

**Diseño de un modelo probabilístico de inventarios para los insumos de la tintorería en  
empresa textil con especialidad en el tejido de punto por urdimbre**

Edwin Roberto Rojas Rodríguez

María Camila Tafur Lancheros

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Industria

Bogotá, D.C.

2019

**Diseño de un modelo probabilístico de inventarios para los insumos de la tintorería en  
empresa textil con especialidad en el tejido de punto por urdimbre**

Edwin Roberto Rojas Rodríguez

María Camila Tafur Lancheros

Julio Faenz Ruiz González

Trabajo de grado para optar al título de Ingenieros Industriales

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Industria

Bogotá, D.C.

2019

## Resumen

El objetivo principal de esta propuesta es el diseño de un modelo probabilístico de inventarios para el área de tintorería que le permita a la organización tener un mejor control sobre los insumos (químicos y colorantes). inicialmente se lleva a cabo un diagnóstico donde se presentan las principales problemáticas utilizando un diagrama Ishikawa donde se pueda entender la situación actual del área de tintorería, con el fin de utilizar herramientas tales como clasificación ABC, y a su vez poder observar los productos que más se tejieron en un periodo de tiempo y de esta forma presentar el análisis sobre los insumos principales que componen estas referencias, estudiando el comportamiento de los datos y aplicando el método que se ajuste al modelo de negocio de la empresa que se basa en una demanda incierta, en el cual se calculará el punto de re orden, stock de seguridad, demanda diaria y anual promedio ayudando a la compañía a tener un horizonte de cada cuanto y cuando pedir, evitando rupturas de stock, sobre stock y baja rotación de los insumos, sugiriendo a su vez indicadores que les permitan llevar un control sobre los mismos, no sin antes mencionar que se realizarán los pronósticos de dos formas diferentes, uno mediante el programa pasw statistics 18 y el otro mediante Excel, permitiendo a la empresa escoger aquel que se adecuó a sus necesidades y finalmente presentar una relación costo beneficio que evidencie la diferencia entre el diseño del modelo sugerido y el actual que hace la compañía.

*Palabras Clave: Inventarios, modelo probabilístico, punto de re orden, Stock de seguridad, pronósticos, insumos.*

## **Abstrac**

The main objective of this proposal is the desing of a probablistic inventory model to the dye house, allowing to the company to have a better control over the inputs (chemicals and dyestufss). Initially a diagnosis will be made to identify the main problems using a “Ishikawa” diagram, it will show the current situation of the dye house , in this way to be able to use tools as ABC clasification and at the same time observe what were the products that were most knitted in a certain period of time and perform the analysis of the main inputs that make up those references. Giving the opportunity to analyze the behavior of the data and apply the method that must be adjusted to the bussines model of the Company, which is based in a uncertain demand; in which the average point of reorder, security stock, Daily and annual demand will be calculated, helping to the Company to have good vision of when and how much they have to order, avoiding stock ruptures, over stock and low rotation of inputs, suggestiong indicators that allow them to keep track of them, not without mentioning that forecasts will be made in two different ways: one through the pasw stadistics 18 program and the other through Excel, allowing to the Company to choose the one that best suits their needs. And finally present a cost benefit relationhsip which shows the difference between the desing of the suggested model and the current calculation made by the Company.

*Key words: Inventory, probabilistic model, re order point, security stock, forecast, inputs.*

## Tabla de contenidos

Introducción .....	9
1. Identificación del problema.....	10
1.1 Antecedentes del problema .....	10
1.2 Descripción del problema.....	11
1.3 Formulación del problema .....	15
1.3.1 Pregunta de investigación.....	15
1.4 Sistematización del problema.....	15
1.5 Alcance.....	16
2. Planteamiento del problema de investigación.....	17
2.1 Planteamiento del problema .....	17
3. Problema de investigación .....	19
3.1 Justificación.....	19
4. Objetivos .....	20
4.1 Objetivo general .....	20
4.2 Objetivos específicos.....	20
5. Marco referencial .....	21
5.1 Antecedentes de la investigación .....	21
5.1.1. Estudio de investigación de un modelo de inventarios para empresa de vinos global wine and spirits ltda.....	21
5.1.2. Estudio de investigación de un sistema de inventarios y compras para empresa Espitia impresores.....	21
5.1.3. Estudio de investigación de un sistema de inventarios para el control de materiales en la empresa de construcción ingeniería solida ltda. ....	22
5.1.4. Estudio de investigación de la optimización del sistema de gestión de inventarios de productos químicos y colorantes en la empresa clariant Colombia S.A. ....	22

5.1.5. Estudio de investigación de un modelo de inventarios para la empresa textil shalem Ltda. .....	22
6. Marco teórico .....	24
6.1 Inventarios .....	24
6.1.1. Gestión de inventarios. ....	24
6.1.2. Tipos de inventarios.....	24
6.1.3. Inventario (clasificación ABC).....	24
6.1.4. Costos de inventarios.....	24
6.1.5. Costos de almacenamiento. ....	25
6.1.6. Diagrama ishikawa .....	25
6.1.7. Degradación de colorantes.....	25
6.1.8. Stock de seguridad.....	25
6.1.9. Nivel máximo. ....	25
6.1.10. Punto de re orden.....	25
6.1.11. Indicadores de inventarios KPI.....	26
6.1.12. Modelo probabilísticos e inventario de seguridad.....	26
6.1.13. Pronósticos.....	26
6.1.14. Ruptura de stock .....	26
6.1.15. Distribución de probabilidad .....	27
7. Marco conceptual .....	28
8. Marco legal.....	29
9. Marco metodológico .....	30
9.1 Tipo de investigación .....	30
9.2 Variables del problema.....	30
9.3 Fuentes de información .....	30
9.4 Instrumentos de recolección de la información.....	31
9.5 Tamaño poblacional y muestra .....	31
10. Situación actual de la empresa proyecto .....	32
10.1 Estado actual de la empresa .....	33

10.2 Diagrama ishikawa.....	34
10.3 Manejo actual del sistema JD Edwards en los inventarios.....	34
10.4 Clasificación ABC.....	38
11. Propuesta del modelo probabilístico .....	42
11.1 Desarrollo del modelo probabilístico .....	42
11.2 Distribución de probabilidad.....	44
11.3 Solución problemática modelo probabilístico mediante Excel .....	48
12. Método para el diseño del modelo probabilístico .....	51
12.1 Variables y datos necesarios del modelo en empresa objeto de estudio .....	51
13. Sugerencia de software Programa Pasw statistics 18.....	52
14. Desarrollo del pronóstico mediante herramienta Excel .....	54
15. Costo beneficio.....	55
16. Propuesta de indicadores .....	57
16.1 Rotación de los inventarios .....	59
16.2 Duración del inventario .....	60
16.3 Exactitud de los inventarios .....	61
17. Conclusiones .....	62
18. Sugerencias.....	64
19. Referencias .....	65

## Lista de figuras

Figura 1. Insumos degradados en el almacén de tintorería. ....	11
Figura 2. Árbol de problema del área de tintorería. ....	14
Figura 3. Porcentaje anual de consumo de químicos y colorantes.....	17
Figura 4. Grafico producción anual planta tejeduría años 2017-2018 .....	18
Figura 5. Marco conceptual.....	28
Figura 6. Flujogramas del área de tintorería empresa proyecto de tejido de punto por urdimbre. 32	
Figura 7. Flujograma insumos de tintorería empresa proyecto de tejido de punto por urdimbre. 33	
Figura 8. Diagrama ishikawa. ....	34
Figura 9. Identificación por maestro de artículo JD Edwards.....	35
Figura 10. Módulo solicitud orden de compra (OP). ....	35
Figura 11. Módulo de ingreso de facturas al sistema.....	36
Figura 12. Módulo para consulta cardex.....	36
Figura 13. Módulo traslado de insumos entre bodegas. ....	37
Figura 14. Módulo de consumos órdenes de producción.....	37
Figura 15. Software Infotint órdenes programadas. ....	38
Figura 16. Clasificación ABC para el grupo A de la familia powernet .....	39
Figura 17. Clasificación ABC productos con mayor rotación. ....	39
Figura 18. Insumos por producto para el teñido por referencia. ....	40
Figura 19. Presentación del presupuesto para el inventario de los insumos seleccionados; situación actual. ....	41
Figura 20. Histograma de 3 insumos del comportamiento de los consumos. ....	43
Figura 21. Campana de Gauss nivel de servicio 95% .....	46
Figura 22. Tabla de probabilidad de la normal estándar. ....	47
Figura 23. Cálculo del modelo probabilístico en Excel. ....	48
Figura 24. Cálculo de la situación actual insumos seleccionados.....	49
Figura 25. Modelo probabilístico de inventario.....	49
Figura 26. Histórico datos amarillo tectilon 3R .....	52
Figura 27. Ajuste del modelo en Pasw statistics 18. ....	52
Figura 28. Estadístico del modelo para demanda con R-cuadrado .....	53
Figura 29. Demanda de suavización exponencial. ....	54
Figura 30. Pronóstico de demanda para el mes de julio, aplicando el modelo probabilístico de inventario.....	55
Figura 31. Costo beneficio insumo amarillo tectilon .....	55
Figura 32. Costo beneficio según propuesta. ....	56
Figura 33. Indicadores de gestión Autoría propia.....	58
Figura 34. Indicador rotación del inventario. ....	59
Figura 35. Indicador duración inventario. ....	60
Figura 36. Indicador exactitud del inventario. ....	61

## **Introducción**

Hoy en día nace la necesidad en las compañías de transformar sus procesos en operaciones sencillas que minimicen los altos costos de inventario. Donde, el almacenamiento y compra de los insumos son de gran importancia para las organizaciones, en el cual los modelos de inventarios juegan un papel importante pues tienen como objetivo; contar con los materiales para la producción en el momento requerido, eliminando desperdicios en tiempos de producción y optimizando el proceso al costo más bajo posible, conservando los estándares de calidad del producto terminado (s.n, 2019) . Teniendo en cuenta que la finalidad dentro de un proceso productivo es la satisfacción del cliente y que cada uno de estos impacta directamente en las expectativas del mismo sobre el producto final que se está entregando.

Dentro de las herramientas de los modelos de inventarios que controlan el almacenamiento de insumos y productos terminados, los requerimientos de la organización determinan el volumen o cantidad de productos que se hacen necesarios para la operación productiva de la compañía, casi obligados a tener una manufactura flexible de acuerdo al mercado, para ello se hace necesario el diseño de un modelo que pueda evidenciar el comportamiento de los inventarios y la intermitencia que estos presentan, ya que la empresa tiene un sistema de producción basado en make to stock y make to order, dando a entender la necesidad de contar con el producto en el momento indicado sin elevar los costos de inventario y sus existencias.

El objetivo será diseñar un modelo probabilístico e inventario de seguridad para el área de tintorería con el fin de evitar situaciones actuales tales como atrasos en la producción, escasez del insumo requerido, sobre-stock en el almacén, e incumpliendo el lead time del área y atrasando la entrega de los clientes.

## **1. Identificación del problema**

### **1.1 Antecedentes del problema**

De acuerdo a la cámara de comercio de Bogotá, la industria textil es uno de los sectores más destacables, debido a su participación en el PIB (Producto interno bruto) con un 6% y representando alrededor del 24% del empleo en el país, aportando y siendo unos de los sectores con más representación en la economía. Según manifiesta, (Garzón, 2018). Actualmente Colombia cuenta con una de las industrias textiles más antiguas, donde se crearon talleres y comercios hacia el año de 1870, dando paso a la gran multinacional y primera gran empresa de textiles; Coltejer| y de la cual lleva en operación más de 110 años, según afirma la autora del documento, no sin antes mencionar que hoy en día operan cerca de 10.000 plantas textiles, empleando a más de 45.0000 personas, y produciendo cerca de 950 millones de metros cuadrados al año, siendo nuestro país el tercer productor de ropa íntima femenina en el mundo y compitiendo con grandes países en continentes asiáticos según lo revela el presidente de inexmoda Carlos Eduardo Botero (Litman, 2016).

Por lo cual se debe tener en cuenta la importancia que tiene el mercado textil en el sistema económico del país, debido a esto se decide realizar una propuesta de diseño donde se contribuya a mejorar el proceso interno de la empresa objeto de estudio, implementando herramientas para inspeccionar los procesos mediante metodologías funcionales que ayuden a optimizar el desarrollo de las etapas de fabricación, pues debido a la producción se hace necesario controlar en todo momento sus niveles de inventarios, deduciendo que estos tienen un valor representativo en sus activos.

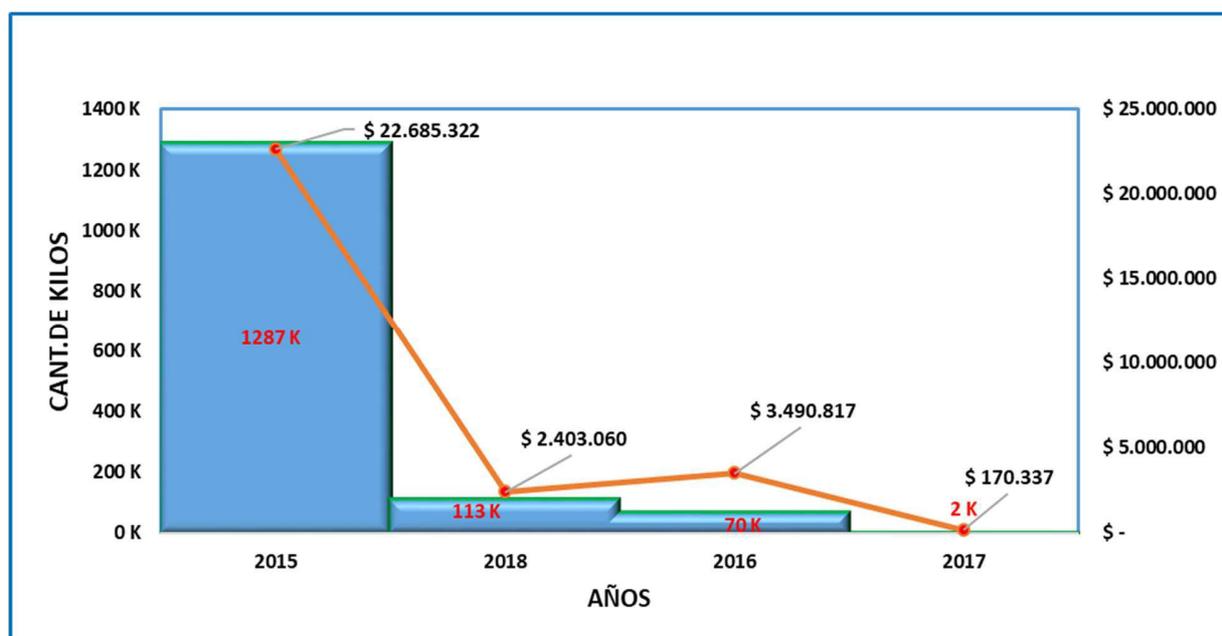
Actualmente las situaciones que se presentan en el área de tintorería se dan en el proceso de teñido, dado que en varias ocasiones no se cuenta con el insumo (químico o colorante) en el almacén, al momento de tener que procesar una orden de teñido, ocasionando demoras y paros de máquinas mientras se hace la solicitud y el proveedor entrega en las instalaciones de la empresa el insumo. A su vez se tienen niveles elevados de inventarios en ciertas referencias; debido a que no se tiene un buen control sobre la adquisición de los materiales y no se tiene en cuenta el lead time del proveedor, adicional no está establecido un nivel máximo por referencia, se piden ciertas cantidades de una manera inapropiada de acuerdo al modelo de negocio de la empresa. Conforme

a esto se pretende diseñar un modelo de inventarios que genere una reducción en los elevados costos del inventario y la ruptura del stock.

## 1.2 Descripción del problema

La compañía objeto de estudio se dedica al diseño y manufactura de encajes y velos con producción bajo pedido y para stock, enfocados en la flexibilidad y satisfacción total del cliente, donde actualmente la tintorería se orienta con el mayor esfuerzo para cumplir con los requerimientos, elaborando el proceso principal que es el teñido, por lo tanto intervienen diversos insumos de acuerdo a las especificaciones de la tela, tales como químicos y colorantes donde se visualiza la variación de los productos en cada orden de pedido incrementando los niveles de inventario, costos, desabastecimiento de los insumos e inventario de baja rotación.

Insumos degradados en el almacén en cantidad por años. Periodos 2015-2018



**Figura 1.** Insumos degradados en el almacén de tintorería. Autoría propia con aportes de informes software Jd Edwards.

En la figura número 1. Se muestra la cantidad de insumos en kilos y los años que han estado almacenados con la representación del costo de cada uno de ellos, donde no solo infla el valor del inventario, sino que la compañía incurre en costos innecesarios por sobre stock, mostrando que para el año 2015 se tiene el valor más alto con 1287 kilos y un valor de \$ 22,7 millones y disminuyendo paulatinamente pues la empresa ha tenido que darle disposición final ya que no se

pueden utilizar o están vencidos y a su vez están ocupando espacio que se necesita para nuevos insumos.

Indicador de inventario degradado (actual)

$$\text{Inventario degradado} = \frac{\text{valor del inventario degradado}}{\text{Valor Total del Inventario}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Inventario degradado} = \frac{28,749,536}{300,540,822,38} \times 100$$

$$= 9,56\%$$

De Acuerdo a datos obtenidos de la empresa proyecto y al software JD Edwards se tiene que el costo total de los inventarios del área de tintorería corresponden a un total de 300 540 822 y el costo del inventario depreciado corresponde a 28 749 536 entendiendo que la participación es de un 9,56% representado el inventario total obsoleto, esto quiere decir que la compañía objeto de estudio cuenta con insumos almacenados que no se utilizan inflando el coste del inventario año tras año, dando a conocer el incremento significativo y la necesidad de desarrollar un diseño para la gestión de inventarios que les permita reducir y controlar por medio de indicadores que alerten constantemente la situación de rotación del inventario del almacén.

Empleando el árbol de problema, se establece la principal problemática las causas que generan y efectos dentro de la empresa objeto de estudio

### Árbol de problema

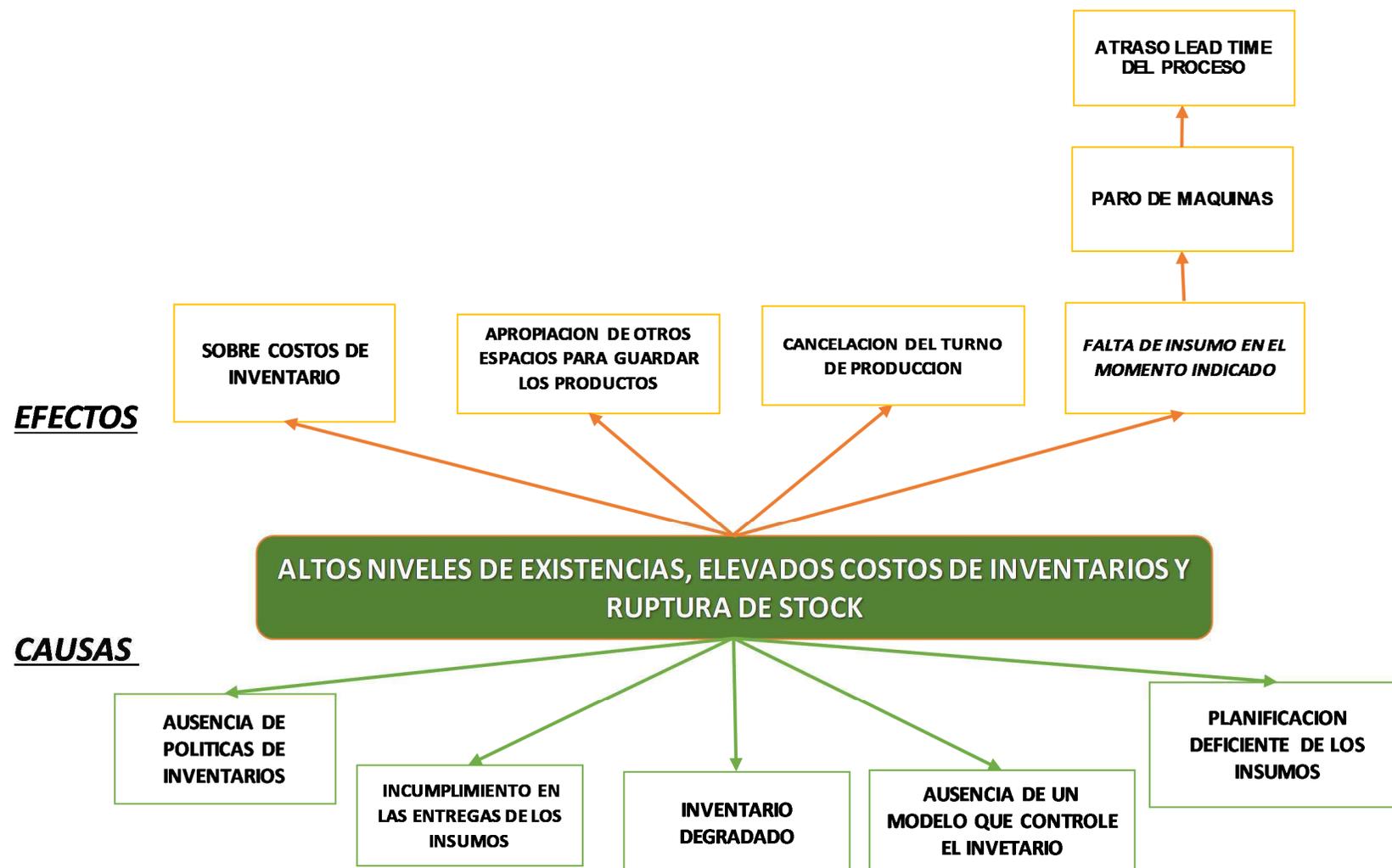


Figura 2. Árbol de problema del área de tintorería. Autoría propia.

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Pregunta de investigación.**

¿ Cómo un diseño de un modelo de inventarios para el área de tintorería puede reducir los altos niveles de existencia, elevados costos de inventarios y ruptura de stock ? Acudiendo a herramientas y políticas que se adecuen al modelo de negocio de la compañía objeto de estudio.

### **1.4 Sistematización del problema**

El modelo de inventarios tiene como enfoque principal intervenir sobre los químicos y colorantes del área de tintorería, donde juega un papel importante el almacenamiento, los proveedores, la rotación, control y clasificación, describiéndolos de la siguiente manera:

Situación actual de proveedores: Se cuenta con proveedores nacionales principalmente de los departamentos de Medellín y Bogotá donde sus entregas varían entre 3 y 2 días respectivamente. Evidenciando extravíos de los insumos que demoran la entrega por parte de las transportadoras, además del congestionamiento e infraestructura vial.

Las instalaciones del almacenamiento se ven limitadas por la cantidad de químicos y colorantes solicitados, ya que en situaciones se debe buscar otros espacios dentro del área, obstruyendo el paso en áreas de producción.

Control de inventarios: Actualmente la empresa realiza el registro de entradas y salidas por medio del sistema JD Edwards, no se tiene establecido un nivel de máximos para los insumos por referencia y a su vez no se tiene determinado un punto de re orden que indique cuando se debe generar una nueva orden de requerimiento para poder contar con los materiales necesarios para la producción.

Con lo anteriormente mencionado se evidencia que en el área de tintorería hay elevados costos de inventario por productos de baja rotación, mal manejo del requerimiento de los insumos necesarios y desconocimiento de herramientas que colaboren con la optimización del proceso de producción del área de la tintorería.

### **1.5 Alcance**

Para la idea del modelo probabilístico de inventarios se tendrá en cuenta el área de tintorería, analizando situaciones de mejora que aporten y contribuyan al proceso y crecimiento de la empresa objeto de estudio, utilizando herramientas de análisis de inventarios, estadística, probabilidad, árbol de problema, diagrama ishikawa donde se busca una estabilidad e intervención a los insumos de la producción, con el fin de entregar las órdenes mediante el lead time del área.

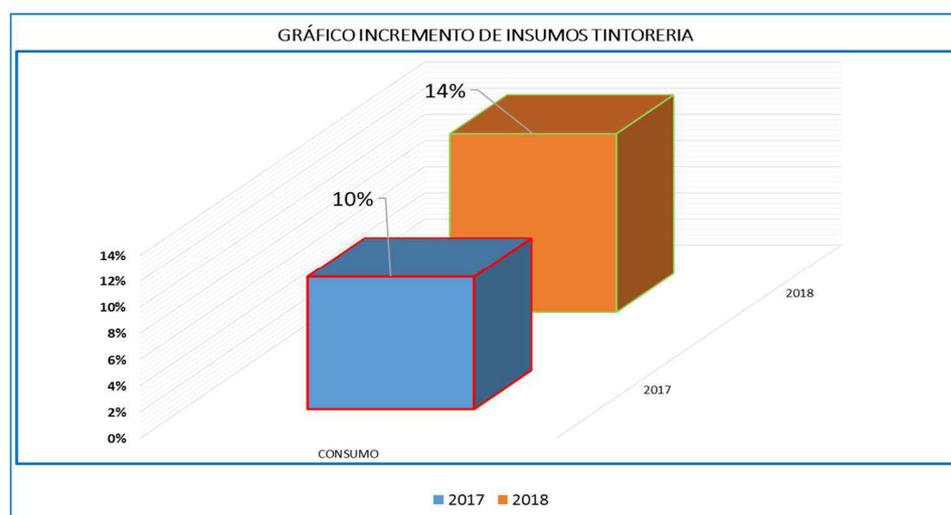
En el cual se tendrá en cuenta que el aprovisionamiento de insumos se identificará el punto de re orden el stock de seguridad y a su vez se calculará el nivel máximo que se debe solicitar mediante un pronóstico dado según el comportamiento de los datos históricos. Lo anterior se plantea utilizando dos herramientas para el análisis de los datos; entre ellas el software pasw statistics 18 que solo se sugiere dado que se puede utilizar en cualquier tipo de archivo donde genera tabulación, gráficos y tendencias que presenten complejidad teniendo en cuenta que también calcula de una manera rápida y automática las distribuciones de probabilidad y ecuaciones estadísticas que se adecuan a los datos históricos que se quieran interpretar, esto en caso de que la cantidad de información no se alcance a procesar en otro tipo de programa por la cantidad de información, entendiendo que excel es la principal propuesta para el desarrollo del modelo, aclarando que es la herramienta que actualmente se utiliza para el cálculo de los inventarios en el área de tintorería.

## 2. Planteamiento del problema de investigación

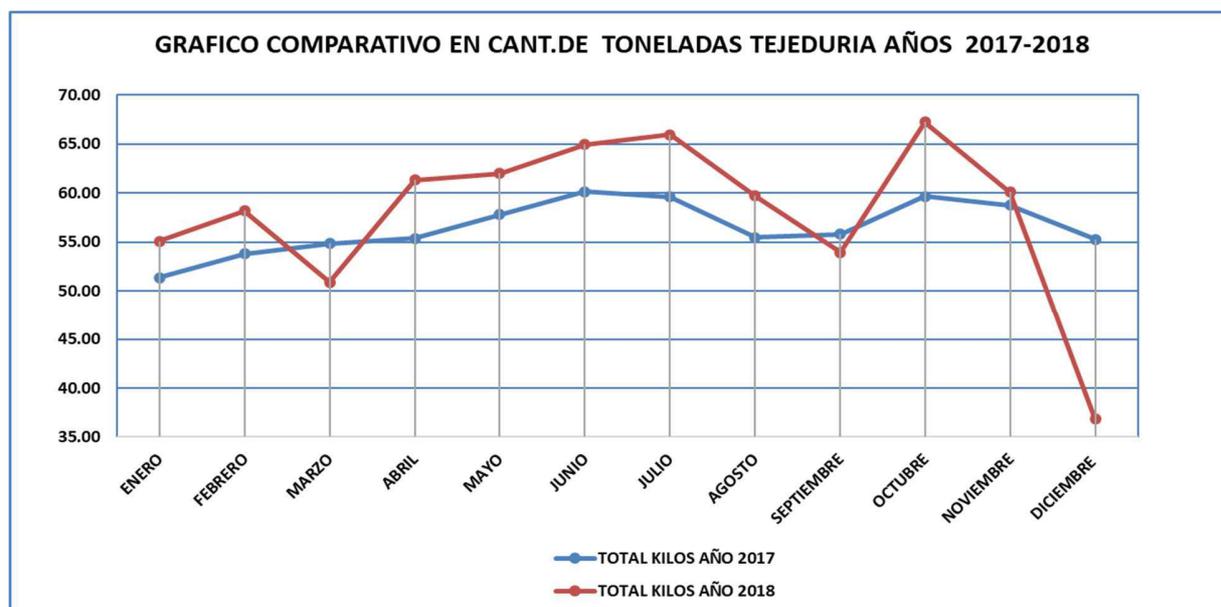
### 2.1 Planteamiento del problema

Considerando que la compañía objeto de estudio maneja un mercado muy exigente debido a la flexibilidad y de acuerdo a los requerimiento de los clientes externos y las características especiales y variables en los productos, la tintorería debe contar siempre con los insumos necesarios para el teñido, tanto en colorantes como químicos, entendiéndose su crecimiento en los últimos dos años, se han visto en la necesidad de adquirir y reabastecerse mensualmente teniendo en cuenta que se maneja una producción bajo pedido y no se tiene una exactitud de lo que se necesita para la producción de acuerdo al sistema intermitente de órdenes de pedido make-to-order, se han presentado problemas tales como; demora en la entrega por parte del área, incumplimiento en la entrega al cliente externo, inventario de baja rotación inflando su valor y a su vez atrasando los demás procesos e incumpliendo en las fechas de entrega del producto terminado, ocasionando ruptura de stock, paros de máquinas y hasta cancelación de los turnos de producción por falta de un modelo de inventarios adecuado que controle el almacenamiento y las existencias de los materiales de la tintorería.

Esto a su vez se relaciona por no contar con políticas de inventario que ayuden a mejorar el proceso. En la siguiente figura se representa el incremento que se tuvo en el año 2018.



**Figura 3.** Porcentaje anual de consumo de químicos y colorantes. Fuente: Informes Software Jd Edwars



**Figura 4.** Grafico producción anual planta tejeduría años 2017-2018. Fuente: Informes Software JD Edwards.

En el figura número 3, se puede visualizar el incremento en la producción para el año 2018, con un 4% más que el 2017 con respecto al consumo, evidenciando el crecimiento en la producción para el área de tintorería teniendo una relación directamente proporcional con la producción de órdenes del área de tejeduría ver figura número 4, donde se puede observar también el incremento mes a mes en los kilos producidos debido al reciente ingreso de ordenes tanto de exportación como a nivel nacional de referencias. Donde solo estuvo por debajo con respecto al año 2018 en los meses de marzo y septiembre, no obstante, se observa adicionalmente que para el mismo año la producción en el mes de diciembre declino pasando de producir 60 toneladas en noviembre a 37 toneladas esto debido a que la compañía trabajó hasta mediados del mes y dio paso a vacaciones colectivas para la planta de producción de tejeduría.

### **3. Problema de investigación**

#### **3.1 Justificación**

En la actualidad un modelo de gestión de inventarios consiste en tener insumos, procesos, productos y flujos de información, conectándose con los clientes y ambiente interno, los insumos incluyen recursos humanos, capital, materiales y servicios comprados, por lo cual un proceso de cualquier actividad de los inventarios son transformados adquiriendo un valor agregado, para así obtener un producto para un cliente. (Carro Paz, González Gómez, s.f.).

La situación de la industria colombiana en el sector textil, está siendo afectada, la producción al interior del país de pequeñas, medianas y grandes compañías, hacen que la fabricación de un producto sea costoso con relación a uno que llega del exterior, esto se da por los insumos y materiales que se necesitan para la producción de telas. De ahí surge la necesidad de aplicar modelos que contribuyan a la reducción de los costos de los inventarios en producciones más rápidas y eficientes para no encarecer el valor del producto final.

Con el fin de contribuir con estrategias estructuradas para la compañía objeto de estudio se hace necesario dar aportes ingenieriles de inventarios, con análisis que mejoren el proceso productivo, en este caso de la tintorería y así poder obtener los resultados deseados, aumentando la capacidad de respuesta frente a las fechas y el lead time del cliente externo, optimizando el flujo correcto del proceso y ayudando con el objetivo final de la organización que es la entrega al cliente y de esta manera seguir apoyando al crecimiento o sostenibilidad de la compañía, incitando a más profesionales para que tomen como opción proyectos e ideas que colaboren con la industria textil en Colombia.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Diseñar un modelo probabilístico de inventarios para los insumos de la tintorería, en empresa textil con especialidad en el tejido de punto por urdimbre.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Definir la situación actual de los inventarios de la compañía en el área de tintorería con análisis causa-efecto “Diagrama Ishikawa”.
- Establecer la caracterización de los productos de línea mediante la clasificación ABC y su vez identificar los insumos correspondientes a cada uno de ellos.
- Desarrollar el modelo de inventarios probabilístico y pronóstico mediante la herramienta Excel, y sugerencia del software pasw statistics 18.
- Análisis de costo vs beneficio de acuerdo al proyecto de investigación.
- Sugerencia de indicadores Kpi para el área de tintorería.

## **5. Marco referencial**

### **5.1 Antecedentes de la investigación**

Los inventarios en todas las empresas hoy en día son importantes pero él no controlarlos genera sobre costo y pérdidas para las compañías, a su vez se entiende que los insumos son requeridos y necesarios para poder generar una combinación de materiales para obtener un producto final.

Los modelos probabilísticos de inventarios son necesarios en las compañías cuyas demandas varían, para poder determinar el inventario de seguridad, punto de re orden y a su vez controlar los inventarios en las empresas y evitando al. De esta manera Paola Castillo menciona que los modelos se “basan en un análisis periódico, el cual determina la demanda que sigue una máximo no tener faltantes distribución” (Castillo, 2011). Es así que se debe tener en cuenta el comportamiento que presentan los datos históricos.

Teniendo en cuenta la importancia del manejo de los inventarios en cualquier industria a continuación se citan trabajos o tesis de investigación referentes a problemáticas similares en empresas en Colombia.

#### **5.1.1. Estudio de investigación de un modelo de inventarios para empresa de vinos global wine and spirits ltda.**

En esta compañía importadora de vinos se presentaba problemas en el desabastecimiento de mercancía y roturas de inventario en la cadena de suministros la cual generaban incrementos en los niveles de demanda insatisfecha, por lo cual (González Torrado, 2010) diseñaron un modelo de gestión de inventarios, proponiendo la elaboración de un pronóstico para la gestión de órdenes de compra, análisis mediante diagramas de Pareto, datos históricos, y niveles de demanda insatisfecha, indicadores de gestión, donde el modelo de pronóstico mostro que uno de los indicadores de demanda insatisfecha pasó de registrar 11.300 cajas en el modelo actual, a 2.006 cajas en el modelo propuesto, evidenciando según los autores una reducción del 82% de este indicador, afirmando los beneficios de la aplicación del modelo propuesto. (pág. 119).

#### **5.1.2. Estudio de investigación de un sistema de inventarios y compras para empresa Espitia impresores.**

Esta empresa es perteneciente al sector de artes gráficas, ofreciendo productos tales como libros, revistas, folletos entre otros, la problemática que se presentaba estaba sustentaba en las quejas de los clientes por incumplimiento de las entregas dadas por la escasez de materias primas o insumos

en el almacén, por lo tanto, (Ospino Vergara, 2007) presentaron un diseño de un sistema de inventarios y compras donde utilizaron herramientas como clasificación ABC, Flujogramas y finalmente un modelo de inventarios de lote económico con punto de re orden que ayudo a reducir en un 13.1% los reclamos por incumplimiento, a su vez se mejoró el proceso de compras asignando un procedimiento para el proceso de compras. (pág. 82).

#### **5.1.3. Estudio de investigación de un sistema de inventarios para el control de materiales en la empresa de construcción ingeniería solida ltda.**

Esta empresa es del sector de ingeniería dedicada a la prestación de servicios de consultoría, gerencia y construcción de proyectos donde se presentaban problemas tales como falta de una estructura para el control de inventarios, documentación, perdidas de material generando atrasos en las obras, mal almacenamiento de productos peligrosos, es por ello que los autores del trabajo, (gómez sandoval, 2016) desarrollaron un sistema de inventarios para el control de materiales, usando herramientas tales como clasificación ABC, indicadores, de gestión, formatos, controles de procedimientos, listas de chequeo y desarrollo del modelo de demanda variable y tiempo de anticipación constante, donde se obtuvieron beneficios tales como mejoramiento del sistema de inventario (pág. 117).

#### **5.1.4. Estudio de investigación de la optimización del sistema de gestión de inventarios de productos químicos y colorantes en la empresa clariant Colombia S.A.**

Es una empresa se dedica a la producción de productos químicos, donde desarrollaron una propuesta para la unidad de negocio textil relacionada con la administración de inventarios, en ella plantearon herramientas tales como clasificación ABC, obteniendo una mayor relevancia dentro del inventario sea optimizado por su costo y rotación, allí los datos históricos de un producto fueron procesados por una distribución de acuerdo a las demandas y de acuerdo a ellos se escogió el modelo de inventarios, el cual corresponde a un sistema de revisión continua o sistema de inventarios con distribuciones teóricas (Rodríguez Sarmiento, 2011).

#### **5.1.5. Estudio de investigación de un modelo de inventarios para la empresa textil shalem ltda.**

La empresa textil se dedica a la confección de ropa interior femenina, donde los autores manifestaron ausencia de un sistema de información con respecto al manejo de los inventarios, por lo tanto, realizaron un modelo probabilístico, concerniente a inventarios de revisión continua,

facilitando el proceso interno, para ello fue indispensable conocer acerca de los procesos de compra, datos históricos de las demandas, costos, ventas, proveedores no obstante de allí obtuvieron variables que les ayudo a determinar este modelo. (Malavere Lote).

## **6. Marco teórico**

### **6.1 Inventarios**

Los inventarios los manejan hoy en día en Colombia todas las empresas pequeñas o grandes empresas, ya sea que la empresa este fabricando productos para la venta o comercializando productos. Donde los inventarios son un punto determinado en el manejo de la organización, las tareas correspondientes a la gestión de un inventario se relacionan con la determinación de los registros, puntos de rotación y formas de clasificación determinadas por los métodos de control (Bonilla, 2010).

#### **6.1.1. Gestión de inventarios.**

La gestión de los inventarios en las empresas es de gran ayuda para controlar los niveles de inventario y conocer la cantidad de productos que se tienen en un almacén, “el inventario consiste en un listado ordenado, detalle y valorado de los bienes de una empresa” (Fernández, 2017).

#### **6.1.2. Tipos de inventarios.**

Dentro de los tipos de inventarios existentes de acuerdo del modelo de negocio, se manejan los siguientes tipos de inventario según (Jay Heizer) son: inventarios de materias primas, inventario de trabajo en proceso, inventario para mantenimiento, reparación y operaciones e inventario de productos terminados. (Página 484).

#### **6.1.3. Inventario (clasificación ABC).**

Esta clasificación consiste en categorizar el inventario en tres categorías A, B y C: Los artículos pertinentes a la categoría A son los más valiosos, mientras que los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos. Este método tiene como objetivo llamar la atención del gerente hacia los pocos artículos de importancia crucial (artículos A) en lugar de hacia los muchos artículos triviales (artículos C) (Lokad Quantitative Supply Chain , s.f.).

#### **6.1.4. Costos de inventarios.**

Son los costos que incurre la empresa para mantener ciertas unidades de inventario en el almacén, donde se proporciona un manejo y control eficaz de las existencias donde representan el manejo efectivo de los inventarios, esencial a fin de proporcionar el mejor servicio al cliente (Colin, s.f.).

### **6.1.5. Costos de almacenamiento.**

Los costos son generados o se presentan por el uso que se le da al almacén y a su vez costos que están relacionados en la operación se “dice que “lo que no se mide no se mejora”. Pero en la actualidad se va más allá: “lo que no se mide, no se controla; lo que no se controla, no se administra” (García L. A., 2011).

### **6.1.6. Diagrama ishikawa**

El diagrama ishikawa permite visualizar las causas y efector de un determinado problema, convirtiendola en una herramienta para orientar y poder tomar decisiones que ayuden a mejor el proceso y desempeño que se presenta como deficiente (s/n, Gestión de operaciones, 2017).

### **6.1.7. Degradación de colorantes**

La degradación de colorantes se presentan cuando sus propiedades y características fisicoquimicas ocasionan un cambio debido a la exposición a factores y cambios en los ambientes o por un tiempo determinado de almacenamiento.

### **6.1.8. Stock de seguridad.**

El stock de seguridad nos ayuda a no quedarnos sin artículos en el inventario, “determinado artículo como el volumen de existencias que tenemos en almacén por encima de lo que normalmente vamos a necesitar, para hacer frente a las fluctuaciones en exceso de la demanda, y/o retrasos imprevistos en la recepción de pedidos” (Guerrero, 2005).

### **6.1.9. Nivel máximo.**

Estos niveles de inventarios ayudan a que las empresas establezcan o determinen cual es el nivel mínimo al cual puede llegar determinado producto para que se realice la compra y no se deje de tener en existencia producto, y un nivel máximo que me ayuda a controlar que es la cantidad máxima que puedo tener de determinado artículo en el almacén para que no me eleve los costos de almacenamiento, “puede decirse que un negocio en marcha necesita tener siempre a mano una cierta cantidad de la mayoría de los artículos que se veden (o artículos que se necesitan para la producción)” (Baquero, 1971).

### **6.1.10. Punto de re orden.**

Es la manera en como se conoce el momento en que se debe estar haciendo la compra de determinado artículo, ya que nos indica que el inventario va a durar cierto tiempo determinado

mientras el proveedor nos hace la entrega de la orden de compra que se le envió donde, “indica la fecha en la que debe situarse un nuevo pedido, con el fin de asegurar un flujo ininterrumpido de materias primas, materiales, insumos, etcétera, a producción” (Compras e inventarios ).

#### **6.1.11. Indicadores de inventarios KPI.**

Se entiende, que los indicadores son de gran importancia hoy en día en las empresas en sus diferentes áreas y procesos y que están creados para un mayor rendimiento y desempeño en las áreas de trabajo, “se convierten en los signos vitales de la organización, y su continuo monitoreo permite establecer las condiciones e identificar los diversos síntomas que se derivan del desarrollo normal de las actividades” Al igual se debe tener en cuenta un número considerable de indicadores que sean efectivos en la medición que se quiere obtener y que sean precisos en la interpretación con aspectos tales como: “efectividad, eficiencia, eficacia, productividad, calidad, la ejecución presupuestal, todos constituyen signos vitales de la organización” (García L. A., s.f.). Estos indicadores evalúan el cumplimiento de uso objetivos que se debieron establecer en el área de trabajo y que deben estar en constante monitoreo o análisis para saber si se están cumpliendo o cual es el resultado que están entregando.

#### **6.1.12. Modelo probabilísticos e inventario de seguridad.**

Este modelo se utiliza cuándo se desconoce la demanda o la producción es incierta, para Heizer, Render “el modelo estadístico aplicable cuando la demanda del producto o cualquier otra variable se desconoce, pero puede especificarse mediante una distribución de probabilidad” (Jay & Barry, 2009).

#### **6.1.13. Pronósticos.**

Los pronósticos determinan el comportamiento de las demandas futuras mediante un histórico de datos para un periodo que se quiera establecer. Según menciona Fernanda Villarreal los pronósticos “son una estimación cuantitativa o cualitativa de uno o varios factores (variables) que conforman un evento futuro, con base en información actual o del pasado” (Villarreal, 2016).

#### **6.1.14. Ruptura de stock**

Se presenta cuando el inventario que se necesita no se tiene disponible para una determinada producción, esto debido a una mala planificación problemas con los proveedores, falta de comunicación con los departamentos y falta de un modelo para los inventarios (Ricardo, 2019).

### **6.1.15. Distribución de probabilidad**

Las distribuciones de probabilidades están relacionadas con las distribuciones de frecuencia, donde se dice que puede ser teórica, ya que describe la forma en que varían los resultados. Donde se presentan expectativas de lo que está ocurriendo o sucediendo en determinado análisis de datos esto con el fin de establecer una toma de decisiones con los resultados que se van obteniendo (Badii, 2009).

## 7. Marco conceptual

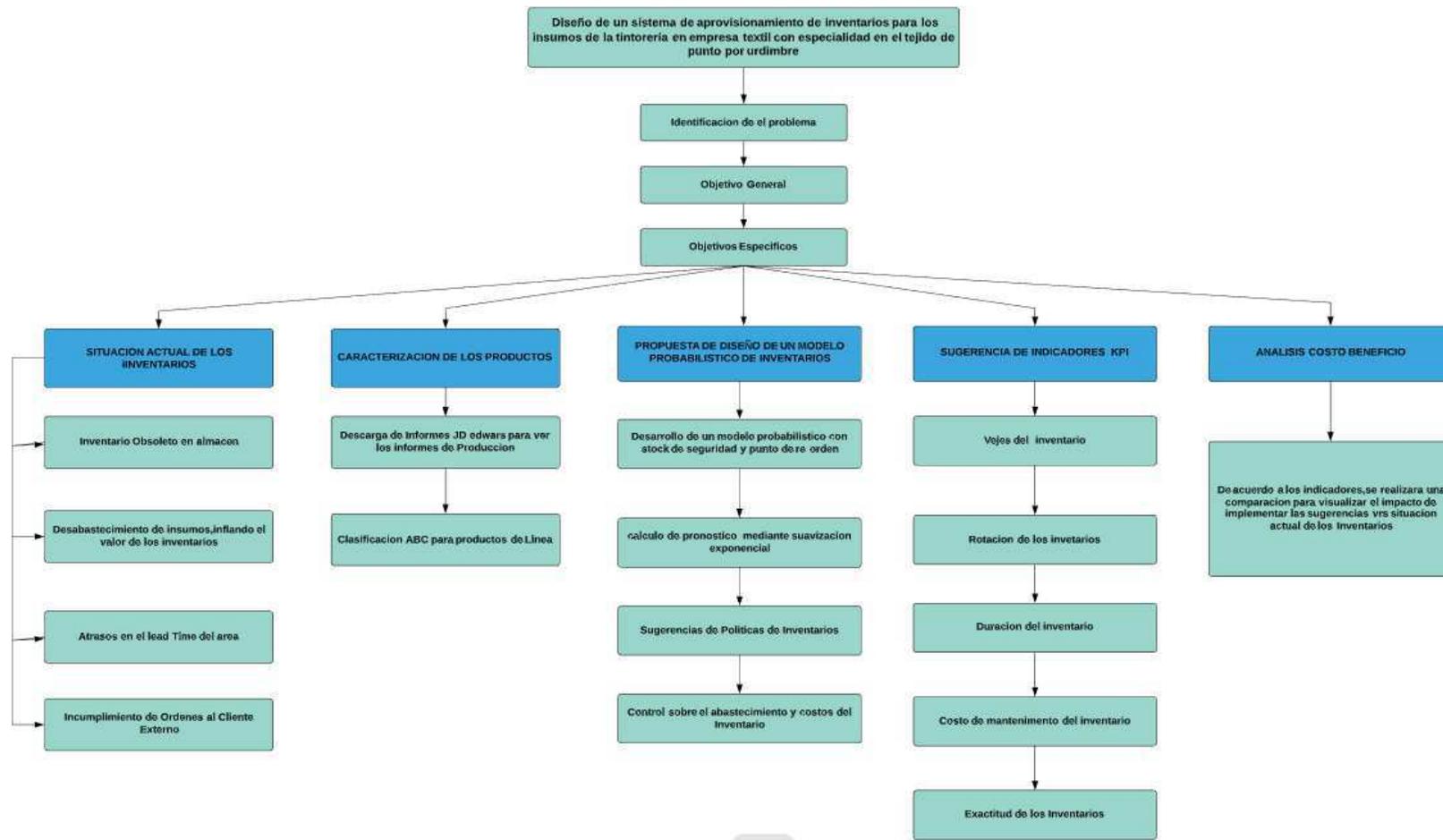


Figura 5. Marco conceptual. Autoría propia.

## 8. Marco legal

De acuerdo a la normatividad que rige a empresas que manipulan materiales químicos vale la pena mencionar algunas entidades y decretos que establecen cierto uso:

- Ley 1252 de 2008, La cual y de acuerdo al congreso de la república se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1973 de 1995, Seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo.
- Resolución 1 de 2015, Donde el consejo nacional de estupefacientes determina la unificación y actualización de la normatividad para control de sustancias y productos químicos.
- Decreto 1496 de 2018, Donde se adopta el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos.

Nota: se debe tener en cuenta que para sustancias controladas por el ministerio de justicia se debe hacer la solicitud del certificado de carencia de informes por tráfico de estupefacientes mediante la plataforma SICOQ (sistema de información para el control de sustancias y productos químicos). Donde se especificara la cantidad de consumo por mes y por día dejando el registro en la plataforma, no está especificado un nivel máximo para la compra ni mínimos, solo cumplir con los soportes y registros estipulados por el ministerio de justicia. (Justicia, s.f.)

## **9. Marco metodológico**

### **9.1 Tipo de investigación**

Se aplica este modelo probabilístico e inventario de seguridad ya que el tipo de investigación que se está realizando es cuantitativo, esto quiere decir que se hacen mediciones y estadísticas a partir de datos numéricos que se han recolectado. Donde estos datos nos presentan información detallada de la empresa objeto de estudio con esto se puede evidenciar que la producción del área de tintorería no es estable tiende a variar a través del tiempo presentando una variación con el periodo anterior, según Heizer y Render el modelo es aplicable “cuando la demanda del producto o cualquier otra variable se desconoce pero puede especificarse mediante una distribución de probabilidad” (Jay & Barry, 2009).

Lo que se quiere desarrollar con esta investigación, es mencionar las situaciones que se presentan en la empresa objeto de estudio, para ello se deberá presentar la información de cómo es el manejo de los inventarios actualmente, en que afecta la producción. Donde se deberá desarrollar un modelo que contribuya a la gestión del aprovisionamiento y los inventarios.

### **9.2 Variables del problema**

Las variables que se deben tener en cuenta para la presentación del tema de investigación nos ayudaran a recopilar y obtener datos que servirán para la interpretación de la información y conocer cuáles son los cambios que se pueden estar presentando en los inventarios, Para (Sampieri, 2014) “una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”. Para este trabajo de investigación se tendrá en cuenta la recolección de datos históricos de los consumos como la variable que servirá para el desarrollo del modelo de inventarios.

### **9.3 Fuentes de información**

Obtención de información mediante informes y análisis que ayudaran a tener conocimientos del comportamiento de los consumos para llegar a generar una interpretación de la información que servirá para la gestión y mejor control de los inventarios. Información extraída de JD Edward empresa objeto de estudio.

#### 9.4 Instrumentos de recolección de la información

Instrumentos que se utilizaran para la recolección de información para el proyecto de investigación y de estudio como:

Obtención de los datos: Obtener informes generados desde el sistema de JD Edwards para la consolidación y entendimiento de la información que se requiere para su interpretación, donde se evidenciará el comportamiento de los inventarios del almacén y su consumo. por medio de herramientas estadísticas que desarrollen el contenido recolectado.

Observación: Conocimiento de la empresa para saber el estado actual en el que se encuentra la empresa, para el análisis de estudio.

#### 9.5 Tamaño poblacional y muestra

Se tiene como objetivo el estudio de la empresa textil y su comportamiento en los inventarios, donde la información que se recolectara para su análisis contribuya a la solución del problema que se presenta actualmente. Teniendo como información la recolección de datos se aplicara el modelo probabilístico e inventario de seguridad con punto de re orden y stock de seguridad el cual servirá para el adecuado manejo de los inventarios y existencias de la bodega de los insumos.

Fórmula para el cálculo de la muestra con una población finita.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (2)$$

N = Población

n = Muestra

p = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en contra

Z = Nivel de confianza: 95%

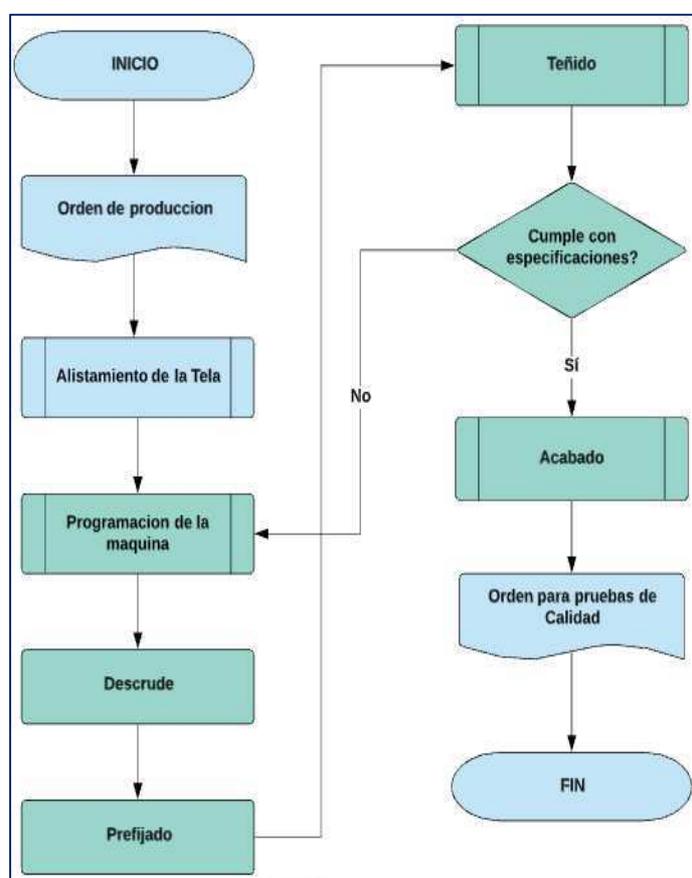
e = error de muestra

$$n = \frac{195 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (195 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 129.57$$

### 10. Situación actual de la empresa proyecto

Como se ha descrito anteriormente la empresa objeto de estudio, en el planteamiento del problema y en la figura número 1, se evidencian situaciones que afectan el área y elevan los costos de inventarios, esto hace que al momento de recibir una orden de producción se retrase el proceso de teñido; donde no se tienen los insumos necesarios, esto retrasa los tiempos de entrega, generando molestias a los clientes externos. A continuación se presenta el flujograma del área de tintorería.

Flujograma proceso del área de tintorería



**Figura 6.** Flujogramas del área de tintorería empresa proyecto de tejido de punto por urdimbre. Autoría propia.

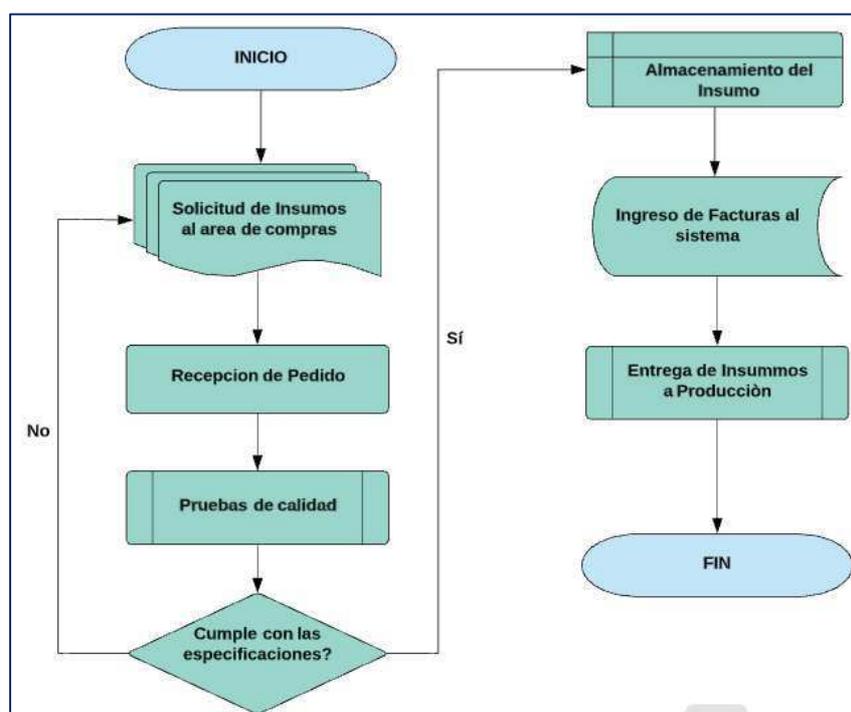
Para ello se tendrá en cuenta la selección de los insumos que servirán para el análisis e interpretación de los cálculos que se quieren presentar y sobre los cuales se estará trabajando, con el fin de evaluar lo que actualmente sucede en la empresa y lo que se quiere alcanzar con el modelo

probabilístico; como el cálculo de punto de re orden con stock de seguridad y a su vez se realizará un pronóstico para establecer una demanda para cada uno de los meses siguientes.

### 10.1 Estado actual de la empresa

La empresa objeto de estudio cuenta con el sistema JD Edwards para toda la compañía tanto nivel de producción y administración, donde se relacionan todos los procesos y etapas por las que el producto debe pasar donde se transforma y entrega a los clientes, a su vez esto se genera cuando tienen una entrada de insumo o material que debe ser transformado en uno o varios procesos para tener un producto final; con las condiciones establecidas y requerimientos del producto. Se presenta en la figura número 7, el proceso de requerimiento de los insumos para el inventario.

Flujograma proceso insumos de tintorería

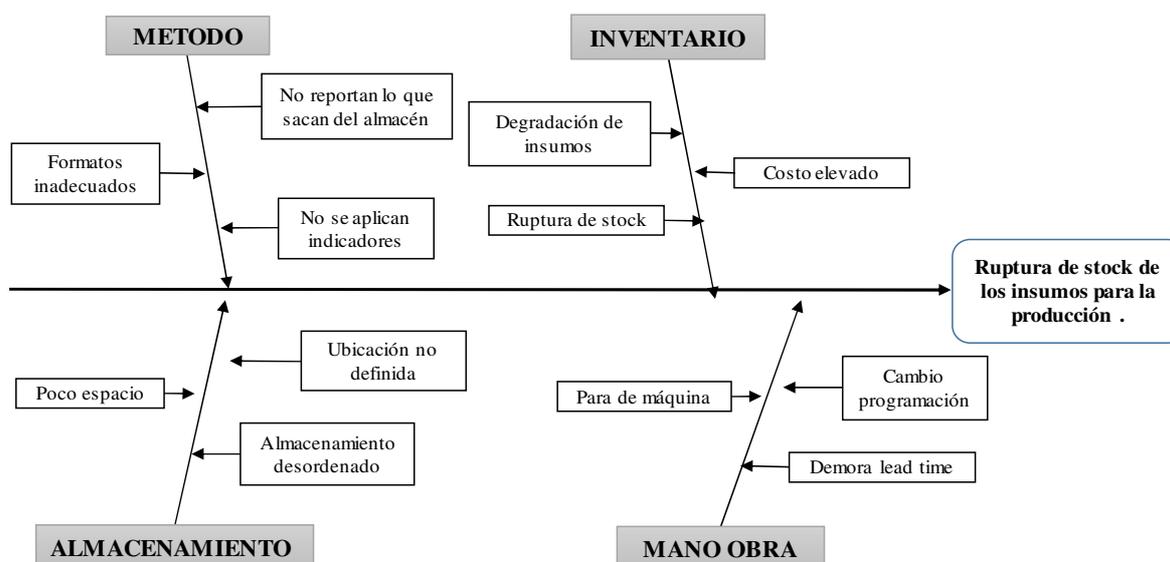


**Figura 7.** Flujograma insumos de tintorería empresa proyecto de tejido de punto por urdimbre. Autoría propia.

La empresa realiza todo su control de inventarios por medio del sistema JD Edwards, donde se deben registrar las órdenes de compra, realizar las solicitudes de compra, consulta las cantidades por insumo, hacer los consumos de las ordenes de producción, hacer la función de formulación en el sistema para la transmisión de los procesos de teñido en las máquinas y traslados de productos, estos son algunos de los aspectos con los que trabaja actualmente el sistema.

## 10.2 Diagrama ishikawa

A continuación, se hace la presentación del diagrama de Ishikawa donde se visualiza las situaciones que se presentan en la empresa objeto de estudio sus causas y efectos que llevan a un único problema, donde actualmente no se encuentra estructurado un método que les permita llevar registros o formatos adecuados sobre los movimientos de los insumos, generando desorden en el almacenamiento, sin tener en cuenta la ubicación de cada uno de ellos, Adicional se encuentran problemas tales como material degradado acumulado alrededor de más de 4 años como lo muestra la figura número 1, elevando los costos de los inventarios y a su vez presentándose constantes rupturas de stock generando paros de máquinas, cambio en la programación de órdenes, y demoras en el lead time del área afectando directamente el correcto flujo del proceso de producción de las demás áreas de la empresa y malestar al incumplir las fecha de entrega al cliente externo.



**Figura 8.** Diagrama ishikawa. Autoría propia.

## 10.3 Manejo actual del sistema JD Edwards en los inventarios

→ El sistema JD Edwards tiene el espacio para colocar la parametrización de la gestión de inventarios que se debe establecer para cada uno de los insumos que se están usando o presentan mayor rotación en el inventario.

En la figura número 9, se puede observar que el sistema no tiene ningún parámetro establecido para la cantidad pedido máxima, punto pedido y stock seguridad, el sistema tiene la opción de que se puedan definir las cantidades, cuanto pedir y en qué momento pedir, pero no se está utilizando esta herramienta en la empresa, sería de gran ayuda para la gestión del inventario del área de tintorería y evitaría que se sucedan situaciones de ruptura de stock y sobre costos en el almacenamiento.

**Figura 9.** Identificación por maestro de artículo Jd Edwards. Fuente: Jd Edwards

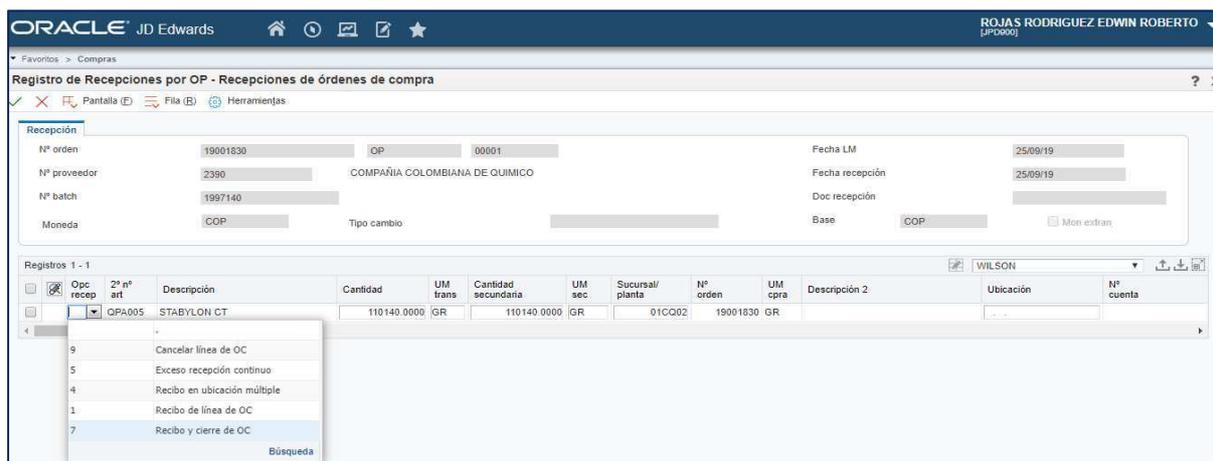
→ Módulo mediante el cual se genera la solicitud de requerimiento de un nuevo insumo para el área de tintorería.

En la figura número 10, se presenta el módulo por el cual el área de tintorería debe ingresar los insumos que se van a solicitar a compras.

**Figura 10.** Módulo solicitud orden de compra (OP). Fuente: Jd Edwards

→ Todas las solicitudes que se realicen de insumos para el área de tintorería de químicos y colorantes deben ser ingresadas al sistema con la factura y orden de compra (OP).

En la figura número 11, se muestra el módulo por el cual se hacen los ingresos de las órdenes de compra de los insumos del área donde se genera el registro de los mismos y quedan cargados al sistema.



**Figura 11.** Módulo de ingreso de facturas al sistema. Fuente: Jd Edwards

→ Para realizar consultas de existencias por insumos se realizan mediante el cardex.

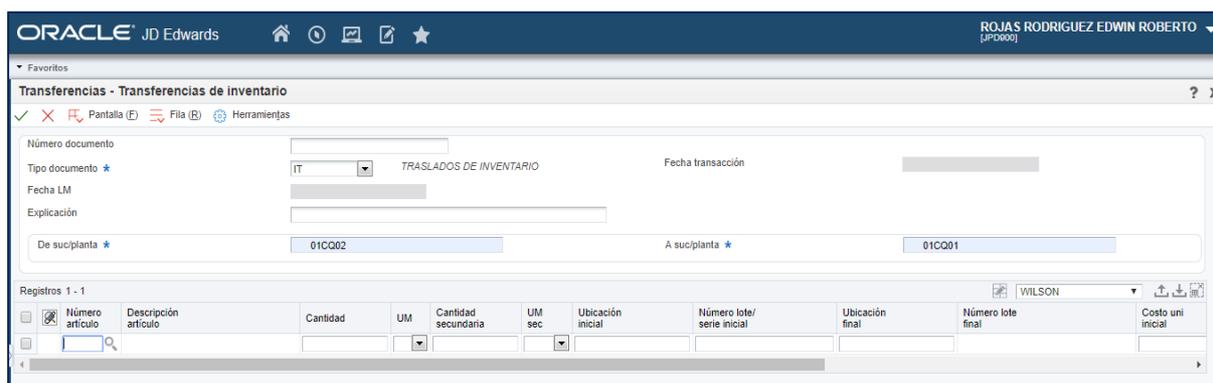
En la figura número 12, se muestra el módulo por el cual se pueden realizar las consultas por insumo y por bodega para conocer la existencia que se tiene de cada uno de los insumos.

Número documento	Tipo doc	C/a doc	Fecha transacción	Sucursal/planta	Cantidad	UM tms	Cant secundaria transacción	UM sec transacción	Costo unitario	Costo total	Número lote/serie
19003610	OV	00001	20/09/19	01CQ02	360000.0000	GR			6.2000	2.232,000	
19003479	OV	00001	13/09/19	01CQ02	240000.0000	GR			6.2000	1.488,000	
19003290	OV	00001	03/09/19	01CQ02	360000.0000	GR			6.2000	2.232,000	
19003240	OV	00001	28/08/19	01CQ02	120000.0000	GR			6.2000	744,000	
19003069	OV	00001	16/08/19	01CQ02	360000.0000	GR			6.2000	2.232,000	
19002783	OV	00001	02/08/19	01CQ02	360000.0000	GR			6.2000	2.232,000	
19002674	OV	00001	24/07/19	01CQ02	120000.0000	GR			6.2000	744,000	
19002658	OV	00001	23/07/19	01CQ02	240000.0000	GR			6.2000	1.488,000	
19002533	OV	00001	17/07/19	01CQ02	240000.0000	GR			6.2000	1.488,000	

**Figura 12.** Módulo para consulta cardex. Fuente: Jd Edwards

→ Los insumos que son ingresados al inventario siempre van a la bodega de almacenamiento será la número 2.

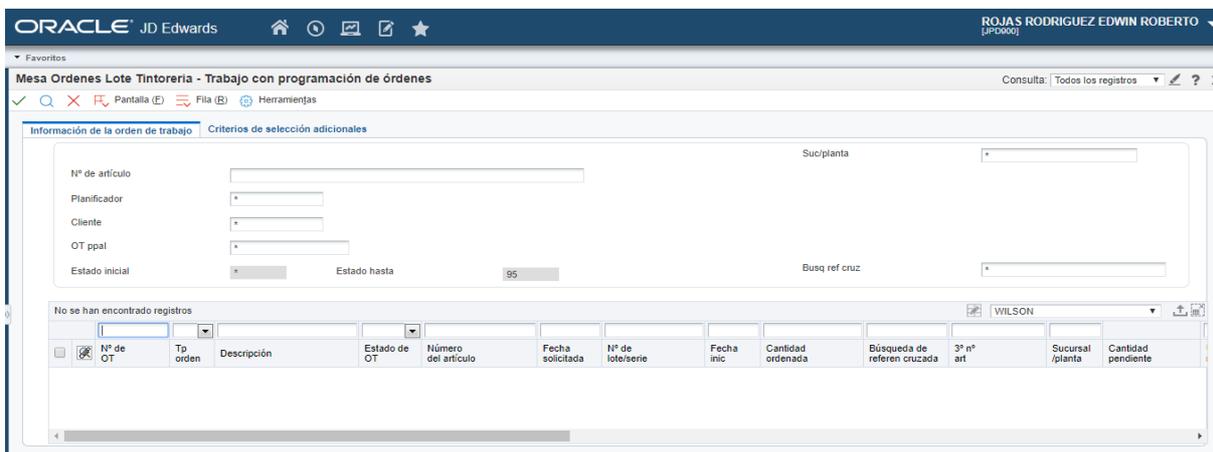
En la figura número 13, se muestra el módulo por el cual se realizan los traslados de la bodega número 2 de almacenamiento a la número 1 de producción (bodega de consumo en el sistema).



**Figura 13.** Módulo traslado de insumos entre bodegas. Fuente: Jd Edwards

→ Las órdenes de producción son formuladas en el sistema JD Edwards y en donde se realiza el consumo de la orden de producción.

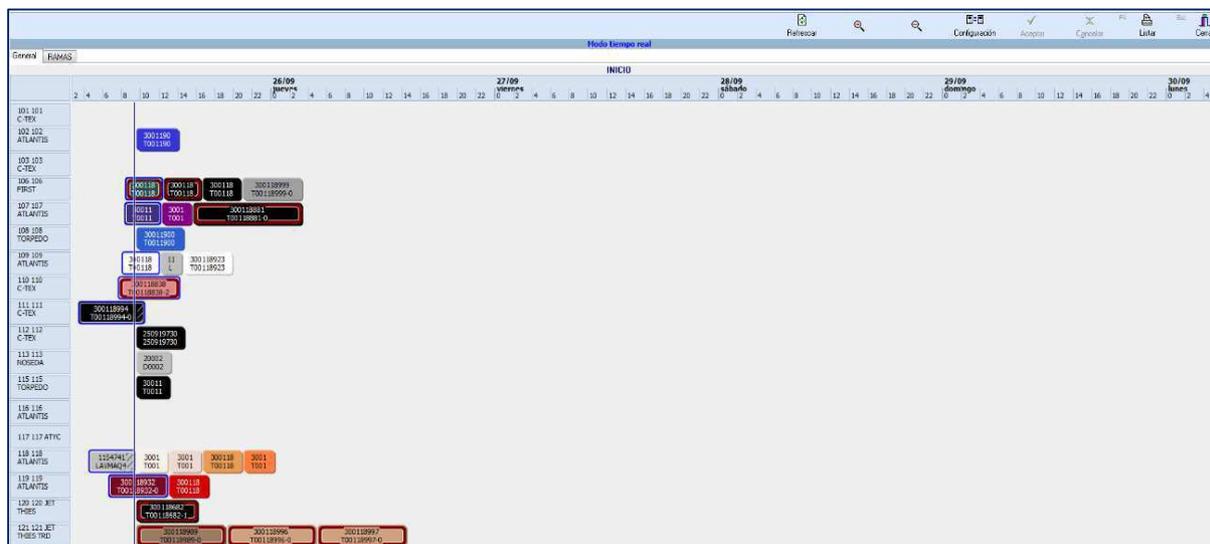
En la figura número 14, se muestra el módulo por el cual se hacen los consumos de los insumos por orden de producción y cantidades usadas para el proceso del teñido.



**Figura 14.** Módulo de consumos órdenes de producción. Fuente: Jd Edwards

→ El sistema JD Edwards genera una interfaz con el software infotint donde las órdenes son transmitidas y visualizadas en línea del proceso actual de cada una de las órdenes de producción para el teñido.

En la figura 15, se muestra el sistema infotint donde se presentan los lotes que están programados actualmente para el proceso de teñido por cada una de las máquinas.



**Figura 15.** Software Infotint órdenes programadas. Fuente: Software Infotint

#### 10.4 Clasificación ABC

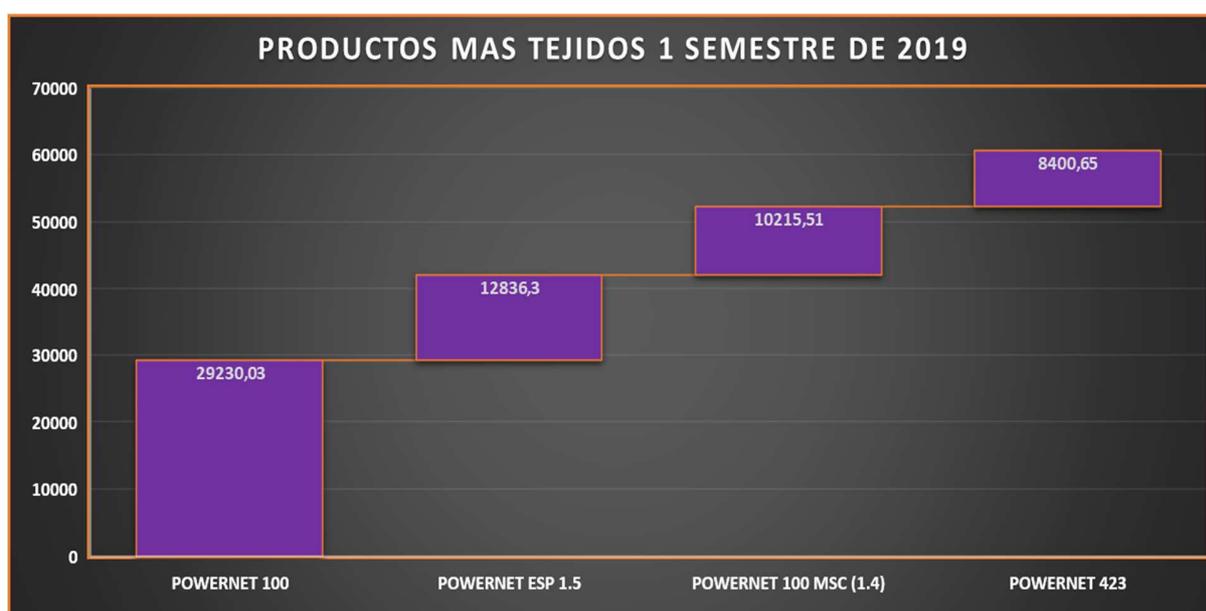
De acuerdo a los datos históricos del sistema JD Edwards del último semestre con respecto a los productos que se transforman en la planta de tejeduría, se tiene por clasificación ABC las referencias representativas con mayor volumen de producción y ponderando su participación sobre el total. Donde se tejieron 724 referencias correspondiente a 266.392 kilos durante el primer semestre del año 2019, visualizando que la mayor participación es de 29 toneladas para la referencia powernet 100, representando un 11% del total producido, seguido de powernet esp, powernet 100 MSC y powernet 423, lo anterior con el fin de analizar los insumos para las referencias más significativas. Para lo cual se tiene la siguiente discriminación:

- A. Representa entre el 3% y el 11% sobre el total de los kilos, siendo el 1% del total de referencias tejidas en el primer semestre.
- B. Representa entre el 1% y 2% sobre el total de los kilos, siendo el 5% del total de las referencias tejidas.
- C. Representa entre el 0,1% y el 0,5% sobre el total de kilos, siendo el 95% del total de las referencias tejidas.

Por lo tanto y teniendo en cuenta lo anterior se elige realizar un análisis detallado de los insumos para las siguientes referencias que representan el grupo A de la familia powernet:

REFERENCIAS	CANT. KILOS PRODUCIDOS	%	CLASIFICACION
POWERNET 100	29.230	11%	A
POWERNET ESP 1.5	12.836	5%	A
POWERNET 100 MSC (1.4)	10.216	4%	A
POWERNET 423	8.401	3%	A

**Figura 16.** Clasificación ABC para el grupo A de la familia powernet. Autoría propia, aportes Jd Edwards



**Figura 17.** Clasificación ABC productos con mayor rotación. Fuente: Jd Edwards

Según la figura número 18. Se presentan los insumos que se requieren para los productos que se tuvieron en cuenta como los de mayor rotación para la empresa, según la clasificación ABC la familia de los powernet. De estos se realizará el modelo probabilístico tomando como referencias los químicos y colorantes que se presentan a continuación:

PRODUCTO/INSUMO	PRODUCTO P1001C	PRODUCTO P100P	PRODUCTO P423P	PRODUCTO PE1.5G
	TOTAL KILOS			
ANTIFOAM JET-C	0,33	0,33	0,33	0,33
LEVEGAL FTSK-01	0,4	0,4	0,04	0,4
ANTIFOAM JET-C	0,165	0,165	0,044	0,044
LUBRATX PLC-V	0,11	0,11	0,11	0,11
PERLAVIM PAM	0,055	0,055	0	0
SARABID C-12	0,7996	0,7996	0,799	0,8008
AMARILLO TECTILON 3R	0,03452	0,0044	0,00828	0,0184
AZUL TECTILON 4R-01	0,0104	0,00108	0,00256	0,0354
ROJO TECTILON 2B	0,01516	0,0014	0,00328	0,019
MEROPAN EF 200	0,066	0,066	0,066	0,88
REWIN KF	0,8	0,8	0	0,8
ACIDO FORMICO	0,066	0,066	0	0

**Figura 18.** Insumos por producto para el teñido por referencia. Autoría propia.

Teniendo en cuenta la selección de los productos antes mencionados se tiene en la figura número 18, la caracterización de los insumos de la familia de productos powernet y el consumo para cada producto o referencia y los kilos necesarios para realizar una orden de producción.

## Presupuesto por meses situación actual de los insumos

MES	INSUMO	ACIDO FORMICO INDUSTRIAL	AMARILLO TECTILON	ANTIHOAM JET-C	AZUL TECTILON 4R-01	LEVEGAL FTSK 01	LUBRATLEX PLC-V	MEROPAN EF 200	PERLAVIN PAM	REWIK KF	ROJO TECTILON 2B 200%	SARABID C-12	VALOR PRESUPUESTO
ENERO	CANTIDAD SOLICITADA	125	15	1320	10	125	1000	200	360	720	10	720	
	COSTO TOTAL	\$ 675.000	\$ 3.189.000	\$ 8.184.000	\$ 2.272.000	\$ 2.944.500	\$ 2.980.000	\$ 4.812.200	\$ 5.752.800	\$ 14.988.240	\$ 1.747.830	\$ 8.599.680	\$ 56.145.250
FEBRERO	CANTIDAD SOLICITADA	125	5	1200	10	125	1500	360	360	840	5	1440	
	COSTO TOTAL	\$ 675.000	\$ 1.063.000	\$ 7.440.000	\$ 2.272.000	\$ 2.944.500	\$ 4.470.000	\$ 8.661.960	\$ 5.752.800	\$ 17.486.280	\$ 873.915	\$ 17.199.360	\$ 68.838.815
MARZO	CANTIDAD SOLICITADA	75	10	960	0	125	200	120	360	960	0	960	
	COSTO TOTAL	\$ 405.000	\$ 2.126.000	\$ 5.952.000	\$ -	\$ 2.944.500	\$ 596.000	\$ 2.887.320	\$ 5.752.800	\$ 19.984.320	\$ -	\$ 11.466.240	\$ 52.114.180
ABRIL	CANTIDAD SOLICITADA	100	10	1200	0	0	0	60	480	960	0	720	
	COSTO TOTAL	\$ 540.000	\$ 2.126.000	\$ 7.440.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.443.660	\$ 7.670.400	\$ 19.984.320	\$ -	\$ 8.599.680	\$ 47.804.060
MAYO	CANTIDAD SOLICITADA	70	0	660	10	0	0	60	120	720	0	480	
	COSTO TOTAL	\$ 378.000	\$ -	\$ 4.092.000	\$ 2.272.000	\$ -	\$ -	\$ 1.443.660	\$ 1.917.600	\$ 14.988.240	\$ -	\$ 5.733.120	\$ 30.824.620
JUNIO	CANTIDAD SOLICITADA	105	15	960	10	125	400	300	240	1080	10	960	
	COSTO TOTAL	\$ 567.000	\$ 3.189.000	\$ 5.952.000	\$ 2.272.000	\$ 2.944.500	\$ 1.192.000	\$ 7.218.300	\$ 3.835.200	\$ 22.482.360	\$ 1.747.830	\$ 11.466.240	\$ 62.866.430
JULIO	CANTIDAD SOLICITADA	125	10	840	5	125	700	300	240	720	0	720	
	COSTO TOTAL	\$ 675.000	\$ 2.126.000	\$ 5.208.000	\$ 1.136.000	\$ 2.944.500	\$ 2.086.000	\$ 7.218.300	\$ 3.835.200	\$ 14.988.240	\$ -	\$ 8.599.680	\$ 48.816.920
AGOSTO	CANTIDAD SOLICITADA	70	5	720	0	125	200	200	120	720	15	600	
	COSTO TOTAL	\$ 378.000	\$ 1.063.000	\$ 4.464.000	\$ -	\$ 2.944.500	\$ 596.000	\$ 4.812.200	\$ 1.917.600	\$ 14.988.240	\$ 2.621.745	\$ 7.166.400	\$ 40.951.685
SEPTIEMBRE	CANTIDAD SOLICITADA	140	20	960	10	250	500	200	240	1080	0	0	
	COSTO TOTAL	\$ 756.000	\$ 4.252.000	\$ 5.952.000	\$ 2.272.000	\$ 5.889.000	\$ 1.490.000	\$ 4.812.200	\$ 3.835.200	\$ 22.482.360	\$ -	\$ -	\$ 51.740.760
OCTUBRE	CANTIDAD SOLICITADA	70	0	960	0	250	500	300	240	960	0	600	
	COSTO TOTAL	\$ 378.000	\$ -	\$ 5.952.000	\$ -	\$ 5.889.000	\$ 1.490.000	\$ 7.218.300	\$ 3.835.200	\$ 19.984.320	\$ -	\$ 7.166.400	\$ 51.913.220

**Figura 19.** Presentación del presupuesto para el inventario de los insumos seleccionados; situación actual. Fuente: Base de datos de la empresa objeto de estudio.

En la figura número 19, se presenta el presupuesto de los insumos como actualmente se está manejando en la empresa, para el requerimiento del siguiente mes del insumo mediante cálculo por promedio móvil simple.

## **11. Propuesta del modelo probabilístico**

Por medio del modelo probabilístico e inventario de seguridad mediante el cálculo de distribución de probabilidad se pretende calcular el punto de re orden (ROP), stock de seguridad (SS), para empresas donde su demanda es variable o estocástica.

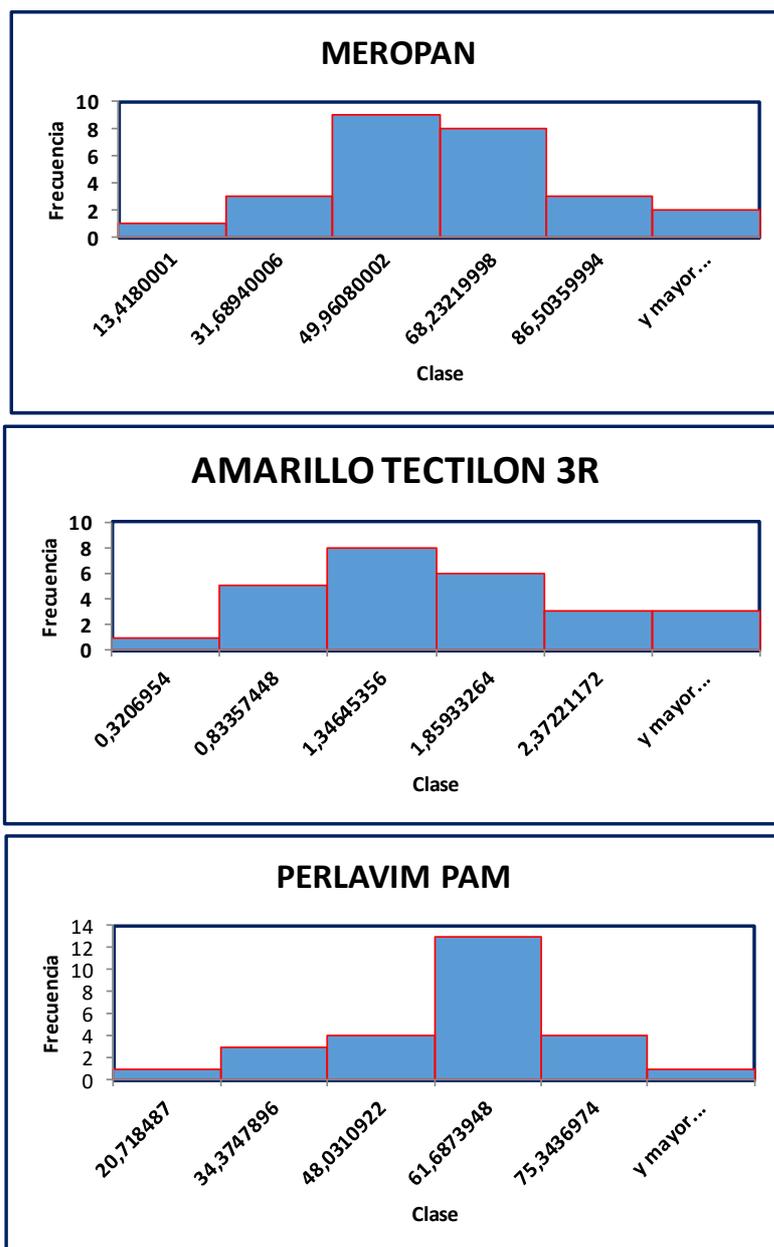
A continuación se presentan los datos que se tuvieron en cuenta para poder llegar a estos resultados, como ejemplo se presentara el consumo de 1 de los 11 insumos hasta hora analizados en este caso es el meropan, donde se debe comprender y entender el comportamiento que presentaron estos consumos durante el 1 primer semestre 2019 para un total de 26 semanas. Y a su vez presentar la distribución de probabilidad dada para este caso, para ello se calcula la tabla de frecuencia y el intervalo de distribución de frecuencias agrupadas, para conocer su comportamiento y entender cuál de ellas es la más exacta con los resultados generados a partir de estos.

### **11.1 Desarrollo del modelo probabilístico**

A continuación se propone el desarrollo del modelo sugerido a la empresa objeto de estudio, para los insumos seleccionados por grupos, según clasificación ABC de la figura número 17, de los productos que representan mayor volumen en la producción. Posteriormente se van a presentar los cálculos que se realizaron y que servirán como aplicación del modelo.

- Teniendo en cuenta los datos históricos que proporciona el sistema JD Edwards, se recolectan 26 datos correspondientes a las semanas, con respecto al consumo de cada uno de ellos, donde se podrá evidenciar con más exactitud el comportamiento que se presenta en el inventario de acuerdo a una distribución de probabilidad.

En seguida se presentan 3 gráficos del comportamiento que mostraron 3 de los 11 insumos seleccionados para este estudio donde se tuvieron en cuenta que los datos obtenidos corresponden a variables cuantitativas continuas.



**Figura 20.** Histograma de 3 insumos del comportamiento de los consumos. Autoría propia.

Se presenta el histórico de datos con cálculo de la distribución de probabilidad de ocurrencia e intervalos agrupados por límite inferior y superior donde se da a conocer el comportamiento de la demanda de acuerdo a los históricos que se tienen, en el cual se visualiza que los intervalos agrupados presentan una diferencia sobre la exactitud en el cálculo de la demanda, es por ello que se decide tomar la opción de hacer el cálculo con la distribución de ocurrencia como se presenta a continuación:

## 11.2 Distribución de probabilidad

Para el desarrollo de la distribución de probabilidad y teniendo en cuenta que las variables obtenidas son de tipo continuo, se identifica que el comportamiento fue normal dado a las gráficas que se obtuvieron y están demostradas en la figura número 20, donde se toma como base el análisis de 26 semanas para cada uno de los insumos donde se presentan 3 de los 11 insumos que se están estudiando, utilizando herramientas estadísticas tales como la frecuencia relativa la cual se utiliza porcentualmente para conocer la participación del histórico sobre el total de los datos, la varianza utilizada para hallar la variabilidad presentada en los datos con respecto a la media, la desviación típica calculada para entender la dispersión entre los datos y en este caso se presentó por un valor bajo queriendo decir que tienen proximidad los unos con los otros siendo estos de tipo continuo. A continuación se presenta la especificación para cada una de las fórmulas necesarias para el desarrollo del modelo probabilístico:

$ni = \frac{fi}{N}$  Dado por el histórico de datos dividiendo los N datos (kilos) para obtener el porcentaje de participación de cada nivel.

$E(X) = \sum_i^n X_i p(X_i)$  Se da mediante el cálculo de la multiplicación y la suma de todos los datos históricos por la frecuencia relativa, para así obtener la demanda del producto según la unidad que se esté calculando.

$N = \sum$  suma (ni) Dado por la sumatoria del histórico de los datos que se tienen para su estudio.

$\sigma_{(x)}^2 = \sum_i (X_i - \mu)^2 p(X_i)$  Dado por la desviación típica que se usa para cuantificar la variación o dispersión de datos, calculado por el historio de datos fi donde se resta la variable discreta y se eleva la fórmula al cuadrado, donde indica la mayor parte de los datos de una muestra donde se agrupan y son cercanos media aritmética.

$\sigma_{(X)} = \sqrt{\sigma^2}$  Su cálculo está dado por el resultado obtenido en la desviación típica calculando la raíz del valor obtenido.

$ROP = d * l + Z \sigma_{dLT}$  Su cálculo nos presenta el punto de re orden o punto de pedido quiere decir que cuando el insumo llegue a esta cantidad se debe hacer la solicitud de una determinada cantidad al proveedor para su nuevo aprovisionamiento. Donde d: demanda diaria; L: tiempo de entrega del proveedor; Z: Nivel de servicio y  $\sigma$ : desviación que se obtiene con la raíz de la varianza.

A continuación se presentan las formulas y el cálculo correspondiente para el método de distribución de probabilidad. Excel versión 2013.

Frecuencia relativa	$ni = \frac{f_i}{N}$ (3)
Valor Esperado	Variable aleatoria $E(X) = \mu = \sum_i^n X_i p(X_i)$ (4)
Total frecuencia absoluta	$N = \sum \text{suma}(ni)$ (5)
Varianza	$\sigma_{(x)}^2 = \sum_i (X_i - \mu)^2 p(X_i)$ (6)
Desviación típica	$\sigma_{(x)} = \sqrt{\sigma^2}$ (7)
Punto de re orden (ROP)	$ROP = d * l + Z \sigma_{dLT}$ (8)
Stock seguridad (SS)	$SS = Des(x) * Z * \sqrt{L}$ (9)

Punto de reorden = ROP = (Demanda diaria promedio \* Tiempo de entrega en días) + Z  $\sigma_{dLT}$

$\sigma_{dLT}$  = Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega =  $\sigma_d \sqrt{\text{Tiempo de entrega}}$  y  $\sigma_d$  = Desviación estándar de la demanda diaria

Donde;

d = Demanda diaria

L = Tiempo de entrega de la orden, o número de días hábiles necesarios para efectuar la entrega de una orden.

T = Tiempo de entrega

Z = Nivel de servicio

$\sigma$  = Desviación estándar

$\sigma_{dLT}$  = Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega

$\mu$  = Demanda media

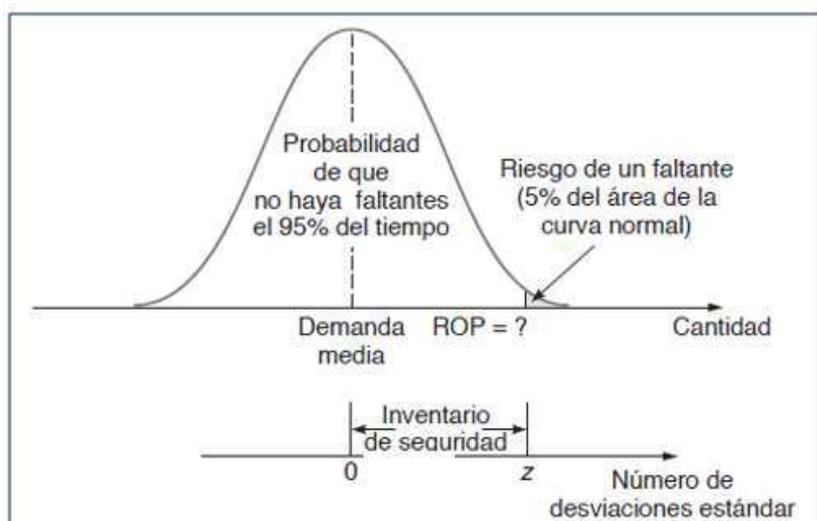
$$\text{Stock de seguridad} = SS = Z * (\text{Desviación estándar diaria} * \sqrt{\text{Tiempo de entrega}})$$

Una vez obtenidos los datos estadísticos anteriormente presentados se obtienen los siguientes resultados: demanda diaria; se obtuvo mediante la esperanza del valor esperado que en este caso es la demanda semanal del insumo dado y a su vez se divide en 6 días y multiplicado por 52 que son las semanas que se presentan en un año.

No obstante se toma como tiempo de entrega del proveedor para el Meropan un total de 3 días ya que este insumo esta localizado en la ciudad de Medellín. La cual determina la cantidad de veces que la empresa es capaz de atender o entregar las órdenes dentro del plazo determinado y establecido en días.

Entendiendo que la política de la compañía y el principal objetivo es la satisfacción de los clientes actualmente está establecido que la meta en el nivel servicio es de un 95% complemento de la probabilidad de que se presente un faltante con un 5% en el inventario.

Campana de Gauss con un nivel de servicio del 95%



**Figura 21.** Campana de Gauss nivel de servicio 95%. Fuente: (Jay & Barry, 2009).

Tabla de probabilidades de la normal estándar continua

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

**Figura 22.** Tabla de probabilidad de la normal estándar. Fuente: (s/n, Estadística documentación , s/n).

El modelo probabilístico que se desea aplicar supone que la demanda del insumo no se conoce, pero puede hallarse mediante una distribución de probabilidad, dado que la demanda incierta eleva la posibilidad de faltantes un método adecuado para reducir estos faltantes consiste en mantener un inventario de seguridad añadidas al punto de re orden que indica cual es el momento para emitir una nueva orden o requerimiento de una cantidad del insumo para el inventario. De acuerdo a lo anterior esto se calcula teniendo en cuenta una demanda variable y tiempo de entrega constante que es el actual modelo de negocio de la compañía, donde se multiplica la demanda diaria promedio por el tiempo de entrega por días del proveedor más el nivel del servicio por la desviación diaria y multiplicado por la raíz de tiempo de entrega. A su vez el stock de seguridad servirá para contar con unas unidades de un insumo mientras llega la nueva cantidad para el inventario.

XI	MEROPAN EF 200		
	HISTORICO DE DATOS fi	FRECUENCIA RELATIVA ni	(xi-E(x))^2
SEMANA 1	13,42	0,98%	2290,61
SEMANA 2	104,77	7,66%	1891,96
SEMANA 3	57,88	4,23%	11,52
SEMANA 4	20,01	1,46%	1703,32
SEMANA 5	73,50	5,38%	149,42
SEMANA 6	54,23	3,97%	49,64
SEMANA 7	62,50	4,57%	1,49
SEMANA 8	59,73	4,37%	2,38
SEMANA 9	52,67	3,85%	74,12
SEMANA 10	53,67	3,92%	57,92
SEMANA 11	41,91	3,07%	375,01
SEMANA 12	37,80	2,76%	551,28
SEMANA 13	43,27	3,16%	324,26
SEMANA 14	90,97	6,65%	881,36
SEMANA 15	84,14	6,15%	522,88
SEMANA 16	24,20	1,77%	1375,16
SEMANA 17	49,08	3,59%	148,72
SEMANA 18	48,35	3,54%	167,22
SEMANA 19	76,51	5,60%	232,07
SEMANA 20	25,29	1,85%	1295,50
SEMANA 21	58,74	4,30%	6,47
SEMANA 22	37,36	2,73%	572,32
SEMANA 23	49,24	3,60%	144,83
SEMANA 24	67,93	4,97%	44,24
SEMANA 25	34,18	2,50%	734,23
SEMANA 26	46,01	3,36%	233,09
<b>Σ (N)</b>	<b>1367,36</b>	<b>1,00</b>	
<b>E(x) =</b>	<b>61,28</b>	<b>10,21</b>	<b>Demanda diaria</b>
<b>var(x)</b>	<b>458,02</b>	<b>3186,47</b>	<b>Demanda Anual</b>
<b>Des(x)</b>	<b>21,40</b>	<b>3,57</b>	<b>Desviacion Diaria</b>
<b>ROP</b>	<b>40,82</b>	<b>3,00</b>	<b>tiempo de entrega</b>
<b>SS</b>	<b>10,18</b>	<b>1,65</b>	<b>Nivel de Servicio</b>

Figura 23. Cálculo del modelo probabilístico en Excel. Autoría propia.

### 11.3 Solución problemática modelo probabilístico mediante Excel

Dado al manejo que tiene la compañía objeto de estudio y a lo que se ha venido mencionando acerca de los inventarios en donde no existe un sistema que controle la ruptura de stock, el modelo busca dar una orientación a la optimización del proceso de los inventarios con una aproximación de lo que se debe tener cuanto y cuando se debe pedir e indicando de acuerdo al comportamiento de los datos en determinado periodo de tiempo.

## Manejo situación actual de los inventarios

INSUMO	ACIDO FORMICO INDUSTRIAL	AMARILLO TECTILON	ANTIHOAM JET-C	AZUL TECTILON 4R-01	LEVEGAL FTSK-01	LUBRATEX 'PLC-V	MEROPAN EF 200	PERLAVIN PAM	REWIN KF	ROJO TECTILON 2B 200%	SARABID C-12
CANTIDAD SOLICITADA	1005	90	9780	55	1250	5000	2100	2760	8760	40	7200
CANTIDAD CONSUMIDA	676,71	36,39	4643,06	24,50	422,24	3025,12	1367,36	1355,51	3752,09	25,08	2752,65
DIFERENCIA	328,29	53,61	5136,94	30,50	827,76	1974,88	732,64	1404,49	5007,91	14,92	4447,35
DIFERENCIA EN %	33%	60%	53%	55%	66%	39%	35%	51%	57%	37%	62%

Figura 24. Cálculo de la situación actual insumos seleccionados. Autoría propia, base datos Jd Edwards

## Manejo mediante modelo probabilístico de inventario con excel

CALCULO SITUACION ACTUAL			
INSUMO	AMARILLO TECTILON	LUBRATEX 'PLC-V	PERLAVIN PAM
CANTIDAD SOLICITADA	90 KG	5000 KG	2760 KG
CANTIDAD CONSUMIDA	36 KG	3025 KG	1356 KG
DIFERENCIA	54 KG	1975 KG	1404 KG
DIFERENCIA EN %	60%	39%	51%

CALCULO MODELO PROBABILISTICO			
INSUMO	AMARILLO TECTILON	LUBRATEX 'PLC-V	PERLAVIN PAM
DEMANDA SEMANAL	1,74 kg	132,37 kg	56,81 kg
PUNTO RE ORDEN	0,86 kg	91,63 kg	35,48 kg
STOCK SEGURIDAD	0,28 kg	25,45 kg	7,07 kg
DEMANADA SEMESTRE	41,76 kg	3176,88 kg	1363,44 kg
STOCK SEGURIDAD	0,28 kg	25,45 kg	7,07 kg
TOTAL	42,04 kg	3202,33 kg	1370,51 kg
DIFERENCIA	-6	-177	-15
DIFERENCIA EN %	13%	6%	1%

Figura 25. Modelo probabilístico de inventario. Autoría propia.

Dada la figura número 24, se muestran los cálculos actuales que se realizan en la compañía, se puede observar para estos 11 insumos analizados los sobrantes que se tuvieron teniendo en cuenta el análisis histórico de consumo de 26 semanas, visualizando la cantidad pedida versus la cantidad consumida, donde la empresa tuvo que asumir este sobre stock, desconociendo la forma correcta de calcular y controlar estos inventarios. Adicional se muestra en la figura 25, la comparación de los 3 insumos que se han venido trabajando en el proyecto y donde se observa una variación favorable con respecto a lo que realmente se necesitó.

## **12. Método para el diseño del modelo probabilístico**

El modelo probabilístico e inventario de seguridad está dado para las empresas que conocen el consumo de sus insumos o productos pero que no tiene un comportamiento estable es decir que su demanda es variable, a su vez trabajan bajo producción por pedido.

Para el diseño del modelo probabilístico fue indispensable la recolección de la información mediante un histórico de datos y a su vez el análisis de la información recolectada.

Esta investigación cuantitativa tiene como objetivo general diseñar un modelo probabilístico de inventarios para los insumos de la tintorería, donde se pretende que los niveles de inventarios disminuyan contando solo con el material necesario y teniendo mejor respuesta a las órdenes de producción.

### **12.1 Variables y datos necesarios del modelo en empresa objeto de estudio**

En seguida se va a presentar la información y datos que son necesarios para la aplicación del modelo probabilístico y su desarrollo.

- Se hace la recolección de la información de datos históricos.
- Se analiza la información y se interpretan las observaciones necesarias de los datos recolectados.
- Se estudian los diferentes modelos para inventarios y se selecciona el que cumpla con las condiciones y variables que se tienen presentes.
- Cuando se escoge el modelo se pueden empezar a resolver el modelo matemático y los cálculos respectivos para la obtención de la información que se requiere.
- El modelo probabilístico e inventario de seguridad busca obtener el punto de re orden y el stock de seguridad para el aprovisionamiento de insumos o productos.

### 13. Sugerencia de software Programa Pasw statistics 18

Dado que el manejo de la información que maneja la empresa es complicada y debido a la cantidad de datos que se pueden recolectar, como segunda opción para el cálculo de pronóstico se presenta el software pasw statics 18. Según la información que se ingresa al software se determinan una variable y unos periodos de tiempo que se quieren calcular como puede ser para meses o años, seguido a esto se toman las opciones para obtener la información mas acertada para los pronósticos.

	CANTIDAD	YEAR_	MONTH_	DATE_
1	6,25	2019	1	JAN 2019
2	5,56	2019	2	FEB 2019
3	3,75	2019	3	MAR 2019
4	4,28	2019	4	APR 2019
5	9,51	2019	5	MAY 2019
6	7,06	2019	6	JUN 2019
7	.	2019	7	JUL 2019
8	.	2019	8	AUG 2019
9	.	2019	9	SEP 2019
10	.	2019	10	OCT 2019
11	.	2019	11	NOV 2019
12	.	2019	12	DEC 2019

**Figura 26.** Histórico datos amarillo tectilon 3R. Fuente: autoría propia.

- A. El programa Pasw statistics 18, nos presenta los cálculos del modelo de ajuste con los diferentes tipos del estadístico de ajuste, en este como se observa en la figura 24 en el dato de la media seleccionas el más cercano a 0 en este caso es para el estadístico de R-cuadrado, donde su resultado es de - 0,139 cercano a 0.

Ajuste del modelo				
Estadístico de ajuste	Media	ET	Mínimo	Máximo
R-cuadrado estacionaria	,339	.	,339	,339
R-cuadrado	-,139	.	-,139	-,139
RMSE	2,223	.	2,223	2,223
MAPE	30,806	.	30,806	30,806
MaxAPE	71,318	.	71,318	71,318
MAE	1,680	.	1,680	1,680
MaxAE	3,529	.	3,529	3,529
BIC normalizado	1,896	.	1,896	1,896

**Figura 27.** Ajuste del modelo en Pasw statistics 18. Fuentes: Programa Pasw Statistics 18.

B. Se escoge el estadístico mediante el R-cuadrado por su exactitud y proximidad con 0.

Modelo	Número de predictores	Estadísticos de ajuste del modelo	Ljung-Box Q(18)		
			R-cuadrado	Estadísticos	GL
DEMANDA -Modelo_1	0	-.139	.	0	.

Modelo	Número de valores atípicos
DEMANDA -Modelo_1	0

Modelo	Jul 2019	Ago 2019	Sep 2019	Oct 2019
DEMANDA -Modelo_1 Previsión	6,40	6,40	6,40	6,40

Figura 28. Estadístico del modelo para demanda con R-cuadrado. Fuente: Programa Pasw Statistics 18.

C. Se presenta a continuación el gráfico del programa Pasw statistics mediante el cual se realizó el cálculo de la demanda para este insumo.

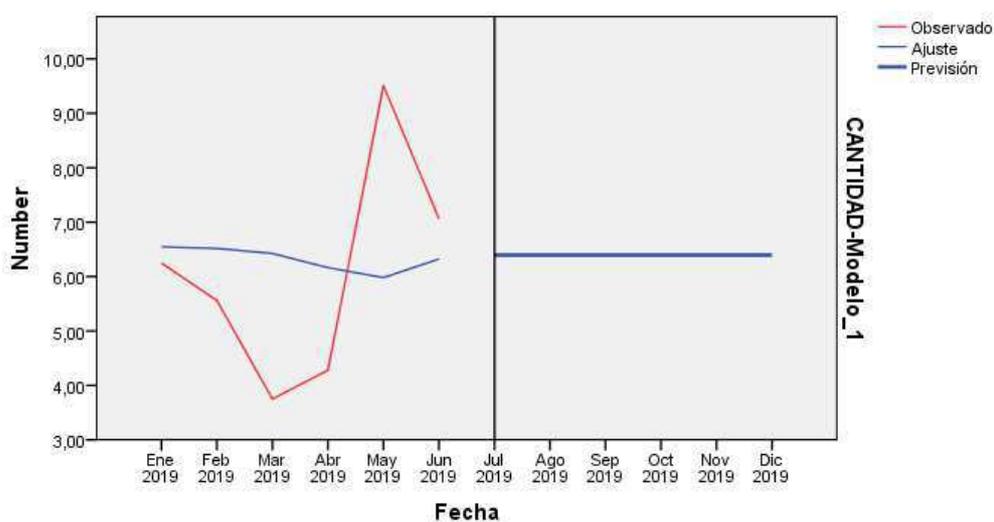


Figura 29. Gráfico de la demanda del programa Pasw statistics 18. Fuente: Programa Pasw Statistics 18.

En la figura número 27, se puede observar el comportamiento de los datos históricos que se presentaron de los primeros 6 meses del año 2019, con línea de ajuste en la línea de color azul claro y la previsión que nos hace para la demanda para los siguientes 6 meses con la línea de color azul oscuro.

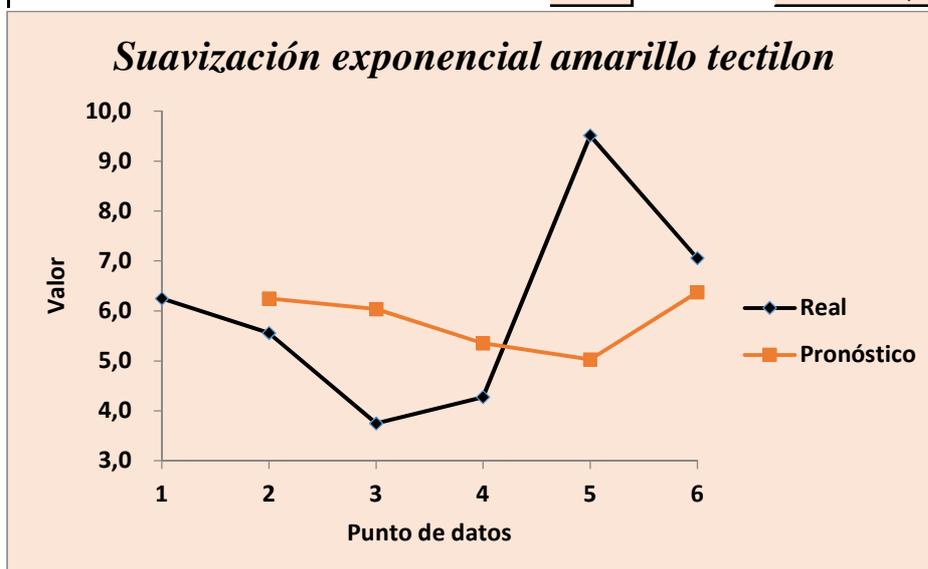
#### 14. Desarrollo del pronóstico mediante herramienta Excel

Basado en la herramienta Excel se expone el cálculo del pronóstico como segunda alternativa para la empresa objeto de estudio, donde se usará el método estadístico de análisis de suavización exponencial para determinar la demanda del periodo siguiente teniendo en cuenta un histórico de datos para poder obtener el promedio ponderado de la serie de tiempo.

A continuación, se presenta 3 de los 11 insumos donde se visualiza el comportamiento que presentan las series de tiempo y a su vez el pronóstico que se obtiene para el siguiente mes, donde se tomaron los datos de un periodo 6 meses permitiendo calcular el siguiente.

Insumo amarillo tectilon 3R

Codigo	Insumo	Mes	Cantidad	Pronóstico
CAC099	AMARILLO TECTILON 3R 200%	1	6,2	
CAC099	AMARILLO TECTILON 3R 200%	2	5,6	#N/A
CAC099	AMARILLO TECTILON 3R 200%	3	3,7	6,2
CAC099	AMARILLO TECTILON 3R 200%	4	4,3	6,0
CAC099	AMARILLO TECTILON 3R 200%	5	9,5	5,4
CAC099	AMARILLO TECTILON 3R 200%	6	7,1	5,0
		7		6,4

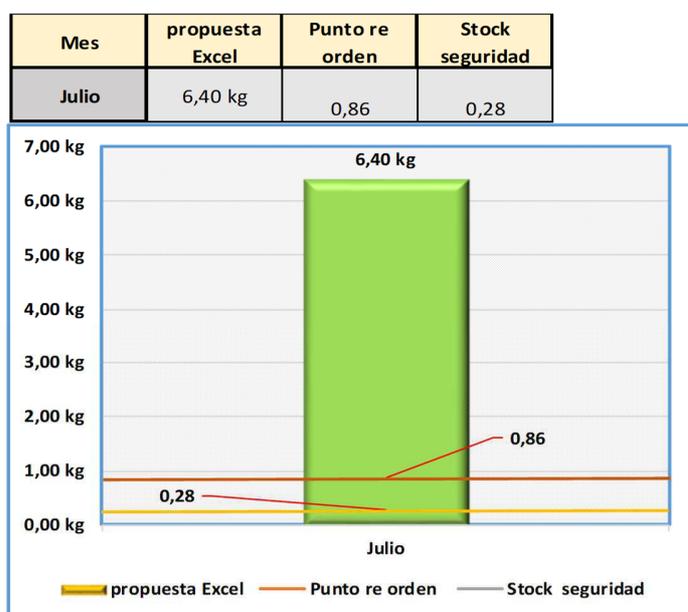


*Figura 29.* Demanda de suavización exponencial. Fuente: Autoría propia

### 15. Costo beneficio

Teniendo en cuenta los cálculos obtenidos tanto con el programa pasw statistics 18 como con la herramienta excel sobre el método de pronóstico, se procede a realizar el analisis costo beneficio, para el insumo amarillo tectilon teniendo en cuenta los datos historicos de 6 meses y de acuerdo a su comportamiento se toma el estadistico de suavizamiento exponencial para obtener la demanada promedio para el 7 mes, analizando un total de 11 insumos,dando como resultado un ahorro del 15% respresentado en 7 millones aproximadamente y por consiguiente el ahorro de 88 millones anuales aproximado.

Adicional a continuacion se presenta el costo beneficio unitario del insumo tectilon que para este caso se visualiza un ahorro del 36% simulando que se hubiera pedido con este metodo.



**Figura 30.** Pronóstico de demanda para el mes de julio, aplicando el modelo probabilístico de inventario. Autoría propia.

Mes	ACTUAL		PROPUESTA	
	Cant.	Costo	cant.Max	Costo
Julio	10 kg	\$ 2.126.000,00	6,4 kg	\$ 1.360.640,00

<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 2.126.000,00</b>	<b>\$ 1.360.640,00</b>
<b>AHORRO</b>	\$ 765.360,00	
<b>%</b>	<b>36%</b>	

**Figura 31.** Costo beneficio insumo amarillo tectilon. Autoría propia.

SITUACION ACTUAL																						
Mes	Acido Formico		Antifoam		Amarillo tectilon 3R		Azul tectilon 4R-01		Levegal FTSK-01		Lubratex PLC-V		Meropan EF200		Perlavin Pam		Rewin Kf		Rojo tectilon 2B		Sarabid C-12	
	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo
Julio	125KG	\$ 675.000	840KG	\$ 5.208.000	10KG	\$ 2.126.000	5KG	\$ 1.136.000	125KG	\$ 2.944.500	700KG	\$ 2.086.000	300KG	\$ 7.218.300	240KG	\$ 3.835.200	720KG	\$ 14.988.240	0KG	\$ -	720KG	\$ 8.599.680
	125KG	\$ 675.000	840KG	\$ 5.208.000	10KG	\$ 2.126.000	5KG	\$ 1.136.000	125KG	\$ 2.944.500	700KG	\$ 2.086.000	300KG	\$ 7.218.300	240KG	\$ 3.835.200	720KG	\$ 14.988.240	0KG	\$ -	720KG	\$ 8.599.680

PROPUESTA																						
Mes	Acido Formico		Antifoam		Amarillo tectilon 3R		Azul tectilon 4R-01		Levegal FTSK-01		Lubratex PLC-V		Meropan EF200		Perlavin Pam		Rewin Kf		Rojo tectilon 2B		Sarabid C-12	
	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo
Julio	109KG	\$ 588.600	761KG	\$ 4.718.113	6KG	\$ 1.360.640	4KG	\$ 817.920	65KG	\$ 1.528.784	509KG	\$ 1.515.330	237KG	\$ 5.705.789	239KG	\$ 3.827.107	716KG	\$ 14.897.176	5KG	\$ 838.958	475KG	\$ 5.678.178
Σ	109KG	588.600	761KG	4.718.113	6KG	1.360.640	4KG	817.920	65KG	1.528.784	509KG	1.515.330	237KG	5.705.789	239KG	3.827.107	716KG	14.897.176	5KG	838.958	475KG	5.678.178

TOTAL COSTOS SITUACION ACTUAL	\$ 48.816.920
TOTAL COSTOS PROPUESTA	\$ 41.476.595
AHORRO TOTAL	\$ 7.340.325
%	15%

Figura 32. Costo beneficio según propuesta. Autoría propia.

## **16. Propuesta de indicadores**

Los indicadores son una herramienta indispensable que les permite a las organizaciones medir y comparar la situación actual en la que se encuentren y de esta manera poder aplicar alguna mejora a determinado proceso. Dentro del diseño de un modelo probabilístico de inventarios para la empresa objeto de estudio, una vez analizada la propuesta se sugieren los siguientes indicadores para el proceso del área de tintorería. Lo buscan estos indicadores es poder controlar la rotación y niveles que se tienen en determinado periodo de tiempo en una empresa, las mediciones y análisis son evaluadas para poder determinar una acción que se deba implementar para poder obtener mejores resultados en los siguientes periodos de tiempo.

No obstante y de acuerdo con el autor, menciona (Cuéllar, 2017):

Que en un entorno empresarial global y competitivo como en el que vivos actualmente solo podrán sobrevivir aquellas empresas que trabajen continuamente para proveer más valor a sus clientes a través de procesos cada vez más eficientes obligándonos a tener objetivos estratégicos definidos, pero no basta con esto si no que es importante conocer si se están cumpliendo, un sistema de medición de indicadores de desempeño es una herramienta indispensable para ese fin.

Nombre del Indicador	Objetivo	Periodicidad	Responsable	Cálculo
ROTACION DE LOS INVENTARIOS	Verificación del tiempo que dura determinado insumo en almacén y la cantidad de veces que fue su rotación con el fin de determinar la eficiencia en el uso.	Mensual	Analista de Inventarios	$\frac{\text{costo de mercancías vendidas}}{\text{costo promedio de los inventarios}}$
DURACION DEL INVENTARIO	Control del tiempo que dura determinado insumo en el almacén, y determinación de su uso en un determinado periodo de tiempo.	Mensual	Analista de Inventarios	$\frac{\text{Inventario Final}}{\text{Ventas Promedio}} \times 30 \text{ días}$
EXACTITUD DE LOS INVENTARIOS	Determinación y control del inventario físico vs. Sistema con el fin de aumentar la confiabilidad del sistema.	Mensual	Analista de Inventarios	$\frac{\text{Valor diferencia expresado en pesos}}{\text{Valor Total del inventario}}$

**Figura 33.** Indicadores de gestión. Autoría propia.

## 16.1 Rotación de los inventarios

Esta dado para calcular los movimientos de los insumos que se tienen almacenados y a su vez determinar en cantidad de veces su rotación, entendiendo que aquellos que presenten rotación menor a 2 la empresa incurrirá en un mayor costo de almacenamiento e ineficiencia en su uso.

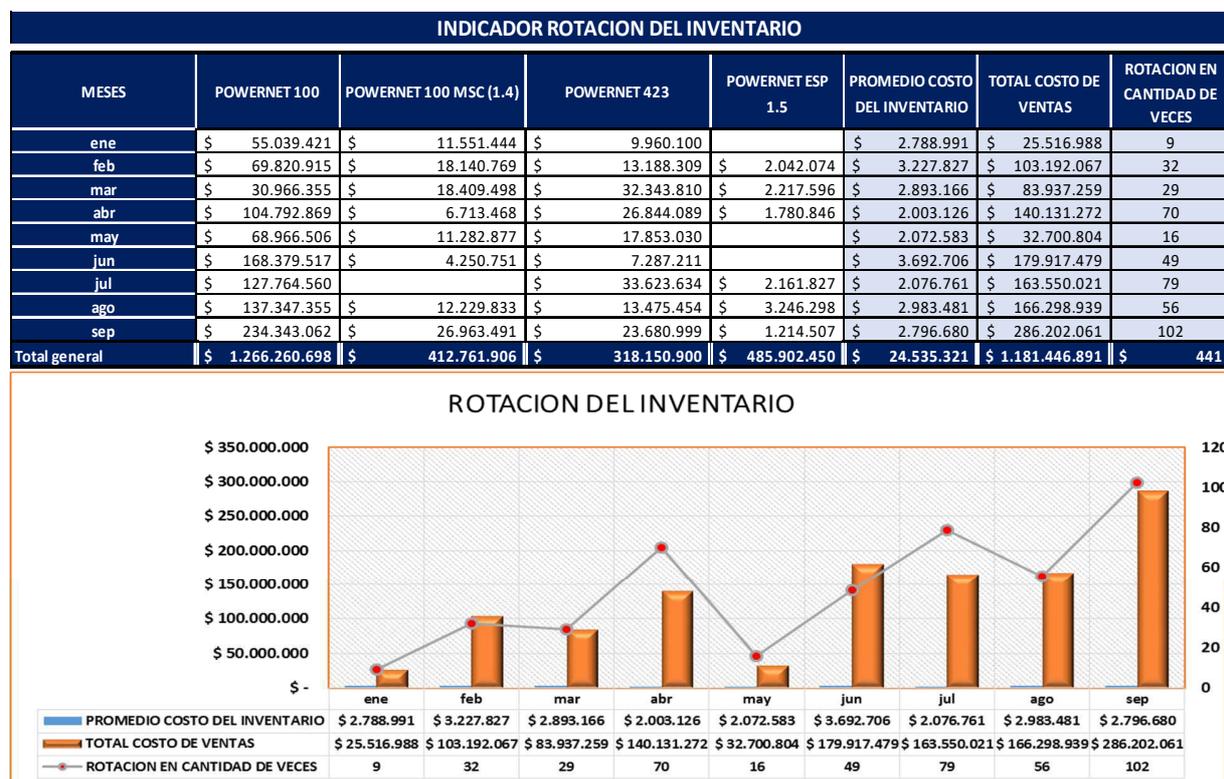
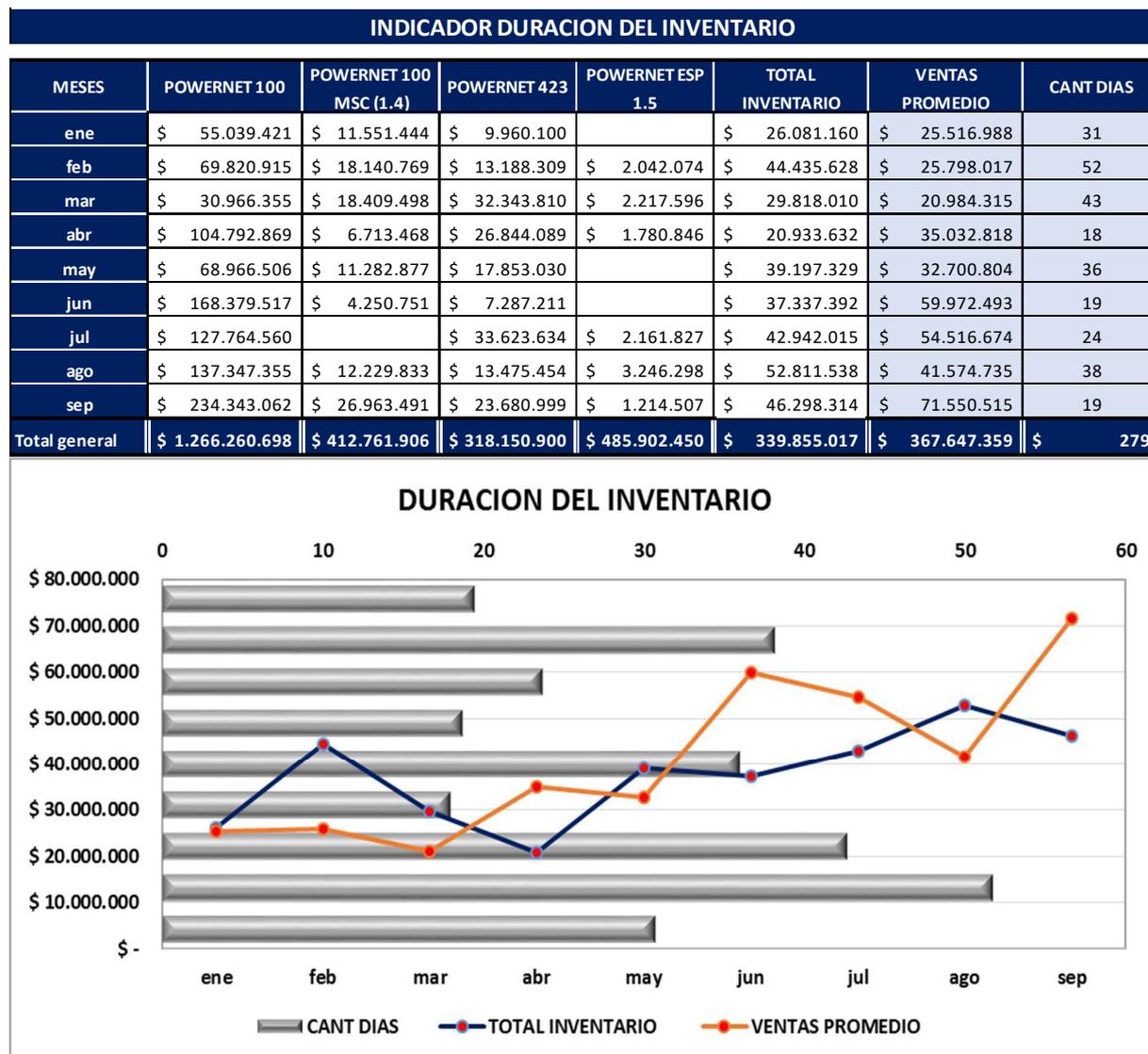


Figura 34. Indicador rotación del inventario. Autoría propia informes Jd Edwards

De acuerdo con el indicador de la figura número 34, y a la información obtenida de los históricos de ventas y costo promedio del inventario, se puede evidenciar en este caso y para los 11 insumos seleccionados que se presentó una alta rotación queriendo decir que los insumos permanecieron almacenados corto tiempo.

## 16.2 Duración del inventario

Esta dado para calcular el tiempo en cantidad de días que lleva almacenados cada uno de los insumos y el uso de cada uno de ellos.



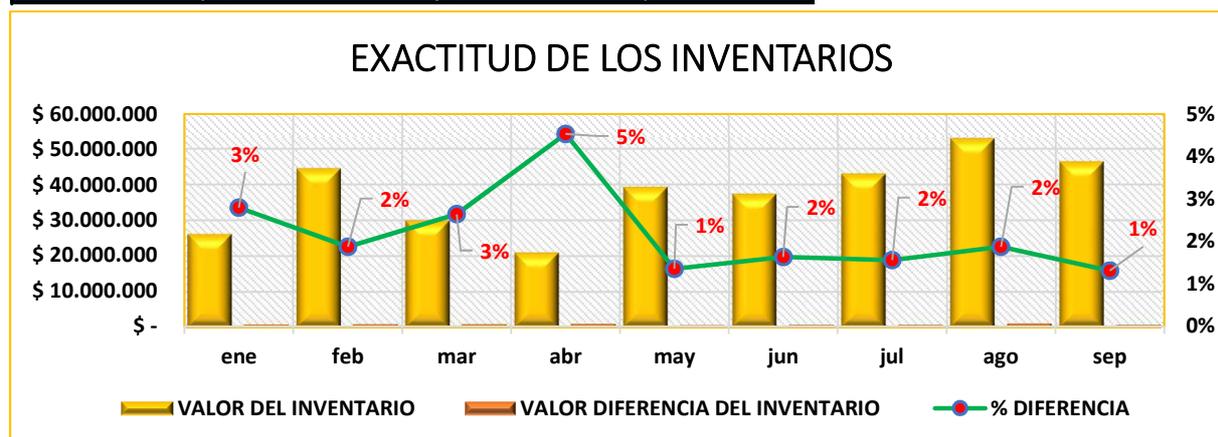
*Figura 35.* Indicador duración inventario. Autoría propia informes Jd Edwards

De acuerdo a la figura número 35, se puede apreciar la duración en días aproximados teniendo en cuenta los productos e insumos que se seleccionaron para el presente proyecto, donde se visualiza en algunos casos que el inventario duro más de 30 días correspondientes a un mes y en otros casos estuvo por debajo del mes, un ejemplo son los meses de abril, junio y septiembre como se puede apreciar en la imagen anteriormente presentada.

### 16.3 Exactitud de los inventarios

Esta dado para calcular la diferencia entre el inventario que se presenta en el sistema versus el inventario físico con el fin de revisar la confiabilidad de los insumos que se tienen almacenados y a su vez poder determinar el impacto financiero de la empresa.

EXACTITUD DURACION DEL INVENTARIO			
MES	VALOR DEL INVENTARIO	VALOR DIFERENCIA DEL INVENTARIO	% DIFERENCIA
ene	\$ 26.081.160	\$ 728.766	3%
feb	\$ 44.435.628	\$ 832.378	2%
mar	\$ 29.818.010	\$ 786.782	3%
abr	\$ 20.933.632	\$ 947.933	5%
may	\$ 39.197.329	\$ 530.550	1%
jun	\$ 37.337.392	\$ 609.295	2%
jul	\$ 42.942.015	\$ 670.785	2%
ago	\$ 52.811.538	\$ 987.544	2%
sep	\$ 46.298.314	\$ 608.103	1%
<b>Total General</b>	<b>\$ 339.855.017</b>	<b>\$ 6.702.136</b>	<b>2%</b>



**Figura 36.** Indicador exactitud del inventario. Autoría propia informes Jd Edwards

Por medio del indicador de la figura número 36, que la información que se encuentra en el sistema presenta falencias debido a que no coinciden totalmente con el conteo físico que se toma en determinada fecha durante el mes aleatoriamente, afectando las estadísticas financieras para la compañía.

## 17. Conclusiones

El modelo probabilístico de inventarios propuesto demostró que los datos recolectados se comportan mediante una distribución normal allí se pudo obtener el cálculo de la demanda diaria, semanal, punto re orden y stock de seguridad mediante herramientas estadísticas necesarias para la interpretación de la información y a su vez poder entender la variabilidad la dispersión de estos y donde se tuvo cuenta el nivel de servicio establecido por la empresa de (95%) igual a 1,65 de acuerdo a la tabla de probabilidades normal continua. Obteniendo los cálculos con que la empresa no cuenta actualmente y que le sirvan para el control de los inventarios.

Teniendo en cuenta el diagrama ishikawa se logró identificar la situación actual de los inventarios en la compañía y a su vez se realizó un diagnóstico general al área de tintorería, donde se pudo determinar que la empresa objeto de estudio presenta problemáticas debido a que no utilizan herramientas de análisis estadístico que les permita calcular de manera eficiente los inventarios.

Con ayuda de la herramienta de clasificación ABC se pudo determinar las referencias que mas rotación tuvieron para el periodo de tiempo que se analizó, se se obtuvo como resultado que el 22% del total de la producción tejida fue para la familia de los powernet, de acuerdo a esto se realiza el detalle de los insumos necesarios para estas referencias para el proceso de teñido identificando 11 insumos entre ellos químicos y colorantes, los cuales fueron analizados durante el desarrollo del proyecto de investigación.

Se desarrolló un modelo probabilístico de inventarios teniendo en cuenta la variabilidad de la demanda en la empresa objeto de estudio por medio de la herramienta Excel, allí se realizaron dos métodos, tales como la distribución de frecuencia y los datos como originalmente se mostraban. posterior se toma la decisión de trabajar con los datos reales debido a la exactitud de la información, del análisis de los datos históricos se conoce que el comportamiento es normal y se procede a realizar el cálculo de punto de re orden, stock de seguridad y el promedio diario demandado para los 11 insumos seleccionados visualizando que el modelo se adecuó correctamente a las necesidades para el control del inventario.

Mediante el software pasw statistics 18 se calcula el pronóstico para el siguiente periodo, por medio del método de suavización exponencial de acuerdo a la tendencia de los datos, y a la

sugerencia del software, adicional se realiza el cálculo en Excel y de esta manera poderlo presentarlo a la empresa con el fin de que puedan elegir con el que más se sientan a gusto.

Debido a la importancia que tienen los indicadores dentro de una organización y el impacto que genera a nivel financiero el buen control de los inventarios, se sugieren 3 tipos de indicadores con el fin de controlar constantemente la rotación, la duración y la exactitud en los inventarios ya que la empresa no maneja indicadores de gestión para el área de tintorería, esto le ayudara a medir y a vigilar las entradas, salidas y movimientos que se hagan sobre los insumos, dándole información en tiempo real para así tomar las decisiones pertinentes y estar al tanto acerca de la velocidad o lentitud con que se están moviendo los materiales, no sin antes mencionar las ventajas sobre los costos incurridos por la falta de un buen control de los mismos.

Se realiza una comparación de la situación actual para el mes de julio mostrando los cálculos que se hicieron en la empresa objeto de estudio, versus el diseño del modelo probabilístico de inventario, acompañado con el pronóstico dado, dando como resultado un ahorro del 15% con respecto a 11 productos correspondiente a 7 millones de pesos mensuales, justificando la viabilidad de este proyecto, entendiendo la importancia y lo que significa en términos de costo tener un buen control sobre los inventarios.

A través del modelo probabilístico se responde a la necesidad de la gestión de un buen control de los inventarios los niveles altos stock, faltantes de insumos contribuyendo al flujo correcto de producción del área de tintorería y reduciendo los elevados costos que se generan.

## 18. Sugerencias

- Se sugiere la parametrización en el sistema actual Jd Edwards de ser posible para el punto de re orden y el stock de seguridad para cada uno de los insumos.
- Establecimiento de un parámetro en el sistema donde se indique cuando un insumo de la tintorería requiere una cantidad para el inventario, cuando este llegue al punto de re orden se genera automáticamente una alerta o envía un correo para el analista de inventarios y al área de compras para que se confirme un nuevo requerimiento del material.
- Seguimiento a las órdenes de proveedores pendientes por recibirse y validar los tiempos de entrega para comprobar su efectividad en lead time.
- Los consumos y movimientos del área de tintorería se deben hacer en línea con la producción esto con el fin de que se garantice la existencia en el sistema con la existencia en físico y se genere en el tiempo estipulado por el punto de re orden.
- Se debe generar una validación para el sistema JD Edwards para aprobar su correcto funcionamiento con los parámetros y lineamientos que se están estableciendo para comprobar su correcto desempeño en el manejo de los inventarios.
- Cuando las órdenes programadas en el sistema analicen las cantidades de los insumos que se requieren para la producción de teñidos, y encuentre una diferencia entre la cantidad del inventario con la que se requiere genere una alerta de que el insumo no alcanza para el total de la orden y por ende se confirme o autorice generar un nuevo requerimiento al proveedor.
- Que se establezcan políticas para los inventarios, en ocasiones de cuando un insumo es nuevo y no esta estipulado para usarse en todos los teñidos, se compren solo cantidades que se vayan a gastar en la producción.
- Para que no se generen pérdidas en el inventario de los insumos almacenados, se sugiere que la empresa cuando adquiera determinado insumo para una producción y no se no use en su totalidad se cargue al costo a la orden de produccion y asi no cargar un sobre costo en el almacenamiento.
- El software pasw Statistics 18 es una sugerencia para el calculo solo del pronóstico, dado que el manejo en Excel se vuelva complicado por la cantidad de información y complejidad de la misma.

### 19. Referencias

- Badii, M. y. (03 de 2009). *spentamexico*. Obtenido de [http://www.spentamexico.org/v4-n1/4\(1\)%20149-178.pdf](http://www.spentamexico.org/v4-n1/4(1)%20149-178.pdf)
- Carlos Rueda, M. A. (11 de 12 de 2018). *repostory. usta*. Obtenido de Formulación de un modelo para la gestión de inventarios de la Empresa: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15303/Tesis%20MBA%2011-12-2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Carro Paz, Gonzaléz Gómez. (s.f.). *El sistema de producción y operaciones*. Obtenido de Administración de las operaciones: <https://pdfs.semanticscholar.org/7648/cb4b08f2caf0de94a97c441da2c54540f993.pdf>
- Castillo, C. P. (06 de 2011). *Universidad de San carlos de Guatemala* .
- Cuéllar, C. A. (28 de 03 de 2017). *School of management* . Obtenido de <https://esieduc.org/la-importancia-los-indicadores-desempeno-la-gestion-una-empresa/>
- Garzón, J. E. (Febero de 2018). *Camara de comercio de bogota* . Obtenido de Cluster de bogota prendas de vestir : <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Prendas-de-Vestir/Noticias/20182/Febrero-2018/Industria-Textil-Colombiana-2018-telas-inteligentes-y-tendencias-ecologicas>
- gómez sandoval, o. j. (2016). desarrollo de un sistema de inventarios para el control de materiales, equipos y herramientas dentro de la empresa de construcción ingeniería sólida ltda. *proyecto de Grado par aoptar al titulo de ingeniero industria*. universidad libre de colombia, Bogota.
- González Torrado, g. s. (2010). Diseño de un modelo de gestión de inventarios para la empresa. *Trabajo de Grado presentado para optar al titulo de Ingeniero Industrial*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Jay, H., & Barry, R. (2009). *Administración de operaciones* . México : Pearson prentice hall .
- Justicia, M. (s.f.). *Portal guia usuario*. Obtenido de <https://www.minjusticia.gov.co/Portals/0/CCITE/Guía%20usuario%20empresa%20V2.pdf>
- Litman, T. G. (21 de Abril de 2016). *Fashion network* . Obtenido de [https://pe.fashionnetwork.com/news/Industria-textil-en-Colombia-150-anos-de-historia,685234.html#.XI\\_W2ihKjIU](https://pe.fashionnetwork.com/news/Industria-textil-en-Colombia-150-anos-de-historia,685234.html#.XI_W2ihKjIU)
- Malavere Lote, M. L. (s.f.). Modelo de inventarios para la Pyme textil Shalem Ltda. *proyecto de grado paa obtar al titulo de ingeniero industrial*. Unversidad Libre de colombia, Bogotá.
- Moguel, E. R. (2005). *metodología de la investigación*.

- Ospino Vergara, L. A. (2007). Diseño de un sistema de gestión de compras e inventarios en la empresa espitia impresores. *Requisito para optar el Título de Ingeniero Industrial*. Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias.
- Pérttega Díaz, P. F. (23 de 03 de 2001). *Fisterra* . Obtenido de [https://www.fisterra.com/mbe/investiga/t\\_student/t\\_student.asp](https://www.fisterra.com/mbe/investiga/t_student/t_student.asp)
- Ricardo. (31 de 01 de 2019). *Mi gestión* . Obtenido de <https://www.mygestion.com/blog/que-es-rotura-de-stock>
- Rodríguez Sarmiento, E. Y. (2011). Optimización del sistema de gestión de inventarios de productos químicos y colorantes en Clariant Colombia S.A. *Trabajo de grado para optar all tiyulo de ingenieros industriales*. Universidad Libre de colombia, Bogota.
- RUIZ, C. (2010). *INVENTARIO*. BOGOTA: MC GRAW HILL.
- s.n. (2019). *Inlog logistics solution* . Obtenido de [http://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Cadena%20Suministros/\[PD\]%20Documentos%20-%20Cadena%20de%20abastecimientos%201.pdf](http://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Cadena%20Suministros/[PD]%20Documentos%20-%20Cadena%20de%20abastecimientos%201.pdf)
- s/n. (3 de 03 de 2017). *Gestión de operaciones*. Obtenido de Diagrama cuasa efecto: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- s/n. (s/n de s/n de s/n). *Estadística documentación* . Obtenido de [http://www.est.uc3m.es/esp/nueva\\_docencia/comp\\_col\\_leg/ing\\_tec\\_inf\\_gestion/estadistica/Documentacion/Tablas/tablas2caras.pdf](http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/comp_col_leg/ing_tec_inf_gestion/estadistica/Documentacion/Tablas/tablas2caras.pdf)
- Sampieri, H. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc graw hill.
- Villarreal, F. (2016). *Union matematica Argentina* . Obtenido de introducción a los modelos de pronósticos: [http://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion\\_a\\_los\\_Modelos\\_de\\_Pronosticos.pdf](http://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf)