

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

ESIT

Máster universitario en Dirección Logística

**Diseño de una Política de
Inventario para una Empresa
de Acero**

Trabajo Fin de Máster

Presentado por:

Lam Noroña Cecilia

Director/a:

Sánchez Prieto Javier

Ciudad: Guayaquil, Ecuador
Fecha: 22-07-2019

Resumen

El presente estudio surge de la necesidad de mejorar la gestión del inventario en KUBIEC S.A. El análisis se enfoca sobre las referencias representativas evaluadas mediante stocks sobredimensionados e inventarios con roturas, además del Análisis ABC, para establecer una política de inventario que proponga mejoras en el área operativa.

Se verifica si la demanda se ajusta a una distribución normal mediante pruebas de Bondad de Ajuste.

Mediante la aplicación del sistema de revisión continua, se definen el stock de seguridad, el punto de reorden, la cantidad óptima a pedir y el número de pedidos a realizar al año según las variaciones de la demanda.

El modelo propuesto es económicamente confiable ya que puede generar un ingreso adicional del orden de \$3.500.000 USD en ventas, a través de la reducción de los inventarios con roturas de stock y, además al poder reducir los costos de mantener inventario en un 60%, disminuyendo el stock sobredimensionado.

Palabras Clave:

Análisis ABC, referencias representativas, Cantidad Económica de Pedido, optimización de inventario.

Abstract

The present study arises from the need to improve the inventory management in KUBIEC S.A. The analysis focuses on the representative references evaluated by oversized stocks, breaking inventories and the ABC Analysis, to establish an inventory policy that could bring improvements in the operational area.

It is verified if the demand is adjusted to a normal distribution, by the application of the goodness of fit test.

Through the application of the continuous review system, the security stock, the reorder point, the optimal quantity to be ordered and the number of orders to be made per year according to the demand variations, are all defined.

The proposed model is economically reliable since it can generate an additional income in order of \$3.500.000 USD in sales through the reduction of inventories with stock breakings and, being able also of reduce the costs of maintaining inventory by 60%, decreasing the oversized stock.

Keywords:

ABC Analysis, representative references, Economic Order Quantity, inventory optimization.

Índice

1. Introducción.....	7
1.1. Problemática.....	7
1.2. Justificación del Proyecto.....	7
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo General	8
1.3.2. Objetivos Específicos	8
1.4. Hipótesis.....	8
2. Marco Teórico	10
2.1. Inventario.....	10
2.2. Control de Inventario.....	10
2.3. Funciones de Inventario.....	11
2.4. Análisis de Materiales ABC.....	12
2.5. Tipos de Stock	13
2.6. Política de Inventarios.....	13
2.7. Políticas de Revisión de Inventarios	14
2.8. Cálculo de costos	16
2.9. Tipos de Demanda.....	17
2.10. Tiempo de entrega.....	19
2.11. Costos del Inventario	19
2.12. Rotación de Stock.....	20
2.13. Indicadores	21
2.14. Prueba de Hipótesis.....	23
2.15. Prueba de Bondad de Ajuste	24
2.16. Prueba de Ryan – Joiner	24
3. La Organización	25
3.1. Antecedentes Históricos	25
3.2. Organigrama.....	26
3.3. Proceso de Compra Actual	28

3.3.1. Generar Flujo de Inventario	28
3.3.2. Cotizar y Comprar el Pedido.....	29
3.3.3. Recepción de Materia Prima	30
3.3.4. Evaluación de los Proveedores	31
3.4. Política de Orden de Compra Actual	31
3.5. Sucursales.....	32
3.6. Tipo de Materia Prima.....	32
4. Análisis de Situación Actual del Inventario	33
4.1 Análisis de productos con stock sobredimensionado	33
4.2. Análisis de productos terminados con rotura de stock	34
4.3. Impacto económico.....	36
5. Planteamiento de la Solución	38
5.1. Análisis ABC	38
5.2. Prueba de Bondad de Ajuste	40
5.3. Sistema de Revisión Continua	41
5.3.1. Política de Inventario para Materia Prima con Rotura de Stock	42
5.3.2 Política de Inventario para Materia Prima con Stock Sobredimensionado	45
6. Conclusiones.....	47
7. Recomendaciones.....	48
8. Referencias	51
9. Anexos	53
9.1. Ventas por Producto en KUBIEC S.A.....	53
9.2. Clasificación ABC de la Materia Prima.....	55
9.3. Diagrama de Pareto.....	57
9.4. Prueba de Bondad de Ajuste	58
9.5. Metodología	59

Índice de Figuras

Figura 1 Demanda Determinística. (Salazar López, 2016)	17
Figura 2 Demanda Probabilística. (Salazar López, 2016).....	18
Figura 3 Periodo de Entrega	19
Figura 4 Organigrama de KUBIEC S.A.....	27
Figura 5 Producto Terminado.....	27
Figura 6 Procedimiento Compras en el Exterior	28
Figura 7 Cotizar y Comprar el Pedido.....	29
Figura 8 Recepción de Materia Prima	30
Figura 9 Evaluación del Proveedor.....	31
Figura 10 Productos terminados con roturas de stock.....	35
Figura 11 Porcentaje de ocupación	36
Figura 12 Gráfico de Probabilidad Utilizando Prueba de Ryani – Joiner.....	41
Figura 13 Comparación de Roturas de Stock	44
Figura 14 Diagrama de Pareto de Clasificación de Materia Prima.....	57
Figura 15 Metodología Seguida.....	59

Índice de Tablas

Tabla 1 Productos con stock sobredimensionados.....	33
Tabla 2 Cantidad de Ventas No Realizadas	35
Tabla 3 Productos A.....	39
Tabla 4 Productos B.....	39
Tabla 5 Productos C.....	39
Tabla 6 Categorización de Materia Prima.....	39
Tabla 7 Kilogramos Vendidos en 2017	40
Tabla 8 Presentación de resultados. Stock con roturas	42
Tabla 9 Cantidad de kilogramos Vendidos	44
Tabla 10 Resultados de Materia Prima con Stock Sobredimensionado.....	45
Tabla 11 Comparación del Costo Anual Total de Manejo de Inventario.....	45
Tabla 12 Comparación de Número de Pedidos	46
Tabla 13 Ventas por Productos Derivados de Materia Primas.....	53
Tabla 14 Clasificación ABC de la Materia Prima	55
Tabla 15 Resultados de la Prueba de Bondad de Ajuste.....	58

1. Introducción

1.1. Problemática

KUBIEC S.A. es una empresa ecuatoriana que desarrolla sus actividades en el sector de la metalmecánica, siendo uno de los proveedores de mayor tamaño a nivel nacional. La empresa ha experimentado un crecimiento muy acelerado, siendo este aspecto positivo un factor que ha generado los diversos problemas en el manejo y las políticas de inventario de la empresa. Estas políticas no se han actualizado para que estén acorde al tamaño y diversidad del stock actual.

Esta situación ha generado que KUBIEC S.A. presente una inadecuada gestión del nivel de stock, lo que genera situaciones de falta de materia prima o, en su defecto, un sobredimensionamiento ajeno a la realidad.

Evidentemente estas incongruencias se traducen en aumento de los gastos operativos, altos costos de mantenimiento, pérdida de volúmenes de venta y una mala distribución de los recursos económicos de la empresa.

La situación interna de KUBIEC S.A. ha derivado en malestares a sus clientes, plasmados en falta de productos para satisfacer la demanda y tiempos de entrega más extensos. Por consiguiente, la empresa sufre un debilitamiento de su imagen además de las consecuencias económicas antes mencionadas.

KUBIEC S.A. está obligada a reorientar su planificación y gestión del stock de materias primas. Es extremadamente importante reestructurar la logística interna para contar un stock óptimo en la mayoría de los productos que se manejen.

1.2. Justificación del Proyecto

KUBIEC S.A. tiene como política integral incrementar su participación en el mercado, cumpliendo con los requerimientos de sus clientes en calidad, tiempo y valor añadido. Esto debe ser un punto de diferenciación de la empresa con respecto a su competencia.

La exigencia del mercado metalmecánico ecuatoriano es extremadamente alta, la demanda debe satisfacerse inmediatamente para mantener la cuota de mercado. La competitividad de KUBIEC S.A. depende de la fortaleza de su estructura interna y, en el caso de este trabajo, la logística de inventarios es un punto por mejorar.

Es imperativo el manejo e implementación de nuevas políticas de inventario, que faciliten la planificación de los niveles óptimos, para solventar problemas presentes como las roturas o sobredimensionamiento de stock. Esto tendrá la finalidad de satisfacer a los clientes, mejorar la rentabilidad de la empresa y aumentar la cuota actual de mercado.

Seguir estas políticas permitirá a la empresa fortalecer su estructura interna, diversificar sus actividades económicas y enfocarse en proyectos adicionales que puedan generar valor.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Mejorar la eficacia del nivel de inventario de la empresa mediante una política de inventario adecuada.

1.3.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Analizar el nivel de stock de los productos de mayor importancia.
- Demostrar que una inadecuada planificación del stock incide en la rentabilidad de la empresa.
- Implementar una política de gestión de inventario para mejorar la situación actual del nivel de stock.
- Validar que los datos cumplen con una distribución normal mediante la Prueba de Bondad de Ajuste.
- Analizar las referencias a través de un Análisis ABC.

1.4. Hipótesis

Para el presente trabajo se establecerán supuestos y condiciones de partida para el desarrollo de los siguientes capítulos. La hipótesis principal de este trabajo es que la planificación de los niveles de inventario incide directamente en la rentabilidad de KUBIEC S.A.

Además de lo señalado anteriormente, existen consideraciones adicionales que no se deben dejar a un lado, ya que están relacionadas con la hipótesis principal. Por ejemplo, es evidente que una gestión empírica del inventario afecta de manera negativa la rentabilidad de la empresa.

Así mismo, una mejora en el nivel de inventario de materia prima disminuirá el stock sobredimensionado y los consiguientes costos implícitos.

Se propiciará la implementación de un Análisis ABC, donde se establecerán los productos más importantes que maneja la empresa, permitiendo enfocar la metodología propuesta en estos ítems.

A través de la Cantidad Económica de Pedido (EOQ) se establecerán las cantidades óptimas de requisición y el punto de reorden.

La Prueba de Bondad de Ajuste identificará la distribución de probabilidad que manejan los datos, para poder aplicar la metodología antes mencionada.

2. Marco Teórico

2.1. Inventario

En el pasado, las empresas optaban por mantener en sus almacenes solo una cantidad suficiente de inventario, que les permitiera cubrir toda su demanda. Esto sin considerar los costos administrativos y operativos requeridos.

Entre todas las definiciones que existen de inventario, se puede resumir en un conjunto de bienes pertenecientes a una organización o persona.

Según Aníbal (2008) los inventarios permiten a las empresas ofrecer a sus clientes los productos requeridos, en el instante que se requieran. Esto permite mantener un buen nivel de servicio y a la vez mejorar la rentabilidad de la compañía. Por otro lado, evita que la aleatoriedad de la demanda afecte su modelo de negocio, permitiendo beneficiarse de las economías de escala.

Hoy en día, el concepto de inventario ha cobrado mayor importancia debido a los costos que estos generan en su mantenimiento. Debido a esto, las empresas han encontrado una oportunidad de mejora de sus ingresos y reducción de gastos, reclutando personal calificado y estableciendo metodologías que les permita manejar un nivel de inventario óptimo en sus bodegas.

2.2. Control de Inventario

Aníbal (2008) define el control de inventario como fin para asegurar que el inventario que se tiene documentado conste realmente. El inventario tiene una gran importancia en las empresas, ya que de él dependen las ventas. Una venta no realizada para la empresa significa perder una oportunidad de negocio.

Algunos de los objetivos del control de inventario son:

- Detectar las desviaciones con respecto a lo planificado.
- Medir los resultados de las operaciones de inventario.
- Definir las medidas correctivas para evitar futuras desviaciones.

2.3. Funciones de Inventario

Según Guarango (2015) los inventarios de los almacenes presentan algunas funcionalidades como las que se describen a continuación:

- **Mantener la independencia entre operaciones**

El inventario permite la independencia entre operaciones, en el caso que la materia prima requerida se retrase en llegar. Es decir, es factible suplir la demanda del material con el stock almacenado.

- **Cubrir la incertidumbre de la demanda**

Cuando no se conoce la demanda con exactitud, por ser la misma aleatoria, esta podrá cubrirse con el inventario, con la finalidad de evitar faltantes (roturas de stock).

- **Dar flexibilidad a la programación de producción**

La disponibilidad de la materia prima en el área de producción es algo crítico, ya que, si la misma faltara, toda una línea productiva podría quedar paralizada y las líneas consecutivas del proceso, quedarían desabastecidas. Por otro lado, si existieran productos defectuosos, el inventario permite la reprogramación de la producción.

- **Cubrirse contra demoras en el tiempo de entrega del proveedor**

Tener inventario disponible en el almacén permite mantener un buen nivel de servicio con los clientes, en caso de que el proveedor no entregue el material en el tiempo solicitado.

- **Beneficiarse de las economías de escala**

Un beneficio de mantener inventario es la posibilidad de acceder a los beneficios de las economías de escala, además de reducir los costos de producción y almacenamiento por altos volúmenes.

- **Servir a los clientes**

La demanda casi nunca se puede predecir con exactitud, por consecuencia, es necesario contar siempre con un inventario de seguridad para poder cubrir las variaciones de los pedidos. Esto se complementa con el establecimiento de un buen nivel de servicio, con atención a los requerimientos de los clientes.

2.4. Análisis de Materiales ABC

Es conocido también como “Distribución ABC”, el cual permite dar prioridades a los pocos problemas muy importantes de atender, frente a muchos problemas con poca importancia. Esto permite llevar una mejor gestión con los productos más relevantes en el inventario y centrar la atención en ellos para mejorar la rentabilidad de la empresa.

Esta clasificación permite dividir el inventario en tres categorías las cuales se conocen como A, B, y C (Carro Paz & González Gómez, 2013).

- El 20% de los ítems (A) representa el 80% de las ventas
- El 30% de los ítems (B) representan el 15% de las ventas.
- El 50% de los ítems (C) representan el 5% de las ventas.

Para el cálculo de la operación se deben tener los datos de las ventas de cada ítem, ordenarlos de mayor a menor y sumar todos de modo que se pueda obtener el subtotal. Posteriormente, calcular cuánto representa cada ítem con respecto al subtotal, ir haciendo el acumulado de los porcentajes y finalmente clasificar de acuerdo con la categoría ABC.

Productos tipo A

- Representan un pequeño porcentaje en términos de ítems con respecto al total de inventario.
- Representan la mayor parte de las ventas.
- Tienen alta rotación.

Productos tipo B

- Representan un mediano porcentaje en términos de ítems con respecto al total de inventario.
- Representan el segundo valor de las ventas.
- Poseen de media a alta rotación.

Productos tipo C

- Representan un alto porcentaje en términos de ítems con respecto al total de inventario.
- Representan la menor parte de las ventas.
- Tienen baja rotación

2.5. Tipos de Stock

Para analizar el stock correctamente es necesario dividirlo por categoría para analizarlos de acuerdo a su función (MECALUX, 2018).

- **Stock de Ciclo**
Corresponde a solicitar una orden de compra superior a la demanda en un instante dado, para poder abaratar los costes de producción, o a su vez, aprovechar las economías a escala por volúmenes considerables.
- **Stock Estacional**
Existe demanda con datos variables a lo largo del tiempo, los cuales incrementan en determinados periodos de tiempo frente a otros. Por lo tanto, es entendible que existan periodos donde la orden de compra de estos ítems sea mayor.
- **Stock de Seguridad**
Estos brindan una garantía para poder satisfacer la demanda en los meses donde la misma se incremente.
- **Stock de Tránsito**
Aseguran la continuidad entre las distintas fases de las órdenes de compra.

2.6. Política de Inventarios

El fin de la política de inventarios es determinar un nivel adecuado de stock con el que se debe contar en el almacén, que permita abastecer la demanda de tal manera que se minimicen los gastos incurridos en el almacenamiento, manipulación, pérdidas por obsolescencia, entre otros gastos (Medina, 2009).

Para definir la cantidad a almacenar, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones:

- Considerar si los productos son perecederos o no perecederos.
- Determinar la capacidad de nuestro almacén.
- Analizar el costo de inventario, incluyendo todos los factores.
- Tener una buena proyección de la demanda para analizar su comportamiento futuro.

Los objetivos que siguen una política de inventarios son:

- Definir el nivel óptimo de inventario.
- Mantener niveles adecuados a través del seguimiento de inventario.
- Maximizar la ganancia sobre la inversión del inventario.
- Mantener un buen nivel de servicio que permita a la empresa mejorar su rentabilidad.

2.7. Políticas de Revisión de Inventarios

Se dividen en:

Revisión Periódica

En este modo de revisión periódica, conocido también como sistema de reorden a intervalos fijos o sistema de reorden periódico, el nivel de inventario se revisa cada cierto intervalo de tiempo fijo. Por consiguiente, los pedidos nuevos son realizados al finalizar cada revisión. En este tipo de revisión, el riesgo de que la demanda aumente y exista una rotura de stock es mayor debido a que la revisión se hace por periodos y no de manera regular como en el periodo continuo. Por otro lado, como la demanda es aleatoria, el nivel objetivo de inventario (T) es variable en cada periodo (Carro Paz & González Gómez, 2013).

El tiempo entre revisiones P puede ser decidido por los gerentes (cada semana, cada dos semanas o como lo determinen conveniente). También puede determinarse dividiendo el tamaño de lote Q para la demanda anual D y usar el cociente entre ambas variables como P . Para definir el nivel de inventario se debe tener en cuenta que el mismo debe ser suficientemente grande para que permita el abastecimiento hasta la próxima revisión. Por ende, se debe establecer un tiempo de protección $P+L$, donde L es el tiempo de entrega.

Lo que diferencia a un sistema periódico de un sistema de revisión continuo es el tiempo que se requiere para la protección ante los faltantes. Un sistema de revisión periódica requiere tiempos de protección más largos $P+L$ ya que los pedidos se hacen en periodos fijos. Esto obedece a que los niveles de inventario no son revisados sino hasta que finalice el período.

Siendo d la demanda promedio, por consiguiente, la demanda promedio de protección deberá ser igual a $d*(P+L)$, es decir:

$$T = d(P + L) + \text{Inventario de seguridad para el intervalo de protección}$$

En el caso del inventario de seguridad, este deberá cubrir la incertidumbre de la demanda por un período de tiempo más extenso. Para esto se multiplica el nivel de servicio z , por la desviación estándar de la demanda promedio de protección σ_{P+L} :

$$\text{Inventario de seguridad} = z * \sigma_{P+L}$$

Si se aplica la misma lógica anterior, la desviación estándar de la demanda promedio de protección es el resultado del producto entre la desviación estándar de la demanda para ese intervalo de tiempo multiplicado por la raíz del tiempo de protección:

$$\sigma_{P+L} = \sigma_t * \sqrt{P + L}$$

Revisión Continua

Conocido también, como sistema de punto de reorden *ROP* o sistema de cantidad de pedido fija. Este modelo se basa en que cada vez que el inventario llega a un nivel mínimo predeterminado (punto de reorden *R*), en ese momento se debe realizar un nuevo pedido *Q* que nos permita estar abastecidos de manera óptima en un nuevo intervalo de tiempo (Carro Paz & González Gómez, 2013).

La elaboración de esta política de inventario permite conocer la cantidad óptima a pedir y cuándo se debe lanzar una orden de compra para optimizar los costos de mantenimiento de inventario y reducir las roturas de stock. Estos datos se calculan con el fin de encontrar un equilibrio entre el costo de realizar cualquier pedido y de almacenarlo.

Se debe verificar el nivel de inventario de manera más frecuente en comparación con la revisión periódica. Cuando el inventario llega al punto de reorden se debe realizar un nuevo pedido al proveedor.

Este modelo no respeta la periodicidad fija y la cantidad de pedido (cantidad económica) será siempre la misma y su cálculo se realiza para cada ítem.

Para el cálculo el punto de reorden se tiene la siguiente expresión:

$$R = (D_{promedio} * L) + SS$$

Donde:

$D_{promedio}$: Demanda promedio (unidades/año)

L : Tiempo de entrega (año)

SS : stock de seguridad (unidades)

Para completar la expresión anterior, se debe determinar el stock de seguridad mediante la siguiente ecuación:

$$SS = z * \sigma_L$$

Donde σ_L corresponde a la desviación estándar de la demanda, que puede expresarse en términos de la desviación estándar de la demanda para ese intervalo de tiempo multiplicado por la raíz del tiempo de entrega:

$$\sigma_L = \sigma_t * \sqrt{L}$$

Ahora bien, para encontrar la cantidad óptima de pedido, se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_{EOQ} = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C_m}}$$

En donde:

Q_{EOQ} : Cantidad óptima a pedir (unidades)

D: Demanda anual (unidades/año)

C_m : Costo de mantenimiento (USD)

C_o : Costo de pedir (USD/unidad*año)

2.8. Cálculo de costos

Según Aníbal (2008) los datos para poder sacar los costos totales del inventario están basados en:

Costo total del inventario

$$CT = C_o * \left(\frac{D}{Q}\right) + C_m * Q$$

En donde:

C_o : Costo de adquirir el producto

(D/Q): Cantidad de veces a pedir en un año

C_m : Costo de mantenimiento en un período de tiempo

D: Demanda anual

Q: Cantidad óptima a pedir en cada período.

Costo de adquisición del producto

$$C_o = C_{hh} * ((P_c * H_c) + (P_r * H_r))$$

En donde:

C_{hh} : Costo de horas hombre

P_c : Personal administrativo que se requiere para hacer un pedido

H_c : Tiempo requerido para realizar un pedido

P_r : Número de operadores que se requiere para recibir un pedido

H_r : Tiempo requerido para recibir un pedido

2.9. Tipos de Demanda

Representan los requerimientos de los clientes, los cuales pueden ser servicios o productos, en un tiempo determinado (Salazar López, 2016).

Las demandas tienen diferentes comportamientos, que se pueden resumir en:

Demanda Determinística

En este tipo de demanda se conoce de antemano la cantidad que se desea pedir/producir.

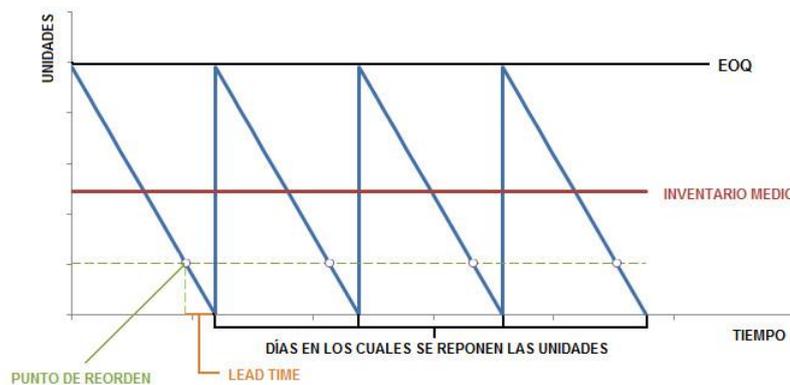


Figura 1 Demanda Determinística.

Fuente: Salazar López (2016)

Demanda Probabilística

Según Salazar (2016) en esta ocasión la demanda es aleatoria y, por ende, se presenta una gran incertidumbre en la cantidad a pedir al proveedor ya que no se puede definir con certeza el punto de reorden y el momento en que la cantidad óptima llegará a un punto determinado de inventario.

Para ello, se trata de definir si estos comportamientos de inventario siguen un modelo estadístico. El comportamiento de este tipo de inventario se puede reflejar en la Figura 2.



Figura 2 Demanda Probabilística.

Fuente: Salazar López (2016)

Demanda Dependiente

La demanda dependiente hace referencia a los productos que se encuentran condicionados por la demanda de productos diferentes (Ochoa, 2019).

Demanda Independiente

Por otro lado, la demanda independiente, como su nombre lo indica, no depende de otros para definir su cantidad requerida. Esta demanda escapa al control de la empresa (Ochoa, 2019).

- **Costo de oportunidad o interés pagado:** Cuando se adquiere inventario, las empresas deben realizar préstamos a los bancos para poder pagar a proveedores o a su vez, evitar perder una oportunidad de negocio en inversión que promete ganancias.
- **Seguros, impuestos y mermas:** Cuando los niveles de inventario se elevan, los costos por seguro son más elevados y aumentan los impuestos en ciertos períodos. Las mermas tienen dos presentaciones:
 - 1) La obsolescencia se presenta cuando los productos no se pueden vender en su valor total, debido a decaimientos en la demanda, nuevos modelos o moda pasajera;
 - 2) Deterioros presentes cuando el producto ha sufrido un daño en su aspecto físico.
- **Costo de realizar pedidos:** Estos costos están relacionados al costo del personal administrativo que: realizan los pedidos a los proveedores, ejecutan la búsqueda del mejor proveedor, realizan el seguimiento a los pedidos solicitados y negocian las condiciones de pago, tiempo y cantidad.
- **Costo de almacenaje:** Los inventarios requieren de un espacio físico para ser almacenados hasta que puedan ser vendidos o utilizados para producción. Estos valores pueden ser costos de alquiler, etc.
- **Costo de transporte o traslado:** Los niveles altos de inventario a menudo minimizan el costo del transporte, ya que permiten enviar cargas completas y reducir los envíos por medios más costosos. Por otro lado, solicitar niveles más grandes de inventario al proveedor podría abaratar los costos ya que permite acceder a descuentos por cantidad.

2.12. Rotación de Stock

El concepto de rotación define el número de veces que un ítem se vende en un período de tiempo (Mecalux, 2019).

Ventajas de tener una alta rotación

- Se tienen menor inversión en costo de almacenaje ya que no pasan mucho tiempo en el mismo una vez que llegan. Por ende, hay menos dinero inmovilizado.
- Hay menos probabilidad que los ítems queden obsoletos.

Desventajas de tener alta rotación

- Existe mayor probabilidad de roturas de stock
- Existe más costos relacionados a la emisión de pedidos y manipulación.

- Se pueden perder las oportunidades de acceder a las economías de escala por pedidos de menor volumen, aunque sean más continuos.

2.13. Indicadores

Los indicadores son ratios que permiten medir los procesos logísticos y tomar acciones para mejorarlos. Este debe partir con el objetivo de cumplir un propósito con información útil. Los resultados que brinden los indicadores deben ser cuantificables y fácilmente interpretables (EAE, 2017).

Objetivo de los Indicadores

- Medir la necesidad de adquirir más recursos para mejorar la productividad de las actividades logísticas.
- Reducir los gastos aumentando el nivel de servicio.
- Medir sus procesos para compararse con los sectores locales y mundiales (benchmarking).
- Satisfacer las necesidades de los clientes con unos procesos óptimos.
- Tomar decisiones a tiempo para disminuir los problemas.

Indicadores para el Abastecimiento

Estos indicadores son de gran ayuda para determinar los problemas relacionados a la generación de pedidos, que pueden afectar tanto al nivel de abastecimiento como a la disponibilidad para atender los requerimientos de los clientes (Aníbal Mora , 2017).

Gómez (2017) informa algunos indicadores útiles:

- **Ventas perdidas por falta de materia prima:** Una venta perdida es el ingreso monetario que la empresa deja de recibir por no vender una unidad. El indicador permitirá conocer la importancia de no tener la materia prima disponible y se calcula dividiendo las ventas perdidas para el total de ventas.

$$\frac{\text{Ventas perdidas por falta de materia prima}}{\text{Total de ventas}}$$

- **Cumplimiento de los proveedores:** Permite calificar el cumplimiento y eficiencia de los proveedores para poder tomar decisiones respecto a la pieza clave de acuerdo con la estrategia de la empresa.

$$\frac{\textit{Pedidos recibidos a tiempo}}{\textit{Total de pedidos realizados del proveedor}}$$

- **Costo de almacenamiento:** Se obtiene dividiendo el costo que representa la capacidad utilizada del almacén para el área de materia prima entre el costo total del almacén. Permite medir el nivel de ocupación del almacén.

$$\frac{\textit{Costo de almacenamiento}}{\textit{Costo total}}$$

- **Costo de realizar pedidos:** Permite medir el costo de gestionar los pedidos para controlar los gastos logísticos de la empresa y medir el grado de contribución.

$$\frac{\textit{Costo de realizar pedidos}}{\textit{Costo total}}$$

Indicadores para el Transporte

Apoya a las decisiones que toma la empresa para contratar el transporte que permite recibir la materia prima desde el puerto, o a su vez, para distribuir la materia prima a las diferentes sucursales de la empresa.

Facilita la determinación del nivel de utilización de los vehículos, para optimizar la capacidad de esta y reducir la necesidad de número de flota (Mercado, 2016).

Arciniegas (2015) informa algunos indicadores útiles:

- **Nivel de ocupación de los vehículos:** Mide el porcentaje de ocupación del vehículo. Este indicador permite evaluar si existe una gestión eficiente en la utilización de la capacidad de la flota y también permite evaluar la necesidad de contratar o no flotas adicionales.

$$\frac{\textit{Vehículos utilizados al 100% de su capacidad}}{\textit{Total de vehículos usados}}$$

- **Costos por kilómetros:** Para el cálculo respectivo se obtiene dividiendo los costos totales dividido para los costos por kilómetros recorridos en el tiempo analizado.

$$\frac{\text{Costos por km recorrido}}{\text{Costos totales}}$$

Indicadores para los Inventarios

Estos indicadores serán de gran ayuda para fijar los problemas relacionados a la administración de inventario que están afectando a la rentabilidad de la compañía como a su imagen. Tal como lo expresa Beltrán (2015): “Los indicadores de gestión 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”.

Badoc (2018) informa algunos indicadores útiles:

A continuación, se presentan algunos ejemplos:

- **Productos defectuosos:** Indica el índice de deterioros, daños, mermas y pérdidas causadas en los productos almacenados dentro del almacén.

$$\frac{\text{Productos deteriorados}}{\text{Total almacenado}}$$

- **Calidad de inventario:** Permite visualizar si existe un buen control sobre el nivel de inventario. Se obtiene dividiendo los productos que no representan diferencias físicas versus el total de productos.

$$\frac{\text{Productos sin diferencias físicas}}{\text{Total de productos}}$$

2.14. Prueba de Hipótesis

Cuando se tiene demanda probabilística, es necesario la realización de una prueba de hipótesis para definir qué modelo de estadística sigue la demanda. Para probar un reclamo es necesario tomar una muestra de un conjunto de datos. El reclamo se refiere a la hipótesis.

El proceso que corrobora si la información de una muestra sostiene o refuta el reclamo se llama prueba de hipótesis (Zurita, 2010).

Se definen dos tipos de hipótesis:

- **Hipótesis Nula (H0)**

Es un reclamo que se hace sobre un conjunto de datos para negar un suceso. La Hipótesis nula hace referencia a la hipótesis que se pretende rechazar.

Si la información obtenida de la muestra no apoya el reclamo realizada en la hipótesis nula, se dice que no existe evidencia estadística para aceptarla y en por ende se rechaza la hipótesis nula.

- **Hipótesis Alterna (H1)**

La hipótesis alterna trata de afirmar que algo es cierto. Si la hipótesis nula es rechazada, se acepta la hipótesis alterna.

2.15. Prueba de Bondad de Ajuste

Zurita (2010) determina si los datos pertenecen a una distribución específica con cierto nivel de confianza.

X: variable aleatoria poblacional

H₀: No es verdad que la distribución de probabilidad X es F_0

H₁: La variable ha sido tomada de una muestra poblacional X que tiene una distribución F_0

2.16. Prueba de Ryan – Joiner

Nos permite determinar la normalidad calculando la correlación existente entre los datos. Si el valor de coeficiente de correlación es mayor a 0.05, se dice que la población es normal, caso contrario, si el coeficiente de correlación es menor 0.05 se dice que sus datos no tienen una tendencia normal (2014).

La prueba de Ryan – Joiner evalúa la fuerza de la correlación definiendo si es menos a 0.05 se rechaza la hipótesis alterna H₁.

3. La Organización

3.1. Antecedentes Históricos

La empresa metalmeccánica KUBIEC S.A. comenzó sus actividades en 1996, luego de ser creada en 1995 en Quito, capital del Ecuador. El modelo de negocio central de la empresa consiste en la fabricación de productos de acero para la construcción de proyectos y viviendas.

En el año 2004 se erige una nueva planta en el puerto principal del país, Guayaquil. Esta sucursal se convirtió en aquel entonces en la más grande de la compañía y que generó las mejores cifras a partir de su establecimiento.

En 2010 se aumentó la capacidad instalada total de la empresa a través de la construcción de un complejo industrial a las afueras de la ciudad de Guayaquil, concretamente en Petrillo, la cual es, a día de hoy, la sucursal de mayor tamaño de KUBIEC S.A.

Debido a la diversidad de productos que maneja la empresa, que están vinculados al sector del acero en particular, puede brindar alternativas interesantes para las nuevas construcciones y proyectos que deseen ejecutar los potenciales clientes. Abarca con sus productos desde el sector residencial hasta alternativas más especializadas del sector industrial. Esto apoyado en la importante infraestructura que ha desarrollado la empresa a lo largo de su trayectoria.

KUBIEC S.A. ha sido un actor activo en los diversos proyectos ejecutados a nivel nacional. Los puentes de mayor tamaño y longitud han sido fabricados por la empresa, en las sucursales de Quito y Guayaquil. Esto ha sido posible gracias a la tecnología de fabricación de vigas electrosoldadas, siendo este un sistema constructivo bastante rentable e innovador.

Además, la empresa cuenta con un abanico de soluciones adicionales como las casas prefabricadas, que fueron desarrolladas inmediatamente después de los terribles sucesos ocurridos en el año 2016. En ese año, Ecuador sufrió un fuerte terremoto que devastó varios sectores del país. A partir de la necesidad surgió esta alternativa interesante para contribuir con la reconstrucción del país. El sistema de fabricación de las mencionadas casas permite la producción rápida, constituyendo una solución muy fácil y accesible para los segmentos más necesitados.

Si bien es cierto que KUBIEC S.A. ha basado su modelo de negocio en soluciones siderúrgicas, la empresa no es indiferente a los cambios constantes y acelerados que se están experimentando en el país. El enfoque actual está centrado en la búsqueda de alianzas estratégicas que puedan complementar a las actividades actuales de la empresa. Se han

propiciado interesantes avances y acercamientos con varias empresas de diferentes rubros, tanto de la construcción como canales de distribución. Existen buenas posibilidades de formar sinergias con entidades para la comercialización de las tuberías que KUBIEC S.A. produce. Estas cuentan con certificaciones de todo tipo y están destinadas a satisfacer necesidades de conducción eléctrica, así como también aportar a la conducción de fluidos (agua, aire y gas), soluciones que se fabrican desde hace mucho tiempo.

Con respecto a la línea de acero para la construcción, se brindan productos innovadores tales como las vigas o los paneles metálicos. Estos últimos son empleados tanto para techos como para paredes.

Hoy en día KUBIEC S.A. tiene una gran cuota del mercado, además de tener la ambición de aumentar su crecimiento y mejorar la rentabilidad con productos nuevos como perfiles, cubiertas, entre otros.

La empresa busca satisfacer las necesidades para poder posicionarse en el mercado de la metalmecánica a la vez que busca maximizar su rentabilidad para seguir creciendo cada año y ser más reconocida.

Sin embargo, la misión y visión que tiene la empresa no están completamente alineados con la planificación de inventario. No se cuenta con un buen nivel de stock en la compañía para poder llegar a obtener una alta rentabilidad y cumplir los requerimientos de los clientes, que se resumen en la disponibilidad inmediata de su pedido tanto en tiempo como en cantidad.

3.2. Organigrama

KUBIEC S.A. cuenta con una estructura de carácter jerárquica, distribuida según funciones de acuerdo con los diversos departamentos de la empresa. Actualmente esto se está reestructurando para responder al dinamismo del mercado y poder afrontar los retos que se presenten con el mejor capital humano posible.

Tal como se puede observar en la Figura 4, el Gerente General es el máximo representante de la entidad. Este cuenta con un Gerente Operativo y un Gerente de Planta los cuales encabezan las áreas administrativa y productiva respectivamente.

Dentro de los departamentos en los que se encuentra organizada la empresa están:

- Departamento Financiero
- Departamento Comercial
- Departamento de Talento Humano

- Departamento de Comercio Exterior
- Departamento de Logística
- Departamento de Calidad
- Centro de Servicio de Acero

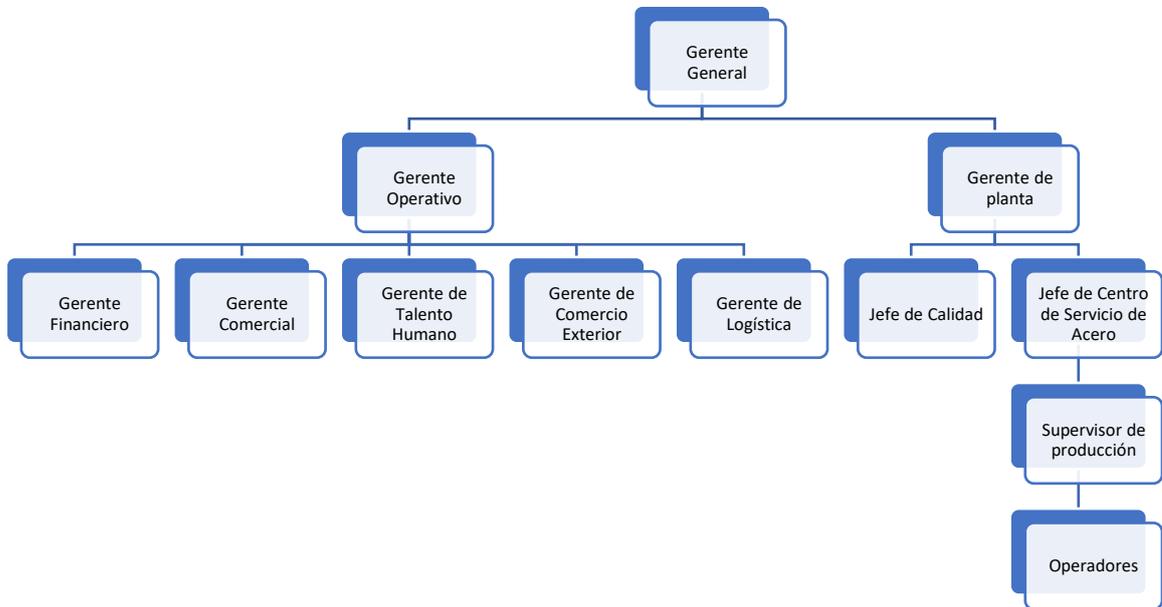


Figura 4 Organigrama de KUBIEC S.A.

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Como mencioné aparte, KUBIEC S.A. ha demostrado el compromiso que tiene con el cliente, adquiriendo la certificación de Calidad ISO 9001:2000 e ISO 9001:2015 de Bureau Veritas Quality International (BVQI).

A continuación, se presentan imágenes de varios de los productos que fabrica KUBIEC S.A.



Figura 5 Producto Terminado

Fuente: Catálogo KUBIEC S.A.

3.3. Proceso de Compra Actual

A continuación, se detallará brevemente el proceso de compra que la empresa tiene estipulado para las adquisiciones de materia prima. Este proceso se realiza el primer día de cada mes, y está a cargo del departamento de comercio exterior.

3.3.1. Generar Flujo de Inventario

La Figura 6 presenta los procesos requeridos para generar el flujo de inventario. El departamento de comercio exterior es quien se encarga actualmente de gestionar las órdenes de compra de materia prima. El mismo recoge la información del departamento comercial el cual indica las ventas que realizarán en los siguientes meses. Centrarse solo en los informes del departamento comercial es una de las causas de los problemas de la mala administración del inventario. Para decidir el nivel de inventario primeramente se debe tener una reunión estratégica con el gerente de logística, gerente comercial, gerente de marketing, gerente de finanzas y por supuesto tener una política clara para realizar una buena gestión de compra.

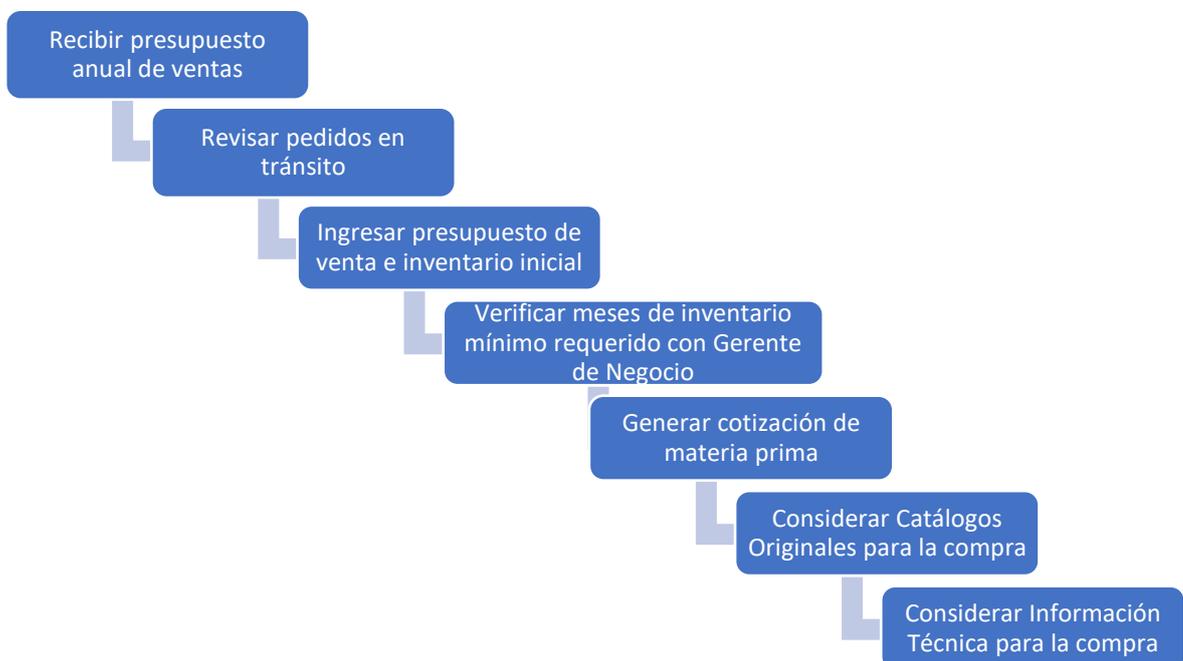


Figura 6 Procedimiento Compras en el Exterior

Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.3.2. Cotizar y Comprar el Pedido

Para ello es necesario que la gestión del departamento de comercio exterior sea muy eficiente para obtener productos de buena calidad y a buen precio, ya que esto repercute en el coste del producto terminado.

Es muy recomendable que la empresa pueda mantener una relación colaborativa con sus proveedores de materia prima para poder mantener un buen nivel de inventario, tanto en cantidad como en calidad y en el momento que se lo requiera para mantener la imagen de la empresa hacia sus clientes. Este hecho permitirá a la empresa aumentar su cuota de mercado.

A continuación, se presentan los procesos actuales de la cotización:

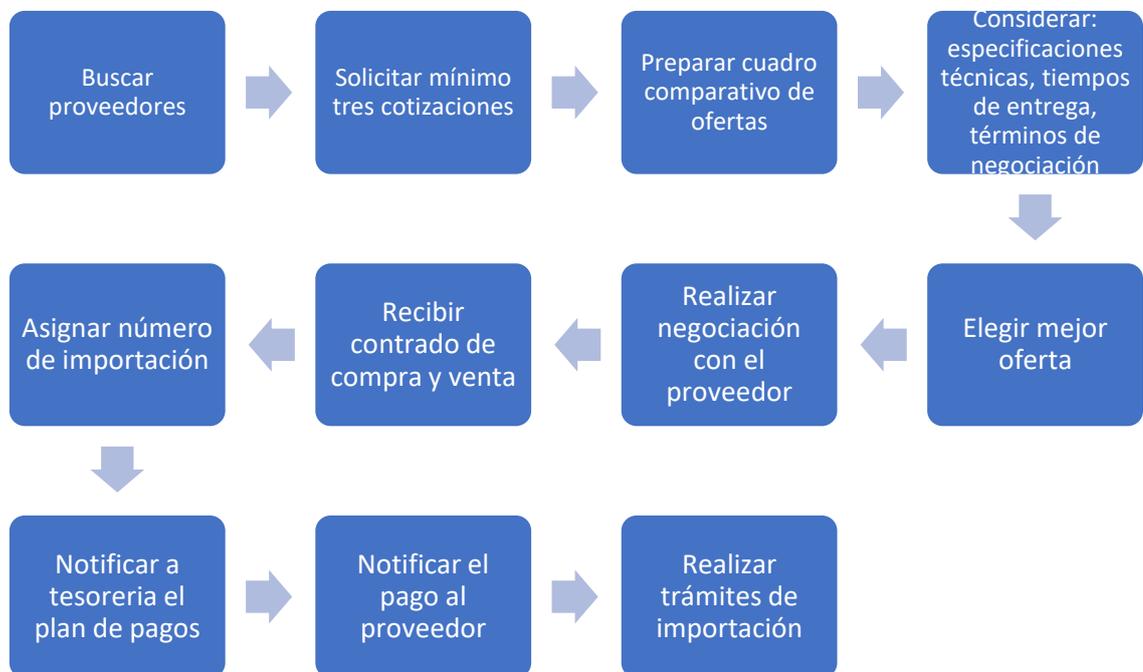


Figura 7 Cotizar y Comprar el Pedido

Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.3.3. Recepción de Materia Prima

En este apartado se muestra la participación del área de comercio exterior, calidad y centro de servicio de acero (encargado de recibir el material importado, almacenarlo y distribuirlo a las diferentes sucursales de la empresa). En la Figura 8 se resumen las principales actividades que se ejecutan en la recepción de las materias primas.

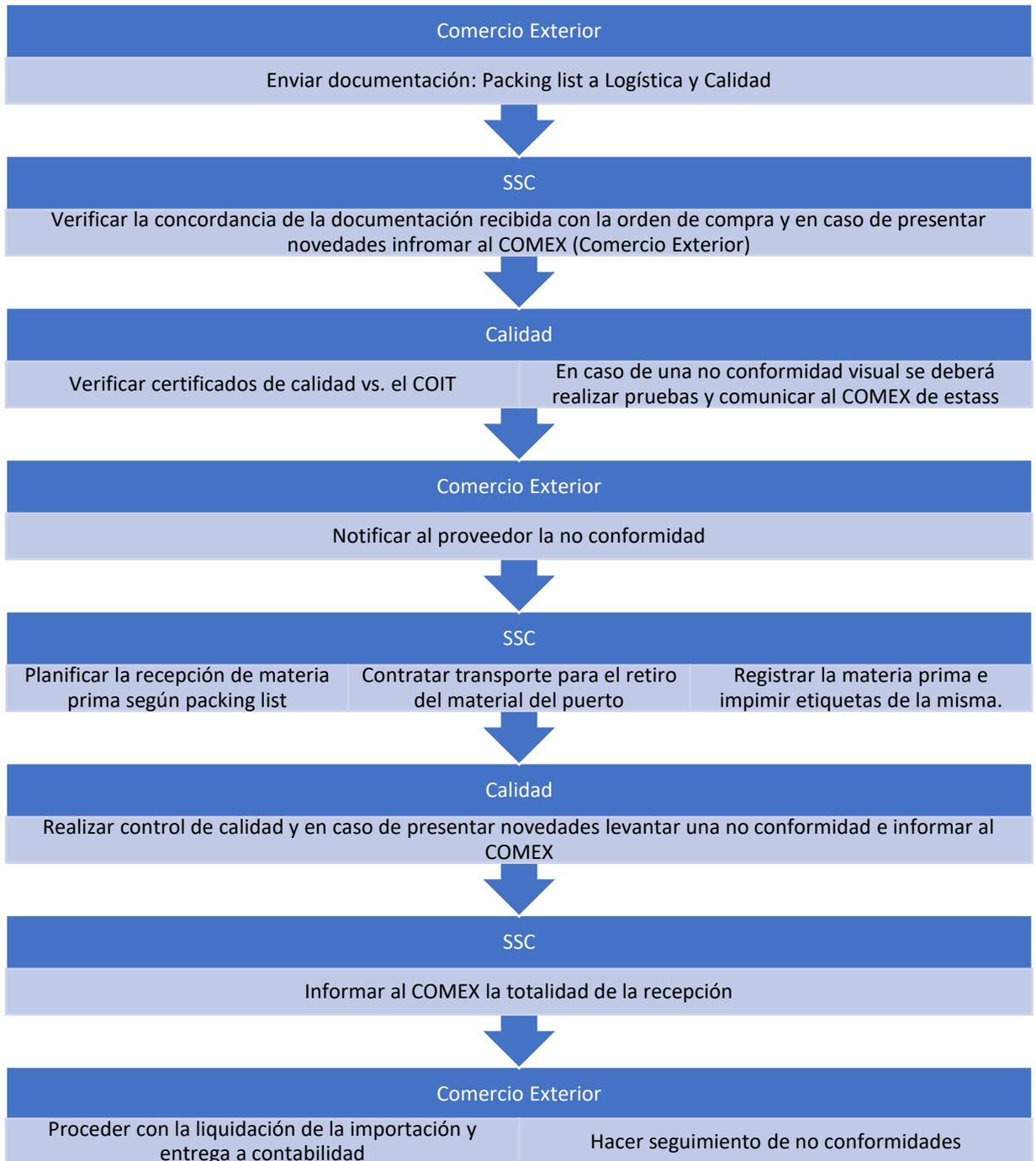


Figura 8 Recepción de Materia Prima

Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.3.4. Evaluación de los Proveedores

Para finalizar los procesos de la orden de compra, se detallan los pasos que debe seguir el departamento de comercio exterior para poder evaluar al proveedor:

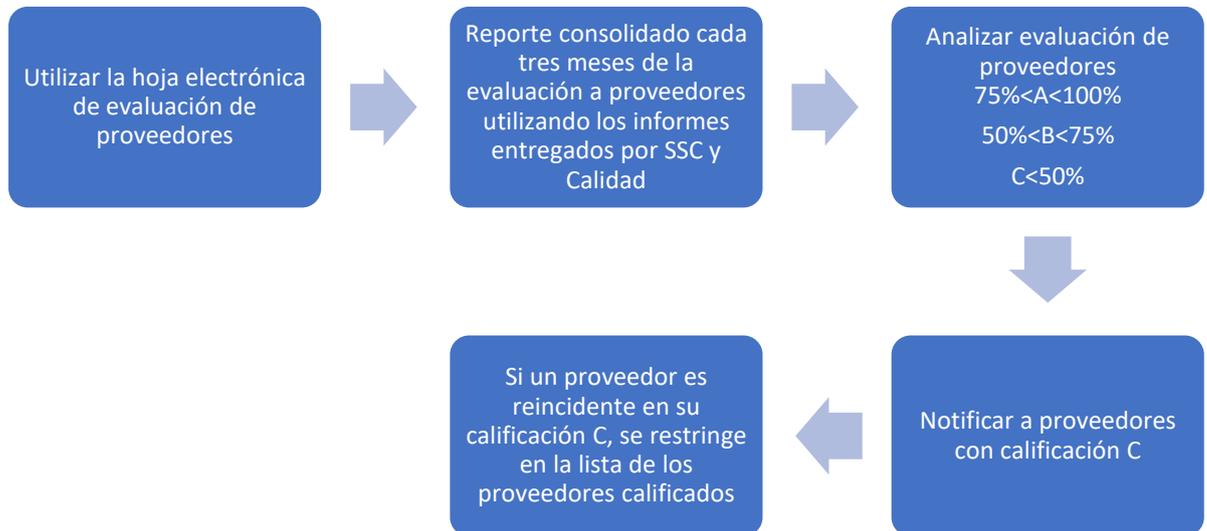


Figura 9 Evaluación del Proveedor

Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.4. Política de Orden de Compra Actual

KUBIEC S.A. tiene por objetivo asegurar la disponibilidad de la materia prima con niveles de stock requeridos, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Tomar en cuenta los requerimientos del departamento comercial para las cantidades a adquirir.
- Analizar el nivel actual de stock.
- Revisar las proyecciones de venta para los meses siguientes.

En función de los criterios mencionados anteriormente, se determina la cantidad de materia prima necesaria a comprar. La empresa ha definido la frecuencia de compra de la materia prima caliente, galvanizado y galvalume cada tres meses.

3.5. Sucursales

La planta objeto de estudio está ubicada en Petrillo y tiene un área de 100.000 m², de los cuales los galpones suman 70.000 m². En esta planta se fabrican vigas metálicas, paneles térmicos, perfiles metálicos, cubiertas y flashings. Conduit, dedicada a la fabricación de tubería inoxidable, y la Esthela, que produce la Kubiteja, cumbreros y losa, están ambas ubicadas en Quito.

Las tres plantas mencionadas anteriormente son las encargadas de producir los productos de la empresa. KUBIEC S.A. cuenta con puntos de ventas y distribución en las siguientes ciudades:

Ambato, Santo Domingo, Machala, Cuenca, Ibarra, Loja y Portoviejo.

3.6. Tipo de Materia Prima

KUBIEC S.A. importa los siguientes tipos de materia prima para sus actividades productivas:

- Acero conformado en Caliente
- Acero conformado en Frío
- Acero Galvanizado
- Galvalume
- Acero Inoxidable
- Acero Aluminizado
- Acero Prepintado
- Superdyma

Para el objeto de este trabajo, el enfoque será sobre las materias primas de tipo caliente, galvanizado y galvalume. Esto es debido a que presentan un volumen de ventas mayor al resto de productos. Estos datos pueden ser constatados en el anexo 9.1.

4. Análisis de Situación Actual del Inventario

Para el presente trabajo se ha recopilado la información de la empresa KUBIEC S.A. respecto a las ventas anuales detalladas por mes del año 2018.

Se mostrará de manera detallada las materias primas que se manejan en KUBIEC S.A., brindando una descripción de la problemática actual respecto al nivel de inventario.

4.1 Análisis de productos con stock sobredimensionado

Para presentar los productos con stock sobredimensionados, se determinará el indicador de cobertura. Este indica los meses que estarán los productos almacenados en la bodega, de acuerdo con sus ventas promedio y el stock actual.

Para establecer dicho indicador, los datos del stock que se disponen en la actualidad fueron tomados del año 2019. Con respecto a los datos del histórico de ventas, estos fueron tomados del año 2018 para promediar las ventas de todos los meses y determinar un valor más exacto de las ventas promedio.

Este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Stocks Sobredimensionados} = \frac{\text{Disponible Actual}}{\text{Venta promedio}}$$

Tabla 1 Productos con stock sobredimensionados

Nombre del Producto	Disponible 2019	Venta Promedio Mensual 2018	Meses de Cobertura
Bobina Galvanizada G40 0,20 X 910	34.785	672.723	0,05
Bobina Caliente A36 1.50 X 1220	4.036.339	672.723	6,00
Bobina Galvalume 0.30 X 1220	15.545	575.594	0,03
Bobina Caliente A36 2.00 X 1220	17.120	505.982	0,03
Bobina Caliente A36 2.95 X 1220	1.997	312.446	0,01
Bobina Caliente A36 1.80 X 1220	8.294	309.741	0,03
Bobina Caliente Gr50 8.00 X 1800	280.911	180.564	1,56
Bobina Caliente Gr50 6.00 X 1800	22.120	169.655	0,13
Bobina Caliente Gr50 10.00 X 1800	217.764	151.780	1,43
Bobina Galvanizada G60 1220x0.65	-	109.722	-

Bobina Galvanizada G90 1220x0.76	-	109.722	-
Bobina Galvalume 0.40 X 1220	17.969	108.040	0,17
Bobina Caliente Gr50 4.00 X 1800	23.965	98.428	0,24
Bobina Galvanizada G90 1220x0.75	203.960	75.975	2,68
Bobina Galvanizada G40 1220x0.45	2.179.905	67.563	32,26
Bobina Galvalume 0.60 X 1220	11.233	47.554	0,24
Bobina Galvanizada G90 1219x1.80	215.572	46.443	4,64
Bobina Caliente Gr50 4.00 X 1500	84.240	33.748	2,50
Bobina Caliente Gr50 5.00 X 1800	10.994	31.194	0,35
Bobina Galvalume 0.25 X 1220	356.820	29.735	12,00
Bobina Galvalume 0.45 X 1220	1.312	14.310	0,09

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En la Tabla 1 se visualizan tres productos con stock sobredimensionado. Mantener un producto por un largo periodo en la bodega puede traer consigo daños del material, así como costos incurridos en el almacenaje.

4.2. Análisis de productos terminados con rotura de stock

En la Figura 10 se muestran los productos terminados que presentaron altos niveles de roturas de stock en el año 2018, debido a un mal manejo del nivel de inventario en la materia prima. A continuación, se detallan los productos terminados que presentaron mayores niveles de roturas en el año 2018.

- Las correas dependen de la materia prima Bobina caliente (A36).
- Los Kubizinc dependen de la materia prima Bobina Galvanizada 0.20

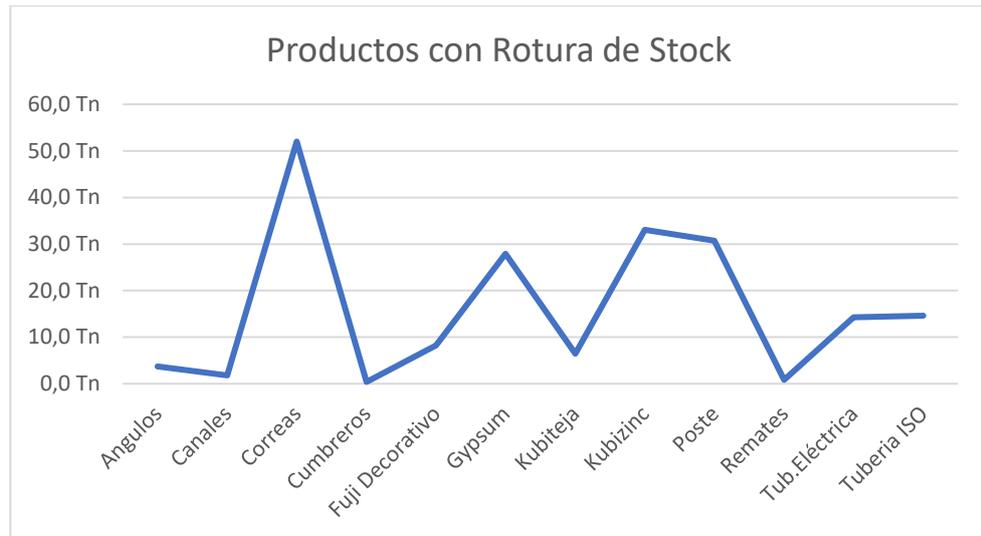


Figura 10 Productos terminados con roturas de stock

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cada semana el departamento comercial de la empresa recolecta la información acerca de las ventas perdidas por falta de materia prima, para poder establecer el indicador de demanda insatisfecha. Los kilogramos no vendidos fueron de 3.518.729 en el año 2018. Por concepto de esa demanda insatisfecha se perdieron \$5.834.922 USD en ventas. No solo se pierde dinero de esta manera, la imagen de la empresa hacia sus clientes también se ve afectada, razón por la cual se debe buscar una mejora al respecto.

Tabla 2 Cantidad de Ventas No Realizadas

Materia Prima	Kg no Vendidos	USD/Kg	Valor
Bobina Galvalume 0,30x1.220	276.790	1,20	332.148
Bobina A36 1,80x1.220	515	1,54	793
Bobina Galvanizada G40 0,20x910	2.164.716	1,72	3.723.312
Bobina Galvanizada G90 0,76x1.220	935.808	1,72	1.609.589
Bobina Galvalume 0,40x1.220	138.514	1,20	166.216
Bobina Galvalume 0,45x1.220	2.386	1,20	2.864
	3.518.729		5.834.922

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En la Tabla 2 se muestran los kilogramos no vendidos, por tipo de materia prima, junto con el valor en Dólares que representan. Con esto se justifica la necesidad de implementar una política de inventario como mejora a los niveles de inventario de la empresa.

En el año 2018 se vendieron 35.388.730 kilogramos, sin embargo, por los inconvenientes en el manejo del inventario 3.518.729 kilogramos se registraron como no vendidos, es decir, se

perdieron aproximadamente el 10% de las ventas. Esto genera un cumplimiento del 90%, el cual está por debajo de la meta de 95% determinado por la empresa.

Una mala gestión en el nivel de inventario ha producido roturas de stock y, por otro lado, costos de almacenamiento extremadamente altos. Debido a esto, es necesaria la evaluación cuantitativa a través de una política de inventario, que permita obtener un nivel de stock adecuado.

Es evidente que la empresa no tiene una metodología clara para realizar la planificación de los inventarios, tampoco maneja indicadores clave que permita tomar decisiones a tiempo y conocer el comportamiento de las ventas, así como, las mejoras que nos proveen los procesos logísticos.

Teniendo en cuenta la situación actual, el estudio se centra en proponer una mejora a los administradores de inventario de la empresa

4.3. Impacto económico

En la Figura 11 se puede visualizar de manera clara la ineficiencia en el manejo de inventario.

El 21% de referencias presentan roturas de stock, el 68% presentan stocks sobredimensionados y apenas el 11% presentan un adecuado nivel en el manejo de inventario.

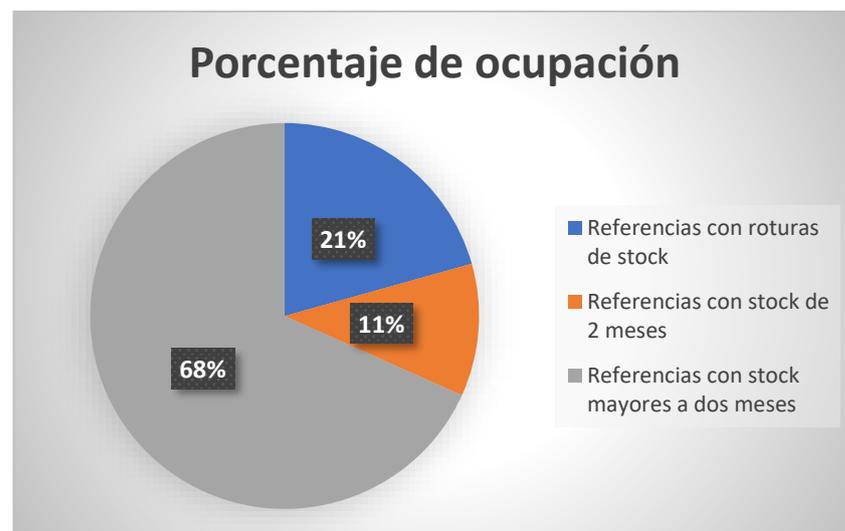


Figura 11 Porcentaje de ocupación

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se puede observar que el 68% del almacén corresponde a stock sobredimensionado, esto es cerca de 9.527.126 kilogramos en materia prima. La adquisición de un kilogramo le cuesta a la empresa \$1,50 USD promedio, este stock existente representaría unos 14 millones de Dólares aproximadamente. Visto de otra manera, la empresa tiene inmovilizado 14 millones de Dólares.

Esta gráfica da un claro aviso a reformular la gestión de inventario actual de la empresa, para mejorar sus niveles de stock de acuerdo con las ventas.

5. Planteamiento de la Solución

Para el planteamiento de la solución se tomarán las referencias que presentaron mayores ineficiencias en el estudio de la sección anterior.

Por otro lado, se evaluarán las referencias que representan mayor rentabilidad a la compañía a través de un Análisis ABC. Para esta evaluación actual, se tomaron las ventas promedio mensuales correspondientes al año 2018. Esto con el fin de determinar los productos que actualmente representan la mayor rentabilidad de la empresa.

Posteriormente, se realizará una Prueba de Bondad de Ajuste para comprobar que el comportamiento histórico de las ventas del año 2017 correspondiente a las referencias, cumplen con una distribución normal. Esto es un requisito previo para aplicar la política de inventario.

Finalmente, para determinar un nivel adecuado de stock, se seleccionará la política de revisión continua, ya que una falta en la materia prima podría acarrear grandes pérdidas de venta y mala imagen a la empresa. Para este análisis, los datos que se tomaron corresponden a las ventas correspondientes al año 2017, con el fin de establecer la política de inventario durante el año 2018, con el objetivo de presentar las mejoras que permitan disminuir las ventas perdidas y stocks sobredimensionados que se dieron en el año 2018.

5.1. Análisis ABC

De acuerdo con la información expuesta en el punto 2.4 Análisis de Materiales ABC, se procedió a aplicar este criterio para la clasificación de los productos de KUBIEC S.A., es decir, discriminando cada ítem del inventario de acuerdo con lo siguiente:

- El 20% de los ítems (A) representa el 80% de las ventas
- El 30% de los ítems (B) representan el 15% de las ventas.
- El 50% de los ítems (C) representan el 5% de las ventas.

Dando como resultado la información de las Tablas 3, 4 y 5 que se exponen a continuación:

Tabla 3 Productos A

Nombre del Producto
Bobina A36 2,00x1.220
Bobina Galvalume 0,30x1.220
Bobina A36 1,80x1.220
Bobina Galvanizada G40 0,20x910
Bobina A36 3,00x1.220
Bobina A36 1,50x1.220
Bobina Galvanizada G60 0,65x1.220
Bobina A36 1,50x1000
Bobina Galvanizada G90 0,76x1.220

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Tabla 4 Productos B

Nombre del Producto
Bobina Galvalume 0,40x1.220

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Tabla 5 Productos C

Nombre del Producto
Bobina Galvalume 0,60x1.220
Bobina Galvalume 0,45x1.220
Bobina Galvalume 0,25x1.220

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Por otro lado, en el anexo 9.2 y anexo 9.3 se puede observar la clasificación ABC de la materia prima y el diagrama de Pareto, el cual muestra el total de productos de acuerdo con sus ventas. A partir de esa información se pueden determinar los productos A, B y C.

Tabla 6 Categorización de Materia Prima

Categoría	Contribución	Cantidad de Productos	Participación en Cantidad de Productos
A	80%	11	17%
B	15%	4	6%
C	5%	48	76%
		63	

Fuente: Elaboración Propia (2019)

5.2. Prueba de Bondad de Ajuste

Para realizar este análisis se ha utilizado la prueba de Ryan – Joiner mediante el programa Minitab 16 para verificar si los datos cumplen con una distribución normal o no. Como se mencionó anteriormente, es un elemento básico para construir intervalos de confianza que permitirán determinar los niveles de stock de seguridad. Para ello se deberá analizar el valor p , si este es mayor igual a 0,05, se concluye que los datos presentan una distribución normal, caso contrario se dice que los datos no tienen una distribución normal.

A continuación, se presenta un ejemplo de la materia prima Bobina A36 (HRC) 2,00x1.220 en donde se puede visualizar el valor de la media, desviación estándar y valor p . El valor p tiene un valor mayor a 0,05 por lo que se dice que los datos tienen una distribución normal.

Tabla 7 Kilogramos Vendidos en 2017

Mes	Kilogramos Vendidas 2017
Enero	0
Febrero	402.390
Marzo	240.320
Abril	81.710
Mayo	246.230
Junio	27.040
Julio	0
Agosto	27.370
Septiembre	707.090
Octubre	1.149.970
Noviembre	540.430
Diciembre	17.910

Fuente: Elaboración Propia (2019)

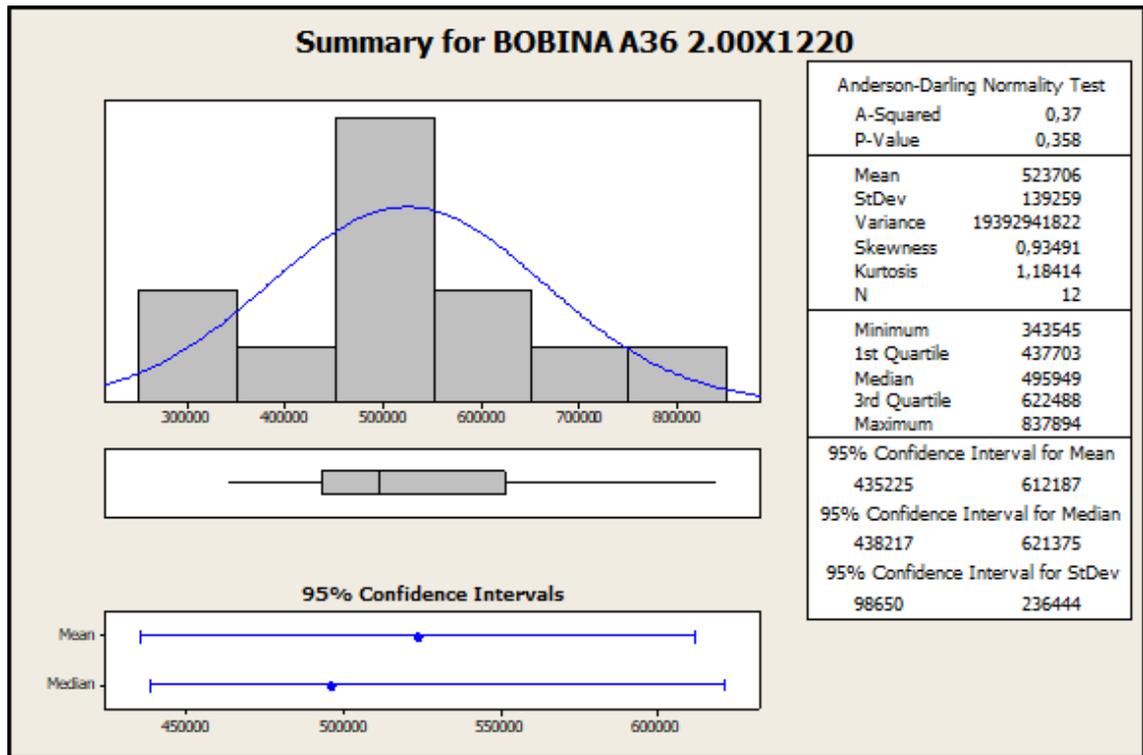


Figura 12 Gráfico de Probabilidad Utilizando Prueba de Ryani – Joiner

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el anexo 9.4 se presentan los resultados del análisis estadístico de cada materia prima. Se muestran los datos de las principales variables de las ventas realizadas en el año 2017 con su media (nos muestra el promedio de las ventas por mes el cual es 523.706 kilogramos), desviación estándar (promedio de la diferencia entre el promedio y cada uno de los datos) y valor p. Como se dijo anteriormente, si el valor p es mayor a 0.05 sus datos son normales, caso contrario se dice que no lo son.

5.3. Sistema de Revisión Continua

Se presentará una propuesta de mejora al manejo de inventario que actualmente está llevando la empresa. Esto permitirá tener una visión más clara y mejorar las decisiones del día a día.

Para la elaboración de la política de inventario se tomará en cuenta el modelo de revisión continua. Este modelo será de gran aporte para la organización, ya que actualmente no se maneja una política específica y no existe un control continuo sobre el stock de materia prima. Esto permitirá a la empresa cumplir con los niveles de servicio, tomar decisiones a tiempo y reducir los costes de almacenamiento, factor ignorado ocasionalmente.

Este modelo de revisión continua permitirá saber la respuesta a dos preguntas ¿Cuántas materias primas deben solicitarse en la orden de compra para el inventario?, ¿Cuándo deberá solicitarse una orden para reabastecer el inventario? Debido a esto se darán a conocer el punto de reorden (R), el stock de seguridad (SS) y la cantidad óptima a pedir (Q). Por otro lado, se obtendrá una estimación de los costos totales del inventario y posteriormente, se realizará una comparación entre la situación actual de la empresa frente a la propuesta de la política de inventarios que se realiza en este estudio.

Los ítems seleccionados son los más representativos de los productos A, B y C. Son también, aquellos que cumplen con una distribución normal y los que más datos presentan para el estudio.

El modelo propuesto definirá un stock de seguridad para cada ítem seleccionado, de modo que se pueda velar por el abastecimiento óptimo del almacén y dar respuesta a las variabilidades de la demanda garantizando los niveles de servicio.

Para la presentación de los resultados, se han considerado 12 productos con el fin de observar las diferencias entre realizar pedidos sin seguir una metodología adecuada, versus la política de inventario.

Tomando en consideración el EOQ (Cantidad Económica de Pedido), solo se tomará en cuenta los costos de almacenamiento y los costos de realizar los pedidos.

El costo de almacenamiento es de 0,0052 USD/kilogramos y el de adquisición está dado por \$50 USD (ambos costos brindados por la empresa).

5.3.1. Política de Inventario para Materia Prima con Rotura de Stock

En la tabla se presentan los resultados que se han obtenidos para la materia prima con rotura de stock:

Tabla 8 Presentación de resultados. Stock con roturas

Nombre de la Materia Prima	Tipo de Materia Prima	Stock de Seguridad (SS)	Punto de Reorden (R)	Cantidad por Pedir (Q)
Bobina Galvalume 0,30x1.220	A	396.047	1.835.032	364.458
Bobina A36 1,80x1.220	A	135.473	850.790	267.454
Bobina Galvanizada G40 0,20x910	A	394.755	1.619.003	349.893
Bobina Galvanizada G90 0,76x1.220	A	70.343	408.226	161.217
Bobina Galvalume 0,40x1.220	B	72.220	394.085	157.349
Bobina Galvalume 0,45x1.220	C	16.781	64.394	60.519

Fuente: Elaboración Propia (2019)

La tabla anterior muestra el resultado para cada materia prima. Por ejemplo, para la “Bobina Galvalume 0,30x1.220” se deberán pedir 364.458 kilogramos cuando el nivel de inventario esté en 1.835.032 y siempre se deberá mantener un stock de seguridad de 396.047 para evitar las roturas.

Cantidad por Pedir

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C_m}}$$

D=6.907.126

C_m=0,0052

C_o=50

Stock de Seguridad

$$SS = Z * \sigma * \sqrt{L} = 1,64 * 139.425 * \sqrt{3} = 396.047$$

Z=1,64

σ=139.425

L=3

Punto de Reorden

$$SS = Z * \sigma * \sqrt{L} = 1,64 * 139.425 * \sqrt{3} = 396.047$$

D_{promedio}=479.661 kilogramos

Si se divide la demanda total anual para el valor Q se obtiene que, al año se deben realizar 19 pedidos. Con estos datos se puede visualizar como se reducen los kilogramos no vendidos mostrados en la Tabla 8.

La Tabla 9 nos muestra cómo se han eliminado las roturas de stock para ciertas materias primas. Para la materia prima “Bobina Galvanizada G40 0,20x910” no fue posible eliminar por completo la rotura de stock, pero al menos fue posible reducir un 40%. Esta mejora permite obtener \$3.578.568 USD en ventas adicionales debido a que fue posible vender 206.895 kilogramos de más.

Tabla 9 Cantidad de kilogramos Vendidos

Materia Prima	Kg Vendidos	USD/Kg	Valor
Bobina Galvalume 0.30x1220	276.790	1,20	332.148
Bobina A36 1.80x1220	515	1,54	793
Bobina Galvanizada G40 0.20x910	852.882	1,72	1.466.958
Bobina Galvanizada G90 0.76x1220	935.808	1,72	1.609.589
Bobina Galvalume 0,40x1220	138.514	1,20	166.216
Bobina Galvalume 0,45x1220	2.386	1,20	2.864
	2.206.895		3.578.568

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Como se puede ver, existe una reducción significativa en los kilogramos anuales no vendidos. Se logró disminuir del 10% al 4% de ventas perdidas.

Con la política de inventario fue posible encontrar el número de veces a pedir y la cantidad óptima (Q) para minimizar las roturas de stock manteniendo un nivel adecuado de inventario.

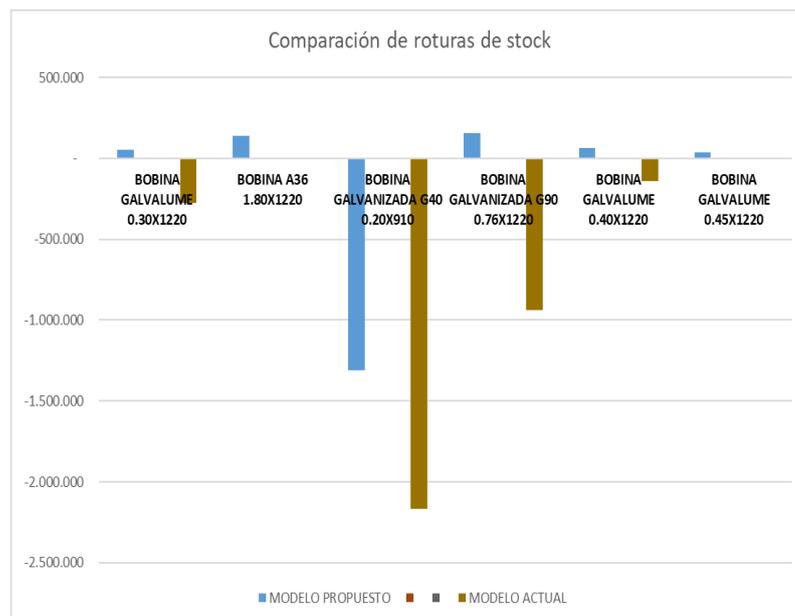


Figura 13 Comparación de Roturas de Stock

Fuente: Elaboración Propia (2019)

5.3.2 Política de Inventario para Materia Prima con Stock Sobredimensionado

En la Tabla 10 se pueden observar los resultados obtenidos para la materia prima con stock sobredimensionado.

Tabla 10 Resultados de Materia Prima con Stock Sobredimensionado

Nombre de la Materia Prima	Tipo de Materia Prima	Stock de Seguridad (SS)	Punto de Reorden (R)	Cantidad por Pedir (Q)
Bobina A36 2,00x1.220	A	395.573	1.966.691	347.642
Bobina A36 3,00x1.220	A	147.023	904.960	264.506
Bobina A36 1,50x1.220	A	101.266	470.627	168.560
Bobina Galvanizada G60 0,65x1.220	A	125.501	459.615	160.316
Bobina Galvalume 0,60x1.220	C	68.713	162.696	100.604
Bobina Galvalume 0,25x1.220	C	99.381	332.428	94.675

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Por ejemplo, la materia prima “Bobina A36 2,00x1.220” indica que se deberán pedir 347.642 kilogramos cuando el nivel de inventario esté en 1.966.691 kilogramos y siempre se deberá mantener un stock de seguridad de 395.573 kilogramos para evitar las roturas de stock.

Si se divide la demanda total anual para el valor Q se obtiene que al año debe realizar 18 pedidos.

Por otro lado, en la Tabla 11 se muestra una comparación de los costos totales anuales del manejo de inventario. Se contrastan la política propuesta contra la actual.

Tabla 11 Comparación del Costo Anual Total de Manejo de Inventario

Nombre de la Materia Prima	Tipo de Materia Prima	CT del Inventario Propuesto	CT del Inventario Actual
Bobina A36 2,00x1.220	A	4.067	4.421
Bobina A36 3,00x1.220	A	874	6.922
Bobina A36 1,50x1.220	A	590	4.628
Bobina Galvanizada G60 0,65x1.220	A	1.172	1.945
Bobina Galvalume 0,60x1.220	C	388	388
Bobina Galvalume 0,25x1.220	C	1.331	2.112
		8.423	20.415

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se puede notar que existe una reducción significativa en los costos anuales de manejo de inventario. Se obtuvo una reducción de aproximadamente 60% del costo total del inventario, alrededor de 12.000 USD solo con los 6 ítems de estudio.

Tabla 12 Comparación de Número de Pedidos

Nombre de la Materia Prima	Tipo de Materia Prima	Cantidad de Pedidos Modelo Propuesto	Cantidad de Pedidos Modelo Actual	Costo por Pedido Modelo Propuesto	Costo por Pedido Modelo Actual
Bobina A36 2,00x1.220	A	18	21	904	1.050
Bobina A36 3,00x1.220	A	14	16	688	800
Bobina A36 1,50x1.220	A	9	17	438	850
Bobina Galvanizada G60 0,65x1.220	A	8	9	417	450
Bobina Galvalume 0,60x1.220	C	5	5	262	250
Bobina Galvalume 0,25x1.220	C	5	8	246	400
		59	76	2.954	3.800

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En la tabla 12 se observa una de las variables relacionadas al manejo de inventario, el Costo por Pedido. En el modelo propuesto la cantidad de pedidos se reducen aproximadamente el 20%.

Con la política de inventario es posible encontrar el número de pedidos a realizar y la cantidad óptima (Q) para minimizar el costo total de manejo de inventario, manteniendo un nivel adecuado de stock.

6. Conclusiones

A través del análisis de los niveles actuales de la empresa, es evidente que la empresa no tiene una metodología clara para definir su nivel de inventario. Esta carencia produce grandes deficiencias.

El modelo de inventario propuesto refleja una reducción significativa en la pérdida de ventas. Adicionalmente, permitiría aumentar la satisfacción de los clientes.

Mediante la Prueba de Bondad de Ajuste se verificó que los datos proporcionados por la organización tienen una distribución normal y, por consiguiente, se puede aplicar un modelo de revisión continua para la solución.

A través del Análisis ABC o Diagrama de Pareto se mostraron los productos que generan mayor rentabilidad a la compañía. De estos se tomaron los más importantes para el análisis.

Realizar la planificación de las compras sin una política de inventarios ya establecida, o en su defecto, en base a la experiencia del encargado de compras, es una manera rápida de elaborarla. Sin embargo, conlleva a una alta probabilidad de error. Por consiguiente, es necesario implementar una política de gestión de inventario.

Contar con una metodología adecuada, permite al encargado de compras realizar una buena gestión y dar seguimiento al nivel de inventario. Esto da como resultado la reducción de las roturas y los sobredimensionamientos del stock.

La política de inventario definida mejora la situación actual reduciendo las roturas de stock. Asegura un abastecimiento a la demanda de los clientes mediante la definición de un inventario de seguridad, con un nivel de servicio del 95%.

7. Recomendaciones

Después de analizar las 12 referencias de materia prima, se recomienda que la empresa implemente este modelo de inventario con cada uno de los ítems, enfocándose en los productos de la materia prima tipo A, para lograr mejores resultados. Para esta categoría (productos de la materia prima tipo A) es conveniente establecer estrategias como: relación colaborativa con los proveedores, mejorar negociaciones con los clientes y realizar controles cada período.

Para los productos de la materia prima tipo C, es recomendable no continuar adquiriendo aquellos que tienen muy baja rotación. Esto eleva el costo de almacenaje.

Para tener más control sobre el comportamiento de los inventarios, es necesario realizar un Análisis ABC cada año, para ejecutar los ajustes convenientes.

Para disminuir aún más las roturas de stock, los administradores podrían decidir aumentar el nivel de servicio del 95% al 97%. De esta manera se lograría fidelizar a los clientes entregando sus pedidos a tiempo. A través de esta medida, se disminuiría el riesgo de que el cliente busque a la competencia para satisfacer sus necesidades.

Mantener motivado a los empleadores brindándoles capacitación y la oportunidad de empoderarse de sus actividades, aumenta la posibilidad que los mismos aporten de mejor manera a la compañía.

Se recomienda que la empresa establezca indicadores de gestión claves, para tener un mayor control sobre los procesos y el comportamiento de los datos.

Sería productivo que la empresa aproveche las soluciones que brinda el sistema informático, desarrollando un método de monitoreo constante sobre el estado del inventario de cada ítem de materia prima. Esto permitiría la toma de decisiones a tiempo.

Se recomienda establecer políticas de relación integral entre las áreas implicadas con el manejo del inventario para lograr una planificación óptima.

Desde alta gerencia se debe incentivar la adaptación al cambio de la nueva política de inventario, que mejorará los niveles de stocks. Esto es necesario para lograr la satisfacción del cliente y la reducción de los costos de almacenaje.

El administrador de inventario debe realizar inspecciones continuas sobre los niveles de materia prima, con la finalidad de prevenir sobrecostos de almacenaje y pérdida de ventas.

Es recomendable que los productos de la materia prima tipo A, sean almacenados en un sector cercano al área de despacho y de producción, para la optimización de los tiempos operativos.

Se debe implementar un sistema de gestión de almacén, para ayudar en la planificación y diseño del almacenamiento. Esto con la finalidad de mejorar la clasificación de acuerdo a categorías de productos.

Implementar un sistema de planificación de la cadena de suministro podría ayudar a la empresa a tener una buena proyección de la demanda. Esto sería un gran complemento para la política de inventario y generaría mejores resultados, ya que además de analizar los datos cuantitativos, también se centra en los datos cualitativos como: precios, competencia y variables económicas del país que afectan a las ventas.

Capacitar al personal de la empresa KUBIEC S.A. con expertos en el tema de políticas de inventario cambiaría la forma de trabajar de los administradores involucrados. De esta manera se optimizarían los costos de almacenaje y mejorarían los niveles de servicio.

Para finalizar, se propone mejorar las relaciones con los clientes para establecer acuerdos de tiempos de entrega y así mismo, desarrollar una relación colaborativa con los proveedores para poder mejorar los tiempos de abastecimiento.

Indicadores Logísticos

Constantemente los gerentes de las empresas están deseando saber si se están llevando a cabo los procesos logísticos con el fin de satisfacer la necesidad de los clientes. Debido a ello, es necesario proponer un sistema de indicadores que les permita medir y controlar sus procesos en términos logísticos a través de información real, cuantificable y confiable. Además, permitirá tomar decisiones para alcanzar la estrategia de la empresa.

Tener conocimiento la situación actual de la compañía y de los comportamientos de los procesos logísticos a través de los indicadores será clave para adquirir ventaja competitiva frente a sus competidores a la vez que les permitirá ganar cuota de mercado.

Indicadores logísticos en Kubiec S.A.

Es recomendable establecer indicadores para dar seguimiento y control con el objetivo de medir el comportamiento y detectar a tiempo las oportunidades de mejora.

Para llevar a cabo la implementación es necesario que exista un compromiso de la Alta Directiva con todos los empleados involucrados para que haya conciencia del importante papel que juega cada uno, proporcionando información relevante que ayude a mejorar los índices de eficiencia.

Se sugiere establecer los siguientes indicadores:

- **Entregas completas:** Se puede medir el nivel de cumplimiento del requerimiento de los clientes a la empresa KUBIEC. S.A. Se basa en conocer el número de pedidos entregados completos sobre el total de pedidos.
- **Rotación:** Nos indica el número de veces que un artículo sale del almacén en un período a través de las ventas. Es importante que la empresa KUBIEC S.A. trate de que los ítems obtengan siempre una alta rotación teniendo en cuenta los riesgos que pueden correr.
- **Cobertura:** Indica el tiempo estimado que un inventario puede durar en el almacén basándose en los datos históricos. Es recomendable que no pasen mucho tiempo dentro del almacén ya que esto podría incurrir alto costo de almacenaje o volverse un producto obsoleto.

Estos indicadores mencionados anteriormente, logran medir la efectividad de las actividades logísticas y deben ser revisados periódicamente para tomar decisiones a tiempo y afectar lo menos posible el cumplimiento en la entrega de los pedidos de los clientes con un nivel de stock óptimo.

8. Referencias

- Aníbal, L. (2017). *Indicadores Logísticos y sus Objetivos*. Material no publicado. Recuperado de: <https://meetlogistics.com/cadena-suministro/indicadores-logisticos/>
- Aníbal, L. (2016). *Gestión logística integral: Las Mejores Prácticas en la Cadena de Abastecimiento*. 2da Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda.
- Aníbal, L. (2016). *Modelos de Optimización de la Gestión Logística*. Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda.
- Arciniegas, C. (2015). *Indicadores de Gestión en el Transporte*. Material no publicado. Recuperado de: <https://prezi.com/coaj-wepwdfj/indicadores-de-gestion-en-el-transporte/>
- Badoc, I. (2018). *Gestión de Inventarios: 2 Indicadores para Mejorar las Operaciones del Almacén*. Material no publicado. Recuperado de: <https://www.generixgroup.com/es/blog/indicadores-gestion-inventarios>
- Beltrán, J. (2015). *Indicadores de Gestión: Herramientas para Lograr la Competitividad*. 2da Ed. Temas Gerenciales.
- Carro, R., & González, D. (2013). *Gestión de Stock*. Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de: http://nulan.mdp.edu.ar/1830/1/gestion_stock.pdf
- Gómez, J. (2017). *Indicadores de Abastecimiento*. Material no publicado. Corporación Universitaria Remington. Recuperado de: <https://prezi.com/usfjae4ydney/indicadores-de-abastecimiento/>
- Loja, J. (2015). Guarango, J. C. (2015). *Propuesta de un Sistema de Gestión de Inventario para la empresa FEMARPE Cía. Ltda.* Tesis, Documento no Publicado. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7805/1/UPS-CT004654.pdf>
- Mecalux News (2018). *¿Cuáles son los diferentes tipos de stock?* Mecalux Esmena. Recuperado de: <https://www.mecalux.es/blog/tipos-stocks#>
- Mecalux News (2019). *Rotación de Existencias: ¿Qué es y cómo afecta al almacén?* Mecalux Esmena. Recuperado de: <https://www.mecalux.es/blog/que-es-rotacion-existencias>
- Medina, J. (2009). *Políticas de Inventario*. Material no publicado. Recuperado de: <http://uncafezito.blogspot.com/2009/08/politicas-de-inventario.html>

- Mercado, A. (2016). *Indicadores de Transporte: Mejores Decisiones, Menos Gastos*. SINTEC. Recuperado de: https://sintec.com/wp-content/uploads/2014/03/Indicadores-de-transporte-Mejores-decisiones-menos-gastos_Sintec.pdf
- Perez, D., Coronel, J., Mendoza, U., Acosta, I., & Hernández, A. (2014). *Prueba de Ryan-Joiner*. Material no publicado. Instituto Tecnológico de Celaya. Recuperado de: <https://prezi.com/f8b8-f86ml2s/prueba-ryan-joiner/>
- Retos en Supply Chain (2016). *Rotación de existencias: Mejorando la Gestión del Stock*. EAE Business School. Recuperado de: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/rotacion-de-existencias-mejorando-la-gestion-del-stock/>
- Retos en Supply Chain (2017). *Los 6 objetivos de los indicadores de gestión logística*. EAE Business School. Recuperado de: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/los-6-objetivos-de-los-indicadores-de-gestion-logistica/>
- Salazar, B. (2016). *Control de inventarios con demanda determinística*. Ingeniería Industrial Online. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/control-de-inventarios-con-demanda-determin%C3%ADstica/>
- Universidad Internacional de la Rioja (2019). *Tema 7 Material Requirement Planning. MRP I y MRP II*. Material no publicado.
- Vermorel, E. (2013). *Costes de Inventario*. Lokad: Quantitative Supply Chain. Recuperado de: https://www.lokad.com/es/definicion-costes-de-inventario#Costes_de_almacenamiento_8
- Vermorel, E. (2014). *Demanda de tiempo de entrega: Definición*. Lokad: Quantitative Supply Chain. Recuperado de: <https://www.lokad.com/es/definicion-demanda-de-tiempo-de-entrega>
- Zurita, G. (2010). *Probabilidad y estadística: Fundamentos y aplicaciones*. 2da Ed. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

9. Anexos

9.1. Ventas por Producto en KUBIEC S.A.

Tabla 13 Ventas por Productos Derivados de Materia Primas

Nombre del Producto	Ventas Anuales (2017)
Bobina Caliente 10.00 X 1654	35.953
Bobina Caliente 1220x2.90	878.810
Bobina Caliente A36 1.40 X 1000	296.580
Bobina Caliente A36 1.40 X 1220	129.880
Bobina Caliente A36 1.50 X 1220	1.995.120
Bobina Caliente A36 1.80 X 1220	3.137.580
Bobina Caliente A36 2.00 X 1107	11.280
Bobina Caliente A36 2.00 X 1220	7.953.495
Bobina Caliente A36 2.60 X 1240	5.432
Bobina Caliente A36 2.95 X 1220	3.201.200
Bobina Caliente A36 3.15 X 1220	26.010
Bobina Caliente Gr50 10.00 X 1500	305.480
Bobina Caliente Gr50 10.00 X 1800	667.060
Bobina Caliente Gr50 12.00 X 1500	81.270
Bobina Caliente Gr50 12.00 X 1800	307.205
Bobina Caliente Gr50 1200x2.00	45.740
Bobina Caliente Gr50 1200x3.00	126.880
Bobina Caliente Gr50 2.00 X 1220	92.550
Bobina Caliente Gr50 2.65 X 970	26.860
Bobina Caliente Gr50 3.00 X 1500	106.940
Bobina Caliente Gr50 3.00 X 1800	26.580
Bobina Caliente Gr50 4.00 X 1500	964.430
Bobina Caliente Gr50 4.00 X 1800	591.856
Bobina Caliente Gr50 5.00 X 1500	57.250
Bobina Caliente Gr50 5.00 X 1800	199.710
Bobina Caliente Gr50 6.00 X 1500	44.640
Bobina Caliente Gr50 6.00 X 1800	1.154.055
Bobina Caliente Gr50 8.00 X 1500	180.010
Bobina Caliente Gr50 8.00 X 1800	1.757.997
Bobina Galvalume 0.25 X 1220	547.759
Bobina Galvalume 0.30 X 1060	19.412
Bobina Galvalume 0.30 X 1220	9.633.681
Bobina Galvalume 0.35 X 1220	75.797
Bobina Galvalume 0.40 X 1000	212.215

Cecilia Lam Noroña
Máster Universitario en Dirección Logística

Bobina Galvalume 0.40 X 1220	1.030.409
Bobina Galvalume 0.45 X 1000	27.778
Bobina Galvalume 0.45 X 1220	196.390
Bobina Galvalume 0.60 X 1220	181.217
Bobina Galvalume 1.00 X 1220	5.413
Bobina Galvalume Segunda 0.30 X 1220	2.386
Bobina Galvanizada 1.20 X 1220	3.690
Bobina Galvanizada G100 1220x1.50	89.270
Bobina Galvanizada G100 1220x1.80	156.690
Bobina Galvanizada G40 0,20 X 910	5.230.771
Bobina Galvanizada G40 0.90 X 1220	32.794
Bobina Galvanizada G40 1219x 0,90	57.774
Bobina Galvanizada G40 1220x0.40	69.539
Bobina Galvanizada G40 1220x0.45	424.151
Bobina Galvanizada G40 1220x0.70	265.465
Bobina Galvanizada G60 1.00 X 1219	4.011
Bobina Galvanizada G60 1219x 2,00	50.790
Bobina Galvanizada G60 1219x1.45	68.016
Bobina Galvanizada G60 1219x1.50	48.860
Bobina Galvanizada G60 1219x1.80	117.380
Bobina Galvanizada G60 1220x0.40	41.227
Bobina Galvanizada G60 1220x0.45	91.670
Bobina Galvanizada G60 1220x0.65	1.283.638
Bobina Galvanizada G60 1220x0.70	10.235
Bobina Galvanizada G60 1220x0.72 (Steel Frame)	14.350
Bobina Galvanizada G60 1220x0.90	33.640
Bobina Galvanizada G60 1220x1.15 (Steel Frame)	16.517
Bobina Galvanizada G60 2.00 X 1219	107.037
Bobina Galvanizada G90 0.90 X 1220	78.248
Bobina Galvanizada G90 1219x1.80	174.390
Bobina Galvanizada G90 1220x0.65	115.759
Bobina Galvanizada G90 1220x0.75	525.362
Bobina Galvanizada G90 1220x0.76	490.052

Fuente: Elaboración Propia (2019)

9.2. Clasificación ABC de la Materia Prima

Tabla 14 Clasificación ABC de la Materia Prima

Nombre del Producto	Disponible Actual 2019	Venta promedio mensual 2018	Porcentaje	Porcentaje Acumulado	ABC
Bobina Galvanizada G40 0,20 X 910	34.785	672.723	15%	15%	A
Bobina Caliente A36 1.50 X 1220	4.036.339	672.723	15%	31%	A
Bobina Galvalume 0.30 X 1220	15.545	575.594	13%	44%	A
Bobina Caliente A36 2.00 X 1220	17.120	505.982	12%	56%	A
Bobina Caliente A36 2.95 X 1220	1.997	312.446	7%	63%	A
Bobina Caliente A36 1.80 X 1220	8.294	309.741	7%	70%	A
Bobina Caliente Gr50 8.00 X 1800	280.911	180.564	4%	74%	A
Bobina Caliente Gr50 6.00 X 1800	22.120	169.655	4%	78%	A
Bobina Caliente Gr50 10.00 X 1800	217.764	151.780	3%	81%	A
Bobina Galvanizada G60 1220x0.65	-	109.722	3%	84%	A
Bobina Galvanizada G90 1220x0.76	-	109.722	3%	86%	A
Bobina Galvalume 0.40 X 1220	17.969	108.040	2%	89%	B
Bobina Caliente Gr50 4.00 X 1800	23.965	98.428	2%	91%	B
Bobina Galvanizada G90 1220x0.75	203.960	75.975	2%	93%	B
Bobina Galvanizada G40 1220x0.45	2.179.905	67.563	2%	94%	B
Bobina Galvalume 0.60 X 1220	11.233	47.554	1%	95%	C
Bobina Galvanizada G90 1219x1.80	215.572	46.443	1%	96%	C
Bobina Caliente Gr50 4.00 X 1500	84.240	33.748	1%	97%	C
Bobina Caliente Gr50 5.00 X 1800	10.994	31.194	1%	98%	C
Bobina Galvalume 0.25 X 1220	356.820	29.735	1%	99%	C
Bobina Galvalume 0.45 X 1220	1.312	14.310	0%	99%	C
Bobina Galvanizada G40 1220x0.70	1.291.456	13.482	0%	99%	C
Bobina A36 3.70x1220	334.989	7.235	0%	99%	C
Bobina Galvanizada G60 1.20 X 1220	101.421	6.233	0%	99%	C

Cecilia Lam Noroña
Máster Universitario en Dirección Logística

Bobina Inoxidable 409 0.80x1220	38.722	5.520	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 439 0.80x1219	32.186	3.958	0%	100%	C
Bobina A36 2.72x1220	47.450	3.455	0%	100%	C
Bobina A36 3.80x1060	10.340	2.862	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 409 1.20x1219	3.288	2.581	0%	100%	C
Bobina Galvanizada G90 1220x0.65	174.960	2.504	0%	100%	C
Bobina Aluminizada 0.80x1219	48.717	599	0%	100%	C
Bobina Gr50 8.00x1500	20.408	542	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 409 1.50x1219	2	1	0%	100%	C
Bobina A36 6.00x1090	34.440	1	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 439 1.20x1220	3.994	1	0%	100%	C
Bobina Gr50 10.00x1800	217.764	1	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 444 1.50x1240	6.385	1	0%	100%	C
Bobina A36 4.00x1220	20.332	1	0%	100%	C
Bobina A36 2.60x1220	10.113	1	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 304 3.10x1219	17.036	1	0%	100%	C
Bobina Crc 2.00x1220	7.542	1	0%	100%	C
Bobina Crc 0.90x1220	4.028	1	0%	100%	C
Bobina Gr50 5.00x1800	10.994	1	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 444 2.00x1219	21.266	1	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 444 1.20x1240	29.054	1	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 444 1.00x1219	175.340	1	0%	100%	C
Bobina Inductora 1	34.578	1	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 439 0.60x1220	8.800	1	0%	100%	C
Bobina Galvanizada UI 1.10x1220	30.062	1	0%	100%	C
Bobina Inoxidable 409 0.60x1220	5.925	1	0%	100%	C
Bobina A36 3.20x1220	29.732	1	0%	100%	C
Bobina Galvanizada G60 1.00x1219	8.690	1	0%	100%	C
Bobina Gr50 6.00x1800	22.120	1	0%	100%	C
Bobina Gr50 4.00x1800	23.965	1	0%	100%	C
Bobina Galvanizada UI 1.45x1219	1.446	1	0%	100%	C
Bobina Galvanizada G60 1220x0.90	30.424	1	0%	100%	C
Bobina Galvalume 0.45x1220	15.017	1	0%	100%	C
Bobina Superdyma 0.40x1220	81.180	1	0%	100%	C
Bobina Gr50 3.00x1220	154.525	1	0%	100%	C

Bobina Galvanizada G40 0.70x1535	7.120	1	0%	100%	C
Bobina Gr50 6.00x1220	32.360	1	0%	100%	C
Bobina 220vac Para Contactor 60hz 3rt1025	1	1	0%	100%	C
Bobina Magnetica L_18442_A	1	1	0%	100%	C

Fuente: Elaboración Propia (2019)

9.3. Diagrama de Pareto

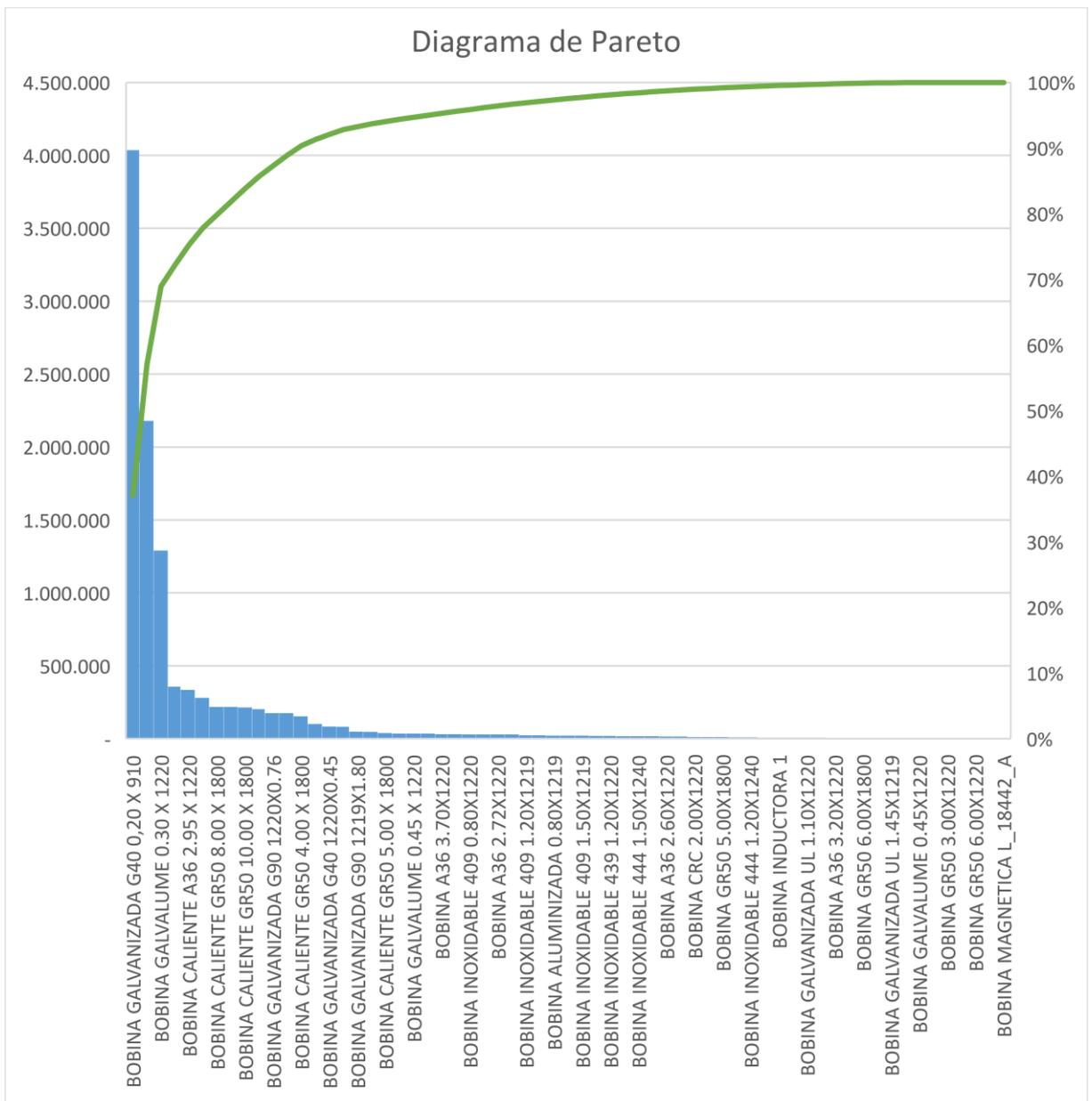


Figura 14 Diagrama de Pareto de Clasificación de Materia Prima

Fuente: Elaboración Propia (2019)

9.4. Prueba de Bondad de Ajuste

Tabla 15 Resultados de la Prueba de Bondad de Ajuste

Producto	Media	Desviación Estándar	Valor-p
Bobina A36 2,00x1.220	523,706	139,259	0,358
Bobina Galvalume 0,30x1.220	479,662	139,426	0,25
Bobina A36 1,80x1.220	238,439	47,692	0,572
Bobina Galvanizada G40 0,20x910	408,083	138,971	0,325
Bobina A36 3,00x1.220	252,646	51,758	0,578
Bobina A36 1,50x1.220	123,12	35,65	0,504
Bobina Galvanizada G60 0,65x1.220	111,371	44,182	0,503
Bobina A36 1,50x1.000	123,12	35,65	0,504
Bobina Galvanizada G90 0,76x1.220	112,628	24,764	0,363
Bobina Galvalume 0,40x1.220	107,288	25,425	0,87
Bobina Galvalume 0,60x1.220	31,328	24,19	0,154
Bobina Galvalume 0,45x1.220	15,871	5,908	0,254
Bobina Galvalume 0,25x1.220	77,682	34,986	0,05

Fuente: Elaboración Propia (2019)

9.5. Metodología

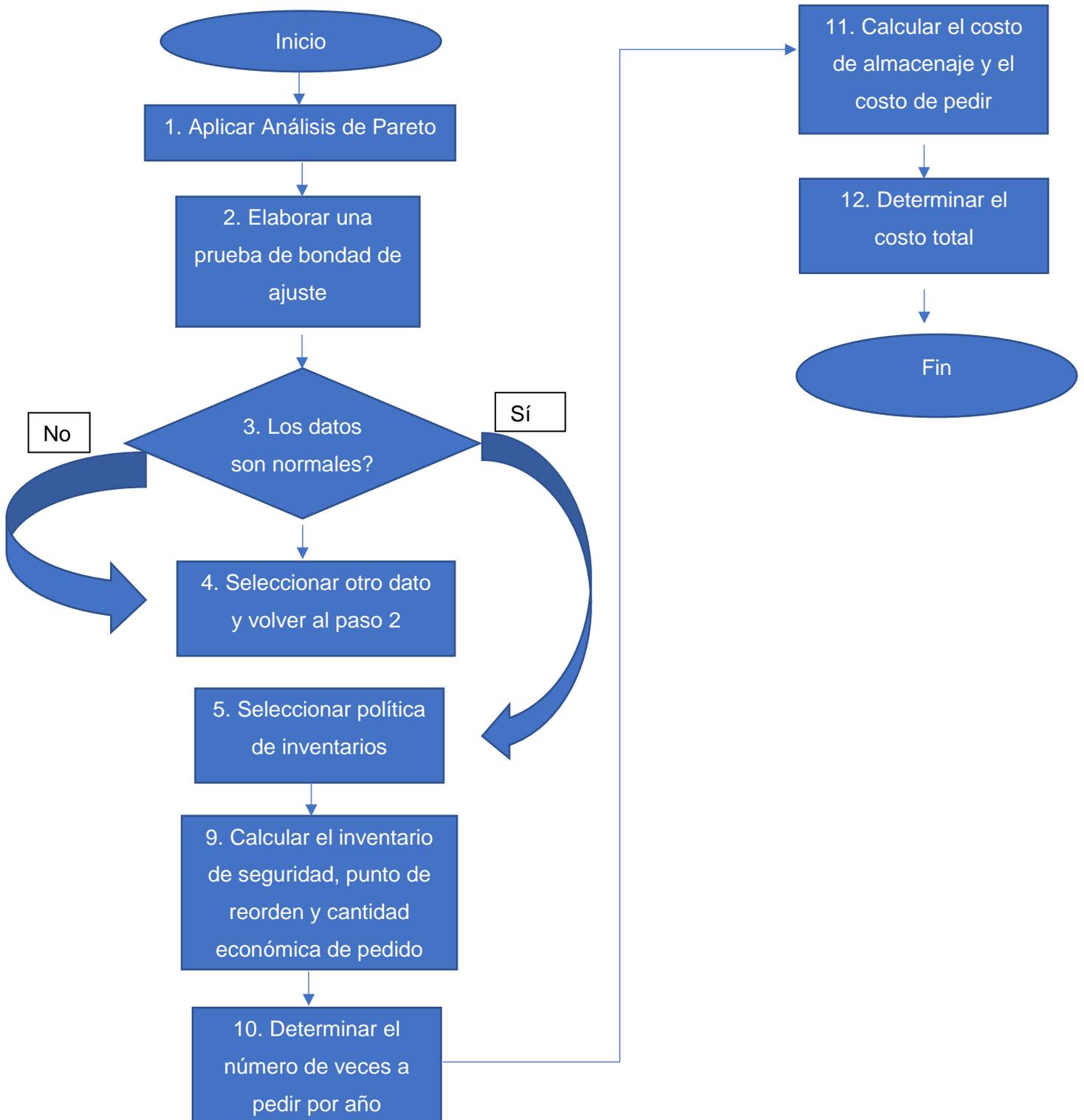


Figura 15 Metodología Seguida

Fuente: Elaboración Propia (2019)