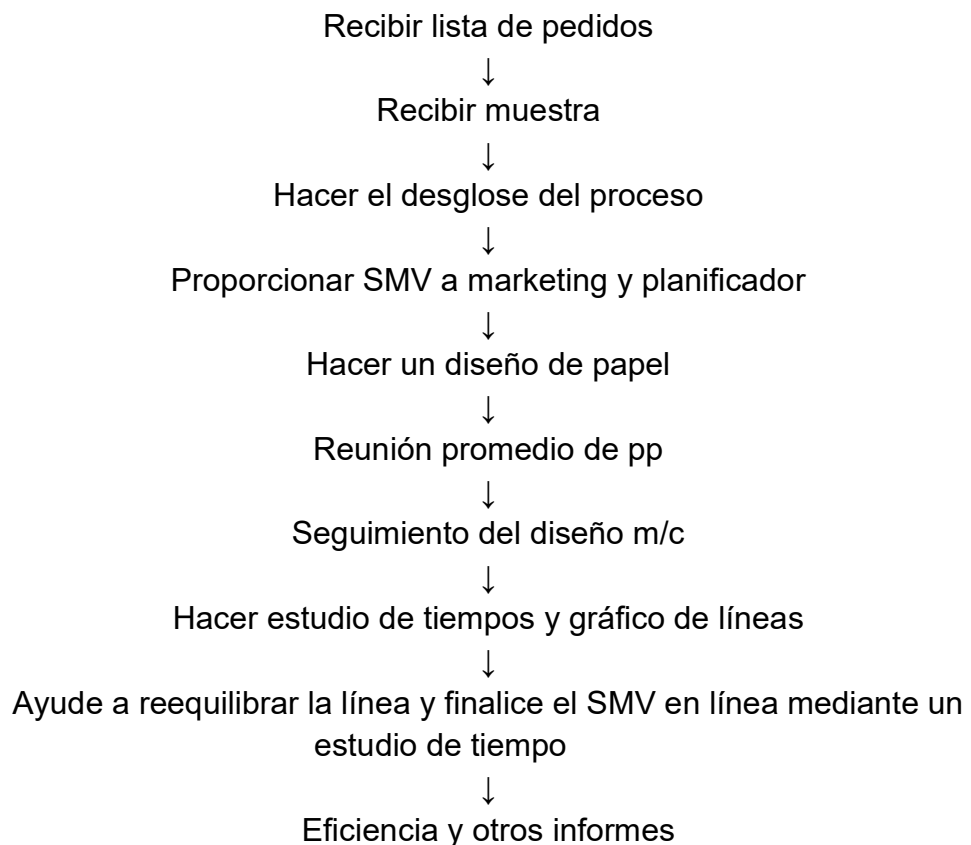
D=desarrollar el mejor método

D=definir un nuevo método que sea más económico

I=instalarlo como una práctica estándar

M=mantenerlo mediante controles regulares de rutina

Diagrama de flujo de estudio y trabajo:



7.5. Teoría de las restricciones TOC

Esta metodología de fue fundada en los 80's por el Dr. Eliyahu Goldratt como un sistema sólido de gestión-administración sistémica y de mejora continua, permitiendo a las gerencias y directores tomar decisiones de manera lógica, y estas decisiones que impacten de manera global en beneficio de la empresa. La Teoría de Restricciones (TOC) brinda un enfoque en la limitación del sistema en generar utilidad, y con ello una serie de pasos que se deben de realizar para poder aprovechar esta limitante o restricción.

La implementación como punto de partida de esta metodología, fue en una fábrica de Goldratt que producía jaulas para aves, los problemas que tenía era las demoras de producción, tanto en cumplimiento al cliente, como el inventario en exceso que había. Para dar solución se creó un programa fundamentado en la programación lineal, cuyos resultados fueron impactados en el incremento de la productividad extraordinariamente manteniendo los mismos gastos operativos. Sin embargo, los problemas de las fábricas necesitaban más de esas consideraciones, puesto que los gerentes de fábrica enfrentan diferentes problemas de gestión y administración en general. Así fue que La Teoría de las Restricciones fue introducida en 1984 en el libro *The Goal*.

TOC exhorta a la alta gerencia y dirección para poder enfocar todos sus esfuerzos en actividades que impactan de forma sobre la empresa como un todo. Para que un sistema funcione adecuadamente, las operaciones deben ser estabilizadas, y es necesario identificar y modificar las políticas sin efecto o resultado positivo. (Goldratt, 2010)

7.5.1. TOC: 5 pasos para la implementación

Cualquiera que sea la naturaleza de la restricción o el cuello de botella, la Teoría de las Restricciones proporciona pasos clave para eliminarlo.

7.5.1.1. Identificar el cuello de botella

El inicio es identificar la restricción o cuello de botella. La teoría de restricciones buscará encontrar el cuello de botella en el sistema y luego explotarlo de tal manera que se maximice el desempeño de todo el sistema.

Identificar la restricción es relativamente fácil cuando se trata de una máquina costosa o compleja porque suele ir acompañada de una gran cantidad de trabajo en curso.

Por otro lado, una restricción de no producción es más compleja de identificar. Puede adoptar la forma de un operador no cualificado o de una cola administrativa.

Se deben identificar todas las limitaciones del sistema, los recursos que, por su limitada disponibilidad, restringen el rendimiento global del sistema productivo, para explotarlos a su máxima capacidad instalada.

Su eliminación inmediata puede resultar difícil y dar lugar a inversiones innecesarias. Una forma práctica de identificar el cuello de botella es: evaluando todos los ritmos de producción de los procesos que marcan el ritmo. Las restricciones pueden ser de varios tipos: paradigmas, políticas, físico, mercado, capacidad, materiales, comportamiento.

Se pueden encontrar varias restricciones, pero se debe dar prioridad de acuerdo al impacto de cada uno en el objetivo de la organización, la importancia está en aquellas que limitan todo el sistema.

7.5.1.2. Explotar el cuello de botella

Durante esta etapa, el objetivo es maximizar el rendimiento del cuello de botella. Por ejemplo, puede ser aconsejable colocar un control de calidad frente a la estación de cuello de botella para garantizar que todas las piezas que pasan por la estación de cuello de botella estén en orden.

Cuando las limitaciones se encuentren en determinados puntos del proceso o centros de trabajo (TC), explotarlos o elevarlos supone generar el máximo desempeño de la maquinaria requerida en la restricción. Si la cadena se rompe en el eslabón más débil, ese eslabón debe ser identificado y solucione su problema para mejorar el rendimiento de la cadena. Se deben retirar obstrucciones para que la restricción no tenga tiempo muerto y no se convierta en una carga para el objetivo del sistema, debería ser preocupación permanente, porque una hora pérdida en un cuello de botella es una hora pérdida para todo el sistema (pérdida de una hora de todo el rendimiento). Una hora ganada o ahorrada en un recurso que no necesariamente es un cuello de botella es una cortina de humo. Se debe crear un amortiguador o colchón antes del cuello de botella para no afectar el rendimiento. Explotar al máximo y aprovechar un recurso es muy diferente a hacerlo trabajar y activar un recurso es diferente a utilizar un recurso.

7.5.1.3. Hacer que todos los procesos estén sujetos a la restricción

El siguiente paso es garantizar que todos los demás recursos estén alineados con la estación del cuello de botella. Para garantizar esto se puede utilizar el principio tambor-amortiguador-cuerda. Por definición, cualquier no-restricción tiene más capacidad de producir que la restricción misma. Si no se controla, esto da como resultado un inventario de WIP inflado, plazos de entrega prolongados y frecuentes agilizaciones y extinción de incendios. Por lo tanto, es crucial evitar producir más de lo que la restricción puede soportar. En un entorno de producción, esto se logra asfixiando la liberación de materia prima de acuerdo con la capacidad de la restricción.

Igualmente, importante garantizar que el resto del sistema admita el trabajo de la restricción en todo momento. Nunca jamás se le debe privar de insumos ni alimentarlo con materiales de mala calidad. Esto se puede lograr manteniendo un margen razonable de existencias de seguridad. De manera similar, otras políticas y hábitos establecidos pueden obstaculizar la productividad en la restricción y deben alinearse sistemáticamente para lograr el máximo rendimiento.

7.5.1.4. Aumentar la capacidad del cuello de botella

Es necesario este paso, si es que la capacidad de la restricción no es suficiente incluso después de las mejoras o elevarla. Entonces es cuestión de buscar recursos adicionales, descargar el cuello de botella a otros recursos si es posible, o invertir para mejorar la capacidad del cuello de botella. Una vez que se agota la capacidad del sistema, se debe ampliar invirtiendo en equipos/terrenos adicionales, contratando personas o algo similar.

Hay errores comunes en este paso, y es que muchas empresas tienden a pasar por alto instintivamente los primeros 3 pasos y saltar directamente a la elevación. La implementación adecuada de los primeros 3 pasos generalmente expone un mínimo del 30 % de la capacidad oculta en los primeros meses. Esta capacidad está disponible de forma gratuita, sin ninguna inversión. Invertir demasiado pronto aumenta el riesgo innecesariamente. Se debe elevar una vez que la explotación y la subordinación (Pasos 2 y 3) estén completamente completas.

7.5.1.5. Identificar nuevos obstáculos

El cuello de botella se moverá, por lo que es importante reevaluar periódicamente las limitaciones y sus impactos. De esta manera, se está en un proceso de mejora continua. Una vez elevado, es posible que el eslabón débil no siga siendo el más débil. Se debe considerar aumentar otros recursos para retener la antigua restricción, dependiendo de dónde desee tener la restricción a largo plazo. Una nueva restricción exige una forma completamente nueva de gestionar el sistema. Por tanto, se vuelve al paso 1, y así comienza de nuevo el viaje de mejora continua.

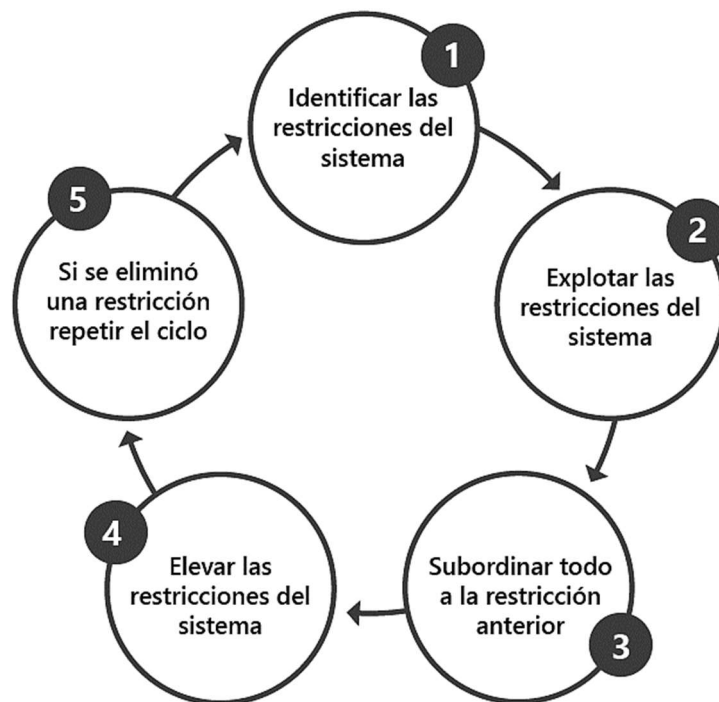
En este punto, la limitación se ha aliviado. Una vez aliviado el cuello de botella, el rendimiento del sistema es mayor que cuando comenzó. Eso significa más dinero para el negocio y clientes más felices. Sin embargo, como se dijo anteriormente, siempre existe una limitación. Tan pronto como se alivie una restricción, aparecerá otra. Ésta es la naturaleza de las restricciones: algo en el sistema es siempre lo más lento. Siempre hay un cuello de botella.

Es por eso que el paso número cinco del enfoque de la TOC, es evitar que la rutina de proceso se convierta en una restricción.

La inercia es la tendencia de un sistema a resistirse al cambio. En este punto cuando la restricción se ha movido, el trabajo que se ha realizado para aliviar la restricción anterior no solucionará la nueva restricción. Eso significa que es hora de identificar la nueva restricción y mejorar aún más el sistema. (Stein, 1997)

Figura 6.

Pasos del enfoque de la teoría de restricciones TOC



Nota. Figura que muestra la secuencia y detalle del ciclo de análisis para la ejecución y puesta en marcha de la metodología de teoría de restricciones aplicada al estudio actual. Elaboración propia, realizado con Piktochart.

Figura 7.

Descripción del enfoque de TOC aplicado

Paso	Objetivo
Identificar	Identifique la restricción actual (la única parte del proceso que limita la velocidad a la que se logra el objetivo).
Explotar	Realice mejoras rápidas en el rendimiento de la restricción utilizando los recursos existentes (es decir, aproveche al máximo lo que tiene).
Subordinar	Revise todas las demás actividades del proceso para garantizar que estén alineadas con las necesidades de la restricción y que realmente respalden las mismas.
Elevar	Si la restricción todavía existe (es decir, no se ha movido), considere qué acciones adicionales se pueden tomar para eliminarla de ser la restricción. Normalmente, las acciones continúan en este paso hasta que la restricción se haya "roto" (hasta que se haya movido a otra parte). En algunos casos, puede ser necesaria una inversión de capital.
Repetir	Los Cinco Pasos de Focusing son un ciclo de mejora continua. Por lo tanto, una vez que se resuelve una restricción, se debe abordar inmediatamente la siguiente. Este paso es un recordatorio de que nunca debemos volvernos complacientes: mejorar agresivamente la restricción actual... y luego pasar inmediatamente a la siguiente restricción.

Nota. Figura que muestra cada una de las fases de la teoría de restricciones aplicada al proceso industrial. Elaboración propia, realizada con Microsoft Power Point.

Las empresas de confección de prendas de vestir se enfrentan en la actualidad a la competencia global, que demanda mayor calidad, menor tiempo de entrega y menor precio. Los fabricantes de prendas de vestir generalmente trabajan según el principio de economías de escala. Aquí, los grandes costos fijos de producción implican una depreciación intensiva debido a las enormes inversiones de capital realizadas en operaciones de gran volumen. Por tanto, la industria de la confección necesita algunas filosofías de gestión de la fabricación, como *Lean Manufacturing* y aplicar la Teoría de restricciones que se detalló anteriormente. (Sain, 2013)

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Productividad en la industria de la confección

3.1.1. Medición de salida y entrada

3.1.2. Interpretación de los datos de productividad

3.1.3. Niveles de medición de la productividad

3.1.3.1.1. Estudio de tiempos y movimientos

3.1.3.1.2. Verificación de capacidad

3.1.3.1.3. Realización de investigación + desarrollo

3.1.3.1.4. Utilizar el mejor diseño de línea posible

- 3.1.3.1.5. Disposición de la estación de trabajo científica
- 3.1.3.1.6. Reducir el tiempo de preparación de la línea
- 3.1.3.1.7. Mejorar el equilibrio de la línea
- 3.1.3.1.8. Utilizar ayudas de trabajo
- 3.1.3.1.9. Alimentación continua a las líneas de costura
- 3.1.3.1.10. Introducir un corte preciso y sin fallas en la línea
- 3.1.3.1.11. Capacitación para supervisores de línea
- 3.1.3.1.12. Capacitación a operadores de costura
- 3.1.3.1.13. Establecer un objetivo de operario individual
- 3.1.3.1.14. Sistema de seguimiento de datos del taller
- 3.1.3.1.15. Uso de una máquina de coser con recortador
- 3.1.3.1.16. Instalar mejores equipos
- 3.1.3.1.17. Inspección de calidad en línea a intervalos regulares
- 3.1.3.1.18. Motivación del operador
- 3.1.3.1.19. Plan de incentivos del operador
- 3.2. Pérdida de la productividad
- 3.3. Eficiencia
- 3.4. Estudio del trabajo
- 3.5. Teoría de las restricciones TOC
 - 3.5.1. 5 pasos para la implementación
 - 3.5.1.1. Identificar el cuello de botella
 - 3.5.1.2. Explotar el cuello de botella
 - 3.5.1.3. Hacer que todos los procesos estén sujetos a la restricción
 - 3.5.1.4. Aumentar la capacidad del cuello de botella
 - 3.5.1.5. Identificar nuevos obstáculos

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Se presenta a continuación la ruta que se llevará a cabo en este proyecto de investigación, desde su fase de investigación hasta su fase de desarrollo.

9.1. Características del estudio

A continuación, se presentan cada una de las principales características que definen la metodología que se llevará a cabo para ejecutar este proyecto en búsqueda de incrementar el margen de utilidad.

9.1.1. Enfoque

En el presente trabajo de graduación se estará utilizando el enfoque cuantitativo y cualitativo. Ambos enfoques de investigación que permitirán realizar el análisis de los diseños experimentales, ya que se tienen varios conjuntos a estudiar y en este caso los elementos y unidades de análisis se mantienen constantes. Y por medio del enfoque de investigación no experimental, las variables no serán modificadas o ajustadas. La investigación está basada en la implementación de herramientas de la productividad como el estudio del trabajo y la teoría de restricciones para poder incrementar la eficiencia de las líneas de costura, eliminando reprocesos y tiempos perdidos, teniendo de esta manera, un impacto en el incremento del margen de utilidad de las líneas de costura. Ambos enfoques permitirán identificar y analizar las variables que requieren una intervención para su mejora a través del cálculo de rendimiento de las operaciones y en otros casos a través de las características que definen la cultura de ejecución del trabajo.

9.1.2. Alcance

Se empleará el análisis de variables cuantitativas que nos van a permitir medir el rendimiento actual de la planta de costura en cuanto al nivel de producción, eficiencia de las líneas de costura, disponibilidad de tejido, volumen de teñido, capacidades de corte, decoración, preparación y costura, además del análisis de las variables cualitativas servirá para obtener todas aquellas características que definen cada uno de los procesos.

9.1.3. Diseño

El diseño de investigación establecido será experimental, ya que se analizarán las variables que definen el rendimiento y la productividad actual del proceso, para definir modelos de análisis y comenzar a utilizar nuevos ajustes en las variables con el objetivo de poder incrementar la productividad y eficiencia de las líneas de costura y todos los subprocesos.

9.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis se realizará sobre la cadena de suministro, subprocesos y la línea de costura en donde se analizarán los posibles cuellos de botella para balancear la carga de cada proceso que garantice el flujo continuo del trabajo para incrementar la productividad y rentabilidad de la planta.

El análisis de estos puntos permitirá eliminar las fuentes de generación de reprocesos, disminuir el porcentaje de prendas de segunda calidad y evitar que las líneas de costura estén por debajo del porcentaje de eficiencia aceptable. El margen de utilidad es el principal indicador que se busca incrementar con la implementación de la metodología e incremento de productividad.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla 3.

Unidad de análisis

Nombre de la Variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
Optimización del abastecimiento del área de subprocesos para garantizar el flujo continuo del trabajo para las líneas de costura y líneas de preparación	Abastecimiento del área de subprocesos: garantizar las entradas constantes para el área de corte, decoración (serigrafía y bordado) y preparación por medio del flujo correcto de tela	El flujo constante y de acuerdo a capacidad de la tela proveniente de los diferentes proveedores para mantener abastecida al área de corte. El flujo constante de prendas cortadas para el área de decoración (serigrafía, bordado y sublimación)	<ul style="list-style-type: none"> * Libras de ingreso de tela por semana * Estilos aprobados por semana * Yards impresas por semana * Recepción semana de cuellos tejidos
Diseño del modelo para la creación del mejor flujo de abastecimiento de recursos para las líneas de costura	Flujo de abastecimiento para líneas de costura: garantizar el flujo constante de todas las entradas provenientes de las áreas de subprocesos y de los materiales por parte de la cadena de suministro	La definición de la forma más eficiente de garantizar el flujo de ordenes de corte listas, decoradas y preparadas para el ensamblaje en las líneas de costura, previo al flujo constante de los materiales que la prenda requiere para su ensamblaje	<ul style="list-style-type: none"> * Prendas cortadas por mesa * Prendas serigrafiadas por máquina por turno * Prendas bordadas por máquina por turno * Recepción diaria de materiales * Prendas preparadas por día

Continuación de Tabla 3.

Nombre de la Variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
Optimización del tiempo de entrega o tiempo de servicio entre las diferentes áreas de subprocesos que el área de costura requiere	<p>Tiempo de entrega y acuerdo de servicio: SLA significa acuerdo de nivel de servicio. Se refiere al proceso que describe un compromiso entre un área de servicios dentro de la empresa (cadena de suministro o subprocesos) y un cliente final (en este caso costura), incluidos detalles del servicio o tiempo de respuesta, los estándares que el área proveedora debe cumplir y las métricas para medir el desempeño.</p>	<p>Es garantizar el tiempo establecido para cortar una orden de producción, poderla serigrafiar, bordar, sublimar y preparar los paneles de la prenda, para poder realizar el plan de abastecimiento y carga de las líneas de costura y determinar fechas de costura reales que cumplan con la fecha de exportación del cliente</p>	<p>* Semanas inamovibles para entrega de tela</p> <p>* Días para recepción de tela</p> <p>* Días para recepción de materiales (trims)</p> <p>* Prendas despachadas diariamente para costura</p>

Nota. Tabla que muestra el detalle de las variables e indicadores clave para el análisis del estudio de las restricciones actuales y poner en marcha un plan de optimización y eliminación de restricciones a través del control de los indicadores establecidos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

9.4. Fases del estudio

A continuación, se describen las fases en las cuales se divide el desarrollo de la investigación para poder cumplir con los objetivos planteados.

9.4.1. Identificar la restricción actual del proceso

Se debe identificar la restricción actual (la única parte del proceso que limita la velocidad a la que se logra el objetivo).

9.4.2. Explotar la restricción identificada

Realizar mejoras rápidas en el rendimiento de la restricción utilizando los recursos existentes (es decir, aprovechar al máximo lo que se tiene).

9.4.3. Seguimiento del cuello de botella y limitantes en el proceso

Revisar todas las demás actividades del proceso para garantizar que estén alineadas con las necesidades de la restricción y que realmente respalden las mismas

9.4.4. Elevar la restricción

Si la restricción todavía existe (es decir, no se ha movido), considerar qué acciones adicionales se pueden tomar para eliminarla de ser la restricción. Normalmente, las acciones continúan en este paso hasta que la restricción se haya roto (hasta que se haya movido a otra parte). En algunos casos, puede ser necesaria una inversión de capital.

9.4.5. Repetir el proceso para identificar nuevas restricciones

Los 5 pasos del enfoque son un ciclo de mejora continua.

Por lo tanto, una vez que se resuelve una restricción, se debe abordar inmediatamente la siguiente. Este paso es un recordatorio de que nunca se tiene que ser complacientes: mejorar agresivamente la restricción actual y luego pasar inmediatamente a la siguiente restricción.

9.4.6. Seleccionar áreas de conflicto

Seleccionar un área problemática identificada o una oportunidad identificada. Puede identificarse a través de una revisión sistemática de los datos disponibles, procesos normales de seguimiento o control, altos niveles de insatisfacción y quejas o como parte de un cambio en la práctica, tecnología o ubicación de la gestión, y generalmente porque cumple con ciertas condiciones de urgencia y /o prioridad.

9.4.7. Definir los objetivos a alcanzar

Establecer términos de referencia claros que definan los objetivos, la escala, el alcance y las limitaciones de la investigación. Identificación de quién es dueño del problema o situación y las formas en que se comparte dicha propiedad. Esta es una fase separada y distinta del estudio del método, como la etapa de definición. Conduce a un plan para la investigación que identifica las técnicas, el personal y el cronograma apropiados.

9.4.8. Registro de datos recopilados

Recopilar datos suficientes (en términos de calidad y cantidad) para actuar como base de evaluación y examen. Crear cuadros y diagramas simples, pero pueden complementarse con grabaciones fotográficas y de vídeo y con técnicas informáticas.

9.4.9. Examinar los registros obtenidos

Los datos registrados se someten a examen y análisis; se debe realizar el examen crítico y el análisis de sistemas. Identificar, a través de un proceso de cuestionamiento estructurado, aquellos puntos del sistema general de trabajo que requieren mejoras u ofrecen oportunidades para un cambio beneficioso.

9.4.10. Desarrollar la investigación de campo

La etapa de Examinar se fusiona con la etapa de Desarrollar de la investigación a medida que un análisis más exhaustivo conduce automáticamente a áreas de cambio identificadas. El objetivo aquí es identificar posibles acciones de mejora y someterlas a evaluación para desarrollar una solución preferida.

9.4.11. Instalación de la metodología y nuevos métodos

Se requerirá una ejecución paralela de sistemas antiguos y nuevos; en otros, puede necesitar la acumulación de existencias de reserva y otras planificaciones para gestionar el cambio. Lo que importa es que la introducción de nuevos métodos de trabajo tenga éxito.

9.4.12. Mantener el método y la aplicación de estrategias

Es necesario comprobar que el nuevo método funciona, que se sigue correctamente y que ha dado los resultados deseados. Esta es la fase de mantenimiento. La desviación de métodos es común: cuando las personas vuelven a las antiguas formas de trabajar o introducen nuevos cambios.

Algunos de ellos pueden resultar útiles y deberían incorporarse formalmente; otros pueden ser ineficientes o inseguros.

9.4.13. Auditar el proceso continuamente para garantizar el éxito

Establecer el procedimiento de evaluación del cumplimiento de la ejecución global de cada una de las tareas que permitirá reducir las restricciones del sistema.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se realizarán visitas de campo a las diferentes áreas de bodegas, áreas de subproceso y costura para realizar el análisis para obtener el diagrama del proceso actual. Diagrama que muestra el estado actual, que es insatisfactorio y necesita mejora. Al crear el diagrama, los síntomas del problema se identifican y se rastrearán hasta su causa raíz (el problema subyacente).

El análisis de datos cuantitativos del área de costura y sus subprocesos implica trabajar con variables numéricas, incluidas estadísticas, porcentajes, cálculos, mediciones, capacidades y otros datos, ya que la naturaleza de los datos cuantitativos es numérica. Las técnicas de análisis de datos cuantitativos incluirán algoritmos, procedimientos, herramientas de análisis matemático y software para manipular datos y descubrir conocimientos que revelen el valor empresarial y permitan visualizar la productividad actual de la empresa. El análisis de datos cuantitativos también se puede utilizar para evaluar datos de mercado y ayudar a una empresa a fijar un precio competitivo para su nuevo producto al obtener mejores precios de proveedores y materias primas.

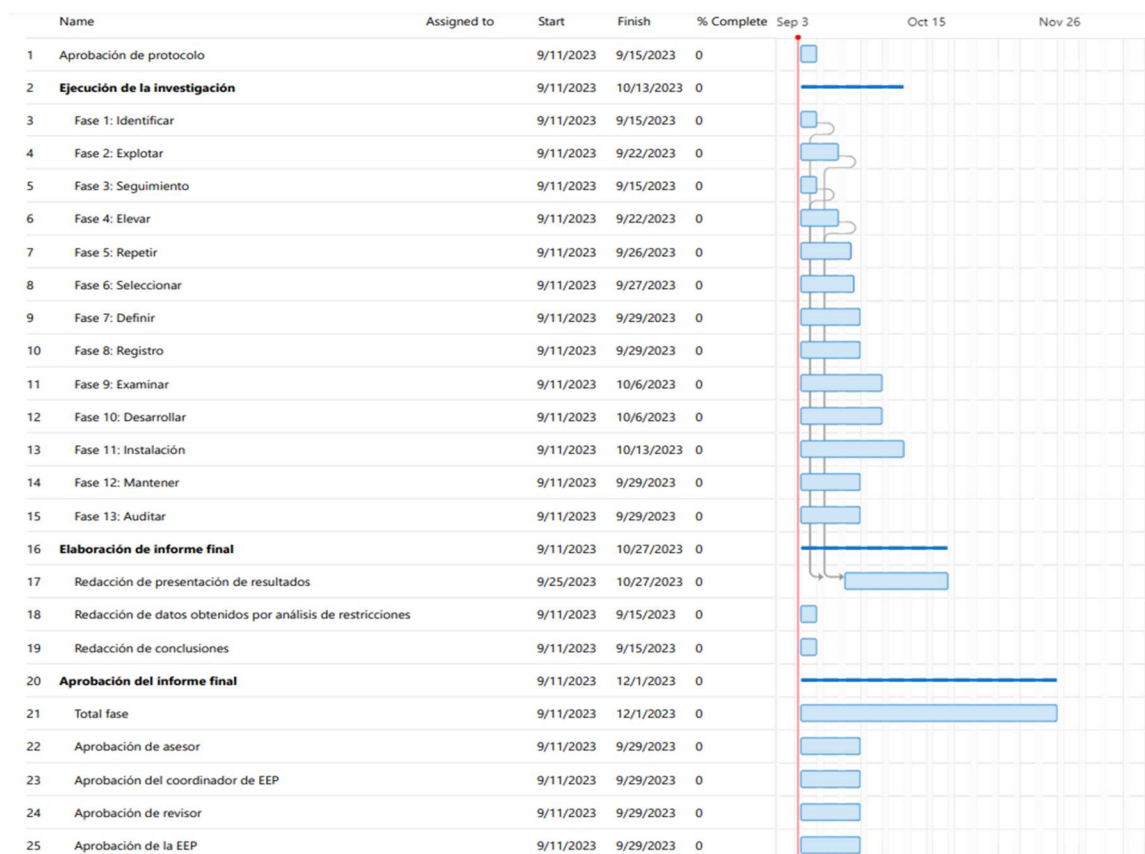
Los datos cualitativos describen información que normalmente no es numérica. El enfoque de análisis de datos cualitativos implicará trabajar con identificadores únicos, como etiquetas, características, propiedades, y variables categóricas, como estadísticas, porcentajes y medidas. Se utilizarán enfoques de observación participante o de primera mano, realizar entrevistas, organizar grupos focales o revisar documentos y modelos en el análisis de datos cualitativo.

11. CRONOGRAMA

Para el desarrollo de la investigación se estableció el siguiente cronograma de actividades:

Figura 8.

Cronograma de investigación



Nota. Figura que muestra el detalle de las distintas actividades que componen el proyecto de investigación y el tiempo de ejecución de cada una de las actividades. Elaboración propia, realizada con Microsoft Visio.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

12.1. Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para la implementación de la metodología de la teoría de las restricciones y realizar el estudio de trabajo en la planta de costura:

Tabla 4.
Presupuesto

	Descripción	Cantidad	Costos (Q)	Fuente de financiamiento
Recurso humano	Asesor	1	Q. 0,00	No aplica
	Evaluador de piso	2	Q. 0,00	No aplica
	Personal Operativo de la Empresa	20	Q. 0,00	No aplica
Recursos Materiales	Material e insumos de oficina	10	Q. 600,00	Propia
Recursos Físicos	Gasolina	-	Q. 300,00	Propia
Recursos tecnológicos	Computadora	1	Q. 7 500,00	Propia
	Cronómetro	1	Q. 150,00	Propia
	Internet	-	Q. 300,00	Propia

Nota. Tabla que muestra el detalle de los recursos monetarios requeridos para la ejecución del proyecto. Elaboración propia, realizado en Microsoft Excel.

REFERENCIAS

- Bellocchi, N. D. (2014). *Storminess and Environmental Change*. Springer.
- Bheda, D. R. (2006). *Managing Productivity in Apparel Industry* (Vol. First Edition). CBS Publishers & Distributors Pvt Ltd, India.
- Bheda, R. (2006). *Managing Productivity in Apparel Industry*. OwlsBooks.
- Cepeda, E. (2010). *Sistema de gestión de calidad y la productividad textil*.
- CHÁVEZ, K. M. (2019). *Propuesta de implementación de la teoría de restricciones en el proceso de producción de confección para incrementar productividad*.
- Cox, E. M. (2004). *The Goal - A process of ongoing improvement*. North River Press.
- Criollo, R. G. (2018). *Estudio del trabajo "Ingeniería de métodos y medición del trabajo"*. Mcgraw-Hill.
- Gálvez B., J. F., & Zamora Gonzales, S. (2022). *Propuesta de mejora para incrementar la productividad en el área de costura de las PYME mediante el uso de las herramientas Lean*.
- Goldratt, E. M. (2010). *Teoría de restricciones*. McGraw Hill.

Grijalva Baldeón, C. M., & Hernández Pérez, V. (2021). *Propuesta de mejora de la eficiencia productiva en la empresa del sector textil.*

Gutierrez, M. I. (2019). *Propuesta de mejora en el proceso de costura de las PYME del sector exportador de confecciones de prendas.*

ILO. (s.f.). Introducción al estudio del trabajo por ILO/ British Standard Glossary.

Joy, R. U. (2021). *An Overview of Work Study in Textile & Apparel Industry.* University of Oulu, Finland.

Lazarte, A. (2020). *MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE COSTURA.*

Ltd, T. L. (2023). Lean y TOC.

Rezaul Hasan Shumon, K. A.-U.-Z. (2012). *Productivity improvement through balancing process using multi-skilled manpower in apparel industries.*

Rivera Guirola, G. R. (2009). *Reacondicionamiento de los alabes directrices de una turbina hidráulica tipo Francis en Hidroeléctrica Los Esclavos y su análisis de costos.* Tesis Pre grado, Guatemala.

Sain, M. K. (2013). *Lean Manufacturing Implementation in Garment Industry: A Case Study on Value Stream Mapping.* Lambert.

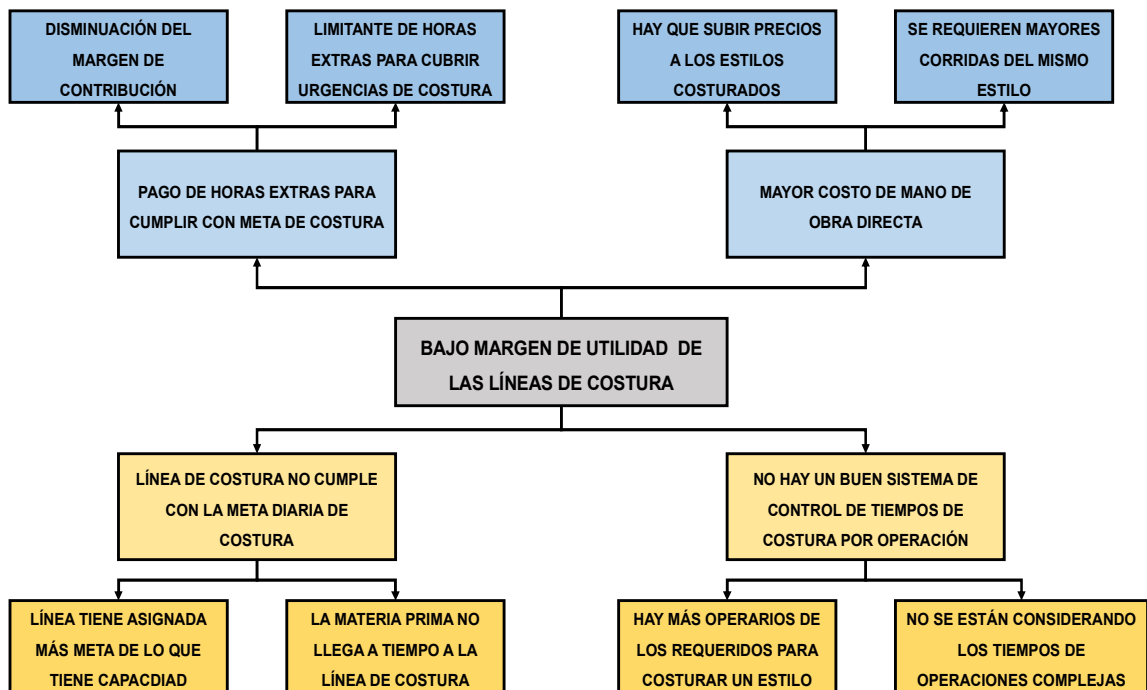
Sanchez, M. F. (1997). *Eficacia organizacional.* Diez de Santos.

Stein, R. E. (1997). *The Theory of Constraints: Applications in Quality Manufacturing, Second Edition (Quality and Reliability)*. CRC Press.

APÉNDICES

Apéndice 1.

Árbol de problemas



Nota. Figura que muestra el desglose de cada una de las variables que tienen un afecto a raíz de una causa determinada, esto permitirá identificar la raíz principal del problema planteado. Elaboración propia, realizado en Microsoft Power Point.

A continuación, se presenta la matriz de coherencia, la misma permitió determinar de forma directa las variables a considerar en el proyecto de investigación:

Apéndice 2.

Matriz de coherencia

Problema central: baja contribución y margen de utilidad de las líneas de costura					
Preguntas	Objetivos	VARIABLES	Indicadores	Metodología	Resultados
¿Cuál es la mejor propuesta de optimización de procesos y recursos para incrementar el margen de utilidad de las líneas de costura en la empresa textil y de vestuario?	Optimizar los procesos y recursos para incrementar el margen de utilidad de las líneas de costura en la empresa textil y de vestuario	* Anchos de rollos de telas	* Tiempo de preparación y despacho de tela	* Control y despacho de tela	Flujo constante de tela al área de corte
		* Disponibilidad de mesas de corte	* Tiempo de corte por mesa	* Reporte de ordenes azoradas y cortadas	Aumento de capacidad de corte
		* Capacidad de despacho de materiales	* Tiempo de preparación de materiales	* Ordenes preparadas diariamente	Stock de materiales pre-producción para garantizar flujo
		* Capacidad de despacho de tela y complementos	* Tiempo de preparación de bias, cuellos, insertos, plaquet y otros complementos	* Cantidad de complementos diarios preparados	Alineación de programas planificados y ejecución de manufactura

Continuación de Apéndice 2.

¿Cómo se puede optimizar el abastecimiento o del área de los subprocesos para garantizar el flujo adecuado de recursos para las líneas de costura?	Diseñar el proceso ideal para optimizar el abastecimiento o del área de los subprocesos para garantizar el flujo adecuado de recursos para las líneas de costura	* Volumen de prendas disponibles por estilo y cliente	*Cambios de estilo por línea	* Revisión diaria y semanal	Agrupación de prendas por tipo de construcción
		* Estilos disponibles por fecha de exportación	* Capacidad de línea por estilo	* Revisión diaria y semanal	Entregas a tiempo para los clientes
¿Cuál es el mejor flujo de prendas con la misma construcción que garantice la mejor eficiencia de las líneas de costura?	Definir el mejor flujo de prendas y estilos con la misma construcción que garantice la mejor eficiencia de las líneas de costura	* Abastecimiento por parte del subproceso previo	* Prendas diarias para despacho	* Revisión diaria y semanal	Entregas a tiempo por parte de subprocesos
		* Capacidad de preparación y despacho	* Prendas diarias para despacho	* Revisión diaria y semanal	Stock de operaciones complejas preparadas previamente

Continuación de Apéndice 2.

Problema central: baja contribución y margen de utilidad de las líneas de costura					
¿Cómo optimizar los tiempos de entrega (SLA – Service Level Agreement) por parte de todas las áreas de subprocesos de corte, trims, serigrafía, bordado y sublimación solicitados por el área de costura en la empresa textil y de vestuario por medio de la aplicación de herramientas de la productividad?	Definir la propuesta de optimización de tiempos de entrega (SLA – Service Level Agreement) por parte de todas las áreas de subprocesos de corte, trims, serigrafía, bordado y sublimación solicitados por el área de costura en la empresa textil y de vestuario	*Abastecimiento por parte del subproceso previo	* Prendas diarias para despacho	* Revisión diaria y semanal	Garantizar tiempos de entrega internos
		* Capacidad de preparación y despacho	* Prendas diarias para despacho	* Revisión diaria y semanal	Estandarizar tiempos de subprocesos y costura

Nota. Tabla que muestra el detalle de la relación entre los objetivos planteados para la investigación respecto a los resultados esperados y las variables implicadas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.