



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados e Investigación

Maestría en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA UNA MICROEMPRESA

Presenta

Christyan Garibay Heredia

Trabajo Terminal para obtener el Grado de Maestro
en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

Puebla, México.

Enero 2022



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

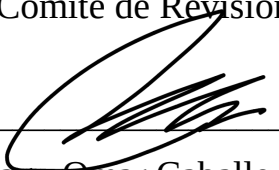
Centro Interdisciplinario de Posgrados e Investigación

Maestría en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

Se aprueba el trabajo terminal titulado:

PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE CONTROL DE
INVENTARIOS PARA UNA MICROEMPRESA

Comité de Revisión.



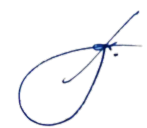
Dr. Santiago Omar Caballero Morales

Director



Dr. Emmanuel Olivera Pérez

Sinodal



Dr. Juan Carlos Pérez García.

Sinodal

Puebla, México.

Enero 2022

RESUMEN

El presente trabajo práctico, describe la propuesta de implementación sobre tres pilares fundamentales, la metodología de control de inventarios ABC, la evaluación de los riesgos mediante la matriz HAZOP y por último la teoría de restricciones para los requerimientos de producción y transporte para una PyME ubicada en el estado de Hidalgo, enfocada a la manufactura y venta de productos textiles. En esta empresa se detectaron múltiples problemas orientados al cómo y el cuánto de las cantidades de inventario de producto terminado y las restricciones de compra de materia prima. Las variables anteriores, han impactado de manera económica a la empresa textil ya que genera un costo de almacenamiento grande al no tener especificados los productos que más se venden, estos problemas son comunes en las empresas PyME del sector textil en México.

La aplicación de un manejo de inventarios basado en el análisis ABC para definir las políticas de agrupación para los diferentes productos finales considerando su costo y su demanda genera una orientación clara sobre la importancia del almacenaje de ciertos productos y en la reducción de los inventarios en general. Aunado a la teoría de restricciones que facilite saber aquellas limitantes que se presentan en la cadena de suministro de la empresa, desde la compra de materia primas hasta la venta del producto terminado. La matriz HAZOP considera aquellos problemas que pueden surgir y/o afectar a la producción definida en la priorización de la metodología ABC, este problema se evalúa con la selección de proveedores utilizando la metodología Delphi.

ABSTRACT

This practical work describes the implementation proposal based on three fundamental pillars, the ABC inventory control methodology, risk assessment using the HAZOP matrix and finally the theory of constraints for production and transportation requirements for an SME located in the state of Hidalgo, focused on the manufacture and sale of textile products. In this company multiple problems oriented to the how and how much of the finished product inventory quantities and raw material purchase restrictions were detected. The above variables have had an economic impact on the textile company since they generate a large storage cost by not having specified the products that are sold the most, these problems are common in SMEs in the textile sector in Mexico.

The application of inventory management based on ABC analysis to define the grouping policies for the different final products considering their cost and demand generates a clear orientation on the importance of the storage of certain products and in the reduction of inventories in general. In addition to the theory of constraints that facilitates knowing those constraints that arise in the company's supply chain, from the purchase of raw materials to the sale of the finished product. The HAZOP matrix considers those problems that may arise and/or affect the production defined in the prioritization of the ABC methodology, this problem is evaluated with the selection of suppliers using the Delphi methodology.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor el Dr. Santiago O. Caballero Morales, quien con sus conocimientos y apoyo me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer a la universidad UPAEP, por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Por último, quiero agradecer a todos mis compañeros y a mi familia, por apoyarme aún cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención de mi mama, que siempre estuvo ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. CONTROL DE INVENTARIOS Y PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA TEXTIL .	12
2.1 Planeación de la Producción y sus Estrategias.....	12
2.2 Sistemas y Metodología ABC del Control de Inventarios.....	14
2.3 Optimización del Proceso – Matriz HAZOP	19
2.4 Evaluación de Proveedores – DELPHI.....	21
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	24
3.1 Realización de Entrevistas	24
3.2 Análisis de Procesos.....	27
3.3 Análisis de la Información	30
4. PROPUESTAS DE MEJORA	33
4.1 Teoría de Restricciones	33
4.2 Matriz HAZOP	34
4.3 Evaluación de Proveedores (DELPHI)	36
4.4 Propuesta de control de inventarios ABC	38
5. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Fases de implementación de clasificación ABC.....	17
Figura 3.1 Resultados de preguntas 1 y 2.....	25
Figura 3.2 Resultados de preguntas 3 y 4.....	26
Figura 3.3 Resultados de preguntas 5 y 6.....	26
Figura 3.4 Resultados de preguntas 7 y 8.....	26
Figura 3.5 Resultados de preguntas 9 y 10.....	26
Figura 3.6. Flujograma del Proceso de Compra de Materia Prima	27
Figura 3.7. Flujograma del Proceso de Producción.....	28
Figura 3.8. Flujograma del Proceso de Inventario	29
Figura 3.9. Flujograma del Proceso de Venta de Producto Terminado.....	29
Figura 3.10 Porcentaje de cobertura.....	32
Figura 3.11 Cuadro de mando.....	32
Figura 4.1 Diagrama TOC	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Metodologías y Criterios de Clasificación de Inventarios.....	15
Tabla 2.2. Datos relevantes para la aplicación de la clasificación ABC	18
Tabla 2.3 Herramientas para la clasificación ABC	19
Tabla 2.4. Palabras guía para la matriz HAZOP	20
Tabla 2.5 Variables de evaluación DELPHI	22
Tabla 2.6 Ponderaciones DELPHI	22
Tabla 2.7 Perfil Ideal de proveedores.....	23
Tabla 3.1 Resultados de encuestas	25
Tabla 3.2 Puntos de Mejora por Proceso.....	30
Tabla 3.3 Palabra clave ponderadas en entrevista	31
Tabla 4.1 Restricciones encontradas en los procesos de ETP	33
Tabla 4.2 Palabras Guía para la Matriz HAZOP	34
Tabla 4.3 Matriz HAZOP para empresa ETP.....	35
Tabla 4.4 Resultado dela evaluación de proveedores.....	36
Tabla 4.5 Criterios de ponderación para evaluación de proveedores	37
Tabla 4.6 Resultados de ponderación.....	37
Tabla 4.7 Datos de inventario empresa ETP	38

1. INTRODUCCIÓN

La industria textil en México tuvo importantes crecimientos en 1995, sin embargo, la llegada de los productos procedentes de China en el 2000, marco un importante hito para el desarrollo del sector textil en el país. Desafortunadamente, desde este año, el sector no registro aumento en el aporte del PIB Nacional, hasta llegar al 2015, en donde tuvo un crecimiento gracias al decreto textil emitido por el gobierno. Sin embargo, las condiciones han convertido a China en el segundo socio comercial de México, con intercambios cercanos a los 75,000 millones de dólares en 2016 (Ortiz et al., 2019).

De acuerdo a (INEGI & CANAINTEX, 2020), el sector textil, ha sido considerado como uno de los principales sectores económicos, por esta razón se considera en el décimo lugar entre las actividades económicas manufactureras más importantes en 2019, además, apporto el 3.2% del PIB nacional. Diez entidades federativas concentraron 85.7% de la producción de la industria textil (Hidalgo ocupa el tercer lugar, mientras que Puebla el segundo), esto representa que de cada 100 pesos de insumos utilizados por la industria textil, 58.9 son nacionales y 41.1 importados

La industria textil y de la confección, al demandar insumos para realizar su producción, generan un impacto o efecto directo (derrama económica) en 406 actividades económicas. Esta industria generó 640 mil puestos de trabajo en 2018 y en 2019 la inflación fue de 2.8%, mientras que los incrementos en los precios de ropa de abrigo y ropa para niños y bebés fueron significativamente menores (INEGI & CANAINTEX, 2020).

Como lo menciona (Futuro & Tecnolog, 2020) Puebla es conocida como el epicentro de la industria textil y de la confección en México, y está situada idealmente para suministrar sus productos a los mercados de Estados Unidos y de Europa, ya que está a solo tres horas del Golfo de México para el despacho de sus productos por el océano Atlántico, y a solo cinco horas de la costa del océano Pacífico.

Actualmente múltiples compañías están tratando de incorporar a sus principales ubicaciones a Puebla, tal es el caso de la compañía Acafintex, la cual ha implementado mejoras en sus líneas

de producción aun en tiempo de COVID, empleando novedosos sistemas que tienen como base el aire, por ejemplo, secado de las telas, flujo del aire entre capas, etc. (Futuro & Tecnologia, 2020).

Por lo anterior, el presente proyecto se realiza en una empresa dentro del ramo textil cuyos problemas son representativos de la industria. La empresa objeto de estudio, tiene como nombre comercial “Empresa Textil de Pants (ETP)”, con domicilio en la ciudad de Pachuca, estado de Hidalgo. Esta empresa tiene sus inicios en 2008 y tiene como giro la producción y venta de artículos de vestimenta en su categoría de pantalones deportivos o “Pants”. También realiza la distribución de estos productos en plazas y tianguis dentro del estado de Hidalgo.

ETP, a pesar de ser pequeña y con una única sucursal de manufactura y almacenaje, ha experimentado un aumento considerable de sus ventas en los últimos años. Este crecimiento vertiginoso de sus operaciones no ha tenido el soporte de una planeación estratégica ni de una visión clara de sus objetivos para los siguientes años.

Al realizar una breve entrevista con los dueños, acompañado de una visita guiada, se pudieron percibir varias áreas de mejora:

- No se cuenta con un sistema óptimo de control de inventarios, por lo cual la cantidad de producto almacenado no considera la cantidad de ventas. Esto ocasiona que se tenga mucha existencia de Pants de diferentes tamaños y colores.
- Los productos no son almacenados de manera correcta, al estar almacenados en el piso se pierde el control del inventariarlo.
- No se cuenta con un control de la producción en base a los requerimientos históricos de sus ventas. Los dueños tienen claro que su producto se vende en diferentes cantidades dependiendo de la estación (por ejemplo, en invierno se venden más pantalones tipo felpa, mientras que en verano se vende más producto tipo bermuda).

Al lograr implementar estrategias para mejorar el control del inventario y la producción se podrá proveer a ETP de una ventaja competitiva. En resumen, se consideran los siguientes aspectos a resolver:

- Daño del producto terminado almacenado o ubicado en el piso

- Falta de un control de producción.
- Falta de un control de inventarios.
- Exceso de producto terminado.

Por ello, el presente proyecto considera las siguientes estrategias de solución:

- Aseguramiento de los riesgos en el proceso productivo (Thoney-Barletta, 2020).
- Controlar el inventario para que tenga niveles de acuerdo a la estacionalidad (Domínguez & Mejía, 2016).

2. CONTROL DE INVENTARIOS Y PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA TEXTIL

2.1 Planeación de la Producción y sus Estrategias

En la actualidad, las empresas textiles se han caracterizado por tener como pilar fundamental, la producción en masa de los productos que se pretenden comercializar, sin que esto necesariamente represente la mejor estrategia para poder generar una producción sustentable. Hoy en día las organizaciones deben tener estrategias productivas que les permitan generar ventajas competitivas y garantizar su sostenibilidad en el tiempo y para lograrlo enfrentan el problema de optimizar, ecualizar y adaptar la capacidad de la empresa a las demandas de los clientes (Campo et al., 2020).

La planeación y control de la producción proporcionan un marco de referencia importante dentro de la organización, esto con el fin de poder tomar decisiones empresariales y formar un vínculo entre las estrategias organizacionales y las estrategias de la operación (Sipper & Bulfin, 1998).

La planeación de la producción, que es considerada una herramienta muy útil a mediano y largo plazo, sugiere estrategias para alcanzar la demanda pronosticada, teniendo en cuenta las restricciones de capacidad existentes. De esta forma se obtiene la capacidad para poder cumplir en tiempo y forma con todos los requerimientos del cliente, sin que esto represente costos adicionales de almacenaje para las organizaciones (Arredondo Ortega et al., 2017).

De acuerdo a las características de la demanda, la producción puede realizarse mediante dos esquemas: (1) *Push* o de “empujar”, cuando la demanda es constante o conocida, se puede producir en lotes grandes, o (2) *Pull* o de “jalar”, cuando la demanda no es constante y tiene un factor de periodicidad, se produce bajo pedido y en lotes pequeños (Arredondo Ortega et al., 2017). Dado que cada esquema involucra herramientas específicas, previo al diseño del sistema de control de la producción, es importante conocer las características de la demanda y las restricciones de los recursos del sistema de producción.

De acuerdo a (Vásquez et al., 2017), identificar las restricciones del sistema productivo para el desarrollo de un modelo de planeación de producción, ayuda a determinar las cantidades óptimas de fabricación y maximizar la cantidad de producto que se puede producir y entregar al cliente en un período de tiempo dado (*throughput*). En este contexto, la Teoría de Restricciones (TOC) se centra en el papel que juegan las restricciones en los sistemas con el fin de mejorar el desempeño del mismo hacia la meta, como lo pueden ser recursos internos, mercado y de política.

Al aplicar TOC, podemos determinar las principales limitantes de un sistema de producción y determinar acciones que favorezcan el cumplimiento de las demandas en tiempo y forma. Esta herramienta tiene tres pasos fundamentales: (1) identificar las restricciones (aplicando esquemas gráficos), (2) explorar las restricciones (mediante matrices de restricciones), y (3) subordinar las restricciones (aplicando el fundamento de operatividad relacional).

Otro aspecto de la planeación de la producción es la configuración física del espacio y las líneas de producción. Esto es importante para favorecer un correcto flujo de entidades (materia prima, sub-ensambles, componentes, etc.) a lo largo del proceso de transformación en productos terminados.

Esto también favorecerá la implementación de estrategias para el control de inventarios, que puede requerir la producción en diferentes tamaños de lote y de diferentes tipos de producto dentro de intervalos de tiempo determinados (Arredondo Ortega et al., 2017).

Las literatura especializada y la práctica en la gestión de la producción reconocen principalmente dos tipos principales de ambientes de producción (Escobar et al., 2012):

- Fabricación para inventarios (*make-to-stock*, MTS): basado en pronósticos de demanda y se utiliza generalmente para producir productos genéricos y de alta rotación (Rafiei y Rabbani, 2009a).
- Fabricación bajo pedido (*make-to-order*, MTO): responde exclusivamente a órdenes en firme y permite mayor flexibilidad de producto, aunque con un tiempo de respuesta mayor (Chen, et al., 2009).

En ambos ambientes, la sobreproducción se presenta como un problema adicional, ya que producir unidades que no se venden genera un doble costo: por un lado el costo de producirlo y, sumado a ello, el costo de mantener dichas unidades en el inventario (Laniado & Garcia, 2006).

2.2 Sistemas y Metodología ABC del Control de Inventarios

El inventario, se puede definir como los recursos existentes y almacenados dentro de una organización, los cuales, están destinados para su venta, renta o transformación (Perdomo, 2004; Eppen, 2000). El control de inventarios, es una estrategia fundamental hoy en día para casi todas las empresas, les permite cuantificar la cantidad de producto necesario por el cliente, en el tiempo, característica y lugar en el que sea requerido. Los costos de almacenamiento suelen ser grandes cuando hablamos de productos con un valor comercial bajo y/o que son manufacturados por pequeñas y medianas empresas (PyMEs) dado que su bajo margen de utilidad no es suficiente para solventar grandes almacenes (Lucía Guadalupe Enríquez Zárate & Lozada, 2020).

Un escaso inventario ocasiona pérdidas principalmente de clientes al no poder cumplir con la demanda deseada, lo que repercute también en las ventas. En tanto, un exceso de inventario genera costos fijos muy altos, incluyendo mantenimientos y mermas (Laveriano, 2010).

Para lograr tener un control exacto de los inventarios y generar confianza en la cadena de suministro de nuestros clientes es necesario mantener un buen control del almacén, un nivel adecuado del inventario de seguridad y saber con mucha exactitud el punto de re-orden. Sin embargo, varias PyMES continúan manejando sus inventarios empíricamente siendo que la mayoría de los problemas pueden ser mitigados con estrategias básicas, las cuales no implican grandes cantidades de dinero (Garrido y Cejas, 2017).

Al día de hoy, existen múltiples metodologías que permiten mejorar el control del inventario. Para ello, es importante determinar la importancia de los diferentes componentes en el inventario para aplicar las técnicas de control de inventario más adecuadas. La Tabla 2.1 presenta una

selección de metodologías para clasificación de inventarios que son la base para la aplicación apropiada del control de inventarios (Cabrera et al., 2019), es posible apreciar que es un tema ampliamente estudiado y que ha permitido generar investigación específica por sector, producto o por los criterios de aplicación de cada una de las metodologías.

Tabla 2.1. Metodologías y Criterios de Clasificación de Inventarios

Criterios y herramientas multicriterio utilizadas en la clasificación de inventarios.			
Herramienta	Criterios	Producto	Autor
AHP - TOPSIS - ABC	Costo promedio de unidad	Electrónicos	Arikan & Citak, 2017
	Lead time		
	Nivel de demanda anual		
	Criticidad		
Clasificación de inventario multicriterio	Volumen de ventas	Fabricante de queso	Yang et al., 2016
	Coficiente de variación de la demanda		
	Número de ordenes		
	Duración		
Método de puntuación	Ingreso bruto	Resistencias eléctricas	Lolli et al., 2017
	Valor		
	Lead time		
Modelo de clasificación multicriterio basado en reglas difusas	Patrón de demanda	Diversas Industrias	Subulan et al., 2016
	Valor de consumo		
	Precio unitario		
	Lead time		
	Criticidad		
Clasificación multicriterio jerárquica	Similitud	Repuestos	Sarmah & Moharana, 2015
	Fase del ciclo de ventas		
	Tiempo de entrega a clientes		
	Número de ordenes		
	Frecuencia de demanda		
	Parte critica		
Clasificación ABC con AHP	Parte del valor	Manufactura de electrodomesticos de linea blanca	Bacchetti et al., 2013
	Fase del ciclo de ventas		
	Lead time		
	Número de ordenes		
	Demanda		
	Frecuencia		
	Criticidad		
Clasificación difusa ABD	Costo	Repuestos	Bolat et al., 2010
	Valor		
	Criticidad		
AHP	Frecuencia de demanda	Productos de consumo masivo	Flores et al., 1992
	Demanda		
	Costo unitario		
	Sustituibilidad		
	Términos de pago		

Una de las metodologías más utilizadas para clasificación de inventarios, y que es de fácil implementación, es la conocida como ABC. Esta metodología clasifica a los productos en el inventario en tres categorías (A, B, C) dependiendo del valor que representan del mismo (Cabrera et al., 2019):

- a) Productos A: Estos productos, que representan el 20% de todos los productos, generan aproximadamente el 50%-70% del valor de las ventas o representan el 50%-70% del valor del inventario. Debido a esto, los productos A requieren el control de más alto rigor y deben de contar con ventajas de ubicación y espacio respecto a las otras unidades de inventario.
- b) Productos B: Estos productos, que representan el 40% de todos los productos, generan aproximadamente el 30% del valor de las ventas o representan el 30% del valor del inventario. Debido a esto, los productos B deben ser monitoreados con revisiones periódicas y con menor frecuencia que en el caso de los productos A. Los costos de faltantes de existencias para este tipo de productos pueden ser de moderados a bajos.
- c) Productos C: Estos productos, que representan el 40%-50% de todos los productos, generan aproximadamente el 5%-10% del valor de las ventas o representan el 5%-10% del valor del inventario. Debido a esto, los productos C pueden ser monitoreados mediante rutinas sencillas que no involucren evaluaciones físicas de las existencias reales.

Los pasos para la implementación de una clasificación ABC son los siguientes:

- a) Identificar los $i = 1, \dots, N$ productos a clasificar.
- b) Seleccionar los criterios a emplear para la clasificación. Por ejemplo, en su versión básica, se consideran el valor unitario y la demanda del producto en un horizonte de planeación, siendo $w_i = (\text{valor unitario}_i) \times (\text{demanda}_i)$ la métrica para evaluación del i -ésimo producto en inventario. Nótese que la métrica de evaluación, que está asociada a los criterios, depende de los aspectos importantes de cada empresa.
- c) Normalizar w_i ($\widehat{w}_i$) para cada producto i (Castro et al., 2011):

$$\widehat{w}_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \quad (2.1)$$

En este caso, es importante saber que existen varios métodos de normalización en la literatura como: suma, rango (mínimo y máximo) y z-scores (Joint Research Centre-European Commission, 2008; Aznar y Guijarro, 2012).

- d) Ordenar los productos en orden descendente en base a sus valores $\widehat{w}_i$, e ir acumulando el valor de éste para cada producto.
- e) Clasificar como productos A aquellos que acumulen el rango de $\widehat{w}_i$ de 1% a 50%/70%. Después, clasifique como productos B aquellos que acumulen el rango de 70% a 90/95%. Finalmente, clasifique como productos C aquellos que cumulen el rango final de 90/95% a 100%.

De manera gráfica podemos utilizar el esquema de la Figura 2.1 para dar un panorama general de la implementación (Díaz et al., 2015).

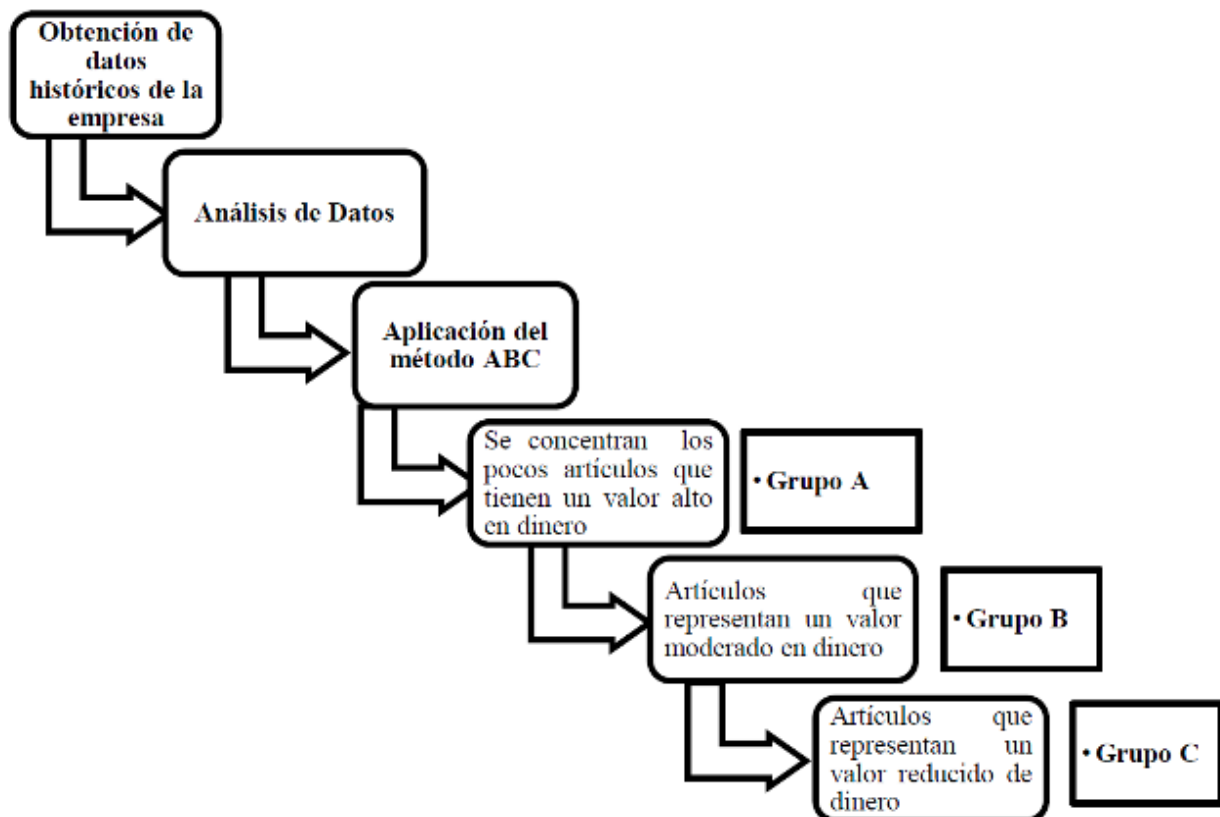


Figura 2.1 Fases de implementación de clasificación ABC.

Es de suma importancia que antes de aplicar el método ABC, se pueda contar con elementos fundamentales para poder aplicar de manera correcta la metodología. La Tabla 2.2 presenta los datos necesarios para hacer una implementación factible del modelo ABC, en esta, se pueden comprender las actividades necesarias para cada una de las herramientas que representan una posible implementación en conjunto con la metodología ABC.

Tabla 2.2. Datos relevantes para la aplicación de la clasificación ABC

Actividades	Metodología
• Observación • Entrevista • Revisión de base de datos	Análisis de datos históricos de la empresa
• Definición de criterios de selección • Patrón de comportamiento (consumo, costos)	Agrupación por características de artículos
• Nivel de inventario	Realizar un estudio de la demanda
• Catálogo de productos (categorías)	Aplicación del ABC de inventarios
• Diagramas de Proceso y formatos (entradas, salidas de productos)	Definición y elaboración de formatos y diagramas adecuados a la empresa
• Asignación de personal	Selección de un responsable de mantener los registros del inventario

Cuando se usan dos o más criterios en la clasificación se le denomina Análisis ABC Multicriterio, en donde se hace uso de un *score* o puntaje integrado para representar la importancia de cada producto (Zárate & Lozada, 2020). Finalmente, la Tabla 2.3 muestran diferentes herramientas que pueden utilizarse como complemento al modelo ABC, en general, son metodologías alternas multicriterio que han sido establecidas por su buena correlación con algunas variables en específico.

Tabla 2.3 Herramientas para la clasificación ABC

Principales herramientas multicriterio utilizadas para clasificación ABC		
Herramienta multicriterio	Ventajas	Referencia
Proceso Analítico Jerárquico (AHP)	Establece una escala de valoración para los criterios (Escala Saaty)	Flores et al., 1992 Chen et al., 2008 Jomaa et al., 2013 Balaji & Kumar, 2014
TOPSIS (Técnica de ordenamiento de preferencia por similitud con la solución ideal)	Más que una herramienta de selección, es una metodología para ordenar las diferentes alternativas a evaluar	Bhattacharya et al., 2007
Lógica difusa (Fuzzy Logic)	Permite valorar criterios cualitativos a través de la definición de escalas subjetivas	Baykasoglu et al., 2016
Proceso analítico en red (ANP)	Se puede trabajar con criterios que no tienen que estar organizados en forma de jerarquía	Felice et al., 2014
Despliegue de la función de calidad (QFD)	Tiene en cuenta las necesidades del cliente y las características propias de la organización a la hora de tomar decisión	Osorio et al., 2011 Manotas et al 2017
AHP - Difuso	Permite manejar la incertidumbre de la valoración de los expertos a través de una escala Saaty definida con números difusos	Cakir & Canbolat 2008 Chu et al., 2008
AHP - TOPSIS	La valoración de criterios se realiza utilizando el método tradicional de AHP y la evaluación de los ítems con TOPSIS permite ordenarlos según su importancia	Osorio & Manotas, 2018
QFD - Difuso	Permite tener en cuenta escalas subjetivas en la valoración del QFD original	Osorio et al., 2011 Manotas et al 2017

2.3 Optimización del Proceso – Matriz HAZOP

Las múltiples mejoras que se pueden realizar en las empresas textiles tienen como objetivo el mejoramiento del proceso de producción. Para ello, el método HAZOP se puede utilizar para conocer el diseño y las condiciones de la operación dentro de una instalación o compañía (Zuluaga Mazo et al., 2011). Con este método se pueden identificar las causas y/o fuentes de riesgo o peligro para las actividades operativas.

De acuerdo a (Zuluaga Mazo et al., 2011), la matriz HAZOP es una herramienta interdisciplinaria, la cual analiza las operaciones de forma unitaria, generando nodos, los cuales se estudian sistemáticamente para poder encontrar desviaciones o fallas. Para ello, usa palabras guía que permiten examinar a la vez la probabilidad y las consecuencias de un fallo, y ante cada palabra guía y para cada procedimiento o fase de funcionamiento de la instalación, se analiza el proceso para identificar las posibles desviaciones con relación al diseño proyectado y determinar las consecuencias posibles. La Tabla 2.4 presenta detalles de estas palabras guía, las cuales, son posible implementar en prácticamente cualquier empresa, teniendo un enfoque en riesgos típicos que aquejan a las empresas.

Tabla 2.4. Palabras guía para la matriz HAZOP

Palabras-Guía	SIGNIFICADO	ALGUNOS EJEMPLOS DE PROBLEMAS TÍPICOS
No	NEGACIÓN O AUSENCIA DE LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	NO FLUJO (fallo de bomba, válvula cerrada, fuga, conducto de aspiración en vacío, obstrucción por sedimentos o cuerpos extraños, etc)
Más	AUMENTO O DISMINUCIÓN CUANTITATIVA Se refiere a cantidades de medición: caudales, presión, temperatura, viscosidad, etc, o actividades: reaccionar, calentar, etc.	MAS FLUJO (aspiración presionada, válvula atascada abierta, lectura flujómetro incorrecta, etc.)
Menos		
Mayor que o así como	AUMENTO CUALITATIVO Junto a la función deseada se realiza una actividad adicional	MAS TEMPERATURA (suciedad en intercambiador de enfriamiento, fallos del regulador de temperatura, etc)
Parte de	DISMINUCIÓN CUALITATIVA Se realiza solamente una parte de la función deseada	PRESENCIA DE IMPUREZAS (entrada de contaminantes como el agua, aceites, productos de corrosión, fallos de aislamientos, etc)
Inverso	OPOSICIÓN A LA FUNCIÓN DESEADA Utilizable preferentemente a actividades tales como flujo de retroceso, inversión de racción química, etc)	FLUJO DE RETORNO (bomba invertida, comunicación con sobrepresión, fallo de bomba, fallo de válvula antiretroceso, etc)
De otra forma	SUSTITUCION COMPLETA DE LA FUNCION DESEADA Sucede algo totalmente diferente a las finalidades originales	OTRAS ACTIVIDADES DISTINTAS A LA OPERACIÓN NORMAL (arranques y paradas en la instalación, fallos de energía o servicios, emisiones, incompatibilidades, operaciones de limpieza y mantenimiento, tomas de muestras, etc)

Al decidir utilizar el método HAZOP, se deben identificar las categorías de riesgos que son motivo de preocupación, los cuales han sido identificados por (Zuluaga Mazo et al., 2011):

- **Riesgos externos o independientes:** tornados, inundaciones, incendios destructivos, huracanes o tormentas severas, terremotos, ataques nucleares, ataques terroristas. En general todo lo relacionado con el clima y movimientos sociales.
- **Incidentes con materiales y sustancias peligrosas que intervienen en el proceso o almacenamiento (método Hazmat):** fugas, intoxicaciones, explosividad, contaminación de aire, agua y suelo, desechos.
- **Accidentes de transportación (método Haztrans):** carretera, ferrocarril, vía aérea, vía de agua.
- **Falla mecánica:** corrosión, fatiga, erosión, falta de mantenimiento, reducciones o pérdida de instalación, reducción o pérdida de agua y vapor, reducción o pérdida de combustibles.
- **Error humano:** error del operador, error de mantenimiento, falta de capacitación, conciencia.

2.4 Evaluación de Proveedores – DELPHI

Una parte fundamental en el aseguramiento de los inventarios en tiempo y forma, es lograr que los proveedores asociados a nuestra cadena de suministro cumplan con los requerimientos del proceso. Existen muchas herramientas para lograr evaluar a los proveedores para poder conocer la capacidad de entrega que tienen, una de ellas es el método DELPHI. Esta se basa en la comunicación, es decir, considera al intercambio de información como su pilar (Villagómez et al., 2018).

Una de las ventajas del método DELPHI, es que se alimenta con la información que un grupo de expertos aporta como evaluación al proveedor (Dalkey y Helmer, 1962). Este proceso de retroalimentación se realiza múltiples veces y, de esta forma, se obtiene una opinión donde participan diferentes personas involucradas (Villagómez et al., 2018). Las Tablas 2.5 y 2.6 muestran las variables y ponderaciones recomendadas para la aplicación del método. Es recomendable usar las variables tal cual lo define la metodología, ya que no representa un sesgo en su ejecución, sin embargo, no es limitativo en su modificación siempre y cuando se acompañe de un grupo de expertos para su cambio.

Tabla 2.5 Variables de evaluación DELPHI

a: tiempos de entrega.
b: materiales de calidad.
c: empresa sana.
d: confiabilidad de entrega.
e: garantías.
f: precio.
g: forma de pago.
h: servicio al cliente.
i: descuentos por cantidad o volumen.

Tabla 2.6 Ponderaciones DELPHI

1: perfecto
0.9: muy bueno
0.8: bueno
0.7: bastante bueno
0.6: más bien bueno
0.5: regular
0.4: más bien malo
0.3: bastante malo
0.2: malo
0.1: muy malo
0: pésimo

Una vez descrito, en la anterior sección, el proceso de caracterización de los perfiles ideal y candidatos, se procede a definir dichos perfiles por el grupo de expertos, siguiendo la metodología Delphi, como se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Perfil Ideal de proveedores

Perfil Ideal
$\mu_a = 0.5$
$\mu_b = 1.0$
$\mu_c = 0.8$
$\mu_d = 1.0$
$\mu_e = 0.3$
$\mu_f = 1.0$
$\mu_g = 0.9$
$\mu_h = 1.0$
$\mu_i = 0.7$

Como lo menciona (Villagómez et al., 2018), utilizaremos la distancia absoluta de Hamming (DH), que puede ser aplicada para obtener una semejanza entre dos perfiles, como se define en la siguiente ecuación, de tal forma que pueda ser posible elegir al proveedor que tenga una distancia absoluta de Hamming menor a los demás.

$$DH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\mu_1 - \mu_1^{(j)}| = \frac{1}{n} (|\mu_1 - \mu_1^{(j)}| + |\mu_2 - \mu_2^{(j)}| + \dots + |\mu_n - \mu_n^{(j)}|) \quad (2.2)$$

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 Realización de Entrevistas

Para iniciar el proceso de análisis de la empresa para la subsecuente formulación de una propuesta se mejora, se consideró la aplicación de entrevistas a miembros de diferentes niveles de la empresa. Las entrevistas se definen como un método para recolectar información directamente de las personas. Estas pueden buscar información sobre ideas, sentimientos, salud, planes, creencias y antecedentes sociales, educacionales y financieros (Codina & Jose, 2012).

Es ocasiones es posible realizar una entrevista auto-administrada para conocer su propio estatus actual. Las entrevistas se pueden realizar en persona, por medios digitales o por vía telefónica. Existen tres razones por las cuales un investigador decide aplicar una encuesta:

- a) La necesidad de crear una política o planear un programa
- b) La necesidad de evaluar la efectividad de un programa con la finalidad de modificar el conocimiento, actitud, salud o apoyos financieros.
- c) Un instrumento de medición utilizado por investigadores para un estudio científico

Como lo argumenta (Feria Avila, H., Matilla González, M. ., & Mantecón Licea, 2020), existen varios tipos de entrevista, como lo son:

- a) Estructurada o estandarizada
- b) No estructurada o no estandarizada
- c) Semiestructurada o semiestandarizada

Para los fines de esta propuesta de aplicación, se ha optado por la entrevista semiestructurada, ya que cuenta con una situación de diálogo en que se emplearían tanto preguntas preestablecidas como otras no previstas inicialmente. De igual manera da resultados confiables con pocas preguntas (15 preguntas máx.) (Feria Avila, H., Matilla González, M. ., & Mantecón Licea, 2020).

Inicialmente se establecieron cinco preguntas dicotómicas, las cuales, tienen por objetivo conocer qué tan familiarizados están los encuestados con los temas de administración de inventarios. Después, se procedió a aplicar cinco preguntas más de tipo selección múltiple con la finalidad de conocer su ponderación sobre las diferentes áreas de la empresa y su impacto. Por último, se establecieron cinco preguntas más del tipo abiertas y Likert para poder determinar su nivel de compromiso con los temas de inventarios. Las preguntas preestablecidas, así como las no previstas y sus resultados se exponen en la Tabla 3.1. Los resultados de las mismas se resumen gráficamente en las Figuras 3.1-3.5, como se puede apreciar, tenemos un sesgo importante sobre la importancia en el control y manejo de los inventarios de la empresa, la mayoría de las opiniones de los trabajadores son enfocadas hacia la calidad y la manufactura, esta es la idea básica de todas las empresas pequeñas y medianas Mexicanas. Del mismo modo todos consideran que es necesario implementar un enfoque pensado en un control ágil y eficiente de los inventarios.

Tabla 3.1 Resultados de encuestas

Marca temporal	¿Existe un manual de procedimientos que describa las actividades por proceso y área?	¿Existen políticas claramente definidas en cuanto a recepción, almacenamiento y conservación de materia prima / producto terminado?	¿Conoce usted los ajustes de los inventarios?	¿Las compras de materia prima se realizan de acuerdo a las necesidades de la producción?	¿Se realiza un control de calidad en la recepción de la materia prima?	¿Se realiza un control de calidad en la producción?	¿Se realiza un control de calidad en el producto terminado?	¿Se realiza un control de calidad en el servicio al cliente?	¿Se realiza un control de calidad en el mantenimiento de la maquinaria?	¿Se realiza un control de calidad en el transporte de la mercancía?	¿Se realiza un control de calidad en el almacenamiento de la mercancía?	¿Se realiza un control de calidad en el despacho de la mercancía?	¿Se realiza un control de calidad en el cobro de la mercancía?	¿Se realiza un control de calidad en el cancelamiento de la mercancía?	¿Se realiza un control de calidad en el devolvió de la mercancía?
2021/07/11 10:10:17 p.	Si	SV#	Si	SV#	SV#	Manufactura	Manufactura	Buena	Excelente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo
2021/07/12 8:18:18 a.	Si	SV#	Si	Tal vez	Tal vez	Manufactura	Compras;Cal	Buena	Excelente	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo
2021/07/12 12:20:32 p.	Tal vez	Tal vez	Si	Tal vez	Tal vez	Manufactura	Almacen;Ver	Buena	Buena	De acuerdo	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	En desacuerdo
2021/07/12 9:20:30 p.	Si	SV#	Si	SV#	SV#	Manufactura	Manufactura	Buena	Excelente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo
2021/07/12 11:32:56 p.	Si	SV#	Si	Tal vez	Tal vez	Manufactura	Compras;Cal	Buena	Excelente	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo
2021/07/12 12:50:12 p.	Tal vez	Tal vez	Si	Tal vez	Tal vez	Manufactura	Almacen;Ver	Buena	Buena	De acuerdo	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	En desacuerdo
2021/07/12 8:15:54 p.	Si	SV#	Si	SV#	SV#	Manufactura	Manufactura	Buena	Excelente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo
2021/07/12 8:20:38 p.	Tal vez	Tal vez	Si	Tal vez	Tal vez	Manufactura	Almacen;Ver	Buena	Buena	De acuerdo	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	En desacuerdo
2021/07/12 10:46:35 p.	Si	SV#	Si	SV#	SV#	Manufactura	Manufactura	Buena	Excelente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo
2021/07/12 10:31:37 p.	Si	SV#	Si	Tal vez	Tal vez	Manufactura	Compras;Cal	Buena	Excelente	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo

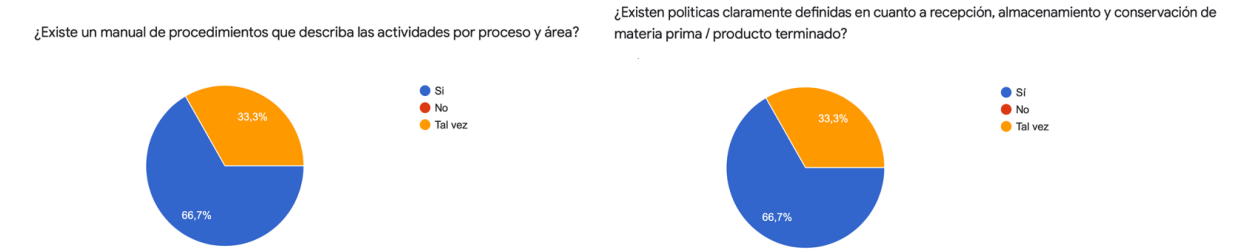
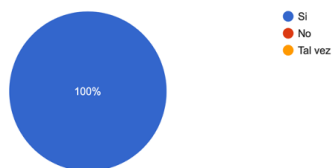


Figura 3.1 Resultados de preguntas 1 y 2

¿Conoce usted la importancia de tener un control en el inventario de sus productos?



¿Los ajustes en los registros de inventario (Entradas y Salidas) son autorizados y registrados?

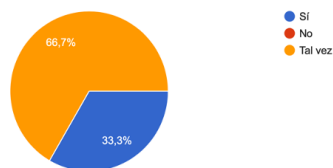
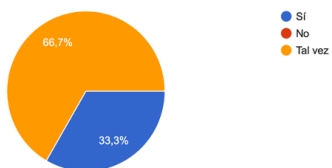


Figura 3.2 Resultados de preguntas 3 y 4

¿Las compras de materiales se realizan en base a un programa definido?



Seleccione aquellas áreas que usted considere más importantes en la organización (Seleccione 2)

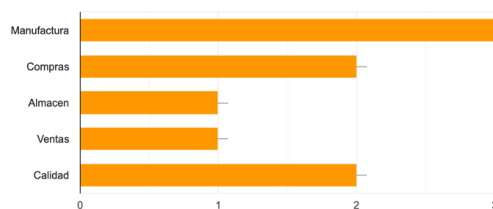
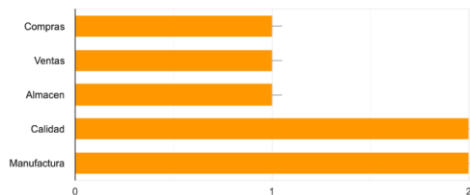


Figura 3.3 Resultados de preguntas 5 y 6

Si pudiera implementar mejoras, ¿En que áreas considera usted se debería empezar? (Seleccione 2)



Como considera usted que se realiza el control de las existencias tanto de producto terminado como de materia prima

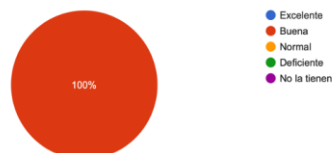
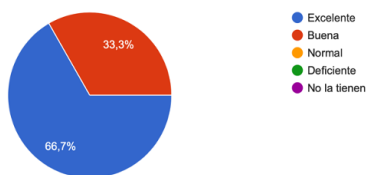


Figura 3.4 Resultados de preguntas 7 y 8

Como considera usted el cuidado que se le da al producto terminado



La cantidad de materia prima, le parece razonable en consideración con las ventas



Figura 3.5 Resultados de preguntas 9 y 10

3.2 Análisis de Procesos

De acuerdo a (Gill, 2004) el diagrama de flujo representa una alternativa eficaz para la visualización completa de un proceso en específico. Se han identificado para tres propósitos principales como una forma de documentación:

- Documentación de programas
- Como medio para mejorar los algoritmos
- Como herramienta para la enseñanza de la programación

Por esta razón se ha seleccionado esta herramienta para poder reflejar los principales procesos dentro de la organización ETP. Actualmente se han identificado cuatro procesos clave, los cuales repercuten directamente en el control del inventario. En las Figuras 3.6-3.9 se presentan los diagramas de flujo de estos procesos.

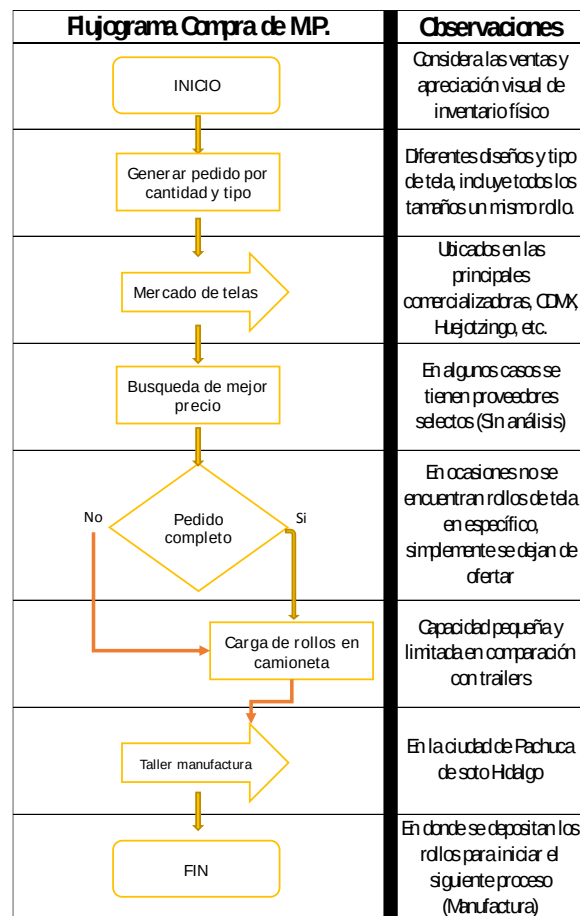


Figura 3.6. Flujograma del Proceso de Compra de Materia Prima

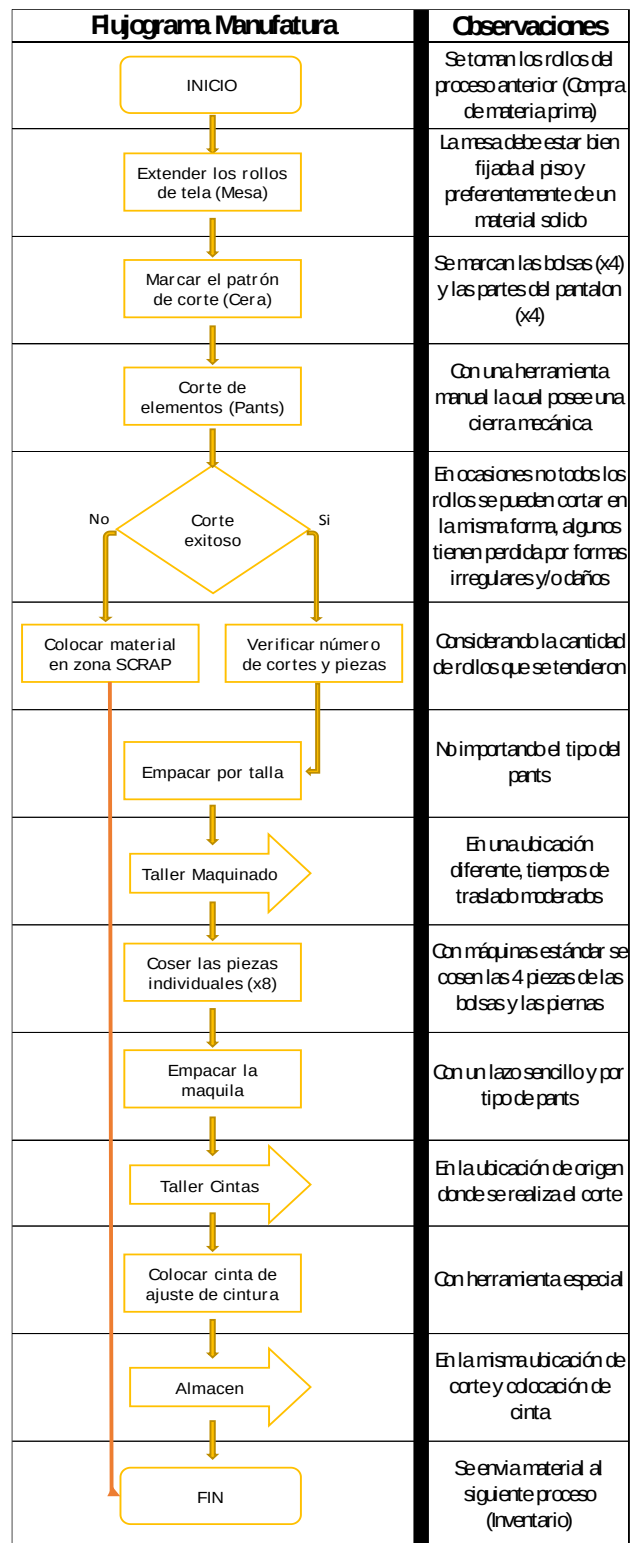


Figura 3.7. Flujograma del Proceso de Producción

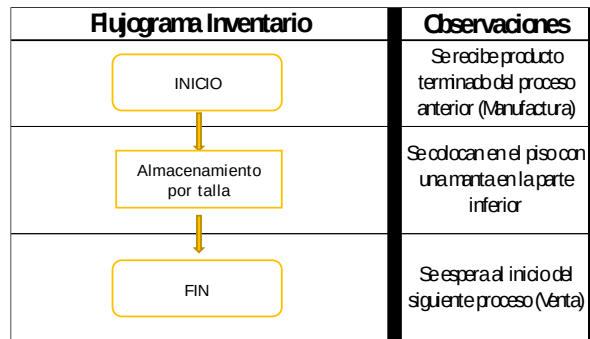


Figura 3.8. Flujograma del Proceso de Inventario

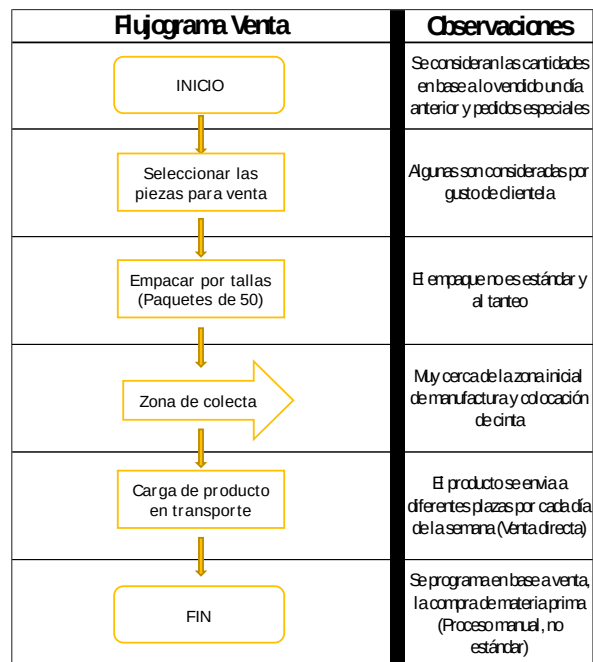


Figura 3.9. Flujograma del Proceso de Venta de Producto Terminado

3.3 Análisis de la Información

Con ayuda de los flujogramas mostrados en las Figuras 3.6-3.9, se pudieron identificar las áreas de oportunidad en cada uno de los procesos de la empresa. La Tabla 3.2 muestra los puntos de mejora identificados en cada proceso. Principalmente el área de inventarios ha sido identificada como el Top1 en los procesos que más puntos de mejora tienen, ya que todos los puntos de mejora, representan un costo para la empresa.

Tabla 3.2 Puntos de Mejora por Proceso

Proceso	Punto de mejora
Compra de M.P.	1.- Sin proveedores elegidos analíticamente
	2.- Sin conocer gastos totales de compra por rollo
	3.- Cantidades muy limitadas a compra
Manufactura	1.- La calidad de los rollos no es asegurada desde la compra
	2.- No se cuenta con un plan de producción
	3.- El proceso es semi-automatizado
	4.- No se cuenta con un registro de producción
	5.- La calidad no es vista como un pilar fundamental
Inventario	1.- Se tienen pocos controles en todo el proceso
	2.- No se sabe con exactitud la cantidad y tipo de producto
	3.- La materia prima no es rigurosamente empleada
	4.- No se tienen formatos contra entrega con los costureros
	5.- El almacenamiento es deficiente y no garantiza la calidad
Venta	1.- El registro de ventas se hace informalmente
	2.- La selección de las prendas a vender en ocasiones es arbitraria
	3.- No se conocen preferencias del publico por localidad
	4.- Sin análisis estacionario

Algunas de las áreas de oportunidad detectadas, pertenecen a una naturaleza diferente a la de gestión de inventarios, sin embargo, las mencionamos con el proposito de direccionar futuros proyectos de mejora en la organización.

De acuerdo a (Ponce de León Elizondo et al., 2011) existen múltiples programas para poder realizar análisis cualitativos. Sin embargo, el programa informático NVIVO 9 constituye una poderosa herramienta.

Dado que en una investigación cualitativa suelen presentarse avances, retrocesos, dudas, innovaciones y transformaciones, NVIVO 9 se destaca por su flexibilidad para establecer y reformular sus sistemas, lo que posibilita el trabajo creativo en el establecimiento de la categorización, mediante modo deductivo o inductivo, permitiendo un número ilimitado de categorías y facilitando la nominación, definición y codificación numérica de cada una de ellas.

Una vez codificada la encuesta y las principales palabras, se pudo determinar que las tres principales características que tienen los empleados es la de manufactura, calidad y compras. Con este resultado se pudo inferir que aun para los trabajadores de la empresa ETP no es de importancia el tema de almacenamiento, razón por la cual existen los problemas actuales, los resultados se aprecian en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Palabra clave ponderadas en entrevista

Palabra	Longitud	Conteo	Porcentaje ponderado	Palabras similares
manufactura	11	10	33.33%	manufactura
calidad	7	7	23.33%	calidad
compras	7	7	23.33%	compras
almacen	7	3	10.00%	almacen
ventas	6	3	10.00%	ventas

A continuación, se presentan los gráficos de cobertura por código en el total de la entrevista y el cuadro de mando, en donde se aprecia la ponderación de los conceptos, en donde almacén es el menor ponderado por los trabajadores, como se muestra en las Figuras 3.10 y 3.11.

Estos gráficos permiten comprobar las respuestas de las encuestas anteriormente expuestas, en donde no se le da la importancia al control de inventarios, de hecho, tampoco es muy grande la percepción de los trabajadores sobre las ventas, ya que se basan únicamente en lo que la gente pueda decidir.

Análisis del control de inventarios dentro de la organización ETP en el sector

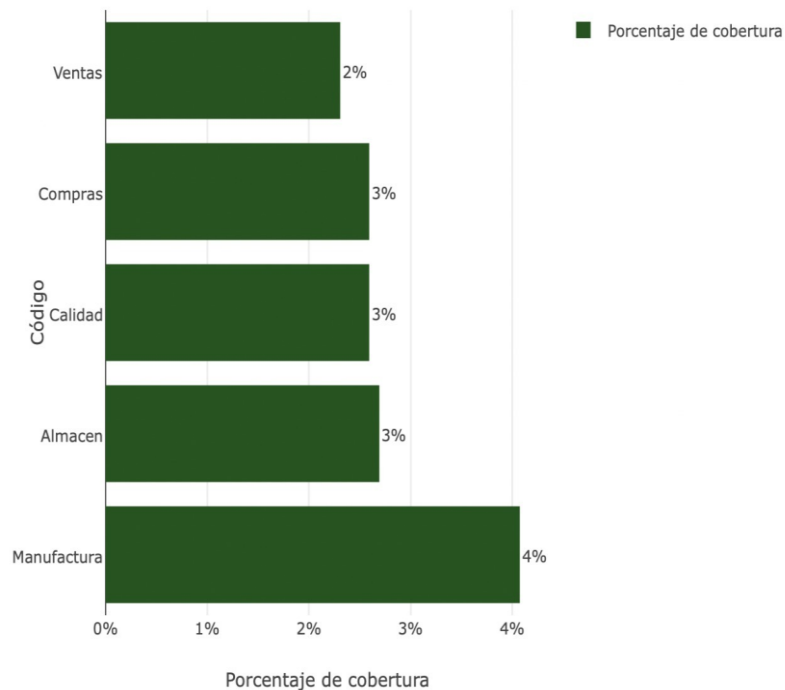


Figura 3.10 Porcentaje de cobertura

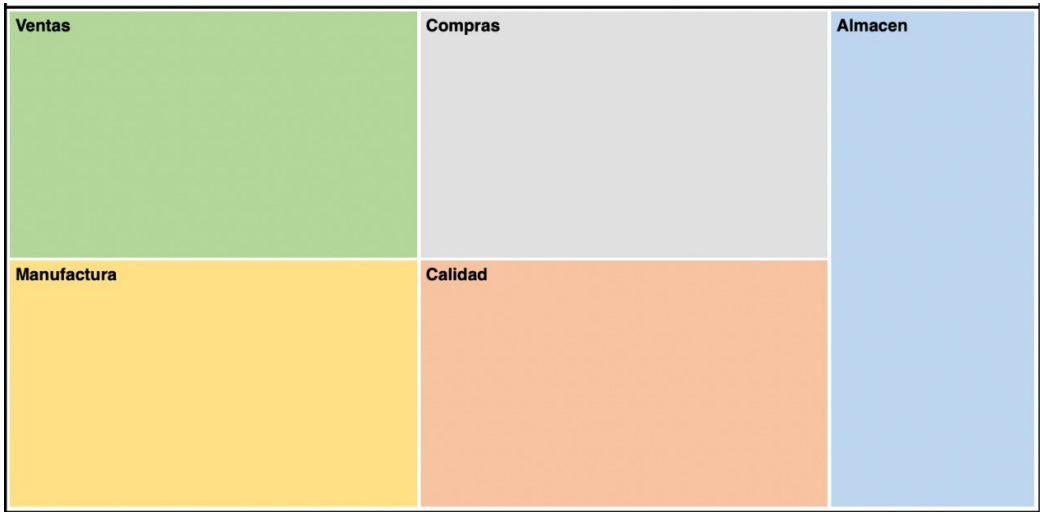


Figura 3.11 Cuadro de mando

4. PROPUESTAS DE MEJORA

4.1 Teoría de Restricciones

En base al marco técnico presentado en el Capítulo 2, el resultado de la aplicación de la teoría de restricciones para la empresa ETP es el siguiente:

- a) Identificar las restricciones aplicando esquemas gráficos (véase Tabla 4.1)

Como se puede apreciar la única restricción en el proceso de inventario, es que no se cuenta con lugar disponible para un correcto almacenamiento. De esta manera, el sentido de aplicación de un modelo de control de inventarios, genera mucho sentido al no contar con algún problema de implementación.

Tabla 4.1 Restricciones encontradas en los procesos de ETP

Proceso	Actividad	Restricción
Compra de materia prima	Generar pedido por cantidad y tipo	Solo se pueden solicitar 15 rollos
	Carga de rollos en camioneta	El transporte limita la cantidad de rollos a adquirir (15x)
	Taller manufactura	No se cuenta con un taller alternativo
Manufactura	Extender los rollos de tela (Mesa)	Un máximo de 15 rollos
	Corte de elementos (Pants)	Pieza por pieza en todos los rollos a la vez
	Taller Maquinado	Transporte unicamente de las piezas generadas por 15 rollos
	Coser las piezas individuales (x8)	Solo tienen 4 máquinas para coser, tardan un aproximado de 2 semanas
Inventario	Almacenamiento por talla	Siempre que tengan lugar disponible en el piso o agrupación
Venta	N/A	N/A

- b) Explorar las restricciones (Matriz de restricciones).

Desarrollar un modelo de control de inventarios que permita saber exactamente la cantidad y tipo de producto que se venderá, con el fin de no incurrir en costos altos por adquisición de un transporte, taller, máquinas de coser y lugar de almacenamiento para más de 15 rollos de tela. Para esto se consideraron las ventas estacionales para poder definir qué y cuánto producir.

De igual forma, se desarrolló una mejor forma de almacenamiento de producto terminado que cuide la calidad de los productos y se mantenga siempre bajo un estricto control del inventario (véase Figura 4.1). De esta manera nos enfocaremos a un modelo de control de inventarios para poder efficientar los procesos de almacenaje.

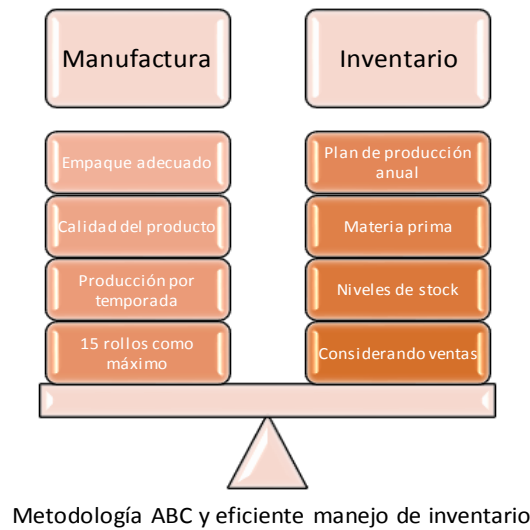


Figura 4.1 Diagrama TOC

- c) Subordinar las restricciones aplicando el fundamento de operatividad relacional.

4.2 Matriz HAZOP

A continuación, la Tabla 4.2 presenta las palabras guía de la matriz HAZOP mostrada con anterioridad.

Tabla 4.2 Palabras Guía para la Matriz HAZOP

Palabras Guía	Significado
No	Negación o ausencia de las especificaciones de diseño
Más / menos	Aumento o disminución cuantitativa
Mayor que o así como	Aumento cualitativo
Parte de	Disminución cualitativa
Inverso	Oposición a la función deseada
De otra forma	Sustitución completa de la función deseada

En tanto, la matriz HAZOP generada para la empresa ETP se presenta en la Tabla 4.3. Como se puede apreciar, se tiene una limitante en el medio de transporte para poder comprar materia prima. Esto obliga a la empresa a saber con precisión la cantidad de producto en almacén en conjunto con la cantidad de ventas, adquirir un medio de transporte más apropiado, no es una medida a corto plazo factible a implementar. Del mismo modo, es fundamental que el proveedor que provea la materia prima cuente con una evaluación para poder asegurar las principales variables identificadas en la empresa.

Tabla 4.3 Matriz HAZOP para empresa ETP

Palabras Guía	Significado	Parámetro del proceso	Ejemplo de desviación	Ejemplo de Causa
No	Negación o ausencia de las especificaciones de diseño	Cantidad de rollos adquiridos, Disminución en rollos en inventario	No hay algún rollo específico para producir un tamaño	No hay existencia en proveedor de MP
Más / menos	Aumento o disminución cuantitativa	Inventario por talla y color, ventas	Alta demanda por el producto final (Estacional)	Temporadas invernales para pants de felpa o en primavera pants tipo sport
Parte de	Disminución cualitativa	Destrucción de jareta o tela de pants en corte	Al colocar jareta, esta se rompe o bien al cortar los pants no son uniformes	La tela y jareta son de mala calidad y/o están dañados
De otra forma	Sustitución completa de la función deseada	Cantidad de rollos adquiridos, Disminución en rollos en inventario	No se cuentan con rollos de MP específicos por proveedor, lo que genera que se adquieran otro tipo	Cuando no se tiene existencia un color en específico se adquieren otros diferentes a lo normal

A continuación, se explican los riesgos detectados en el proceso los cuales se abordarán en futuras implementaciones:

- a) Riesgos Externos o independientes:
 - Desastres naturales (inundaciones, incendios, etc.).
 - Incidentes políticos (elecciones, campañas electorales, etc.).
- b) Incidentes con materiales y sustancias peligrosas que intervienen en el proceso o almacenamiento:
 - Intoxicación por micro-partículas de tela.
 - Contaminación de suelo, agua y desechos por mal disposición del SCRAP.
- c) Accidentes de transportación:
 - Volcadura de transporte en las diferentes rutas (Exceso de carga).

- Carretera en el taller de costura en malas condiciones.
 - Asaltos en pista México-Pachuca.
- d) Falla mecánica:
- Falta de mantenimiento a máquina de corte y costura.
 - Perdida de aceite lubricante para máquina de corte y costura.
 - Falla de mesa de corte (Desensamblable).
- e) Error Humano:
- Error en la aplicación del mantenimiento de la máquina de cortar y coser.
 - Cansancio de cortador de tela y/o costureros.
 - Mal trazado del corte en la tela.

4.3 Evaluación de Proveedores (DELPHI)

En la Tabla 4.4 se muestran los perfiles de los candidatos a elegir como proveedores de materia prima para la empresa ETP, cada proveedor fue evaluado en conjunto con los altos mandos en la organización para tener una percepción adecuada y real.

Tabla 4.4 Resultado dela evaluación de proveedores

Perfil Ideal	Candidatos				
	Telas mexicanas S.A	TexMex S.A de C.V	Telas industriales	Telas los mochos	Telas San Pedro
$\mu_a = 0.5$	$\mu_a(A) = 0.8$	$\mu_a(B) = 0.5$	$\mu_a(C) = 0.3$	$\mu_a(D) = 0.6$	$\mu_a(E) = 0.8$
$\mu_b = 0.8$	$\mu_b(A) = 0.5$	$\mu_b(B) = 0.6$	$\mu_b(C) = 0.6$	$\mu_b(D) = 0.8$	$\mu_b(E) = 0.6$
$\mu_c = 0.3$	$\mu_c(A) = 0.2$	$\mu_c(B) = 0.1$	$\mu_c(C) = 0.1$	$\mu_c(D) = 0.2$	$\mu_c(E) = 0.1$
$\mu_d = 1.0$	$\mu_d(A) = 0.9$	$\mu_d(B) = 0.9$	$\mu_d(C) = 0.9$	$\mu_d(D) = 0.9$	$\mu_d(E) = 0.9$
$\mu_e = 0.6$	$\mu_e(A) = 0.5$	$\mu_e(B) = 0.5$	$\mu_e(C) = 0.5$	$\mu_e(D) = 0.5$	$\mu_e(E) = 0.5$
$\mu_f = 1.0$	$\mu_f(A) = 0.8$	$\mu_f(B) = 0.7$	$\mu_f(C) = 0.7$	$\mu_f(D) = 0.5$	$\mu_f(E) = 0.6$
$\mu_g = 0.2$	$\mu_g(A) = 0.7$	$\mu_g(B) = 0.7$	$\mu_g(C) = 0.7$	$\mu_g(D) = 0.7$	$\mu_g(E) = 0.7$
$\mu_h = 0.6$	$\mu_h(A) = 0.6$	$\mu_h(B) = 0.6$	$\mu_h(C) = 0.6$	$\mu_h(D) = 0.8$	$\mu_h(E) = 0.5$
$\mu_i = 1.0$	$\mu_i(A) = 0.7$	$\mu_i(B) = 0.7$	$\mu_i(C) = 0.7$	$\mu_i(D) = 1.0$	$\mu_i(E) = 0.7$

La clasificación, así como la ponderación de cada variable, se muestran en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Criterios de ponderación para evaluación de proveedores

1: perfecto	a: tiempos de entrega.
0.9: muy bueno	b: materiales de calidad.
0.8: bueno	c: empresa sana.
0.7: bastante bueno	d: confiabilidad de entrega.
0.6: más bien bueno	e: garantías.
0.5: regular	f: precio.
0.4: más bien malo	g: forma de pago.
0.3: bastante malo	h: servicio al cliente.
0.2: malo	i: descuentos por cantidad o volumen.
0.1: muy malo	
0: pésimo	

Los resultados aplicando la distancia absoluta de Hamming se muestran en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Resultados de ponderación

Proveedor	Score DH
Telas mexicanas S.A	0.211
TexMex S.A de C.V	0.189
Telas industriales	0.222
Telas los mochis	0.178
Telas San Pedro	0.244

Los resultados nos indican que, en promedio, la evaluación de las variables de “Telas los mochis”, tienen una relación más cercana con la ponderación por parte del grupo selecto de expertos, por lo tanto, será el proveedor propuesto a elegir para la compra de materia prima.

4.4 Propuesta de control de inventarios ABC

A continuación, se presenta la Tabla 4.7 con los datos recolectados en la empresa ETP, considerando los 32 modelos de pants que actualmente están en fabricación, se realizó un inventario físico de cada color, talla y modelo actual.

Tabla 4.7 Datos de inventario empresa ETP

Datos empresa ETP 2021 Octubre					
Número	Modelo	Talla	Cantidad en inventario	Valor unitario (COP)	Demanda (unidades)
1	Gris oxford liso	Grande	42	80	40
2	Vino liso	Grande	30	80	36
3	Marino Liso	Grande	33	80	34
4	Azul Rey liso	Grande	30	80	33
5	Jaspe liso	Grande	42	80	33
6	Negro ralla blanca	Grande	42	80	32
7	Vino con ralla	Grande	30	80	32
8	Rojo ralla blanca	Grande	30	80	31
9	Azul Rey liso	Mediano	112	75	110
10	Negro ralla blanca	Mediano	112	75	112
11	Vino con ralla	Mediano	112	75	70
12	Marino Liso	Mediano	112	75	59
13	Vino liso	Mediano	112	75	51
14	Gris oxford liso	Mediano	112	75	50
15	Jaspe liso	Mediano	112	75	50
16	Rojo ralla blanca	Mediano	112	75	36
17	Rojo ralla blanca	Chico	20	65	80
18	Vino con ralla	Chico	20	65	35
19	Vino liso	Chico	20	65	33
20	Azul Rey liso	Chico	20	65	31
21	Jaspe liso	Chico	28	65	24
22	Gris oxford liso	Chico	28	65	16
23	Marino Liso	Chico	28	65	14
24	Negro ralla blanca	Chico	28	65	13
25	Vino con ralla	Talla 16	6	70	55
26	Negro ralla blanca	Talla 16	7	70	46
27	Rojo ralla blanca	Talla 16	6	70	40
28	Gris oxford liso	Talla 16	6	70	32
29	Marino Liso	Talla 16	7	70	19
30	Azul Rey liso	Talla 16	6	70	17
31	Vino liso	Talla 16	6	70	15
32	Jaspe liso	Talla 16	6	70	10

A continuación, se presenta la Tabla 4.8 con los datos obtenidos aplicando la metodología ABC. La columna de W_i , se calcula multiplicando el valor unitario de cada producto por su demanda, mientras que el W_i Normalizado, se obtiene dividiendo el W_i entre la sumatoria del total de W_i .

Tabla 4.8 Datos de inventario empresa ETP

Clasificación de inventarios según metodología ABC									
Número	Modelo	Talla	Cantidad en inventario	Valor unitario	Demanda (n)	Wi (V x n)	Wi normalizado (Wi/Total Wi)	Sumatoria	Clasificación
10	Negro ralla blanca	Mediano	112	75	112	8400	0.089	0.089	A
9	Azul Rey liso	Mediano	112	75	110	8250	0.087	0.176	
11	Vino con ralla	Mediano	112	75	70	5250	0.056	0.232	
17	Rojo ralla blanca	Chico	20	65	80	5200	0.055	0.287	
12	Marino Liso	Mediano	112	75	59	4425	0.047	0.334	
25	Vino con ralla	Talla 16	6	70	55	3850	0.041	0.375	
13	Vino liso	Mediano	112	75	51	3825	0.041	0.415	
14	Gris oxford liso	Mediano	112	75	50	3750	0.040	0.455	
15	Jaspe liso	Mediano	112	75	50	3750	0.040	0.495	
26	Negro ralla blanca	Talla 16	7	70	46	3220	0.034	0.529	
1	Gris oxford liso	Grande	42	80	40	3200	0.034	0.563	
2	Vino liso	Grande	30	80	36	2880	0.031	0.593	
27	Rojo ralla blanca	Talla 16	6	70	40	2800	0.030	0.623	
3	Marino Liso	Grande	33	80	34	2720	0.029	0.652	
16	Rojo ralla blanca	Mediano	112	75	36	2700	0.029	0.680	
4	Azul Rey liso	Grande	30	80	33	2640	0.028	0.708	
5	Jaspe liso	Grande	42	80	33	2640	0.028	0.736	B
6	Negro ralla blanca	Grande	42	80	32	2560	0.027	0.763	
7	Vino con ralla	Grande	30	80	32	2560	0.027	0.790	
8	Rojo ralla blanca	Grande	30	80	31	2480	0.026	0.817	
18	Vino con ralla	Chico	20	65	35	2275	0.024	0.841	
28	Gris oxford liso	Talla 16	6	70	32	2240	0.024	0.865	
19	Vino liso	Chico	20	65	33	2145	0.023	0.887	
20	Azul Rey liso	Chico	20	65	31	2015	0.021	0.909	
21	Jaspe liso	Chico	28	65	24	1560	0.017	0.925	C
29	Marino Liso	Talla 16	7	70	19	1330	0.014	0.939	
30	Azul Rey liso	Talla 16	6	70	17	1190	0.013	0.952	
31	Vino liso	Talla 16	6	70	15	1050	0.011	0.963	
22	Gris oxford liso	Chico	28	65	16	1040	0.011	0.974	
23	Marino Liso	Chico	28	65	14	910	0.010	0.984	
24	Negro ralla blanca	Chico	28	65	13	845	0.009	0.993	
32	Jaspe liso	Talla 16	6	70	10	700	0.007	1.000	
					Total Wi	94400			

Con los resultados obtenidos en la tabla anterior, es posible determinar nuevos ordenes de importancia para cada producto, del mismo modo podemos apreciar cuales productos corresponden a que bloque de la metodología de clasificación de inventarios ABC. En resumen 16 productos corresponden a la categoría “A”, 8 productos a la “B” y 8 para la “C”.

De esta manera podemos reducir los niveles de inventarios para todos los productos B y C, mientras que aumentaremos los de la categoría A. Como se puede apreciar, se tienen productos con una alta demanda, sin embargo, no es posible satisfacerla debido al bajo stock que se tiene, de esta forma para los productos clasificación B, es posible reducir en gran medida sus existencias para poder cubrir aquellos inventarios de productos A.

Del mismo modo, podemos apreciar la clasificación numérica propuesta por importancia, teniendo como producto estrella el modelo “Negro con raya blanca” en su tamaño mediano, el producto “Rojo raya blanca” en su tamaño chico, destaca por ser el único que entra en la clasificación A. En general los primeros lugares anteriores quedaron dispersos entre la clasificación A y B, esto resulta en un mejor control para aquellos productos que más ganancia nos están aportando.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

Una vez terminada la generación de la propuesta para la empresa ETP, las conclusiones a las que se pueden llegar son las siguientes:

- El sector textil, se caracteriza por tener conflictos con la innovación, para este caso particular, la empresa ETP no le ha sido posible la implementación de métodos actuales sobre control de inventarios, como resultado de un producto económico que no permite la implementación ágil.
- La implementación de controles de inventario (ABC) y una correcta identificación de las limitaciones (TOC), permite optimizar los recursos destinados a la fabricación del producto, esto reducirá el costo unitario aún más.
- Es fundamental implementar nuevas metodologías en el sector textil, teniendo un enfoque orientado a la mitigación de los riesgos (HAZOP).
- Una correcta evaluación y selección de proveedor (DELPHI), proporciona una seguridad en los procesos de entrega y calidad del producto. Para este sector, esto es fundamental ya que una materia prima defectuosa o bien un tiempo de entrega tardío, repercute directamente en las ventas y recomendaciones de los usuarios.

La empresa ETP, cuenta con toda la disponibilidad de implementar múltiples herramientas que le permitan mejorar los controles que durante 30 años han intentado con sus limitantes. Es fundamental para la empresa implementar no solo herramientas de control de inventarios, sino de manufactura, ventas y compras, con la finalidad de aumentar la utilidad del producto, ya que el campo de aplicación es vasto.

BIBLIOGRAFÍA

- Arredondo Ortega, G., Ocampo Jaramillo, K. V., Orejuela Cabrera, J. P., & Rojas Trejos, C. A. (2017). Modelo de planeación y control de la producción a mediano plazo para una industria textil en un ambiente make to order. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 169–193. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a9>
- Cabrera, E. R., Lira, J. M., José, M. C., Morales, D. J., & Gonzáles, M. G. (2019). Sistema de Inventarios ABC: La solución para evitar el exceso de mercancía en una boutique de novias. *Academia Journals*, 11(9), 2993–2997.
- Campo, E. A., Cano, J. A., & Gómez-Montoya, R. A. (2020). Optimization of aggregate production costs in textile companies. *Ingeniare*, 28(3), 461–475. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052020000300461>
- Codina, B., & Jose, N. (2012). *Reseña del Libro “ How to Conduct Surveys A Step by Step Guide ” (Book Review of “ How to Conduct Surveys A step by Step Guide ”)*. 7(2), 73–90. [http://www.spentamexico.org/v7-n2/7\(2\)73-90.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n2/7(2)73-90.pdf)
- Díaz, M., Cortés, R., & Trevera, A. (2015). Propuesta de utilización del método ABC de gestión de inventarios para el abastecimiento de materiales de construcción: Caso 5&V Corporativo en el estado de Oaxaca. *Academia Journals*, 7(0), 1360–1366.
- Domínguez, J. J. J., & Mejía, J. M. G. (2016). DISEÑO ORGANIZACIONAL BAJO UN ENFOQUE SISTEMICO EN PEQUEÑAS EMPRESAS MANUFACTURERAS TEXTILES DE TEHUACAN. *Academia Journals*, 8(2), 538–544.
- Escobar, P., Giraldo, J. A., & Cárdenas, D. M. (2012). Programación de sistemas de producción híbridos, para inventario/bajo pedido, mediante un proceso analítico jerárquico de ordenación grupal (GAHPO). *Informacion Tecnologica*, 23(5), 33–46. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000500005>
- Feria Avila, H., Matilla González, M. ., & Mantecón Licea, S. (2020). LA ENTREVISTA Y LA ENCUESTA: ¿MÉTODOS O TÉCNICAS DE INDAGACIÓN EMPÍRICA? *Didasc@lia: Didáctica Y Educación*, 11, 62–79. <http://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/992>
- Futuro, U. G., & Tecnolog, N. (2020). *Un gran futuro con nueva tecnología Monforts*. Textiles En México. <https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/2020/10/acafintex-un-gran-futuro-con-nueva-tecnologia-monforts/>
- Gill, T. G. (2004). Teaching Flowcharting with FlowC. *Journal of Information Systems Education*, 15(1), 65–77. <https://aisel.aisnet.org/jise/vol15/iss1/8>
- INEGI, & CANAINTEX. (2020). Conociendo la industria textil y de la confección. *Colección de Estudios Sectoriales y Comerciales*, 205/20(1), 5. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825195649>
- Laniado, H., & Garcia, A. F. (2006). Modelo de producción–inventario con tiempo de espera proporcional al tiempo de producción Modelo de producción-inventario con tiempo de espera proporcional al tiempo de producción. *Ingeniería y Ciencia | Ing.Cienc.*, 2(3), 51–64.
- Lucía Guadalupe Enríquez Zárate, & Lozada, M. Á. R. (2020). Beneficios de utilizar el Análisis ABC en la

- administración de inventarios en una Pequeña y Mediana Empresa (PyME) comercializadora en Tlaxcala, México. *Ciencia Administrativa*, 1, 10–20.
- Ortiz, A. L., Gómez, M., & Rodríguez, J. C. (2019). Competitividad de la industria textil y de la confección en México 1990-2015. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, 13(2), 29–43. <https://doi.org/10.33110/rnee.v13i2.268>
- Ponce de León Elizondo, A., Valdemoros San Emeterio, M. A., & Sanz, E. (2011). Fundamentos en el manejo del NVIVO 9 como herramienta al servicio de estudios cualitativos. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 0(14), 11. <https://doi.org/10.18172/con.637>
- Thoney-Barletta, K. A. (2020). Software de Gestión de Cadena de Suministro para Sistemas Textiles. *TECNOLOGÍA TEXTIL*, 26–30. [TextilesPanamericanos.com](https://www.textilespanamericanos.com)
- Vásquez, J. P. R., Zanipatin, I. A., Aldás, D. S., Perrazo, L. A. M., & Vásquez, C. R. R. (2017). *Model of Planning and Programming of the Production for*. 233–249. <http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2018/ANNALS-2018-1-12.pdf>
- Villagómez, M., Jiménez, V., Cuauhtemoc, H., & Mendoza, C. (2018). Uso de una técnica mrp ii-delphi para la selección de proveedores y materias primas. *Academia Journals*, 10(3), 3723–3729. <https://portal.issn.org/resource/ISSN/1946-5351>
- Zuluaga Mazo, A., Yaneth, É., Giraldo, G., Andrea, P., & Parra, M. (2011). La Evaluación De Proveedores En La Gestión Del Abastecimiento En Las Empresas Del Sector Textil, Confección, Diseño Y Moda En Colombia Evaluation of Suppliers in the Supply Management Companies of Textile, Clothing, Design and Fashion in Colombia. *Revista Politécnica ISSN*, 7(13), 79–90.

Asunto: Carta de Aceptación de la Empresa

Pachuca, Hgo., a 22 de octubre de 2021

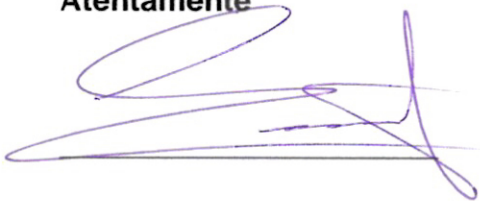
A quien corresponda:

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Por este conducto me permito informarle que el C. **Christyan Garibay Heredia**, alumno de maestría en la **Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla**, del posgrado en **Planeación estratégica y dirección de tecnología** con matrícula **18900453**, fue aceptado para realizar su Proyecto Práctico Profesional, en la empresa **Venta de Pants Cervantes**, con el proyecto titulado **Propuesta de un modelo de gestión de control de inventarios para una microempresa**.

Así mismo, me permito comunicarle que el C. **Christyan Garibay Heredia**, realizará el proyecto de referencia en el lapso comprendido del **01/02/21** al **20/11/21**.

Atentamente



C. Adrian Cervantes Cruz.
Propietario de la empresa Venta de Pants Cervantes.