



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA
EMPRESA STECKERL ACEROS S.A.S.**

Por:

RONALD SARMIENTO MESINO

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2018



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA
EMPRESA STECKERL ACEROS S.A.S.**

Por:

RONALD SARMIENTO MESINO

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Asesor Disciplinar:

GERMAN HERRERA VIDAL

Asesor Metodológico

YUNELLIS BURGOS

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2018

Acta de calificación y aprobación

Nota de aceptación

Director de Escuela

Director de Investigaciones

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena de Indias, 2018

Cartagena de Indias, de 2018.

Director

OSCAR ANDRES ANGEL ALVAREZ

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Universidad del Sinú

Cordial saludo.

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado “PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA STECKERL ACEROS S.A.S.”, elaborada por el estudiante RONALD SARMIENTO MESINO de cedula de ciudadanía No. 72.287.460 de Barranquilla, presentado como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial.

Cordialmente,

Asesor del trabajo de grado

Cartagena de Indias, de 2018.

Director

OSCAR ANDRES ANGEL ALVAREZ

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Universidad del Sinú

Cordial saludo.

Por medio de la presente se hace entrega oficial del trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial titulado "PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA STECKERL ACEROS S.A.S.", elaborada por el estudiante RONALD SARMIENTO MESINO de cedula de ciudadanía No. 72.287.460 de Barranquilla.

Nombre del investigador

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, gracias a Dios por su infinita misericordia, a toda mi familia especialmente a mi esposa Sara, mis hijos Jordán y Santiago por su amor incondicional, el cual ha sido el aliciente para concluir este proceso formativo. A todos los directivos, docentes y funcionarios de la universidad, por su acompañamiento y colaboración constante para alcanzar las metas propuestas. Igualmente, mis agradecimientos a la empresa donde laboro y a todas las personas que con su experiencia, compromiso y amabilidad me facilitaron este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	21
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. OBJETIVOS	24
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	24
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO REFERENCIAL.....	25
4.1. ANTECEDENTES	25
4.2. MARCO TEÓRICO	27
4.2.1. Control de Inventarios por metodología ABC.....	27
4.2.2. Políticas de gestión de inventarios.....	29
4.2.3. Almacenamiento	31
4.2.4. Cadena de Suministro	32
4.2.5. Métodos de pronóstico.....	34
4.2.6. Modelos determinísticos y probabilísticos de inventario	36
4.3. MARCO CONCEPTUAL.....	39
4.3.1. Inventario	39
4.3.2. Modelos de inventario.....	39
4.3.3. Clasificación ABC	39

4.3.4.	Suavización exponencial.....	39
4.3.5.	Punto de reorden	40
5.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	40
5.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
5.2.	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	41
6.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA STECKERL ACEROS.....	42
6.1.	UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	43
6.2.	RESEÑA HISTÓRICA.....	43
6.3.	FILOSOFÍA ORGANIZACIONAL.....	44
6.3.1.	Misión.....	44
6.3.2.	Visión	45
6.3.3.	Pilares Organizacionales	45
6.4.	PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	45
6.5.	CLIENTES ACTUALES	48
6.5.1.	Segmento de los clientes.....	49
6.6.	MATERIA PRIMA E INSUMOS	50
7.	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	52
7.1.	DESCRIPCIÓN DEL ALMACÉN	52
7.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS	53
7.3.	DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS.....	53
7.4.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	54
7.5.	POLÍTICAS ACTUALES DE ALMACENAMIENTO	55
7.6.	COSTOS ACTUALES DE ALMACENAMIENTO	57
7.7.	DIAGNÓSTICO ACTUAL	57

8.	CLASIFICACIÓN ABC PARA FAMILIA DE ACERO CORRUGADO	61
8.1.	ARTÍCULOS DE ESTUDIO	61
8.2.	ANÁLISIS DE DATOS DE ENTRADA	62
9.	ANÁLISIS DE PRONOSTICOS DE LA DEMANDA	67
9.1.	REFERENCIAS A PRONOSTICAR	67
9.2.	ANÁLISIS DE COMPONENTES DE LA DEMANDA	72
9.3.	APLICACIÓN DEL METODO DE HOLT.....	80
9.4.	MODELO CANTIDAD ÓPTIMA DE PEDIDO (EOQ).....	85
9.4.1.	Modelo EOQ para la referencia CORR-12.70-12.00.....	86
9.4.2.	Modelo EOQ para la referencia CORR-12.70-06.00.....	89
9.4.3.	Modelo EOQ para la referencia CORR-15.87-12.00.....	90
9.4.4.	Resumen de las políticas de inventario para las referencias analizadas.....	92
	CONCLUSIONES	93
	REFERENCIAS	96
	ANEXOS	102

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos de justificación del proyecto	23
Tabla 2. Relación de familias de productos según su confiabilidad	58
Tabla 3. Inventarios mayores a 90 días	59
Tabla 4. Check list de fallas encontradas en el diagnóstico.....	60
Tabla 5. Productos que componen a la familia de corrugados	61
Tabla 6. Costos totales promedio por ítem	63
Tabla 7. Clasificación ABC de ítems en la familia de corrugados	64
Tabla 8. Matriz de coeficientes de correlación	74
Tabla 9. Comportamiento de la demanda de la referencia CORR-12.70-06.00	75
Tabla 10. Comportamiento de la demanda de la referencia CORR-12.70-12.00...	77
Tabla 11. Comportamiento de la demanda de la referencia CORR-15.87-12.00...	78
Tabla 12. Desarrollo del modelo HOLT para la referencia CORR-12.70-06.00	81
Tabla 13. Parámetros del modelo HOLT para la referencia CORR-12.70-06.00 ...	81
Tabla 14. Desarrollo del modelo HOLT para la referencia CORR-12.70-12.00	82
Tabla 15. Parámetros del modelo HOLT para la referencia CORR-12.70-12.00 ...	83
Tabla 16. Desarrollo del modelo HOLT para la referencia CORR-15.87-12.00	84
Tabla 17. Parámetros del modelo HOLT para la referencia CORR-15.87-12.00 ...	84
Tabla 18. Porcentajes asociados a los costos del modelo EOQ.....	85
Tabla 19. Costos de las referencias analizadas	86
Tabla 20. Costos para el modelo EOQ	86
Tabla 21. Variables del modelo EOQ para la referencia CORR-12.70-12.00.....	87
Tabla 22. Variables del modelo EOQ para la referencia CORR-12.70-06.00.....	89
Tabla 23. Variables del modelo EOQ para la referencia CORR-15.87-12.00.....	90
Tabla 24. Políticas de inventario para las referencias analizadas.....	92

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Análisis del Problema	18
Figura 2. Principio de Pareto	30
Figura 3. Inventario bajo el modelo EOQ clásico	37
Figura 4. Inventario bajo el modelo EOQ probabilístico.....	38
Figura 5. Ubicación de Aceros Steckerl en la Ciudad de Barranquilla	43
Figura 6. Vista de la planta física ubicada en Barranquilla	52
Figura 7. Procesos de compras y almacenamiento del acero corrugado	54
Figura 8. Clasificación ABC ítems que componen la familia de los corrugados	66
Figura 9. Histórico de consumo del artículo CORR-12.70-06.00	68
Figura 10. Histórico de consumo del artículo CORR-12.70-12.00	68
Figura 11. Histórico de consumo del artículo CORR-15.87-12.00	69
Figura 12. Histórico de consumo del artículo CORR-31.75-15.00	70
Figura 13. Histórico de consumo del artículo CORR-22.22-14.00	70
Figura 14. Histórico de consumo del artículo CORR-31.75-14.00	71
Figura 15. Histórico de consumo del artículo CORR-19.05-14.00	71
Figura 16. Diagrama de dispersión matricial de las demandas	73
Figura 17. Comportamiento demanda y promedio móvil ref CORR-12.70-06.00 ..	76
Figura 18. Comportamiento demanda y promedio móvil ref CORR-12.70-12.00 ..	78
Figura 19. Comportamiento demanda y promedio móvil ref CORR-15.87-12.00 ..	79
Figura 20. Comparativo valores reales y pronosticados ref CORR-12.70-06.00 ...	82
Figura 21. Comparativo valores reales y pronosticados ref CORR-12.70-12.00 ...	83
Figura 22. Comparativo valores reales y pronosticados ref CORR-12.70-12.00 ...	85

INTRODUCCIÓN

Para toda organización, el manejo y gestión de inventarios, es un tema en constante evolución y mejora, pues de los mismos se desprenden gran cantidad de operaciones y, por ende, se hace necesario contar con herramientas óptimas que garanticen un flujo de actividades armonioso y bajo estándares universales que brinden a todas las partes de interés, la confiabilidad y tranquilidad que son requeridas como parte del entorno empresarial.

Expertos como Peter Drucker (1909), uno de los más reconocidos expertos en el área gerencial: “La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”, es así como los retos que impone el contexto económico actual a la gerencia moderna, obliga a las organizaciones a definir estrategias y acciones que reduzcan la incertidumbre y promuevan el desarrollo de ventajas competitivas diferenciadoras para mejorar su posición en el mercado. Con esta reflexión, se puede enunciar que la presente investigación pretende dar respuesta a una serie de dificultades que se están presentando actualmente en la gestión de inventarios de la empresa Steckerl Aceros S.A.S., y por ello iniciativas como las contenidas en el documento, buscan dar respuesta a los desafíos del momento actual para la organización.

Por lo citado, se identificaron las principales causas del problema y se diseñó, con base en métodos de clasificación ABC, principios de pronóstico y sistemas de inventario probabilístico de Cantidad Económica de Pedido (EOQ), una solución integral que permita una gestión más eficiente de los inventarios y, de esta manera, impulsar de forma indirecta la competitividad de la compañía. La metodología a utilizar es descriptiva/propositiva con un enfoque cuantitativo, el levantamiento de información se hará directamente de fuentes primarias, datos específicos de inventarios y entrevistas a los encargados y responsables de los procesos de inventario.

Se espera que el producto de esta investigación sea un modelo integral que genere mejoras logísticas con el uso de la clasificación ABC, pronostique los niveles adecuados de inventario en las referencias más importantes y optimice los puntos de reorden del inventario, logrando así un impacto positivo en los indicadores financieros y operativos de la compañía.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La dinámica comercial actual, caracterizada por un ambiente de alta competitividad, demanda de procesos organizacionales eficientes y eficaces que fortalezcan la posición de mercado, mejoren la rentabilidad para los accionistas y la satisfacción de todos los interesados. Con base en este planteamiento, los mecanismos de planificación y control desempeñan un rol preponderante dentro de los procesos de la organización (Münch y Patiño, 2010).

La planificación y el control, fases de todo proceso administrativo, están presentes en gran parte de los procesos de la organización, desde aquellos netamente administrativos, operacionales, logísticos, hasta los más estratégicos. Deficiencias en la planificación y el control pueden acarrear pérdidas significativas a las organizaciones, comprometiendo recursos financieros y no financieros (Münch y Patiño, 2010). Entre las diversas actividades que lleva a cabo una organización o empresa, se encuentra la actividad comercial, caracterizada por procesos de compra, venta, logística, procuras, entre otros (Pinzón, Pérez y Arango, 2010).

Es en este proceso, donde entra en juego la gestión de inventarios como una actividad fundamental que permite, entre otras cosas, disminuir la incertidumbre, mantener una adecuada satisfacción de la demanda, optimizar la gestión de costos, y, por tanto, mejorar la rentabilidad. Con una gestión adecuada de los inventarios es posible entonces lograr ventajas competitivas notables, que en definitiva impactarán en el posicionamiento de mercado donde se desenvuelve (Münch y Patiño, 2010). En busca de alcanzar estas mejoras, la empresa Steckerl Aceros S.A.S. ha venido realizando esfuerzos por evaluar los resultados de los procesos en toda la organización, especialmente el relacionado con el inventario.

Steckerl Aceros S.A.S. ha dado a conocer en su página web y medios digitales que, es una empresa multinacional colombiana cuya actividad económica se basa en la distribución de aceros al mayor y detal en todo el territorio nacional y con operaciones comerciales en el mercado internacional. Las principales líneas de productos son las láminas, alambres, perfiles y ángulos, alambrón, tuberías mecánicas, mallas electrosoldadas, varillas corrugadas, entre otras; en virtud del sector, los principales segmentos de clientes que atiende, son las relacionadas con la construcción, ingeniería naval, industria petrolera, minera y demás relacionadas con el ramo. Por esta razón, la naturaleza del sector económico en el que se desenvuelve la empresa, requiere de una gestión de inventario dinámica, eficiente y que mantenga la demanda satisfecha, sin incurrir, en lo posible, en sobre costos o rupturas de inventario.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Como resultado de la reflexión organizacional, liderada desde alta instancias de la empresa, en tiempos recientes se ha identificado una problemática en la gestión de los inventarios que está afectando la productividad y la satisfacción de clientes, como es el caso de la escasez de inventarios de aceros corrugados. Actualmente, el sistema de inventario ha estado presentado algunas deficiencias y, en los últimos inventarios realizados por el departamento de auditoría, se observa con preocupación que los niveles de confiabilidad del inventario en las diferentes clases de productos, se vienen ubicando en un nivel poco confiable, especialmente, en la familia del acero corrugado; además, se están detectando errores en los despachos por falta de clasificación física de las referencias almacenadas.

Lo anterior cobra relevancia protagónica, pues se debe tener en cuenta que el proceso de distribución del acero corrugado representa el 50 % del total de las

ventas nacionales, lo cual significa que una mejora en esta familia de productos tendrá resultados significativos dentro del proceso general. A continuación, se relaciona una descripción del proceso para ilustrar la problemática y sus posibles impactos a nivel de resultados empresariales:

El proceso inicia cuando el material importado llega a los principales puertos del país, como lo son, el puerto de Palermo, la sociedad portuaria de Barranquilla y el puerto de Buenaventura. Después de esto se inicia con un proceso de verificación de las cantidades que puede ejecutarse por los siguientes métodos de conteos: (i) Sistema de conteo por lotes, (ii) Sistema por atados y (iii) Sistema por unidades

El sistema de conteo consiste en tomar una muestra en forma aleatoria de todo el lote de importación del acero corrugado, el resultado obtenido se debe comparar con las órdenes de compra que fueron realizados por el departamento de importación. Además, se debe comparar con las remisiones y facturas entregadas por el proveedor; cabe resaltar que el tamaño de la muestra depende del cálculo estadístico realizado con anterioridad. Finalmente se procede a realizar un ingreso al sistema ERP (control de inventarios) interno de la compañía, posteriormente, el acero debe ser trasladado en forma oportuna a la bodega de inventario del nuevo sitio donde va reposar el acero corrugado.

Este primer traslado, es realizado a la bodega central de Colombia que se encuentra ubicada en el municipio de Galapa - Atlántico, esto con la finalidad de evitar mayores gastos de bodegajes en los puertos. Este nuevo recibo de la mercancía, genera otro tiempo de verificación del material que puede ejecutarse por lotes, atados o por unidades, para así poder comparar y auditar el material físico que está llegando. Los despachos pueden ser directos a clientes o despachos para almacenamiento de stock en las diferentes sucursales del país (Bogotá, Bucaramanga, Cali, Medellín, Cartagena y Barranquilla). Los despachos están fundamentados en los pronósticos de ventas, y proyecciones de consumo

del personal experto en el abastecimiento de inventarios sincronizados y lote óptimo de compra según demanda.

El departamento comercial de la organización es directamente quien recibe la solicitud o requerimiento de cada uno de los clientes, esta solicitud puede ser realizada por vía telefónica, también en forma personal o por medio de correos electrónicos, ejecutando o dando en respuesta una cotización formal del acero correspondiente. Si el cliente está interesado en realizar la compra de los materiales cotizados, normalmente envía una orden de compra con las condiciones pactadas inicialmente entre el asesor comercial y el comprador. Luego de lo anterior se procede internamente a transferir la cotización a una orden de pedido la cual puede ser observada en tiempo real por medio del sistema “ERP” por el departamento de logística, siempre y cuando no tenga ningún tipo de suspensiones, como, por ejemplo, suspensiones de crédito, condición de pago, suspensión de costo o margen mínimo, razón social o gestión comercial.

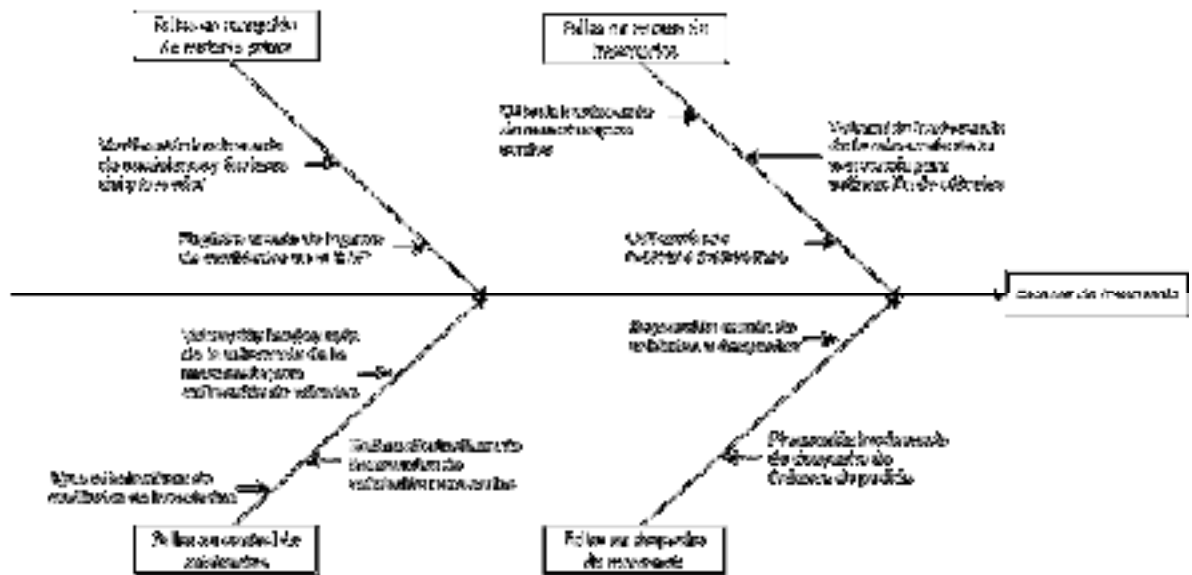
El programador de despachos del departamento de logística debe efectuar la planeación de las diferentes entregas a los clientes, esta programación puede ejecutarse por diferentes criterios como lo son: la ciudad de destino, dirección específica del pedido, tipo de producto, volumen, consolidación de la carga por peso bruto del pedido, importancia o segmento del cliente teniendo en cuenta la optimización del proceso. Adicional, este nuevo proceso de alistamiento y carga del acero corrugado genera otro tiempo de verificación y auditoría similar a los pasos anteriormente mencionados. Finalmente, cuando el acero corrugado llega a su destino (producto solicitado por el cliente) nuevamente inicia otro proceso de verificación y auditoría del material solo que en esta última fase del proceso en la cadena de suministro es realizado por el cliente que está recibiendo la mercancía.

Por todo lo expuesto, se puede concluir que desde que se recibe la mercancía en los puertos, hasta que llega el producto donde el cliente, en algunos casos son

siete pasos de verificación que se están realizando en forma manual en la cadena de suministro del acero corrugado, lo cual viene derivando como resultado algunas falencias relacionadas con pérdida de tiempo y de inventario.

Los problemas relacionados con el sistema actual de inventario del acero corrugado en la empresa Steckerl Aceros SAS, los materiales físicos que no coinciden con los reportes de inventarios virtuales y la escasez de inventarios que generan demanda insatisfecha, representan pérdidas económicas para la compañía, además, afecta el posicionamiento e imagen en el mercado, lo que hace necesario evaluar la incorporación de herramientas de planificación y control, que permitan optimizar la gestión de los procesos de inventario y superar los problemas propios de este tipo de operaciones. Una gestión integral de inventarios, utilizando métodos de clasificación y pronóstico adecuados, pueden hacer más competitiva la empresa, ayudándola a crecer y contribuir con la mejora continua de todos los procesos asociados, lo que garantizaría su posicionamiento en el mercado actual, análisis respaldado en la figura 1 mostrada a continuación.

Figura 1. Análisis del Problema



Fuente: Elaboración propia, 2018

En búsqueda de analizar la información detallada en las líneas anteriores, se utilizó el método de causa efecto ya que éste permite crear una representación visual de la situación, de tal manera que facilite el entendimiento de causas, categorías y por último las necesidades finales; esta información se derivó, entre otros mecanismos, mediante recopilación de reflexiones organizacionales expuestas por las áreas involucradas.

Del análisis realizado surgen cuatro categorías de estudio, para cada una se determinó las fuentes de generación de conflicto con mayor probabilidad de ocurrencia en cada caso. A continuación, se describen los resultados:

- Fallas en conteo de inventarios.
 - Cálculo inadecuado de muestras para conteo: la determinación del tamaño de la muestra por el cual se realiza el conteo por lotes, puede estar siendo calculada bajo premisas erradas, por lo cual el resultado puede estar siendo inadecuado para el proceso y se hace necesario validar los métodos utilizados actualmente.
 - Valoración inadecuada de la relevancia de la mercancía para estimación de cálculos: si se trata toda la mercancía con la misma premisa de valor es posible que la empresa este distribuyendo inadecuadamente los esfuerzos para la planeación y control de los inventarios, se hace necesario revisar la asignación de valor que la empresa debe determinar a cada tipo de mercancía.
 - Utilización de métodos ineficientes: es posible que los métodos utilizados para el control de las existencias no estén siendo empleados adecuadamente teniendo en cuenta el tipo de la mercancía analizada.

- Fallas en recepción de materia prima.
 - Verificación inadecuada de remisiones y facturas del proveedor: se deben validar los procesos para la validación de la recepción de la mercancía, asegurando su ejecución, entendimiento y registro adecuado de los hallazgos.
 - Registro errado de ingreso de cantidades en el ERP: se deben realizar validaciones que permitan disminuir el riesgo de errores de este tipo.

- Fallas en el control de existencias.
 - Valoración inadecuada de la relevancia de la mercancía para estimación de cálculos: Cálculos como stock de seguridad, métodos de conteo, puntos críticos, entre otros, deben ser realizados teniendo en cuenta la tipología según la clase de mercancía a trabajar.
 - Estimación ineficaz de frecuencias de validación necesarias: es posible que se esté dando igual relevancia a mercancías de distinto tipo que requieren un tratamiento diferencial, es necesario revisar los procedimientos para la estimación de frecuencias de validación.
 - Ejecución ineficaz de auditorías de inventarios: se deben revisar los procedimientos con el fin de minimizar el riesgo de este tipo de errores.

- Fallas en despacho de mercancía.
 - Separación errada de unidades a despachar: asegurar la capacitación y ejecución óptima de procedimientos para identificar correctamente las mercancías a despachar y realizar el respectivo registro en el sistema ERP.
 - Planeación inadecuada de despacho de órdenes de pedido: es posible que la planeación no esté resultando óptima por lo que se hace necesario revisar la eficacia de la misma.

Sumado a todo lo expuesto, para complementar la identificación de las falencias en la gestión del inventario en sistemas por unidades (c), se realizó un análisis, con base en la información compilada anteriormente, que permitió identificar posibles causas y consecuencias de la situación que se está presentando. Entre las principales causas se tiene que, los métodos de pronóstico y estimaciones de la demanda no están arrojando resultados fiables, existe falencia en los métodos para calcular puntos de reorden y se evidencian fallas en los mecanismos para determinar stocks de seguridad; además, faltan herramientas estadísticas que permitan estudiar el comportamiento de la demanda en las referencias más importantes lo que genera pérdidas de contratos, insatisfacción del cliente y aumento de los costos del inventario.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo proponer una mejora en la gestión de inventarios de la empresa Steckerl Aceros S.A.S que impacte en la solución del problema de escasez de inventarios, permitiendo reducir los costos asociados al control de los productos?

1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La investigación se llevará a cabo en la empresa Steckerl Aceros S.A.S ubicada en el corregimiento de Galapa - Atlántico KM 3 vía cordialidad sentido Barranquilla/Cartagena, en el área de gestión de inventarios, específicamente con el producto de acero corrugado.

2. JUSTIFICACIÓN

Al incorporar sistemas de gestión en las organizaciones es posible disminuir costos y gastos de forma considerable, lo que traerá consigo beneficios directos a los accionistas de la empresa y las demás partes de interés. Adicionalmente, se pueden obtener, ventajas competitivas en la medida que los procesos pueden hacerse más eficientes e integrales (Castro, Uribe y Castro, 2014). Un mejor control del inventario impacta de forma positiva en los procesos comerciales y proyecta los procesos conexos de forma exponencial.

En todos los negocios se hace necesario llevar un eficiente control de inventarios y logística, puesto que, el no hacerlo abre las puertas a un escenario inseguro que puede ser aprovechado para robos sistemáticos como el del tipo "hormiga" o "mermas", que tanto personas internas como externas pueden desarrollar por la falta de controles, lo que genera pérdidas considerables y un impacto negativo en el desarrollo o crecimiento de cualquier ente productivo (Valencia, Díaz y Correa, 2015).

Los cambios del entorno actual son consecuencia del progreso en todos los ámbitos de la sociedad moderna, esto impacta seriamente la competitividad de las organizaciones. Por lo tanto, hacer un uso eficiente de los recursos escasos de las organizaciones y, además, crear ventajas estratégicas que le permitan mantenerse en el mercado es imperativo. Mantener un margen de beneficios estables, controlando los procesos productivos, logísticos, y estratégicos es todo un reto.

El impacto de los problemas identificados, en relación a la gestión del inventario a través del sistema actual, repercuten en los resultados financieros y operativos de la compañía, además, tienen el potencial de crear dificultades de mercado e insatisfacción en los clientes en el corto y mediano plazo, perjudicando el posicionamiento a nivel competitivo de la empresa. Así las cosas, esta propuesta se justifica por tres aspectos fundamentales que son: relevancia, pertinencia y aplicabilidad. Seguidamente, en la Tabla 1 se ilustran los postulados que dan vida a cada componente, ver a continuación.

Tabla 1. Aspectos de justificación del proyecto

Aspectos que justifican el proyecto	Aplicabilidad: porque se cuentan en la actualidad con el escenario y recursos necesarios para la puesta en marcha
	Relevancia: por los retos del mercado global
	Pertinencia: por las necesidades propias de la empresa y su área de inventarios

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los tres aspectos citados, dan cuerpo a la justificación del mismo, pues en la medida que la empresa atienda las mejoras en el proceso, responde debidamente a los requerimientos del mercado, atiende las necesidades de la empresa como tal y de forma complementaria se hace aplicable, pues a la fecha se cuenta con un escenario óptimo para la puesta en marcha, considerando que se cuentan con las herramientas, recursos y avales necesarios para su implementación.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un instrumento de mejora en el sistema de gestión de inventarios de aceros en la empresa Steckerl Aceros S.A.S a través de la aplicación de herramientas como clasificación ABC, pronósticos y modelo EOQ, que permitan la reducción de costos asociados con el control de inventarios de acero corrugado.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de inventarios en la empresa Steckerl Aceros S.A.S., por medio de una lista de chequeo con el fin conocer el estado de las operaciones de manejo y control de los aceros corrugados.
- Clasificar los productos de la familia de acero corrugado teniendo en cuenta su rotación y valor económico, por medio de la metodología ABC de inventarios, que permita determinar cuáles son los poco triviales que afectan los costos de inventarios.

- Realizar el pronóstico de las ventas de los productos clasificados en la familia de aceros corrugados, mediante la recopilación de datos históricos, que permitan la identificación del posible comportamiento de la demanda.
- Evaluar mediante el modelo EOQ los ajustes apropiados para la gestión de inventarios que permitan el establecimiento de posibles estrategias en materia de costos.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. ANTECEDENTES

A continuación, se presentan, algunos antecedentes que sirven de sustento al estudio, debido a que guardan una vinculación con el problema planteado. Entre los trabajos que han desarrollado aportes recientes a la problemática delimitada, se exponen los siguientes:

En la investigación *denominada Evaluación de políticas de gestión de inventarios de medicamentos para un sistema multinivel y multiproducto en el Hospital Universitario de la Samaritana (HUS) ubicado en la ciudad de Bogotá*, se propuso el método de clasificación ABC al identificar reiteradas falencias en la gestión de inventarios que se realizaba entre la bodega central y las farmacias auxiliares de la institución. El aporte principal de este estudio radicó, según los autores, en lograr determinar las cantidades más precisas para el manejo de pedidos, minimizando así la inversión del departamento y ajustándola a estándares más manejables para el hospital (Otálora, 2017).

En la misma línea, el estudio publicado y conocido como *Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio*

por clasificación ABC, pone a consideración los resultados obtenidos al analizar, como al incorporar la metodología ABC, se han logrado potenciar aspectos como servicio al cliente y manejo del capital de trabajo a nivel empresarial. Apuntan los investigadores en este compilado, que antes de aplicar el método ABC se presentaban reproceso, pérdidas diversas, así como sobreuso de recursos, lo que venía afectando a la entidad de forma tangible (Arango, Giraldo y Castrillón, 2017).

Específicamente, para modelos predictivos, la investigación *Aplicación de Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y N Puntos de Venta* plantea interrogantes relacionadas con el problema de la presente investigación. En el resumen destaca la pregunta “¿Por qué será que siempre se tiene mucho de lo que casi no se vende y hay faltantes de lo que sí rota?” argumento fundamental del propósito de este estudio. La investigación logró resultados significativos mediante el empleo de técnicas de pronóstico, tales como la suavización exponencial doble, indicando que ésta es una herramienta útil para una gestión adecuada de los inventarios (Holguín, 2011).

Por otro lado, en el proyecto *Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos*, publicado hacia el año 2015 se plantea la problemática presentada en una empresa comercializadora de la ciudad de Santa Marta, donde no existía un sistema óptimo de inventario lo que impactaba de forma directa en el flujo de efectivo de la organización. Lo anterior, hizo necesario indagar sobre los métodos y sistemas disponibles para clasificar de forma apropiada los materiales e insumos, encontrando en la metodología ABC una alternativa que respondió a este requerimiento, dando una categorización a cada producto y definiendo así un método organizado que facilitó la puesta en marcha de mejoras y, por consiguiente, ahorros sustanciales en adelante (Causado, 2015).

4.2. MARCO TEÓRICO

Con el fin de dar un soporte fundamentado a la investigación, se desglosan a continuación varios lineamientos teóricos que servirán de referencia para todo el proceso a surtir.

4.2.1. Control de Inventarios por metodología ABC

La base de toda empresa comercial es la compra y ventas de bienes y servicios; de aquí proviene la importancia del manejo óptimo de los componentes que se custodian, almacenan y distribuyen por parte de la misma. Este manejo permitirá a la empresa establecer los controles oportunos, así como también conocer al final del periodo contable un estado confiable de la situación económica de la misma (Arango, Adarme y Zapata, 2013).

Para que un control de inventario sea efectivo se hace necesario establecer los días correspondientes al inventario que se va realizar, luego se debe definir el personal que estará participando en la realización del mismo en la bodega; para este evento se cuenta con el acompañamiento de los auditores internos o externos de cada compañía según lo indiquen los procedimientos o fases diseñadas de manera previa (Aarón y Vargas, 2016). Normalmente las metodologías de conteo utilizadas serán las que las empresas por tradición hayan acogido y las mismas, pueden alternar técnicas diversas para su implementación (Díaz, de Felipe y Hermosa, 2014). En la actualidad, las investigaciones recientes proponen la Metodología ABC como una forma de clasificación, que al insertarse en las políticas de control de inventarios pueden beneficiar los resultados periódicos de las empresas o entes productivos.

La metodología ABC es un método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C: Los artículos pertenecientes 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 de los gerentes hacia los pocos artículos de importancia crucial (artículos A) en lugar de aquellos muchos triviales (artículos C). La optimización del inventario es crítica para poder mantener los costes bajo control dentro de la cadena de suministro. No obstante, para poder aprovechar al máximo los esfuerzos de los gerentes, resulta eficaz concentrarse en los artículos que cuestan más en el comercio (Navarrete y Gutiérrez, 2014).

El método ABC establece que, al revisar el inventario, una empresa debería catalogar los artículos de la A hasta la C, estableciendo su clasificación con los parámetros que se describen a continuación (Navarrete y Gutiérrez, 2014):

- Los artículos A, son los bienes de mayor consumo y demanda anual, por tanto, serán siempre objeto de rotación y constante seguimiento para la óptima fluidez de los procesos asociados a los mismos (Arboleda y Castillo, 2017).
- Los Artículos B, son aquellos que en orden de jerarquía se ubican en un nivel secundario y que tienen dentro del escenario de operación de la empresa un protagonismo secundario (Fergusson, Valdés y Parada, 2016).
- Los artículos C, son los de menor representatividad y que en muchos casos manejan una rotación muy lenta o que incluso a veces se contemplan como innecesarios dentro del almacén o bodega de inventarios (Figueredo et al., 2016).

Los beneficios más relevantes que se han señalado hasta el momento de la metodología de clasificación ABC son (Reyes, 2017):

- Evita la interrupción innecesaria de las operaciones de producción
- Disminuye la pérdida de oportunidades de venta
- Disminuye los altos costos por compras realizadas con mayor frecuencia

- Posibilidad de ofrecer una mayor variedad de bienes al cliente para que pueda elegir.
- Da respuesta ante un cambio repentino en la demanda ante lo pronosticado.

En orden de jerarquía se ubica la interrupción innecesaria de las operaciones, seguidamente la reducción de pérdida de cliente y oportunidades de negocio, reducción de costos, mayor dominio y variedad de productos y finalmente capacidad de respuesta a los cambios del mercado.

4.2.2. Políticas de gestión de inventarios

Las políticas basadas en el análisis ABC aprovechan el desequilibrio de las ventas delineado por las variaciones propias de cada mercado. Esto implica que cada artículo debería recibir un tratamiento ponderado que corresponda a su clase, a continuación, el planteamiento que los autores han delimitado para este postulado (Reyes, 2017):

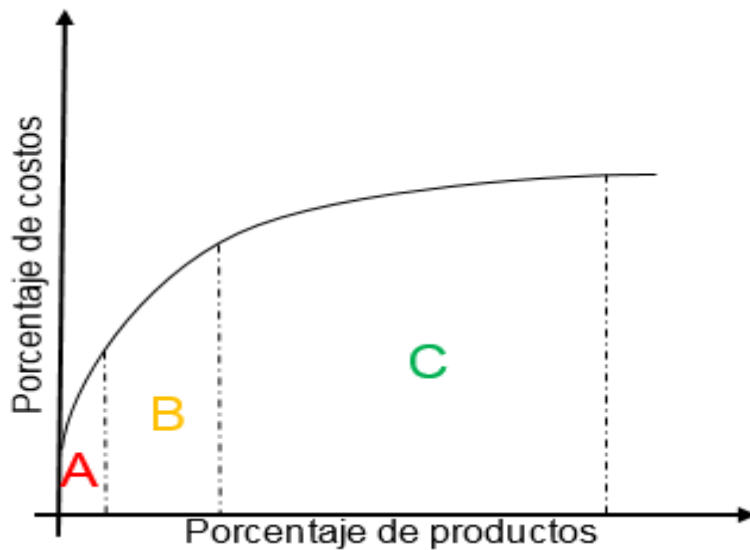
- Los artículos A deberían ser sometidos a un estricto control de inventario, contar con áreas de almacenamiento mejor aseguradas y mejores pronósticos de ventas. Las reclasificaciones deberían ser frecuentes (reórdenes semanales o incluso diarias). En los artículos A, evitar las situaciones de faltas de existencias es una prioridad.
- Los artículos B gozan del beneficio de una condición intermedia entre A y B. Un aspecto importante de esta clase es la monitorización de una potencial evolución hacia la clase A o, por el contrario, hacia la clase C.

- Los artículos C se realiza con menos frecuencia. Una política común para el inventario de los artículos C consiste en tener solo una unidad disponible, y realizar un reorden solo cuando se ha verificado la venta real. Este método lleva a una situación de falta de existencias después de cada compra, lo que puede ser una situación aceptable, ya que los artículos C presentan tanto una baja demanda con un mayor riesgo de costes de inventario excesivos. Para los artículos C, la pregunta no es: ¿cuántas unidades se deben almacenar? sino ¿se debe siquiera almacenar este artículo?

Repartir los artículos en las clases A, B y C es relativamente variable. Esta agrupación solo representa una interpretación bastante directa de los principios que actualmente se proponen y que cada investigador o empresario debe definir. En la práctica, el volumen de ventas no es la única métrica que existe para calcular la importancia de un artículo. El margen, así como el impacto de las situaciones de faltas de existencias en la actividad del cliente, también deberían influenciar la estrategia de inventario (Quiroga, Jiménez y Gómez, 2016). Seguidamente, se ilustra el Principio de Pareto el cual se asocia de manera directa a la metodología ABC, mostrado en la figura 2.

Muchas teorías se apoyan hoy día en el Principio de Pareto, el cual existe desde hace más de un siglo, y el análisis ABC se complementa de esta técnica para ajustarse al requerimiento de diversos tipos de inventarios en la actualidad (Alonso et al., 2016). Estos conceptos proporcionan ideas interesantes sobre la cadena de suministro y vienen a complementarse con las herramientas que, en la actualidad, el software o desarrollos informáticos vienen incorporando para la gestión de sistemas de inventarios.

Figura 2. Principio de Pareto



Fuente: Reyes, 2017

4.2.3. Almacenamiento

Al hablar de almacenaje, se hace referencia a aquellos lugares donde se guardan los diferentes tipos de mercancía y qué espacios manejados a través de una política de inventario. Esta política gestiona tanto los controles físicos, como los asociados para mantener los artículos inventariados y con disposición oportuna al momento de alimentar cada uno de los procesos que se articulan con el área. Al elaborar la estrategia de almacenamiento se deben definir de manera coordinada el sistema de gestión del almacén y el modelo de almacenamiento (Robleto, 2016).

En otras palabras, se puede decir que para que pueda existir el proceso de almacenamiento se requiere primero de un espacio, recinto, edificio, o instalación donde se suele guardar la mercancía, pero al mismo tiempo se pueden implementar otras funciones, como por ejemplo el acondicionamiento de productos

determinados o hacer recambios (tanto para el mantenimiento como para la existencia técnica) (Sánchez, García y Ortiz, 2017).

Diversos autores, definen la Gestión de Almacén como el proceso logístico que trata de la recepción, almacenamiento y movimientos, dentro de un mismo espacio, de materiales, materias primas y productos elaborados o en procesos que se deben considerar tanto para la venta como para el consumo interno, en los procesos productivos articulados con el objeto social de cada empresa (Alonso et al., 2016).

Los procesos operativos dentro del mismo proceso en el desglose del almacenamiento son los siguientes (Alonso et al., 2016): (i) Recepción de pedidos. (ii) Movimiento y ubicación; (iii) Procesamiento de pedidos; (iv) Preparación de pedidos (picking) y (v) Transporte y distribución.

4.2.4. Cadena de Suministro

Las empresas deben cumplir con una serie de procedimientos para ofrecerle al consumidor final, no solo el servicio o el producto terminado, sino la satisfacción que éstos desean obtener (García, 2016). La demanda de la clientela cada vez es más exigente, sin embargo, diversas compañías pueden asociarse entre sí, a través de un complejo proceso logístico, con el objeto de lograr que los consumidores consigan todo lo que necesiten al alcance de su mano y con las características deseadas (Ramírez et al., 2016). La dirección de la Cadena de Suministro (también conocida como cadena de abastecimiento o cadena de valor, y mejor conocida en inglés como Supply Chain Management), se ocupa de certificar que este proceso logístico funcione de la mejor forma posible y responde

de manera oportuna a todas las solicitudes recibidas en los procesos organizacionales.

Es usual asociar el concepto de logística con el de cadena de suministro o abastecimiento. Ciertamente ambos procesos están íntimamente relacionados entre sí, de hecho, hay quienes utilizan ambos términos indistintamente. Sin embargo, el Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) realiza una diferenciación al respecto y afirma que la logística implica el planeamiento y control de todas las actividades relacionadas con el suministro, fabricación y distribución de los bienes y servicios de una empresa; mientras que la cadena de suministro es la que eslabona a todas las compañías (proveedores de bienes y servicios y clientes), desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto terminado (Stadtler, 2015).

Otros expertos que afirman que el concepto de cadena de suministro o Supply Chain Management ha evolucionado; tratándolo como una redefinición o cobertura de las tareas logísticas, donde se eliminan aquellos procesos que no otorgan valor agregado. Por lo anterior, la tarea de un *Supply Chain Manager* es la gestión integrada de la cadena de suministros incluyendo clientes, operadores y proveedores, para los cuales es un optimizador e integrador de estrategias y tácticas (Christopher, 2016).

En la medida en que, tanto proveedores como clientes, trabajen de una manera integral, utilizando herramientas innovadoras y estableciendo constantes relaciones de comunicación, el producto o servicio podrá llegar al consumidor de forma más eficaz y efectiva. Por lo anterior, se han universalizado unas fases para la cadena de suministros que se citan a continuación (Chopra, 2013):

- Suministro: consiste en cómo, cuándo y dónde se obtienen las materias primas, con el objeto de poder pasar a la fase de transformación.

- **Fabricación:** convierte las materias primas en productos terminados. Mientras más bajos sean los costos de producción, más barato será el producto.
- **Distribución:** traslada el producto final hasta los comercios, factorías y lugares de venta para que pueda ser adquirido por el consumidor.

4.2.5. Métodos de pronóstico

Existen diversas técnicas, de relativa sencillez, que pueden aplicarse a la gestión de inventarios y así conseguir aproximaciones o pronósticos de acuerdo al comportamiento de la demanda, dejando menos espacio para el error y potenciales pérdidas económicas. Con métodos combinados para optimizar la gestión del inventario, tales como Clasificación ABC, métodos de pronósticos, métodos de control, indicadores de rotación, entre otros, es probable que se incremente de forma significativa la eficiencia logística en esta materia.

Se pueden clasificar los métodos de pronósticos en dos grandes grupos, aquellos que implican técnicas de análisis cuantitativas y los que requieren menos rigurosidad, basándose en juicios expertos o cualitativos. Dentro de las técnicas o métodos cuantitativos más comunes se encuentran el promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial con el método Holt – Winters, y la regresión lineal (Eppen, 2000):

- **Promedio móvil simple**

Este es el caso más sencillo dentro de los modelos de pronóstico pues el número de observaciones es fijo y se utiliza para estimar los valores futuros, expresado de forma matemática (Holguín, 2010):

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{1}{n}(y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-n+1})$$

Donde y_{t+1} corresponde al valor proyectado en el período t y n al número de observaciones.

Un elemento a tomar en cuenta en la aplicación de métodos de pronóstico es el ajuste o error que pueda contener el modelo, el cual surge de la comparación entre el valor observado y el valor pronosticado. En la mayoría de los casos se utiliza como medida del error, la desviación media absoluta (DMA) y el error porcentual medio absoluto (EPMA) los cuales se calculan tal como se muestra en las siguientes fórmulas matemáticas:

$$DMA = \frac{\sum \text{pronósticos} (Ventas reales - ventas del pronóstico)}{\text{Número de pronóstico}}$$

$$EPMA = \frac{\sum \text{pronósticos} \frac{Ventas reales - ventas del pronóstico}{ventas reales}}{\text{Número de pronóstico}} * 100$$

➤ **Promedio móvil ponderado**

En esta técnica, los datos más recientes cuentan con mayor importancia que los históricos, asignado un coeficiente de ponderación $1/n$ a cada promedio obtenido, donde n corresponde al período. De este modo, los datos más recientes contarán con mayor relevancia dentro del método de cálculo. De forma general se puede expresar de la siguiente manera (Chase, 2010):

$$Y_p = \alpha_0 y_{p-1} + \alpha_1 y_{p-2} + \alpha_2 y_{p-3}$$

Los valores de α corresponden a los coeficientes de ponderación y son números no negativos.

➤ **Suavización exponencial**

Otro de los métodos utilizados para pronosticar, de manera sencilla, la demanda es la suavización exponencial. En este caso, cabe acotar que existen dos modelos, el básico, que no considera la tendencia en las series de tiempo y el modelo que sí toma en cuenta la tendencia, llamada suavización exponencial doble; existe además la exponencial triple, que toma en cuenta la estacionalidad de la serie.

El modelo básico considera la importancia, en términos ponderados, de cada período, basado en la identificación de tres elementos: los datos observados en el periodo t (y_t), y el pronóstico para el período t , matemáticamente se puede expresar de la siguiente forma (Gallegos, 2013):

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha)\hat{y}_t$$

Los valores de α se establecen con base en el juicio experto y debe tomar valores entre 0 y 1, determinando el peso relativo del período.

4.2.6. Modelos determinísticos y probabilísticos de inventario

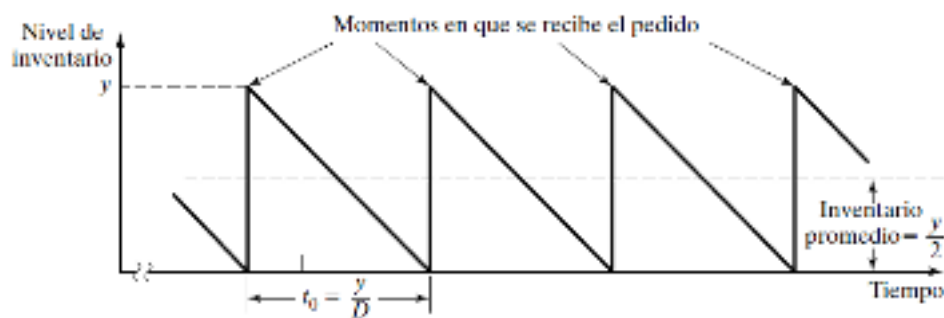
En cualquier empresa que requiera el intercambio de bienes resulta necesario manejar algún tipo de inventario. La eficiencia con la que se gestione este recurso marca la diferencia entre una operación eficiente o una ineficiente. Para ello, existen métodos o modelos que permiten adecuar las operaciones con el inventario a través del cálculo de los puntos de reorden óptimos, entre estos modelos se encuentran la Cantidad Económica de Pedido (EOQ) (Taha, 2004).

En función de ello, es necesario partir de dos premisas básicas, la primera es conocer si la demanda es totalmente conocida o determinística, es decir que se tenga plena certeza de ésta y, la segunda, si no se conoce, entonces se hace referencia a demanda probabilística.

➤ **Modelos determinísticos de inventario**

El modelo más conocido es el EOQ, como se mencionó anteriormente. En este modelo la demanda tiene una tasa constante y no existen faltantes. Ilustrativamente se puede representar en la figura 3.

Figura 3. Inventario bajo el modelo EOQ clásico



Fuente: Taha, 2004

Bajo el modelo propuesto, la demanda a una tasa constante hace que se consuman las unidades del inventario de manera uniforme, pudiendo estimar de manera precisa el punto de reorden más adecuado, sin que se llegue a comprometer las existencias.

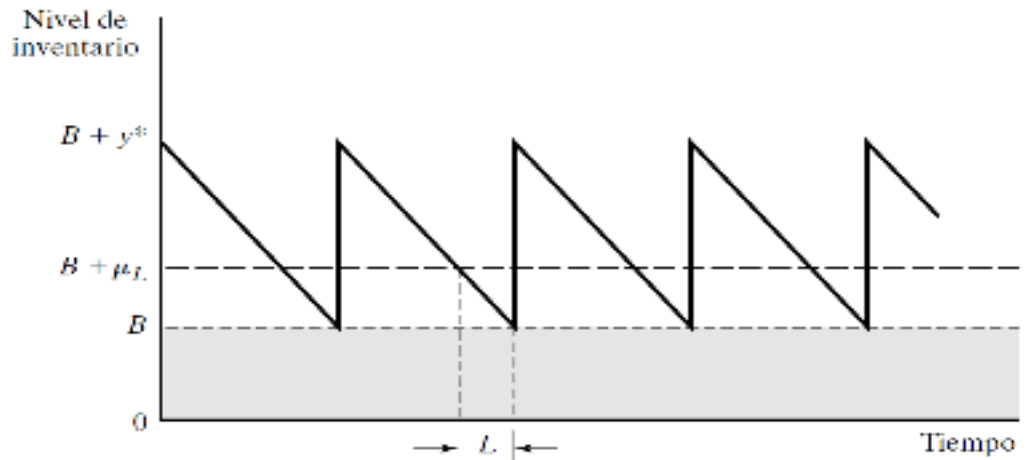
➤ **Modelos probabilísticos de inventario**

Es posible que, en la mayoría de los casos, no se cuente con la información suficiente para determinar de forma precisa la cantidad demandada de un producto, por tal razón es necesario recurrir a modelos donde el

comportamiento de la demanda es desconocido y, para estimarla adecuadamente, se acude a modelos probabilísticos.

El modelo EOQ puede ser ajustado para probabilizarlo, de modo que este refleje el comportamiento incierto de la demanda, adecuando una reserva de inventario constante en el horizonte de planeación. La figura 4 representa un modelo EOQ probabilizado con una reserva de inventario estimada con base en cálculos probabilísticos.

Figura 4. Inventario bajo el modelo EOQ probabilístico



Fuente: Taha, 2004

El punto entre 0 y B representa el tamaño de la reserva, la cual se determina con base en la probabilidad de que esta se agote durante el tiempo de entrega. El modelo propone la siguiente fórmula matemática para hallar el lote de pedido óptimo, según las variables:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

D = Cantidad de unidades requeridas en el periodo

S = Costo de colocar una orden

H = Costo de mantener una unidad en el inventario

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Los términos de mayor apoyo y referencia serán los siguientes:

4.3.1. Inventario

A nivel empresarial se puede decir que el inventario es un conjunto de bienes ordenados y valorados debidamente que se utilizan para los intercambios comerciales a los que se dedica (Muller, 2004).

4.3.2. Modelos de inventario

Estos ayudan a organizar, controlar y gestionar de forma eficiente el inventario de productos disponibles para la venta o aquellos requeridos para la producción. Existe diversidad de modelos para gestionar los inventarios de una organización de acuerdo al objetivo que se persiga (Muller, 2004).

4.3.3. Clasificación ABC

La metodología de clasificación ABC permite segmentar el inventario con base en el principio de Pareto, tomando en consideración la importancia relativa de las referencias que conforman la totalidad del inventario (Salas, 2009).

4.3.4. Suavización exponencial

Es un método de pronóstico que permite, a partir de datos históricos de la demanda, determinar el valor probable de las ventas para un período determinado. Se considera una evaluación de los métodos de pronóstico con promedio simple y promedio ponderado simple, pues permite la incorporación de características

adicionales de la demanda, tales como la tendencia y la estacionalidad (Bowerman, 2007).

4.3.5. Punto de reorden

De manera sencilla, el punto de reorden es aquel que determina el momento en el cual se debe realizar un pedido, con base en un nivel de inventario establecido. Con base en la determinación de la demanda probable, los puntos de reorden pueden ser ajustados en el transcurso del tiempo de acuerdo a la actividad que se vaya presentando en el inventario (Ortega, 2002).

5. DISEÑO METODOLÓGICO

Se considera la metodología como un procedimiento general para lograr de una manera precisa los objetivos de la investigación. De lo anterior se deduce que la metodología de la investigación presenta los métodos y técnicas para realizar la

investigación. A través de la metodología, se garantiza que los resultados obtenidos tengan el grado máximo de exactitud y confiabilidad (Bernal, 2016).

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se plantea es descriptiva propositiva, dado que se pretende, con base en el análisis de información, proponer una solución tangible a una problemática específica. El estudio, además, se enmarca en el enfoque cuantitativo con un diseño no experimental.

5.2. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para dar respuesta a los objetivos planteados se proponen las siguientes técnicas de recolección de datos, de acuerdo a cada objetivo específico definido:

- Para el objetivo específico 1, se utilizará la lista de chequeo, la cual permitirá recabar la información del estado actual de las operaciones de manejo y control de los aceros corrugados.
- En cuanto al objetivo específico 2, se recabará información de la familia de aceros corrugados, de forma que permita aplicar exitosamente la clasificación ABC. La técnica a utilizar será la revisión documental proporcionada por el área de inventario, la cual contendrá los datos requeridos para la metodología de clasificación planteada.
- Por último, para los objetivos específicos 3 y 4 se utilizará la información histórica de la demanda para realizar los pronósticos, además, se pedirán los datos necesarios a los responsables de la gestión de inventario para la aplicación del modelo EOQ. En tal sentido, la técnica a utilizar será, de igual forma, la documental.

6. GENERALIDADES DE LA EMPRESA STECKERL ACEROS

En la siguiente sección se describen algunos aspectos generales sobre la empresa objeto de estudio, tales como, ubicación, historia, filosofía organizacional, productos, clientes, entre otros.

6.1. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

A nivel nacional cuenta con sedes en las principales ciudades de Colombia, tales como Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cesar, Córdoba, Eje Cafetero, Medellín y Neiva. La sede principal se encuentra en la ciudad de Barranquilla, con la siguiente dirección: Carretera la Cordialidad, Km 114 a Km 3 de la Circunvalar, tal como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Ubicación de Aceros Steckerl en la Ciudad de Barranquilla



Fuente: Google Maps, 2018

6.2. RESEÑA HISTÓRICA

Steckerl Aceros S.A.S., fue fundada en el año 1941 por el señor Alfredo Steckerl en la ciudad de Barranquilla con la finalidad de surtir al mercado con productos

industriales de acero para diversos sectores. Su posición en el mercado está respaldada por más de 76 años de experiencia en el sector, con una cultura organizacional orientada a la empresa familiar, característica que le otorga un alto grado de flexibilidad en la toma de decisiones para atender las demandas y requerimientos del mercado.

A lo largo de su trayectoria comercial, Steckerl Aceros ha logrado iniciar operaciones en 8 sedes a nivel nacional, abarcando aproximadamente el 70% del mercado de aceros corrugados. Esta experiencia se traduce en una ventaja competitiva sólida en el mercado, donde la calidad de los productos y la imagen corporativa se encuentra muy bien posicionada.

Recientemente, en el año 2012 la organización fue adquirida por la Multinacional Triple S Steel ubicada en Houston Texas, empresa líder en la importación y comercialización de aceros al carbono y aceros de refuerzo, contando con dos líneas adicionales especializadas tales como Inoxcenter para la distribución de aceros inoxidables y un centro de servicios especializado en la transformación de materiales metálicos para la construcción

6.3. FILOSOFÍA ORGANIZACIONAL

Los principios organizacionales están regidos por valores y características que dan una identidad bien definida a nivel empresarial, a continuación, se presentan los aspectos esenciales para conocer la razón de ser de la empresa Steckerl Aceros, 2018:

6.3.1. Misión

“Nuestro esfuerzo comercial está dirigido a entregar cada vez un mejor servicio y productos de alta calidad a la industria nacional, por lo cual contamos con un

excelente equipo humano capacitado para brindarles a nuestros clientes un servicio completo y a tiempo”.

6.3.2. Visión

“Consolidarnos como una organización líder a nivel nacional en el suministro de aceros al carbón y convertirnos en el proveedor más rápido y confiable en aceros del país”.

6.3.3. Pilares Organizacionales

“Hacer las cosas bien hechas, completas y a tiempo. Contar con un grupo humano calificado, ético y comprometido con el cumplimiento de las necesidades de nuestros clientes. Velar siempre por la seguridad, el medio ambiente y el mejoramiento continuo de nuestros procesos. Ofrecer aceros certificados con la mejor calidad”.

6.4. PRODUCTOS Y SERVICIOS

En la actualidad los productos de la empresa se distribuyen en todo el mercado nacional y ya se encuentran productos muy bien posicionados en mercados internacionales. La mayor demanda de acero, se genera en la actualidad para proyectos en el sector de la construcción de puentes, estadios, barcazas y grandes edificios, los cuales por sus estructuras cada vez más modernas y seguras, requieren de este insumo como parte estructural de sus diseños. A continuación, se listan los productos de mayor demanda:

- **Láminas de Acero:** se utilizan de forma frecuente en Colombia, según Asme, Astm, Ntc y norma europea en: Astm a-36, a-572 gr 50, a-588 gr b, a-131 gr a, Asme Sa-283 gr c, Sa-516 gr 70, porque en base a su composición química y propiedades mecánicas, se puede construir desde una gran embarcación marítima hasta la estructura más simple.

- **Barras de Aceros o Productos largos:** utilizados principalmente en trabajos de ornamentación, estructuras metálicas, fabricación de pernos de anclaje, conectores y tensores, y obras civiles en general.
- **Tubería de Acero:** tubería estructural con sus diferentes presentaciones: cuadrada, redonda y rectangular la cual ha tenido un crecimiento muy importante en el mercado nacional; incluye tubos de conducción y ornamentación.
- **Línea Arquitectónica:** agrupa productos que se forman en frío, fabricados a partir de láminas de acero, con o sin, recubrimiento y que son usados en la construcción de estructuras como: perlines, losas colaborantes y cubiertas.

Se pueden mencionar, de manera detallada, los productos para distribución y comercialización al mayor y detal según las siguientes categorías y referencias:

- Láminas en caliente en calidades:
 - A-36 y A-572 para estructuras metálicas en general
 - A-283 Gr C, para la fabricación de tanques de almacenamiento
 - A-285 Gr C, especial para fabricación de recipientes a presión
 - A-131 Gr A, para construcciones navales
 - A-516 Gr 70, para fabricación de recipientes a presión media-alta
 - A-514 Gr A-F, para estructuras que requieren más de 100,000 PSI
 - AR 400 – 500 resistencia a la abrasión
- Láminas Alfajor o Antideslizantes
- Láminas Galvanizadas
- Láminas Cold Rolled
- Láminas Inoxidables en calidades

- AISI 304, 316 y 430 en láminas y Coils
- Tubería Livianas y a presión
- Perfiles Tipo: Europeo HEA, HEB, HE, IPE, IPN, UPN y Americano: WF,S.
- Ángulos de lados iguales, platinas, canales.
- Rieles: ASCE 20, 25, 30, 40 y 60.

La otra línea de negocio actual corresponde al centro de servicios, dándole a los clientes un valor agregado importante a través de la prestación de servicios tales como:

- Rolado de Vigas y tubos
 - Capacidad en espesor: rolado de vigas ipe desde 100 hasta 400
 - Capacidad en longitud: diámetro min 3.5 mts
- Rolado de láminas
 - Capacidad en espesor: Rolado de Láminas en espesores hasta 1½"
 - Capacidad en longitud: Diam. Min. 25 cm hasta 3 mts de altura
- Dobles o plegado de Láminas
 - Capacidad en espesor: Doble de Láminas HR, CR, inoxidable hasta 1/2 HR. Láminas en calibre 14, 16, 18, 20, 22, 1/8, 3/16, ¼", ¾" en Cold Rolled, acero inoxidable, galvanizada, aluminio.
 - Capacidad en longitud: Hasta 3 metros
- Corte de Láminas por Cizalla
 - Láminas en calibres 26 (0.40mm) hasta 5/8 (16mm) en Cold Rolled, HR, acero inoxidable, galvanizada y aluminio
- Corte con plasma y Oxicorte CNC
- Corte transversal de Bobinas o Coils CTL

Por otra parte, Inoxcenter es la división de la organización encargada de la importación y distribución de acero inoxidable en diversas presentaciones tales como láminas, rollos, ángulos, platinas y tubería en calidades AISI 304, 316 y 430.

Además, se atiende el mercado de la construcción a través de la comercialización, figuración y fabricación de mallas electrosoldadas.

6.5. CLIENTES ACTUALES

Los clientes actuales se clasifican según sus características y necesidades. Cada cliente cuenta con un perfil específico de acuerdo a su actividad económica; por lo anterior, la organización define unas estrategias de clientes que busca personalizar satisfacción de las necesidades individuales. Para ello se utilizan técnicas marketing para segmentar el mercado y así identificar cuáles son las características de los clientes que consumen el acero corrugado.

Para este proceso se debe tener en cuenta, que existen grupos de clientes similares entre sí, y distintos de los demás, lo que facilita definir estrategias diferenciadas para cada grupo, en el plan de marketing. La clasificación que actualmente se utiliza es la siguiente:

- **Cliente activo:** corresponde a clientes que efectúan transacciones de manera habitual y es una de las condiciones que tiene el cliente en el sistema actual de ventas; a clientes con esta condición se les puede generar todo tipo de facturas y asignar cupos de cartera.

- **Cliente inactivo:** son aquellos que, pasado un tiempo, no han realizado operaciones comerciales con la empresa; es una de las condiciones que puede tener el cliente en el sistema; a clientes con esta condición no se le puede realizar ningún tipo de transacción y para asignarla el cliente no debe tener montos pendientes en cartera.

- **Cliente suspendido:** es la clasificación donde las condiciones indican una suspensión de las actividades comerciales con el cliente, pero se podrá continuar los cobros de cartera y trámites que se encuentren abiertos.
- **Cliente prospecto:** es un cliente potencial que aún no ha hecho una compra a la organización; a este tipo de cliente solo se le puede elaborar cotizaciones y para elaborarle órdenes de venta se debe crearse como cliente siguiendo los protocolos que la empresa establece para el departamento comercial.

6.5.1. Segmento de los clientes

Tal como se explicó en el aparte anterior, las técnicas de marketing permiten a la compañía establecer grupos de clientes con características similares con el fin de generar campañas comerciales más ajustadas. Para dar una categorización acorde con las actividades de los clientes, se han definido unos criterios que la empresa ha establecido para catalogar a los mismos basados en la finalidad que él le da al producto; en la actualidad en la organización están definidos seis segmentos que son:

- **Constructores y contratistas (CYC):** en este segmento estarán incluidos todas aquellas empresas dedicadas a la construcción de obras, principalmente obras civiles. Y los contratistas de los mismos.
- **Comercio de Materiales (COM):** en este rubro quedarán clasificados todas las empresas que compran y venden productos de acero y materiales para construcción, sin importar su tamaño (Nivel de Facturación). Todos los comercializadores.
- **Transformadores (TRA):** Aquí quedarán clasificadas las empresas que utilizan el acero como materia prima. Es decir que lo compran para

transformarlo en un producto final. Ejemplo: Fabricante de estructuras, Tanques de Almacenamiento, Astilleros, Talleres de corte, Carroceros, etc.

- **Industriales usuarios regulares (IUR):** este rubro será para todas aquellas empresas que compran acero, no para procesarlo sino para hacerle mantenimiento a sus equipos e instalaciones. En este rubro están comprendidos principalmente: Empresas Petroleras, Cementeras, Carboneras o Mineras en general. Ingenios de azúcar, papeleras, empresas de productos químicos, etc.
- **Clientes Proyectos Especiales (CPE):** Aquí clasifican todas las personas naturales o jurídicas que desean desarrollar un proyecto que contemple el consumo de acero, en cualquiera de sus presentaciones. Deben ser empresas que no clasifiquen en los segmentos anteriores. Ejemplo: almacenes de cadena que desean construir un nuevo local, entidades educativas, entidades oficiales, en general cualquier empresa que no sea un comprador habitual de acero sino esporádico cuando desea hacer un proyecto o remodelación y desea comprar el acero directamente y no a través del contratista.
- **Clientes Mostrador (POS):** Clientes que compran esporádicamente o personas naturales que compran de contado en el punto de venta.

6.6. MATERIA PRIMA E INSUMOS

Tradicionalmente, los insumos y materia prima para la fabricación del acero son el mineral de hierro y carbón que, a través de un proceso con la aplicación de fundentes, se transforman estos componentes en acero. Específicamente, el mineral de hierro está conformado por óxidos y carbonatos de hierro y con la ayuda de fundentes específicos se obtiene el llamado sinter. Por otra parte, el carbón, se utiliza para realizar el coke siderúrgico, el cual funciona como combustible para fabricar el acero (Fernández, Iglesias, Peiró y Muñoz, 2013).

Adicionalmente, el carbono, elemento principal que determina la separación entre hierro, colada y acero, es la materia prima que da su estructura al acero. El acero cuenta con una tasa aproximada de carbono que varía entre 0,02% y máximo 1%, donde con presencia de mayor carbono éste se hará más duro y resistente, mientras que, con menos carbono, este será mucho más maleable (Mazuera y Ortiz, 2011).

7. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Con el fin de establecer un contexto situacional, a continuación se procede a detallar los aspectos para importantes que describen el estado actual del almacén, los recursos, insumos, procesos y costos.

7.1. DESCRIPCIÓN DEL ALMACÉN

La planta cuenta con gran amplitud y los espacios que son adecuados para el funcionamiento de las actividades operativas, además se cuenta con la tecnología de vanguardia de equipos de última generación. En la figura 6 se puede evidenciar la distribución física de la planta ubicada en Barranquilla.

Figura 6. Vista de la planta física ubicada en Barranquilla



Fuente: elaboración propia, 2018

Adicional a esto la empresa dispone de un área total construida en el municipio de Galapa de 19.200 m², de los cuales 5.000 m² se encuentran destinados a la planta de producción de mallas y grafiles, y los 14.200 m² restantes son utilizados para almacenamiento; de esta último espacio, 4200 m² aproximadamente, son

destinados para la familia de corrugado el cual ha sido sometido a estudio en el presente documento.

7.2. DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS

En general la empresa cuenta con un total de 300 empleados, de los cuales 120 se encuentran ubicados en el municipio de Galapa distribuyéndose en un 50% para labores administrativas y el restante para labores operativas. La administración y control logístico dispone de aproximadamente 40 personas.

De igual forma, dispone de vehículos propios y contratados, destinados únicamente para el transporte de mercancía, aquellos asignados a la sede en el municipio de Galapa son:

- Propios: 3 vehículos sencillos con capacidad de 10 toneladas, 5 vehículos turbos con capacidad de 3.5 / 5 Toneladas, y 1 Vehículo Mula con capacidad 34 Toneladas
- Contratados: 5 transportadoras

Finalmente, como recurso de transporte interno dentro de las instalaciones cuenta con 2 montacargas con capacidades de 20 toneladas cada uno, y 25 puente grúas con doble polipasto o sistemas de izaje con capacidad de 20 toneladas cada uno.

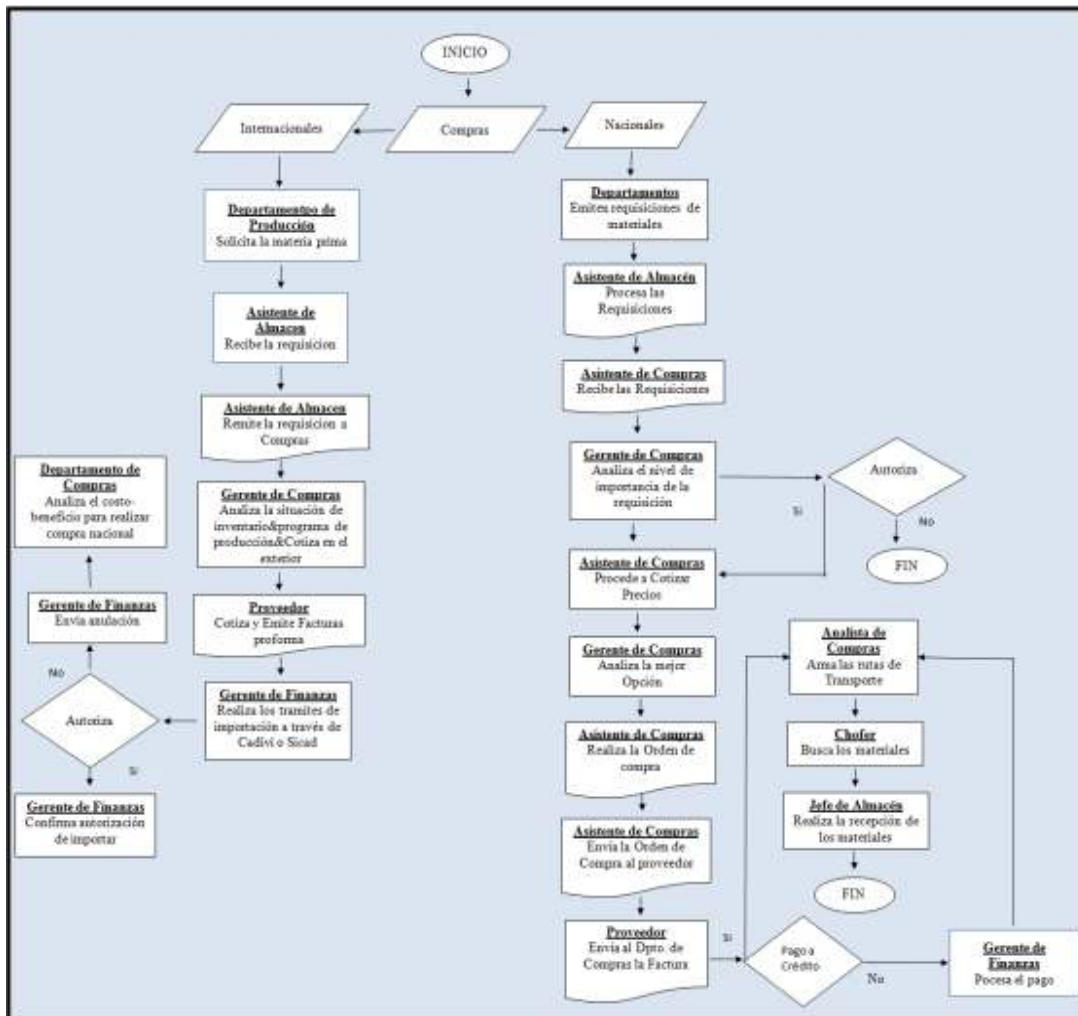
7.3. DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS

Los insumos para la fabricación de los productos que se comercializan, en su mayoría, son de origen importado. Los principales proveedores de insumos son China, Turquía, España, Malasia, Corea y República de Sur África, a quienes se les compra acero inoxidable, perfiles, láminas de acero inoxidable, canales, Alambrón, vigas, entre otros.

7.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la revisión realizada de los procesos de gestión de inventario, el proceso inicial de compras y almacenamiento fue el primero en analizarse. A partir del levantamiento de información del proceso representado en la figura 7, se pudo diagnosticar algunos elementos clave que generan contratiempos en la gestión.

Figura 7. Procesos de compras y almacenamiento del acero corrugado



Fuente: Steckerl Aceros, 2018

El diagrama muestra que el proceso de compras y almacenamiento de acero corrugado es de corte tradicional, lo cual probablemente esté generando inconsistencias en la gestión, debido a la naturaleza de los sistemas de control que se están utilizando. Uno de los puntos críticos que se identifican es la ausencia de controles estrictos para los artículos que se encuentran en existencias, ocasionando desorganización en los procesos de procura, así mismo, no se evidencia métodos de análisis objetivos para realizar los pedidos a proveedores, motivado a la urgencia con la que se realizan los pedidos. Esta situación genera inconvenientes para conocer el volumen exacto de las existencias en las distintas bodegas, contribuyendo al aumento de costos por mala asignación de capital de trabajo y, a fin de cuentas, la productividad y competitividad de la compañía.

7.5. POLÍTICAS ACTUALES DE ALMACENAMIENTO

La empresa Steckerl Aceros cuenta con políticas definidas para su área de inventarios, las cuales se relacionan a continuación:

- La bodega debe estar limpia y ordenada, los inventarios organizados por referencia, no debe haber inventarios de la misma referencia en diferentes lugares.
- Los inventarios deben estar marcados con la referencia completa (calidad y medidas).
- Para casos de ángulos, platinas y varillas los atados deben estar marcados y con las cantidades. El auditor dispondrá, si audita aleatoriamente, algunos atados para validar que la cantidad escrita es correcta.
- Para referencias que se manejan por atados (varillas, ángulos y platinas), las puntas deben estar alineadas para que el conteo sea eficiente y confiable.

- Los espacios entre referencias deben ser suficientes para poder realizar el conteo, no debe haber referencias con obstáculos que no permitan realizar un buen conteo.
- Para el caso de referencias que su unidad de medida es en pesos (figurados) deben estar clasificadas e identificadas con una etiqueta que especifique el peso. En el caso de los Coil HR, Inox, Alambros y chipa, deben estar organizados, marcados por referencia y con el peso respectivo.
- Las vigas se deben separadas 12 mtrs con 6 mtrs y por referencias, evitar tener revueltas las referencias de vigas y regadas en diferentes partes.
- No debe haber inventarios de referencias diferentes en un mismo espacio, cada espacio debe llevar una misma referencia.
- No debe haber conversiones pendientes en el sistema o físicamente, si ya se realizó físicamente también debe estar hecha en el sistema.
- La maquila debe estar al día, si ya fue cortado el coil, este debe aparecer en el código de láminas, los coil que aparecen en el sistema deben estar físicos.
- Los coil HR propios deben estar separados de los coil de clientes y los de terceros deben estar marcados con el nombre del cliente.
- En figurados no deben haber conversiones pendientes lo que se transformó en el sistema también debe estar físico en su nuevo código (mallas, grafil etc)
- No debe haber TRF de salidas pendientes, si ya se despachó físico el material debe aparecer enviado, no debe haber TRF expedidas sin haberse enviado el material.
- No debe haber mercancía pendiente por ingresar (compras, devoluciones), si ya la mercancía esta en bodega físicamente debe estar ingresada en el sistema.
- No debe haber inventarios remisionados (las remisiones no mueven inventarios), si ya la mercancía fue despachada esta debe estar facturada.

- No debe haber material asignado en órdenes de venta, comercial debe desasignar y posterior al inventario volver a asignar.
- No debe haber material pendiente en centro de servicios, si hay materiales pendientes por centro de servicios deben ser facturados y marcados con el nombre del cliente.
- Los inventarios no conformes deben estar separados del inventario en buen estado y en su respectiva bodega “no conforme”
- Material que este por fuera de inventarios debe estar separado y marcado con su respectiva explicación.

7.6. COSTOS ACTUALES DE ALMACENAMIENTO

La empresa cuenta con análisis financiero y de costos, de tal forma que es posible establecer la participación de los costos de almacenamiento en el global de la compañía, de esta manera es posible conocer lo correspondiente a las siguientes causales:

- **Costo de hacer un pedido:** lo constituye la mano de obra, transporte y recursos adicionales empleados para la elaboración de un pedido. Se encuentra calculado en un 3% del costo total.
- **Costo de mantener una unidad en inventario:** abarca el uso de horas hombre, el cual se establece en un 2% del costo total.
- **Costo por faltantes:** generado por los reprocesos ocasionados por la ausencia de material, los cuales se estiman en un 0,5% del costo total.

7.7. DIAGNÓSTICO ACTUAL

Como ya se ha mencionado en los apartados anteriores de este documento, la problemática actual en cuanto a gestión de inventarios gira entorno a los bajos niveles de confiabilidad y la escasez de los inventarios en la categoría de producto “aceros corrugados”. Adicionalmente, se presentan algunas fallas en los procesos

de despacho de la empresa, motivado por deficiencias en la clasificación física de las referencias almacenadas.

Retomando el análisis realizado en el planteamiento del problema de la investigación mediante la aplicación del método de espigas de pescado, es posible destacar algunos aspectos claves relacionados con el proceso descrito en la figura 5, en la sección anterior. En primer lugar, las fallas en la recepción de la materia prima, el control de existencia, conteo de inventario y despacho están generando escasez de inventarios y pérdida de oportunidad para la atención de clientes, lo cual afecta la competitividad de la empresa.

Específicamente a la gestión del inventario, los informes de auditoría recientes de la empresa indican que existe un bajo nivel de confiabilidad en el producto de mayor demanda y rotación, el acero corrugado, el cual representa aproximadamente 50% de las ventas nacionales, además, existen algunos inconvenientes de la misma naturaleza con otras líneas de productos y el inventario de productos sin movimientos mayores a 90 días, tal como se muestra en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Relación de familias de productos según su confiabilidad

FAMILIA	\$ INVENTARIOS	\$ DIFERENCIA	%	PESO KL	Ref. Contadas	Ref. Con Faltantes	Ref. Con Sobrantes	Ref. Sin Diferencia	Confiabilidad de Inventarios
EXHIBICION	67,296,571	\$566,888	0.1%	0,7200	21	0	0	12	52%
PERLIN-METALDECK	258,496,678	30	0.0%	92,081	26	0	0	26	100%
ANGULOS	1,05,262,760	-\$1,076	0.0%	61,190	21	0	0	15	71%
TUBOS	148,539,516	-\$12,489	0.0%	56,048	88	2	1	80	90%
INDUSTRIAL	115,901,511	-\$7,016	0.1%	14,011	11	1	1	4	36%
PLATINAS	105,078,204	-\$36,200	0.0%	54,320	20	3	2	24	85%
MOLDES	95,074,954	\$1,000,000	1.1%	10,600	10	1	1	0	10%
LAMINA HR.	90,081,807	\$115,200	0.1%	71,199	25	0	1	24	96%
LAMINA GALV	89,608,776	-\$1,000,000	0.2%	12,000	11	2	1	10	91%
BARRAS	80,774,416	-\$24,258	0.0%	46,353	14	2	1	11	79%
VIGAS	64,211,980	0	0.0%	37,421	22	0	0	22	100%
GRAB	57,070,290	50	0.0%	26,700	0	0	0	0	100%
CHANNELS	20,430,447	30	0.0%	16,058	6	0	0	6	100%
INDUSTRIAL	2,075,670	50	0.0%	10,000	10	1	0	10	100%
TOTAL	1,947,636,539	\$1,426,862	0,1%	1,098,427	329	21	16	295	90%

Fuente: Steckerl Aceros, 2017

Tabla 3. Inventarios mayores a 90 días

Inventarios Mayores A 90 Días Sin Movimiento		
Etiquetas de fila	Suma de Costo Inventario	Suma de peso total
Alambron	\$ 2.853.334	2.003
Aluminio	\$ 76.211	37
Comerciales	\$ 14.144.039	9.451
Laminas	\$ 4.519	3
Pt_grav_01	\$ 20.430.258	11.160
Total general	\$ 37.508.360	22.654

Fuente: Steckerl Aceros, 2017

La empresa, a julio 2017, contaba con un inventario por el valor de \$1.947.636.539 equivalente a 1098 toneladas, donde el rubro más importante es la familia de corrugados la cual representa el 43% del inventario total. En inventarios mayores a 90 días sin movimiento se tienen 22 toneladas equivalentes a \$ 37.508.360, donde el rubro más importante es el alambón de 6.5 mm, con un peso de 2.003 kg, se

observa que este no ha tenido rotación en 137 días. En el proceso de auditoría, se observó que el material no conforme alcanzó la cifra de \$7.525.823 equivalente a 3 toneladas. El porcentaje de cumplimientos de cíclicos (kardex) de esta sucursal en el 2017 es del 86%, ya que en el mes de mayo y junio solo cumplieron con el 45% de los cíclicos debido a reestructuración de personal en la bodega y esto le afectó la ejecución de los cíclicos.

La confiabilidad del inventario es de un 90% lo cual en comparación con el último inventario realizado (74%) presenta un incremento positivo del 22%, se evidencia con esto, que han mejorado los controles sobre los inventarios a través del programa de cíclicos diarios (conteos diarios). La bodega cuenta con un programa para mantener un orden y organización de buen nivel, lo cual se encuentra alineado con las políticas de inventarios, sin embargo, estas acciones aún no son suficientes para disminuir los problemas de la gestión.

El resultado del más reciente inventario fue un valor positivo \$1.426.852 que representa 0.1% del valor total, esto se debe a que en la familia de las mallas se encontró un troque de 50 mallas estándar de 5.5 mm (faltante) con 50 mallas estándar de 6.0 mm (sobrante), lo cual pudo presentarse en despachos a cliente. La confiabilidad más baja se presentó en la familia de los corrugados (52%), lo que genera planes de acción con todo el personal de la empresa y se emiten recomendaciones de controles y procesos para mejorar este indicador. A manera de resumen, los hallazgos más relevantes de la evaluación diagnóstica realizada a la gestión del inventario se pueden ilustrar en la tabla 4.

Tabla 4. Check list de fallas encontradas en el diagnóstico

Fallas observadas en el diagnóstico	Impacto
Escasez de inventario	Insatisfacción de la demanda Desmejora en la posición competitiva de la empresa
Fallas en la clasificación física de	Crea ineficiencias en los despachos, además,

algunas referencias	la clasificación no está en sintonía con la rotación de las referencias.
Fallas en los métodos de control para conteo físico de unidades	Inconsistencias entre el valor teórico del inventario y el real
Fallas en los métodos de análisis de proveedores	Compras con sobreprecio y con fallas en las especificaciones necesarias.
Fallas en los procesos de despacho	Retrasos en las entregas Insatisfacción del cliente
Poca rotación de algunas referencias	Aumento de costos de inventario
Baja confiabilidad en la familia de corrugados	Puntos de ruptura del inventario Demanda insatisfecha

Fuente: Elaboración propia, 2018

De forma general, una vez analizadas las deficiencias de la gestión, se identificaron tres problemas clave que están generando numerosos inconvenientes de manera colateral en los procesos de control del inventario, los cuales son: fallas en el proceso de compras y almacenamiento, insatisfacción de la demanda y escasez de inventario.

8. CLASIFICACIÓN ABC PARA FAMILIA DE ACERO CORRUGADO

8.1. ARTÍCULOS DE ESTUDIO

A partir de la información analizada en la Tabla 2, en donde se detectó un bajo nivel de confiabilidad para la familia de corrugados con el 52% en sus resultados; se procedió a desarrollar la clasificación ABC de los ítems que la componen. En la tabla 5 se muestran los artículos que deberán ser clasificados:

Tabla 5. Productos que componen a la familia de corrugados

Cant.	Suc.	Articulo	Cant.	Suc.	Articulo
1	B/quilla	Corr-06.35-06.00	19	B/Quilla	Corr-15.87-12.00
2	B/quilla	Corr-08.00-06.00	20	B/Quilla	Corr-19.05-06.00
3	B/quilla	Corr-08.50-06.00	21	B/Quilla	Corr-19.05-09.00
4	B/quilla	Corr-09.00-06.00	22	B/Quilla	Corr-19.05-12.00
5	B/quilla	Corr-09.00-12.00	23	B/Quilla	Corr-19.05-14.00

6	B/quilla	Corr-09.52-06.00	24	B/Quilla	Corr-22.22-06.00
7	B/quilla	Corr-09.52-09.00	25	B/Quilla	Corr-22.22-09.00
8	B/quilla	Corr-09.52-12.00	26	B/Quilla	Corr-22.22-12.00
9	B/quilla	Corr-11.00-06.00	27	B/Quilla	Corr-22.22-14.00
10	B/quilla	Corr-12.00-06.00	28	B/Quilla	Corr-25.40-06.00
11	B/quilla	Corr-12.00-12.00	29	B/Quilla	Corr-25.40-09.00
12	B/quilla	Corr-12.70-06.00	30	B/Quilla	Corr-25.40-12.00
13	B/quilla	Corr-12.70-09.00	31	B/Quilla	Corr-25.40-14.00
14	B/quilla	Corr-12.70-12.00	32	B/Quilla	Corr-31.75-06.00
15	B/quilla	Corr-12.00-06.00	33	B/Quilla	Corr-31.75-12.00
16	B/quilla	Corr-15.00-06.00	34	B/Quilla	Corr-31.75-14.00
17	B/quilla	Corr-15.87-06.00	35	B/Quilla	Corr-31.75-15.00
18	B/quilla	Corr-15.87-09.00			

Fuente: elaboración propia, 2018

8.2. ANÁLISIS DE DATOS DE ENTRADA

Con el fin de desarrollar la metodología de clasificación se tomó la información de consumo en kilos y costos de cada producto para los 12 meses del año anterior; para estos, se calculó el promedio de lineal en cada ítem. Debido a que el análisis se realiza para un rango de un año, se consideraron los meses en lo que no se presentaron consumos de tal forma que se pudiera obtener una cifra representativa del consumo anual.

Para el caso de los costos, se encontró que para cada mes el precio de venta variaba con base en un costo igualmente variable, esto debido a los diversos factores que influyen en el proceso de compra, sobre todo en lo concerniente a las importaciones, para el cálculo de este promedio se consideraron los valores mayores a cero, de tal forma que aquellos meses que no presentaran información no fueran considerados para el cálculo de ese ítem en particular. En el anexo 1 se presenta la información de consumo por kilos para cada ítem de la familia de corrugados y las cifras resultantes producto del cálculo del promedio. Y en el

anexo 2 se presenta la información de consumo por costo unitario para cada ítem de la familia de corrugado

Finalmente, en la tabla 6 se presenta de forma consolidada la información relacionada para cada ítem de la familia de corrugados, se especifica lo correspondiente a el promedio de consumo en un año, los costos promedio por kilo y el cálculo del costo total promediado del año. A partir de la información obtenida se procedió a calcular el porcentaje ponderado para cada ítem, para luego determinar el porcentaje acumulado, y de esta manera encontrar el grupo de ítems que conforman el grupo A, el B y el C.

Tabla 6. Costos totales promedio por ítem

Articulo	Kilos Promedio	Costos X Kilo	Costos Totales
Corr-06.35-06.00	10.860,7	\$ 1.625	\$ 17.649.921
Corr-08.00-06.00	3.399,2	\$ 1.516	\$ 5.153.857
Corr-08.50-06.00	10.081,0	\$ 1.506	\$ 15.177.297
Corr-09.00-06.00	4.817,8	\$ 1.466	\$ 7.065.147
Corr-09.00-12.00	660,0	\$ 1.436	\$ 947.672
Corr-09.52-06.00	44.790,8	\$ 1.455	\$ 65.192.409
Corr-09.52-09.00	455,3	\$ 1.255	\$ 571.200
Corr-09.52-12.00	38.448,5	\$ 1.446	\$ 55.610.892
Corr-11.00-06.00	9.076,9	\$ 1.411	\$ 12.805.697
Corr-12.00-06.00	10.142,3	\$ 1.489	\$ 15.100.384
Corr-12.00-12.00	235,4	\$ 1.245	\$ 293.159
Corr-12.70-06.00	69.921,2	\$ 1.432	\$ 100.155.459
Corr-12.70-09.00	4.203,5	\$ 1.414	\$ 5.942.593
Corr-12.70-12.00	62.619,6	\$ 1.448	\$ 90.677.571
Corr-12.00-06.00	10.582,3	\$ 1.427	\$ 15.102.894

Artículo	Kilos Promedio	Costos X Kilo	Costos Totales
Corr-15.00-06.00	4.798,6	\$ 1.484	\$ 7.119.502
Corr-15.87-06.00	34.017,2	\$ 1.454	\$ 49.474.576
Corr-15.87-09.00	5.283,0	\$ 1.440	\$ 7.605.980
Corr-15.87-12.00	47.724,6	\$ 1.428	\$ 68.130.770
Corr-19.05-06.00	7.105,1	\$ 1.445	\$ 10.264.722
Corr-19.05-09.00	4.172,2	\$ 1.432	\$ 5.973.909
Corr-19.05-12.00	27.135,1	\$ 1.449	\$ 39.332.189
Corr-19.05-14.00	55.070,4	\$ 1.374	\$ 75.680.229
Corr-22.22-06.00	3.032,5	\$ 1.474	\$ 4.468.593
Corr-22.22-09.00	16.923,1	\$ 1.366	\$ 23.111.242
Corr-22.22-12.00	12.927,1	\$ 1.452	\$ 18.773.516
Corr-22.22-14.00	91.142,6	\$ 1.370	\$ 124.876.848
Corr-25.40-06.00	3.768,7	\$ 1.421	\$ 5.356.410
Corr-25.40-09.00	7.187,8	\$ 1.485	\$ 10.675.851
Corr-25.40-12.00	14.248,4	\$ 1.471	\$ 20.956.229
Corr-25.40-14.00	17.923,5	\$ 1.399	\$ 25.071.472
Corr-31.75-06.00	3.534,6	\$ 1.483	\$ 5.241.086
Corr-31.75-12.00	22.248,1	\$ 1.353	\$ 30.105.080
Corr-31.75-14.00	84.101,1	\$ 1.359	\$ 114.324.282
Corr-31.75-15.00	765.422,5	\$ 1.489	\$ 1.139.971.416

Fuente: elaboración propia, 2018

Es importante recordar que los ítems del grupo A son aquellos que componen hasta el 80% del costo total y para los cuales se debe establecer un manejo de inventarios especializados con mayor control, en la misma línea; el grupo B son aquellos que constituyen el costo entre el 81% al 95% y, el grupo C, es el último rango determinado entre el 96% y el 100% de los costos. De esta manera se presenta en la tabla 7 los cálculos y clasificación resultante para cada ítem de la familia de corrugados.

Tabla 7. Clasificación ABC de ítems en la familia de corrugados

Cant	Artículo	Kilos	Costo	Costo Total	Participación	Participación Acumulada	Clasificación
1	Corr-31.75-15.00	765.422,5	1.489,3	1.139.971.416,1	51,96%	51,96%	A
2	Corr-22.22-14.00	91.142,6	1.370,1	124.876.848,4	5,69%	57,65%	A

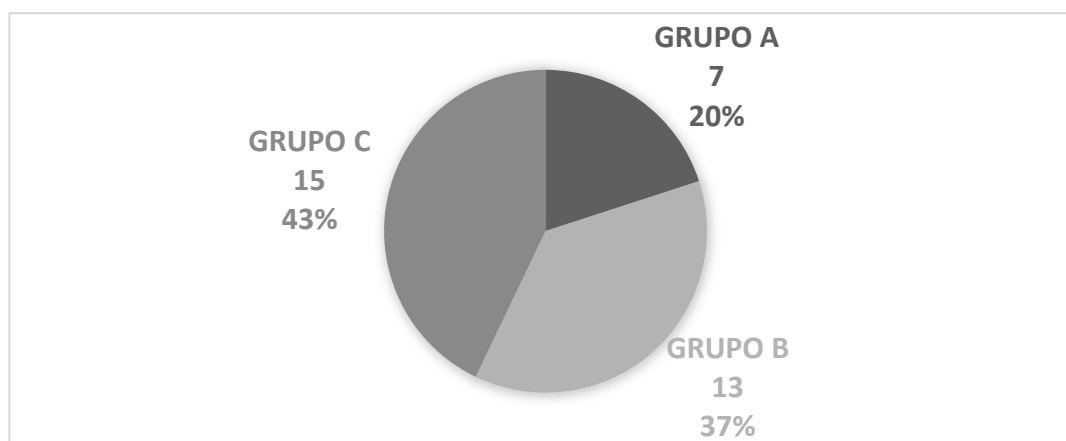
Cant	Articulo	Kilos	Costo	Costo Total	Participación	Participación Acumulada	Clasificación
3	Corr-31.75-14.00	84.101,1	1.359,4	114.324.281,5	5,21%	62,86%	A
4	Corr-12.70-06.00	69.921,2	1.432,4	100.155.459,2	4,57%	67,43%	A
5	Corr-12.70-12.00	62.619,6	1.448,1	90.677.571,2	4,13%	71,56%	A
6	Corr-19.05-14.00	55.070,4	1.374,2	75.680.228,8	3,45%	75,01%	A
7	Corr-15.87-12.00	47.724,6	1.427,6	68.130.770,4	3,11%	78,12%	A
8	Corr-09.52-06.00	44.790,8	1.455,5	65.192.409,2	2,97%	81,09%	B
9	Corr-09.52-12.00	38.448,5	1.446,4	55.610.891,8	2,53%	83,62%	B
10	Corr-15.87-06.00	34.017,2	1.454,4	49.474.575,6	2,26%	85,88%	B
11	Corr-19.05-12.00	27.135,1	1.449,5	39.332.188,6	1,79%	87,67%	B
12	Corr-31.75-12.00	22.248,1	1.353,2	30.105.080,4	1,37%	89,04%	B
13	Corr-25.40-14.00	17.923,5	1.398,8	25.071.471,8	1,14%	90,18%	B
14	Corr-22.22-09.00	16.923,1	1.365,7	23.111.242,3	1,05%	91,24%	B
15	Corr-25.40-12.00	14.248,4	1.470,8	20.956.229,3	0,96%	92,19%	B
16	Corr-22.22-12.00	12.927,1	1.452,3	18.773.516,0	0,86%	93,05%	B
17	Corr-06.35-06.00	10.860,7	1.625,1	17.649.921,0	0,80%	93,85%	B
18	Corr-08.50-06.00	10.081,0	1.505,5	15.177.296,8	0,69%	94,54%	B
19	Corr-12.00-06.00	10.582,3	1.427,2	15.102.894,3	0,69%	95,23%	B
20	Corr-12.00-06.00	10.142,3	1.488,9	15.100.383,6	0,69%	95,92%	B
21	Corr-11.00-06.00	9.076,9	1.410,8	12.805.697,1	0,58%	96,50%	C
22	Corr-25.40-09.00	7.187,8	1.485,3	10.675.850,6	0,49%	96,99%	C
23	Corr-19.05-06.00	7.105,1	1.444,7	10.264.721,6	0,47%	97,46%	C
24	Corr-15.87-09.00	5.283,0	1.439,7	7.605.979,9	0,35%	97,81%	C
25	Corr-15.00-06.00	4.798,6	1.483,6	7.119.502,2	0,32%	98,13%	C
26	Corr-09.00-06.00	4.817,8	1.466,5	7.065.147,1	0,32%	98,45%	C
27	Corr-19.05-09.00	4.172,2	1.431,9	5.973.909,0	0,27%	98,72%	C
28	Corr-12.70-09.00	4.203,5	1.413,7	5.942.593,1	0,27%	99,00%	C
29	Corr-25.40-06.00	3.768,7	1.421,3	5.356.410,1	0,24%	99,24%	C
30	Corr-31.75-06.00	3.534,6	1.482,8	5.241.086,4	0,24%	99,48%	C
31	Corr-08.00-06.00	3.399,2	1.516,2	5.153.856,6	0,23%	99,71%	C
32	Corr-22.22-06.00	3.032,5	1.473,5	4.468.593,2	0,20%	99,92%	C
33	Corr-09.00-12.00	660,0	1.435,9	947.671,6	0,04%	99,96%	C
	Corr-09.52-09.00				0,03%	99,99%	C

Cant	Artículo	Kilos	Costo	Costo Total	Participación	Participación Acumulada	Clasificación
34		455,3	1.254,6	571.200,1			
35	Corr-12.00-12.00	235,4	1.245,4	293.159,0	0,01%	100,00%	C

Fuente: elaboración propia, 2018

De acuerdo a los resultados anteriores se encuentra que el 20% de los ítems constituyen el 80% de los costos, y por tanto son aquellos que cuyo impacto debe ser mayor en los controles y tratamientos diseñados para ellos. En la figura 8 se presenta los resultados de la composición de los ítems por la clasificación ABC.

Figura 8. Clasificación ABC de los ítems que componen la familia de los corrugados



Fuente: elaboración propia, 2018

Con base en la categorización resultante, se procede a graficar los comportamientos de consumo de los 7 ítems de la familia de corrugados que fueron clasificados en la categoría A, y para los cuales se debe diseñar un manejo especial debido al impacto que generan en los costos. Inicialmente se muestra el detalle de consumo histórico de los 12 meses del año anterior (Ver anexo 3).

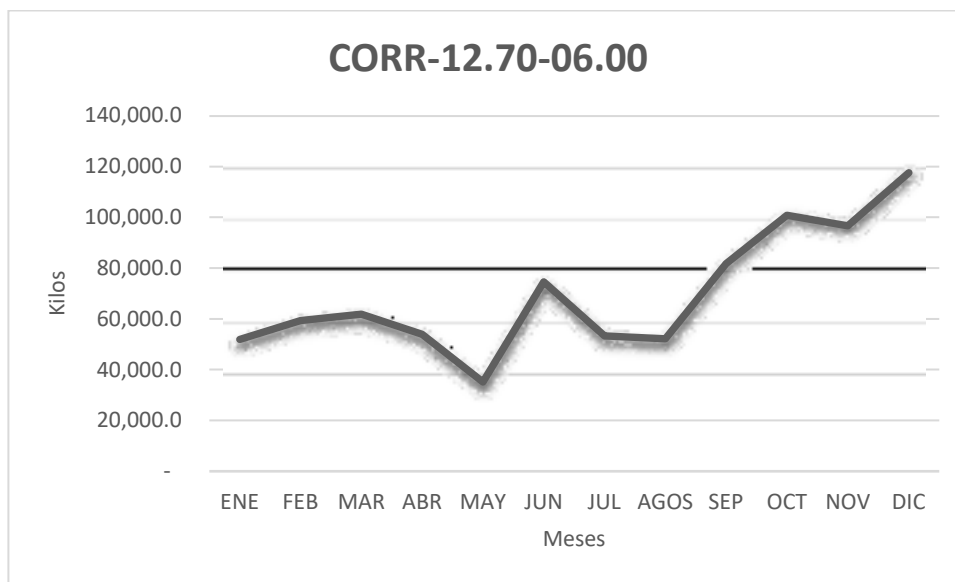
9. ANALISIS DE PRONOSTICOS DE LA DEMANDA

9.1. REFERENCIAS A PRONOSTICAR

La de acero corrugado cuenta con distintos tipos de referencia, tal como se ha mostrado en apartados anteriores (Ver Anexo 1), sin embargo, solo se tomará en cuenta para el análisis de la demanda y pronóstico las más relevantes. En función de esto, se expone a continuación tres referencias de productos que se trabajaran.

La primera referencia corresponde al producto CORR-12.70-06.00 el cual ha tenido una tendencia positiva a lo largo del año analizado, a pesar de la leve caída en el mes de mayo, julio y agosto, en general, el crecimiento se presenta de forma sostenida. En virtud de ello, se considera pertinente aplicar el método de pronósticos de HOLT y así poder generar un modelo predictivo que mejore la gestión del stock de este artículo (Ver figura 9).

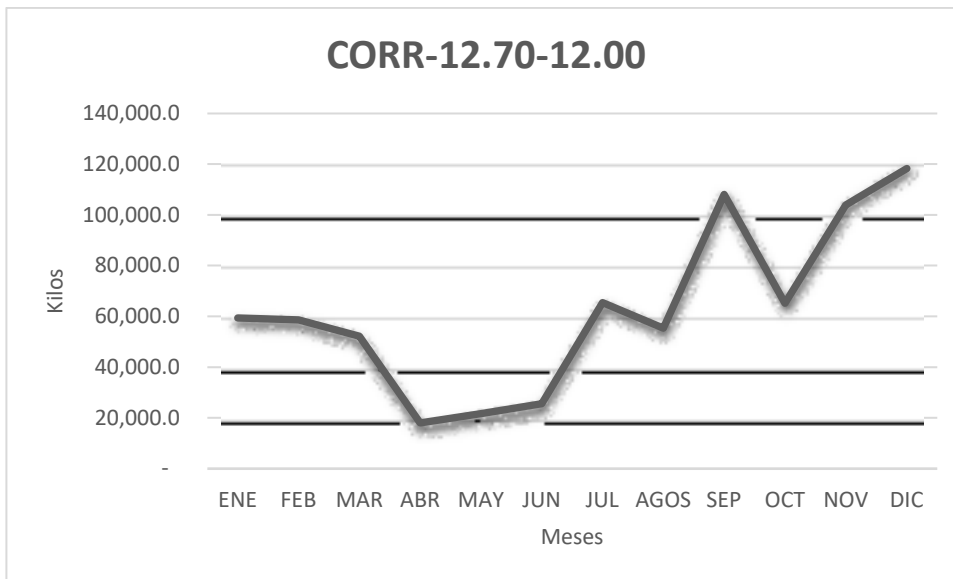
Figura 9. Histórico de consumo del artículo CORR-12.70-06.00



Fuente: elaboración propia, 2018

En segundo lugar, se tiene la referencia CORR-12.70-12.00 que, al igual que el artículo anterior ha venido presentando una tendencia positiva en su crecimiento con un comportamiento similar entre los meses de enero y mayo, sin embargo, a partir de allí el avance ha sido sostenible, por lo tanto, es posible aplicar el método HOLT de pronóstico (Ver figura 10).

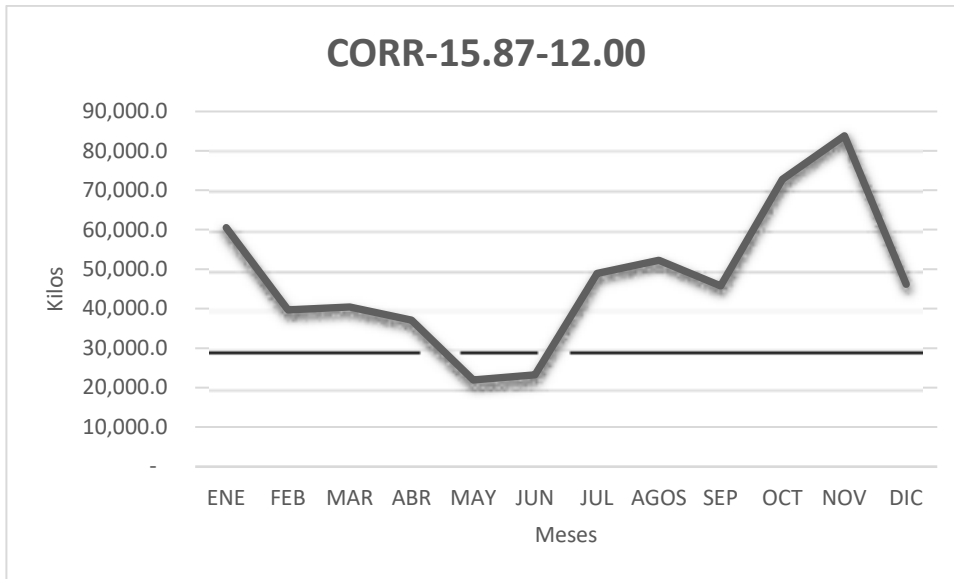
Figura 10. Histórico de consumo del artículo CORR-12.70-12.00



Fuente: elaboración propia, 2018

Por último, la tercera referencia escogida corresponde al CORR-15.87-12.00 que, si bien el comportamiento del consumo de este producto no evidencia una clara tendencia al alza a lo largo del año analizado, ha mostrado cierta estabilidad, donde a partir del mes de mayo se observa una recuperación significativa que continúa hasta el mes de noviembre. A pesar del impulso, en el mes de diciembre sufre nuevamente una disminución de la demanda, sin embargo, en general, se ha mantenido estable en el período (Ver figura 11).

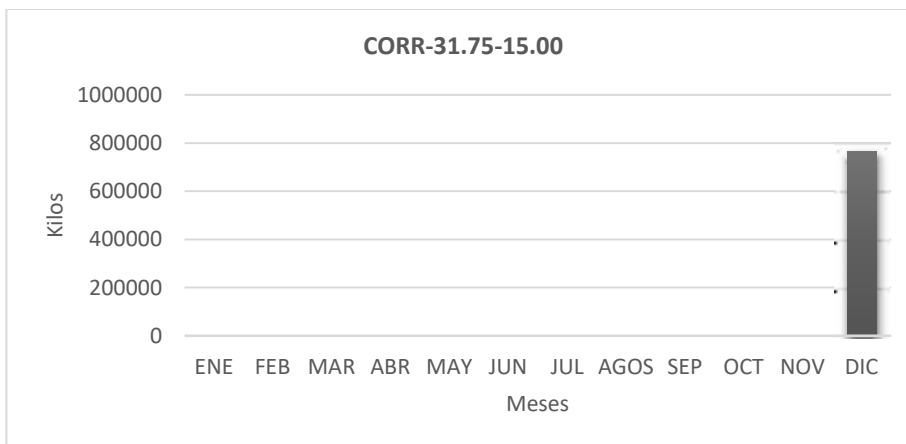
Figura 11. Histórico de consumo del artículo CORR-15.87-12.00



Fuente: elaboración propia, 2018

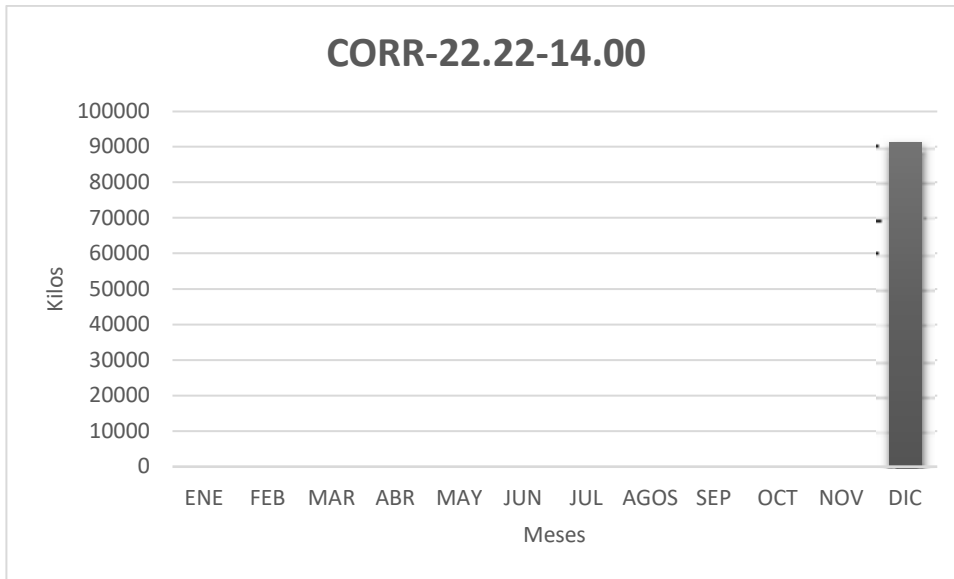
Adicionalmente, se mencionarán de manera puntual cuatro referencias que, a pesar de no presentar tendencias y características que permitan realizar pronósticos, son necesarias analizar dada su importancia dentro de la familia de corrugados, en tal sentido, se exponen los comportamientos de dichos productos a través de las siguientes gráficas (Ver figura 12-15).

Figura 12. Histórico de consumo del artículo CORR-31.75-15.00



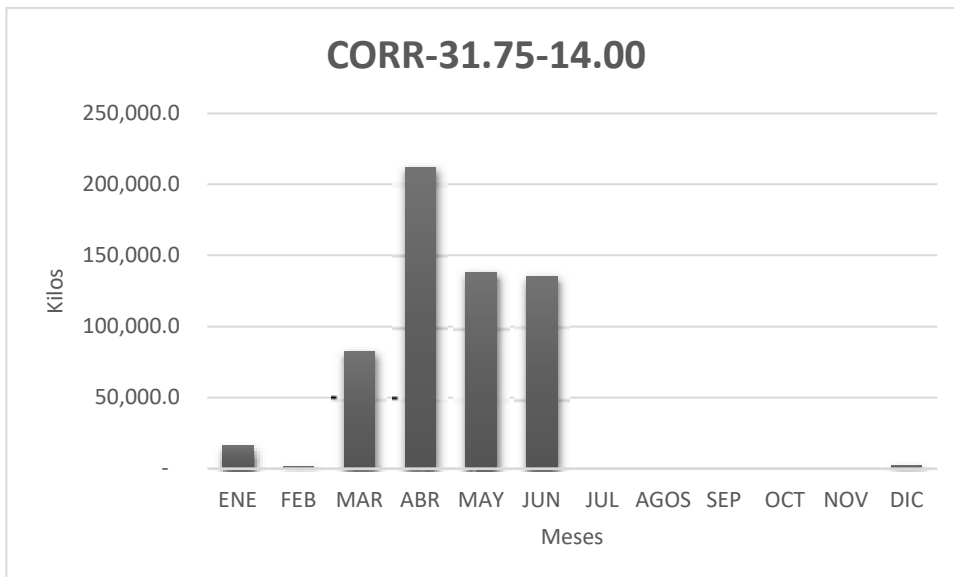
Fuente: elaboración propia, 2018

Figura 13. Histórico de consumo del artículo CORR-22.22-14.00



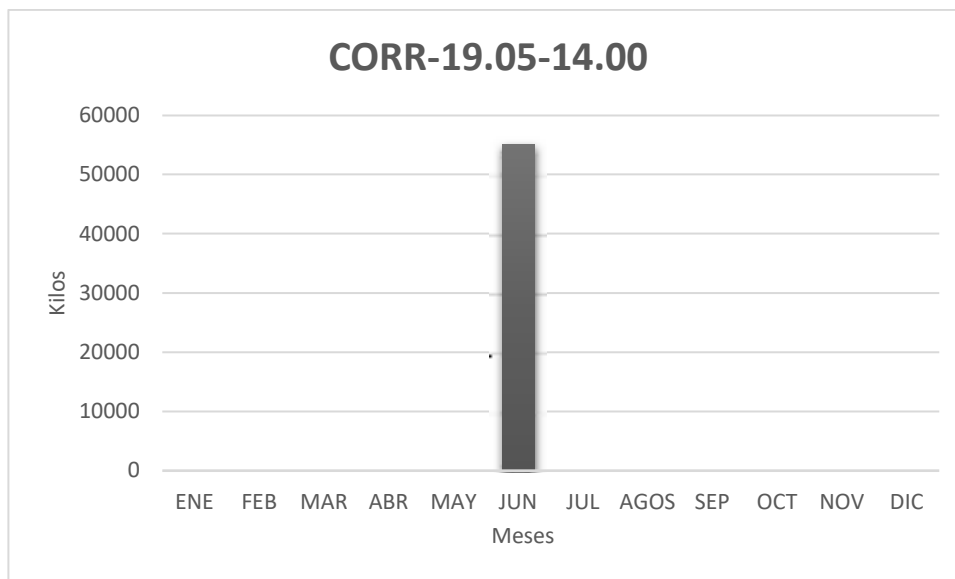
Fuente: elaboración propia, 2018

Figura 14. Histórico de consumo del artículo CORR-31.75-14.00



Fuente: elaboración propia, 2018

Figura 15. Histórico de consumo del artículo CORR-19.05-14.00



Fuente: elaboración propia, 2018

El comportamiento de estos artículos obedece a que fueron negociaciones puntuales de clientes especiales quienes tienen como política adquirir la totalidad de materia prima que requerirán durante el período productivo siguiente, con el fin de congelar su presupuesto de compras y evitar las consecuencias de posibles alzas de precios y garantizar la estabilidad de sus proyectos en ejecución, por ello, las gráficas A, B, C y D, muestran un consumo irregular, correspondiente a este tipo de transacciones (Ver figura 12-15).

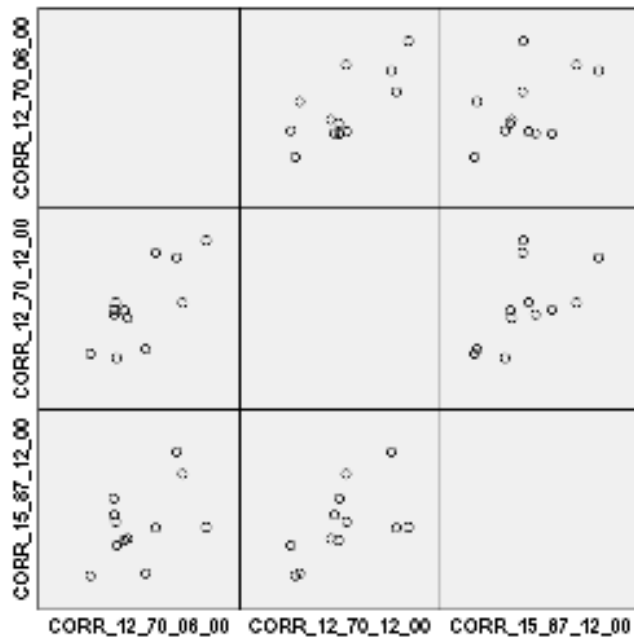
9.2. ANÁLISIS DE COMPONENTES DE LA DEMANDA

En toda organización que opere en el mercado a través de operaciones de compra y venta, bien sea productos o servicios, el análisis de las cantidades vendidas siempre ha sido un elemento clave en la toma de decisiones. El estudio de esta variable puede provenir de dos fuentes principales, datos históricos o estimaciones con base en la investigación (Méndez, 2016).

De acuerdo con la idea anterior, uno de los propósitos de analizar la demanda es poder realizar, de la manera más precisa y científica posible, pronósticos sobre los niveles de consumo y, con base en esta información, tomar acciones en los procesos relacionados, tales como el inventario. Sin embargo, antes de llevar a cabo cálculos de esta naturaleza, es indispensable conocer las características de su comportamiento por medio de la aplicación de algunas técnicas estadísticas afines a tal propósito.

En la literatura académica relacionada con este aspecto, existe multiplicidad de técnicas que facilitan el estudio de las características más comunes de la demanda, tales como, tendencia, estacionalidad, promedios, entre otros, para así contar con una visión clara y objetiva, a un nivel descriptivo, de los factores que componen dicho comportamiento. En atención a todo lo expuesto anteriormente, se analizarán, mediante procedimientos estadísticas, los principales atributos que posee el consumo de las referencias seleccionadas para el pronóstico.

Figura 16. Diagrama de dispersión matricial de las demandas



Fuente: elaboración propia con ayuda del software SPSS versión 23, 2018.

El primer elemento de análisis propuesto es la exploración de las Inter correlaciones entre los productos seleccionados, a fin de poder determinar si existe algún tipo de relación entre sus demandas. Para realizar este procedimiento se ejecutó la correlación de Pearson, con el apoyo del software estadístico SPSS versión 23, combinando las tres referencias en un diagrama de correlación matricial que favoreciera la identificación de las asociaciones de forma visual, seguido a esto, se evaluaron los coeficientes de correlación hallando los siguientes resultados. (Ver figura 16).

El diagrama muestra las diferentes correlaciones combinadas de cada producto donde se puede observar un grado de asociación relevante de la referencia CORR-12.70-12.00 con la CORR-15.87-12.00 y CORR-12.70-06.00. Evaluar esta asociación es importante dado que, si la demanda de un producto afecta o está relacionada con la de otro, muy probablemente se esté en presencia de bienes complementarios, es decir, la variabilidad del consumo de una de estas referencias puede impactar en la demanda el otro. Para corroborar esta hipótesis se evaluó la significancia estadística de dichas correlaciones resumidas en la tabla 8.

Tabla 8. Matriz de coeficientes de correlación

		CORR_12_70_06_00	CORR_12_70_12_00	CORR_15_87_12_00
CORR_1 2_70_06	Correlación de Pearson	1	,735**	0,490
	Sig. (bilateral)		0,006	0,106
	N	12	12	12
CORR_12 _70_12_0	Correlación de Pearson	,735**	1	,583*
	Sig. (bilateral)	0,006		0,047
	N	12	12	12
CORR_1 5_87_12	Correlación de Pearson	0,490	,583*	1
	Sig. (bilateral)	0,106	0,047	
	N	12	12	12

Los valores importantes a tomar en cuenta para el análisis se encuentran resaltados en negrita, donde se pueden observar los coeficientes de correlación R y su respectiva significancia. En primer lugar, se puede afirmar que existe una correlación significativa entre la referencia CORR-12.70-12.00 y la CORR-12.70-06.00 con un coeficiente R de Pearson del 0,783 (medio alto) una significancia de 0,006. A su vez, la demanda de este producto (CORR-12.70-12.00) se asocia a la de CORR-15.87-12.00 con un coeficiente de correlación R de Pearson de 0,583 (medio) y una significancia de 0,047 (Ver tabla 8).

Este hecho implica que analizar el consumo y las políticas de inventario, debería realizarse de forma conjunta y no de manera aislada, entendiendo que, si aumenta la cantidad vendida de alguna de estas referencias muy probablemente impacte en el incremento de la otra. Siguiendo con el análisis de la demanda de los productos seleccionados se examinaron los comportamientos en términos del promedio móvil, promedio central móvil e índice de estacionalidad con la finalidad de identificar mayores detalles en los datos históricos. El promedio móvil simple, dado que se cuenta solo con un período, se calculó con base en 3 períodos, correspondiente a los trimestres del año (Ver tabla 9).

Tabla 9. Comportamiento de la demanda de la referencia CORR-12.70-06.00

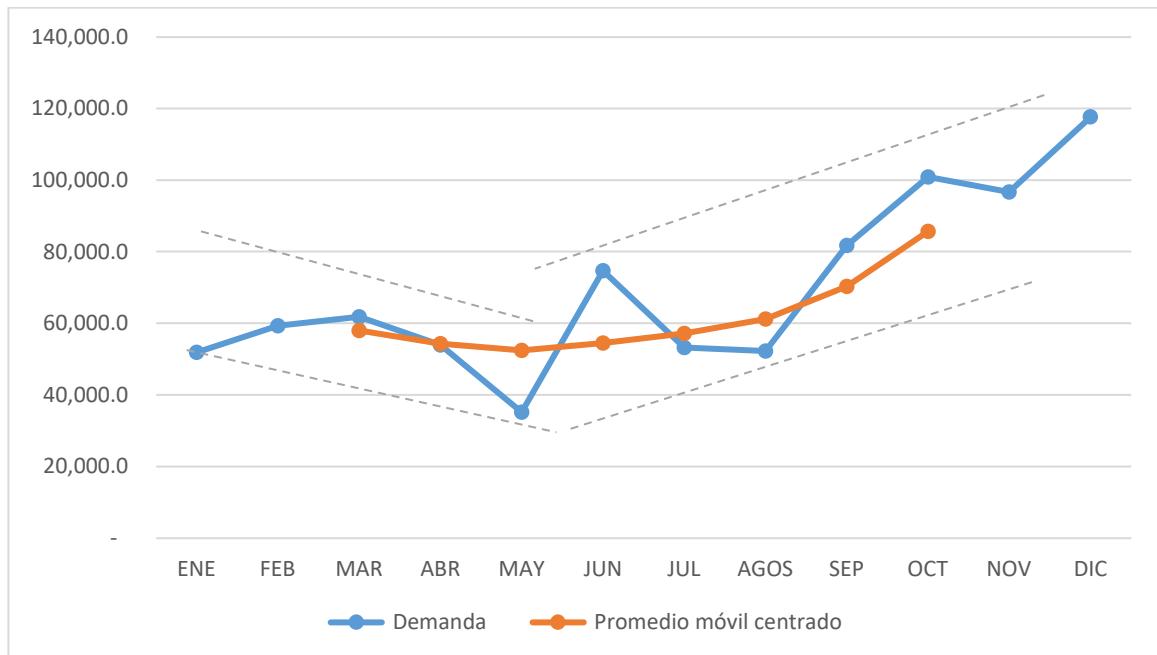
	Demanda	Promedio móvil	Promedio móvil centrado	Índice de estacionalidad
ENE	51.840,1	-	-	-
FEB	59.290,1	-	-	-
MAR	61.805,2	-	57.996,8	1,07
ABR	53.949,9	57.645,1	54.326,4	0,99
MAY	35.158,0	58.348,4	52.443,0	0,67
JUN	74.637,1	50.304,4	54.465,5	1,37
JUL	53.252,6	54.581,7	57.190,2	0,93
AGOS	52.203,6	54.349,2	61.213,2	0,85
SEP	81.729,5	60.031,1	70.328,0	1,16
OCT	100.849,2	62.395,2	85.673,0	1,18
NOV	96.677,2	78.260,8	-	-

DIC	117.662,3	93.085,3	-	-
------------	-----------	----------	---	---

Fuente: cálculos propios con base en los datos históricos, 2018.

El promedio móvil centrado ayuda a identificar la tendencia de la serie, en cuyo caso se convierte en el valor esperado, es decir, en la demanda esperada de cada mes del año analizado. La tabla resume los resultados del índice de estacionalidad de la serie, el cual permite establecer en qué meses del año la demanda real se encontró por encima o por debajo de lo proyectado según el promedio móvil centrado, dicho de otro modo, y tomando como ejemplo el mes de junio, el valor del índice estacional resultante (1,37) indica que el consumo estuvo 37% por arriba de lo esperado, así se demuestra en la figura 17.

Figura 17. Comportamiento de la demanda y promedio móvil centrado de la referencia CORR-12.70-06.00



Fuente: elaboración propia, 2018.

De igual forma, se estudió el comportamiento de la demanda de CORR-12.70-12.00 con base en los mismos parámetros y procedimientos establecidos para el

producto anterior. La tabla 10 resume los valores de los promedios e índice de estacionalidad correspondiente.

Tabla 10. Comportamiento de la demanda de la referencia CORR-12.70-12.00

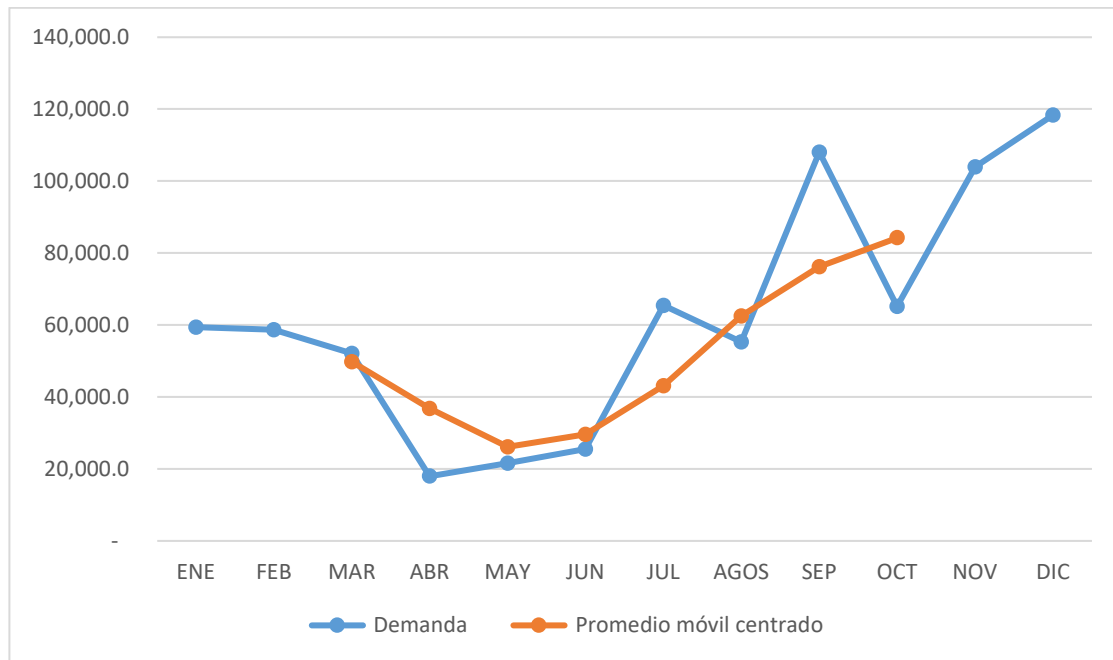
	Demanda	Promedio móvil	Promedio móvil centrado	Índice de estacionalidad
ENE	59.351,8	-	-	-
FEB	58.647,9	-	-	-
MAR	52.122,2	-	49.819,7	1,05
ABR	18.026,2	56.707,3	36.760,3	0,49
MAY	21.617,2	42.932,1	26.160,5	0,83
JUN	25.554,1	30.588,5	29.638,1	0,86
JUL	65.459,9	21.732,5	43.150,8	1,52
AGOS	55.259,8	37.543,7	62.501,3	0,88
SEP	108.014,2	48.757,9	76.194,9	1,42
OCT	65.161,7	76.244,6	84.249,7	0,77
NOV	103.886,4	76.145,2	-	-
DIC	118.333,7	92.354,1	-	-

Fuente: cálculos propios con base en los datos históricos, 2018.

En este caso se observa que los índices de estacionalidad resultantes en su mayoría son menores a 1, lo cual indica que la demanda estuvo por debajo de lo esperado durante estos meses. Por otro lado, el promedio móvil centrado, indicador de la tendencia, presenta un decrecimiento en los primeros meses del año para luego recuperar el crecimiento, así lo refleja en la figura 18.

Estos comportamientos similares entre las tendencias de las referencias CORR-12.70-06.00 y CORR-12.70-12.00 pueden estar explicados por lo dicho al inicio de la sección respecto a la correlación, donde se evidencia que en los tres primeros períodos del promedio móvil centrado hay un descenso y, a partir del cuarto, comienza una recuperación hasta el final de la serie. Por último, se presentan los datos analizados del consumo histórico de la referencia CORR-15.87-12.00, resumida en la tabla 11.

Figura 18. Comportamiento de la demanda y promedio móvil centrado de la referencia CORR-12.70-12.00



Fuente: elaboración propia, 2018.

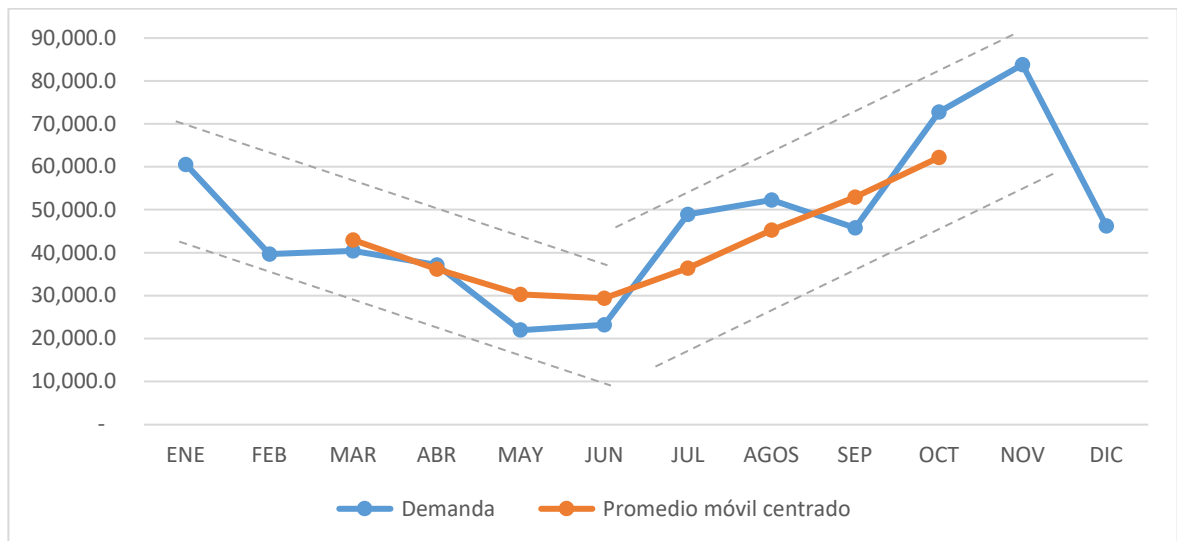
Tabla 11. Comportamiento de la demanda de la referencia CORR-15.87-12.00

	Demanda	Promedio móvil	Promedio móvil centrado	Índice de estacionalidad
ENE	60.515,0	-	-	-
FEB	39.697,8	-	-	-
MAR	40.442,6	-	42.984,3	0,94
ABR	37.109,7	46.885,2	36.132,1	1,03
MAY	21.990,2	39.083,4	30.313,4	0,73
JUN	23.237,8	33.180,8	29.413,4	0,79
JUL	48.914,7	27.445,9	36.423,8	1,34
AGOS	52.247,7	31.380,9	45.228,0	1,16
SEP	45.805,2	41.466,7	52.958,4	0,86
OCT	72.729,7	48.989,2	62.184,6	1,17
NOV	83.790,0	56.927,5	-	-
DIC	46.214,8	67.441,6	-	-

Fuente: cálculos propios con base en los datos históricos, 2018.

La tendencia y comportamiento de esta serie presenta un ligero cambio respecto a las anteriores, donde el primer elemento que destaca es el decrecimiento del promedio móvil centrado hasta el mes de junio, mitad del año, para luego comenzar paulatinamente el crecimiento. Como apoyo al planteamiento anterior se muestra en la figura 19.

Figura 19. Comportamiento de la demanda y promedio móvil centrado de la referencia CORR-15.87-12.00



Fuente: elaboración propia, 2018.

Esta vez el período de recuperación comienza en el mes de junio hasta el mes de diciembre donde vuelve a ocurrir un descenso considerable en las ventas motivado, probablemente, a hechos fortuitos o puntuales en las negociaciones realizadas. Todos los elementos aquí desarrollados contribuyen a la comprensión del comportamiento de la demanda de los productos de acero corrugado a fin de identificar los atributos más destacados que se conviertan en insumo para realizar los pronósticos planteados mediante el método HOLT.

9.3. APLICACIÓN DEL METODO DE HOLT

Una vez analizado el comportamiento de la demanda de los productos se puede comenzar a llevar cabo el procedimiento para pronósticos que, en el caso de esta investigación, corresponde al método de suavización exponencial doble propuesto y desarrollado por Charles Holt en el año de 1957. Los parámetros del modelo se basan en tres ecuaciones, el estimado del nivel actual (a), el estimado de la tendencia (b) y el pronóstico del período p en el futuro, matemáticamente expresadas de la siguiente manera (Hanke y Wichern, 2010):

$$a) L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$b) T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$c) \hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t$$

Donde,

L_t = Nuevo valor suavizado

α = constante de suavizamiento para el nivel, debe cumplir $0 < \alpha < 1$

Y_t = valor real de la serie en período t

β = constante de suavizamiento para el estimado de la tendencia, debe cumplir $0 < \beta < 1$

T_t = estimado de la tendencia

p = período a pronosticarse

\hat{Y}_{t+p} = pronóstico para el período p

Adicionalmente, el método permite evaluar la confiabilidad a través de la Medición de Error de Pronóstico (MSE) que no es más sino el promedio de los errores y cuya utilidad es lograr la maximización del modelo obteniendo los valores de α y β

que minimicen este indicador, es decir, se debe hallar la combinación óptima de las constantes para minimizar el valor del MSE. Para ello, se utilizó la opción solver proporcionada por la herramienta Excel, con las restricciones establecidas para cada constante, por lo tanto, los valores que se muestran de las constantes ya se encuentran optimizadas y el MSE es el mínimo.

Con base en estos parámetros se construyó el modelo con el apoyo de una hoja de cálculo Excel. A continuación, se presentan los datos procesados en el análisis en la tabla 12 para la referencia CORR-12.70-06.00.

Tabla 12. Desarrollo del modelo HOLT para la referencia CORR-12.70-06.00

	t	Yt	Lt	Tt	Y't	Error
ENE	1	51.840,1	51.840,1	-		
FEB	2	59.290,1	54.112,4	2.249,6	51.840	7.450,0
MAR	3	61.805,2	58.022,3	3.893,3	56.362	5.443,1
ABR	4	53.949,9	59.485,9	1.487,9	61.916	7.965,7
MAY	5	35.158,0	53.099,6	(6.307,5)	60.974	25.815,8
JUN	6	74.637,1	55.285,2	2.100,7	46.792	27.845,0
JUL	7	53.252,6	56.125,2	852,5	57.386	4.133,3
AGOS	8	52.203,6	55.521,6	(589,1)	56.978	4.774,1
SEP	9	81.729,5	63.106,0	7.502,7	54.933	26.797,0
OCT	10	100.849,2	79.832,5	16.634,3	70.609	30.240,5
NOV	11	96.677,2	96.530,9	16.697,8	96.467	210,4
DIC	12	117.662,3	114.581,0	18.036,6	113.229	4.433,6
ENE	13	Pronóstico (p =1)			132.618	

Fuente: cálculos propios con base en datos históricos, 2018

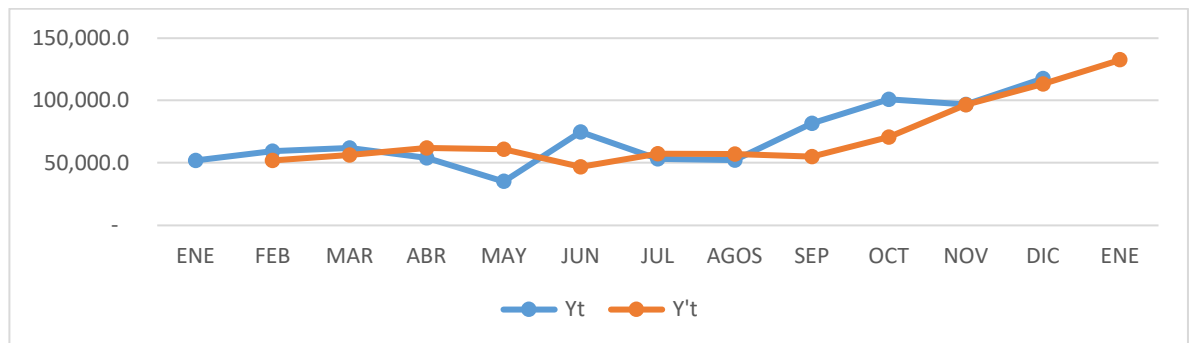
Tabla 13. Parámetros del modelo HOLT para la referencia CORR-12.70-06.00

α	0,3
β	0,99
p	1
MSE	13.191,7

Fuente: cálculos propios con solver en Microsoft Excel, 2018.

El resultado del modelo se puede visualizar en la figura 20 que contrasta los valores reales (Y_t) y los pronosticados (pT_t).

Figura 20. Comparativo de valores reales y pronosticados para la referencia CORR-12.70-06.00



Fuente: elaboración propia, 2018

El mismo procedimiento fue aplicado a la referencia CORR-12.70-12.00 exponiendo a continuación los resultados en la tabla 14.

Tabla 14. Desarrollo del modelo HOLT para la referencia CORR-12.70-12.00

	t	Y_t	L_t	T_t	$Y't$	Error	
ENE	1	59.351,8	59.351,8	-			
FEB	2	58.647,9	59.018,4	(248,5)	59.352	703,9	
MAR	3	52.122,2	55.621,9	(2.595,9)	58.770	6.647,7	
ABR	4	18.026,2	36.452,0	(14.954,7)	53.026	34.999,7	
MAY	5	21.617,2	21.554,1	(14.912,4)	21.497	119,9	
JUN	6	25.554,1	15.597,6	(8.234,2)	6.642	18.912,4	
JUL	7	65.459,9	34.874,7	12.280,3	7.363	58.096,6	
AGOS	8	55.259,8	50.993,0	15.142,2	47.155	8.104,8	
SEP	9	108.014,2	85.966,8	29.930,1	66.135	41.879,1	
OCT	10	65.161,7	91.871,5	12.015,0	115.897	50.735,2	
NOV	11	103.886,4	103.886,4	12.015,0	103.886	0,0	
DIC	12	118.333,7	117.053,2	12.873,8	115.901	2.432,3	
ENE	13	Pronóstico ($p = 1$)				129.927	

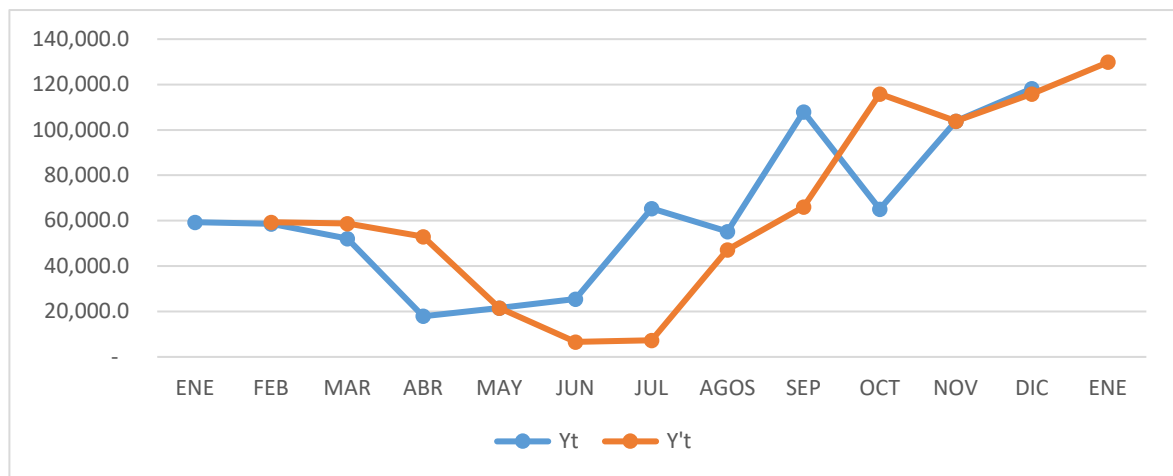
Tabla 15. Parámetros del modelo HOLT para la referencia CORR-12.70-12.00

α	0,5
β	0,75
ρ	1
MSE	20.239,2

Fuente: cálculos propios con solver en Microsoft Excel, 2018

El resultado del modelo para la referencia seleccionada se puede observar en la figura 21 que contrasta los valores reales (Y_t) y los pronosticados (pT_t).

Figura 21. Comparativo de valores reales y pronosticados para la referencia CORR-12.70-12.00



Fuente: elaboración propia, 2018

Por último, se presenta el desarrollo del modelo para la referencia CORR-15.87-12.00 a través de la siguiente tabla:

Tabla 16. Desarrollo del modelo HOLT para la referencia CORR-15.87-12.00

	t	Yt	Lt	Tt	Y't	Error
ENE	1	60.515,0	60.515,0	-		
FEB	2	39.697,8	49.374,7	(8.932,1)	60.515	20.817,2
MAR	3	40.442,6	40.442,6	(8.932,1)	40.443	0,0
ABR	4	37.109,7	34.506,9	(6.529,7)	31.511	5.599,1
MAY	5	21.990,2	24.773,3	(9.098,5)	27.977	5.987,0
JUN	6	23.237,8	19.722,1	(5.853,5)	15.675	7.563,0
JUL	7	48.914,7	32.623,5	9.183,9	13.869	35.046,1
AGOS	8	52.247,7	47.394,5	13.663,5	41.807	10.440,3
SEP	9	45.805,2	52.895,5	7.118,9	61.058	15.252,9
OCT	10	72.729,7	66.819,0	12.574,7	60.014	12.715,3
NOV	11	83.790,0	81.746,4	14.461,0	79.394	4.396,3
DIC	12	46.214,8	69.454,0	(6.989,4)	96.207	49.992,6
ENE	13	Pronóstico (p =1)			62.465	

Fuente: cálculos propios con base en datos históricos, 2018.

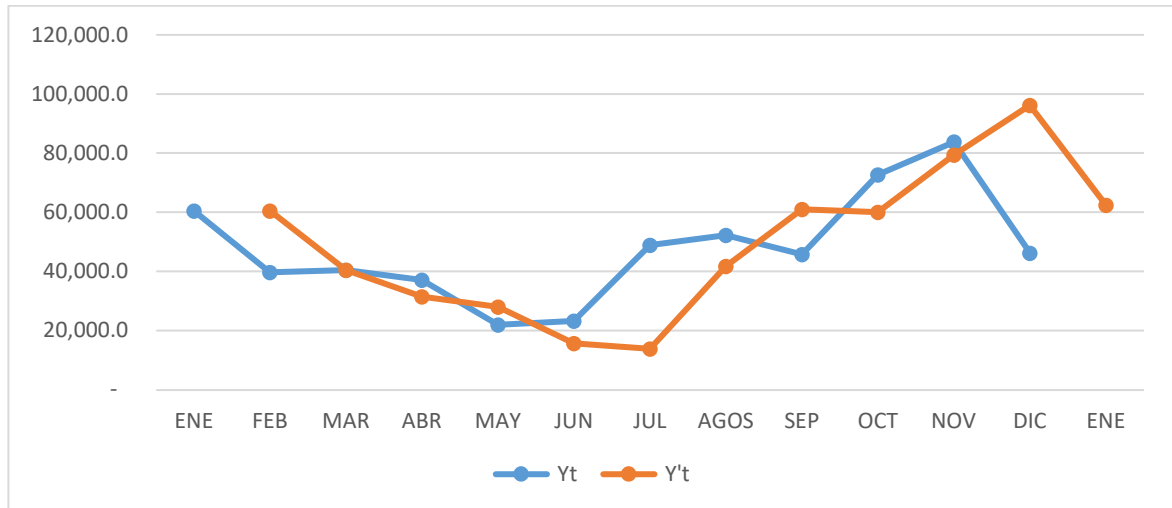
Tabla 17. Parámetros del modelo HOLT para la referencia CORR-15.87-12.00

α	0,5
β	0,80
ρ	1
MSE	15.255,4

Fuente: cálculos propios con solver en Microsoft Excel, 2018.

Así mismo, se expone la figura 22 correspondiente para comparar las ventas reales y las pronosticadas.

Figura 22. Comparativo de valores reales y pronosticados para la referencia CORR-12.70-12.00



Fuente: elaboración propia, 2018.

9.4. MODELO CANTIDAD ÓPTIMA DE PEDIDO (EOQ)

Para lograr definir políticas óptimas de inventario con base en los datos históricos y proyecciones realizadas en las secciones anteriores, se desarrolló el modelo de cantidad óptima de pedido (EOQ) por sus siglas en inglés, de acuerdo a la metodología de cálculo expuesta por Taha (2012). A continuación, se formulan los insumos requeridos para el modelo tales como la determinación de los costos de pedidos, mantenimiento de la unidad en el inventario, demanda promedio mensual y tiempo de espera entre pedidos. La tabla 18 muestra los porcentajes asociados a los costos requeridos para el modelo EOQ.

Tabla 18. Porcentajes asociados a los costos del modelo EOQ

	Tasa del costo total
Costo de hacer un pedido	3%

Costo de mantener una unidad en el inventario	2%
---	----

Fuente: juicio experto del área de inventarios, 2018

Seguidamente, se presentan en la tabla 19 los costos de las referencias analizadas.

Tabla 19. Costos de las referencias analizadas

Referencias	Costo total
Corr-12.70-12.00	1.448,10
Corr-12.70-06.00	1.432,40
Corr-15.87-12.00	1.427,60

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la tabla 7, 2018

De este modo fue posible calcular los costos requeridos para el modelo EOQ tal como se resumen en la tabla 20.

Tabla 20. Costos para el modelo EOQ

Elementos del modelo EOQ	Corr-12.70-12.00	Corr-12.70-06.00	Corr-15.87-12.00
<i>Costo total por unidad</i>	1.448,10	1.432,40	1.427,60
<i>Costo de hacer un pedido (Unidad)</i>	43,44	42,97	42,83
<i>Costo de mantener una unidad en el inventario</i>	28,96	28,65	28,55

Fuente: elaboración propia, 2018

9.4.1. Modelo EOQ para la referencia CORR-12.70-12.00

Como se mencionó anteriormente, el método para el desarrollo del modelo EOQ fue el propuesto por Taha (2012) el cual expone los siguientes elementos para su cálculo:

y = Cantidad óptima de pedido (número de unidades)

D = Tasa de demanda (unidades por unidad de tiempo)

t_0 = duración del ciclo de pedido (medido en unidades de tiempo)

K = Costo de hacer un pedido

H = Costo de mantener una unidad en el inventario

Donde t_0 es la resultante de medir el ciclo de pedido, es decir, las unidades se van agotando en el inventario a una tasa constante (D) hasta llegar al nivel 0, expresado de la siguiente forma:

$$t_0 = \frac{y}{D}$$

Sin embargo, para el cálculo de t_0 es necesario hallar y , con base en el modelo EOQ el cual está representado en la siguiente fórmula matemática:

$$y = \sqrt{\frac{2DK}{H}}$$

A partir de los datos de la tabla 21 se calculó el valor de la cantidad óptima de pedido (y) y la duración del ciclo (t_0).

Tabla 21. Variables del modelo EOQ para la referencia CORR-12.70-12.00.

D = Demanda promedio diaria	2.087
K = Costo de hacer un pedido	90.679
h = Costo de mantener una unidad en el inventario	28,96
L = Tiempo de espera	10

Fuente: cálculos propios.

La demanda promedio diaria se obtuvo de los datos de la tabla 14, mientras que el monto de $K = D * 43,44$.

$$y = \sqrt{\frac{2 * 2.087 * 90.679}{28,96}}$$

$$y = 3.615$$

Es decir, la cantidad óptima de pedido que debe realizarse es de 2.755, sin embargo, hace falta determinar el ciclo de pedido para estimar el punto de reorden. A continuación, se detalla el procedimiento para ello:

$$t_0 = \frac{y}{D}$$

Entonces,

$$t_0 = \frac{3.615}{2.087} = 1,73$$

Obtenido el valor del t_0 es posible hallar L_e que representa la diferencia entre el tiempo que dura un pedido y el ciclo de pedido:

$$L_e = L - n * t_0$$

Donde, n representa el entero más grande de la expresión:

$$n = \frac{L}{t_0}$$

$$n = \frac{10}{1,73} = 5$$

Por tanto,

$$L_e = 10 - 5 * 1,73 = 1,34$$

El punto de reorden viene dado entonces por:

$$\text{Punto de reorden} = L_e * D$$

$$\text{Punto de reorden} = 1,34 * 2.087 = 2.797$$

Con este resultado se establece la política de inventario siguiente: se deben pedir (y) **3.615 unidades** cuando el nivel de inventario llegue a **2.797 unidades**.

9.4.2. Modelo EOQ para la referencia CORR-12.70-06.00

Siguiendo el mismo modelo metodológico de la referencia anterior se procede a calcular la cantidad óptima de pedido y el punto de reorden del producto CORR-12.70-06.00, los datos de la tabla 22 resumen los insumos para el EOQ.

Tabla 22. Variables del modelo EOQ para la referencia CORR-12.70-06.00.

D = Demanda promedio diaria	2.331
K = Costo de hacer un pedido	100.155
h = Costo de mantener una unidad en el inventario	28,65
L = Tiempo de espera	10

Fuente: cálculos propios.

La demanda promedio diaria se obtuvo de los datos de la tabla 14, mientras que el monto de $K = D * 42,97$.

$$y = \sqrt{\frac{2 * 2.331 * 100.155}{28,65}}$$

$$y = 4.037$$

La cantidad óptima de pedido que debe realizarse es de 4.037 y se procede a calcular el ciclo de pedido. A continuación, se detalla el procedimiento para ello:

$$t_0 = \frac{y}{D}$$

Entonces,

$$t_0 = \frac{4.037}{2.331} = 1,73$$

Obtenido el valor del t_0 es posible hallar L_e que representa la diferencia entre el tiempo que dura un pedido y el ciclo de pedido:

$$L_e = L - n * t_0$$

Donde, n representa el entero más grande de la expresión:

$$n = \frac{L}{t_0}$$

$$n = \frac{10}{1,73} = 5$$

Por tanto,

$$L_e = 10 - 5 * 1,73 = 1,34$$

El punto de reorden viene dado entonces por:

$$\text{Punto de reorden} = L_e * D$$

$$\text{Punto de reorden} = 1,34 * 2.331 = 3.123$$

Con este resultado se estable la política de inventario siguiente: se deben pedir (y) **4.037 unidades** cuando el nivel de inventario llegue a **3.123 unidades**.

9.4.3. Modelo EOQ para la referencia CORR-15.87-12.00

Por último, se calculará el modelo EOQ para la referencia CORR-15.87-12.00 con base en los datos de la tabla 23.

Tabla 23. Variables del modelo EOQ para la referencia CORR-15.87-12.00

D = Demanda promedio diaria	1.591
K = Costo de hacer un pedido	68.132
h = Costo de mantener una unidad en el inventario	28,55
L = Tiempo de espera	10

Fuente: cálculos elaboración propia, 2018

La demanda promedio diaria se obtuvo de los datos de la tabla 14, mientras que el monto de $K = D * 42,83$.

$$y = \sqrt{\frac{2 * 1.591 * 68.132}{28,55}}$$

$$y = 2.755$$

La cantidad óptima de pedido que debe realizarse es de 2.755 y se procede a calcular el ciclo de pedido. A continuación, se detalla el procedimiento para ello:

$$t_0 = \frac{y}{D}$$

Entonces,

$$t_0 = \frac{2.755}{1.591} = 1,73$$

Obtenido el valor del t_0 es posible hallar L_e que representa la diferencia entre el tiempo que dura un pedido y el ciclo de pedido:

$$L_e = L - n * t_0$$

Donde, n representa el entero más grande de la expresión:

$$n = \frac{L}{t_0}$$

$$n = \frac{10}{1,73} = 5$$

Por tanto,

$$L_e = 10 - 5 * 1,73 = 1,34$$

El punto de reorden viene dado entonces por:

$$\text{Punto de reorden} = L_e * D$$

$$\text{Punto de reorden} = 1,34 * 1.591 = 2.131$$

Con este resultado se establece la política de inventario siguiente: se deben pedir (y) **2.755 unidades** cuando el nivel de inventario llegue a **2.131 unidades**.

9.4.4. Resumen de las políticas de inventario para las referencias analizadas.

Luego de hallar las cantidades económicas de pedido para la gestión del inventario de las tres referencias analizadas y, adicionalmente su punto de reorden, resulta conveniente determinar la política de inventario para cada una. La tabla 24 resume dicha política resultante de la aplicación del modelo EOQ.

Tabla 24. Políticas de inventario para las referencias analizadas

Referencia	Pedir	Al nivel
Corr-12.70-12.00	3.615 Und.	2.796 Und.
Corr-12.70-06.00	4.037 Und.	3.122 Und.
Corr-15.87-12.00	2.755 Und.	2.131 Und.

Fuente: cálculos propios

Para evitar posibles inconvenientes con la gestión de inventario, el modelo EOQ ofrece la cantidad óptima que se debe pedir a un nivel determinado. En tal sentido, para la referencia Corr-12.70-12.00 se debe pedir la cantidad de 3.615 unidades cuando el inventario llegue a las 2.796, de igual forma para las siguientes referencias, con miras a mantener las operaciones sin interrupciones.

CONCLUSIONES

En cualquier organización que tenga por objeto la comercialización de productos, una gestión de inventarios eficiente se convierte en un factor clave para su crecimiento y desarrollo, por tal razón, se espera que los resultados de la presente investigación contribuyan a estos propósitos. Para el caso de estudio referenciado, se aplicaron mecanismos para proponer mejoras en los procesos de gestión utilizando técnicas como la clasificación ABC, método Holt de pronósticos y el modelo EOQ para determinar las políticas de inventario. A continuación, se exponen los principales hallazgos del estudio en función de los objetivos planteados:

- Las existencias de las referencias no contaban con una organización en el almacén adecuada que permitiera optimizar los movimientos de inventarios, luego de realizar la clasificación ABC el 20% de los productos corresponden a la categoría A, es decir aquellos que requieren de un control y medidas más estrictas; el 37% corresponde a productos tipo B, en donde los controles son intermedios; y el 43% corresponden a unidades del tipo C, para los cuales la gestión de adquisición se realiza al detectarse la demanda, y por consiguiente no se mantiene stock de seguridad.
- El 20% de los ítems constituyen un 80% de los costos y corresponden al grupo A, específicamente 7 referencias, por ello, es necesario atender cuidadosamente los niveles de inventario en dichos productos.
- Los productos clasificados en la categoría A, fueron analizados de acuerdo a su comportamiento de consumo, es por ello que fueron elegidos tres que presentaron movimientos periódicos durante todos los meses del año

evaluados, mientras que los cuatro restantes solo presentaban consumos de una sola vez en el periodo evaluado.

- La referencia Corr-31.75-15.00 perteneciente al grupo A cuenta con el mayor pedido en kg, sin embargo, se realiza una vez al año, en contraste con las referencias Corr-12.70-06.00 y Corr-12.70-12.00 que tienen movimientos durante todos los meses del año.
- El consumo de las referencias Corr-12.70-06.00 y Corr-12.70-12.00 tuvieron un comportamiento incremental después del segundo trimestre del año, además, se encontró una correlación estadísticamente significativa de $R = 0,735$, indicando que la demanda de uno está relacionada positivamente con la demanda del otro. Con base en este hallazgo, es posible proyectar futuros impactos cruzados entre estos dos productos de acuerdo al comportamiento de su demanda, donde posiblemente ocurra por ser bienes complementarios. De igual forma, se encontró una relación positiva significativa de $R = 0,583$ entre la referencia Corr-12.70-12.00 y Corr-15.87-12.00.
- Los resultados del pronóstico por el método Holt se ajustaron de forma cercana a los datos históricos, con niveles de errores (MSE) optimizados por la función solver de Excel. Esto permitió estimar el comportamiento de la demanda para próximos períodos, teniendo en cuenta un margen de variabilidad razonable en cada referencia. Con base en los resultados, se espera que, para el siguiente año de la serie de datos, el comportamiento del consumo se incremente, de acuerdo al análisis de las tendencias pronosticadas.
- El modelo EOQ permitió establecer políticas de inventario para cada una de las referencias analizadas, con puntos de reorden y la cantidad óptima de pedido. Estos datos, en combinación con los pronósticos del método Holt facilitarán la toma de decisiones en cuanto a los pedidos a realizar, en eficiencia y oportunidad.

- Como resultados del desarrollo del modelo EOQ, el ítem Corr-12.70-12.00 se calculó un cantidad de pedido de 3.615 unidades, en un nivel de 2.796; así mismo para el ítem Corr-12.70-06.00, la cantidad de pedido corresponde a 4.037 unidades, en un punto de reorden de 3.122; y finalmente para el ítem Corr-15.87-12.00, la cantidad de pedido resultó en 2.755 unidades, en un punto de reorden de 2.131 unidades.
- Conjuntamente, el análisis de pronósticos y las políticas de inventario establecidas por el método EOQ, aplicadas a las referencias más importantes del grupo A obtenido en la clasificación ABC, facilitará y optimizará la gestión del inventario no solo en términos logísticos, sino además en el aspecto económico pues los costos asociados al manejo de referencias se verán disminuidos.
- Las fallas en el conteo, control de existencias y logística para el despacho podrían presentar un decrecimiento, dada la aplicación del método ABC, impactando positivamente en la escasez de inventario.

Finalmente, y luego de todo el proceso investigativo, se puede afirmar que el cumplimiento de las etapas propuestas, promovió la comprensión de conceptos vistos en el aula, que al ser aplicados en el campo facilitaron alcanzar una dinámica estructurada con miras a resolver de manera oportuna y rigurosa los problemas que se pueden presentar en los procesos en la empresa de hoy.

REFERENCIAS

- Aarón, S. y Vargas, J. (2016). Modelo de gestión de inventarios: conteo cíclico por análisis ABC. *Ingeniare*, no 14, p. 107-111.
- Alonso, Alfonso, et al. (2016). Un estudio de la gestión de inventarios en Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, vol. 24, no 3.
- Arango, J., Giraldo, J. y Castrillón, O. (2013). Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC. *Scientia et technica*, vol. 18, no 4.
- Arango, M., Adarme, W., Zapata, J. (2013). Inventarios colaborativos en la optimización de la cadena de suministros. *Dyna*, vol. 80, no 181.
- Arboleda, J. y Castillo, J. (2017). Modelo integrado de clasificación ABC multicriterio, aplicado en el área de picking de un centro de distribución de repuestos. *Revista de investigación en ciencias estratégicas*, vol. 3, no 2, p. 15-34.
- Bernal, C. (2000). *Metodología de Investigación*. Pearson Editores.
- Bowerman, L. et al. (2007). *Pronósticos, series de tiempo y regresión: un enfoque aplicado*/Bruce L. Bowerman, Richard T O'Connell, Anne B. Koehler.
- Castro Z., Carlos A., Uribe, D., y Castro, J. (2014). Marco de referencia para el desarrollo de un sistema de apoyo para la toma de decisiones para la gestión de inventarios.

Causado, E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 14, no 27.

Chase, R. y Jacobs, F. (2010). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. McGraw Hill México.

Chopra, S. y Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson UK.

Cristóbal, L. y Ascencio, E. Robles, M. (2017). El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. *Retos*, no 13, p. 123-142.

Díaz, G., De Felipe, A. y Hermoza, Á. (2014). Sistema de control de inventario aplicando los métodos ABC, Just In Time y Poka Yoke en una empresa de confecciones.

Eppen, G. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas*. Pearson educación.

Fergusson, L., Valdés, D., Parada, O. (2016). Procedimiento de diagnóstico de la gestión logística para entidades turísticas. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, vol. 1, p. 72-90.

Fernández, J. J., Iglesias, J., Peiró, L. M., & Muñoz, S. (2013). Historia, evolución y fabricación del acero inoxidable corrugado. *Armaduras de Acero Inoxidable*, 23.

Figueredo, K. et al. (2016). Administración "n de inventario. Una propuesta al perfeccionamiento empresarial. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 2016, no 04.

Gallegos, J. (2013). *Métodos de pronósticos para negocios*. Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.

García, L. (2016). *Indicadores de la gestión logística*. ECOE Ediciones, 2016.

García, L. (2017). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Ecoe Ediciones.

Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2010). *Pronósticos en los negocios* (AM Zepeda, Trans): Pearson Educación.

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.

Holguín, C. et al. (2011). Aplicación de los Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y N Puntos de Venta. *Ingeniería y competitividad*, vol. 6, no 1, p. 35-52.

Ingeniería Fácil (2017). Disponible en: link <http://ingenieriafacilonline.blogspot.com.co/2017/04/clasificacion-de-inventario-metodo-abc.html>

Mazuera Robledo, D., & Ortiz Cárdenas, A. (2011). Evaluación de los parámetros de temple y revenido para el acero AISI/SAE1045 a escala industrial. *Scientia et technica*, 16(49).

Méndez, R. (2016). *Formulación y evaluación de proyectos*. Enfoque para emprendedores. *Entornos*, 29(2), 475-478.

Muller, Max, et al. (2004). *Fundamentos de administración de inventarios*. Editorial norma.

Münc, L. et al. (2010). *Administración: Gestión organizacional, enfoques y proceso administrativo*. Prentice Hall.

Navarrete, Carlos., Gutiérrez, Oscar. (2017). Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios//Methods to improve efficiency and decisions in inventory management. *Ciencia Unemi*, vol. 10, no 22, p. 29-38.

Ortega, A. (2002). *Introducción a las Finanzas*. México, DF: McGraw Hill.

Otálora, L., et al. (2017). Evaluación de políticas de gestión de inventarios de medicamentos para un sistema multinivel y multiproducto en el Hospital Universitario de la Samaritana (HUS). *Ingeniare*, no 21, p. 93-107.

Paz, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.

Pinzón, I., Pérez, G. y Arango, M. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. *Revista Universidad EAFIT*, vol. 46, no 160, p. 9-21.

Pinzón, I., Pérez, G. y Arango, M. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. *Revista Universidad EAFIT*, vol. 46, no 160, p. 9-21.

Quiroga, M., y Jiménez y Francisco; G. y Maritza G. (2016). La administración de los inventarios en las empresas estatales cubanas. Métodos a utilizar en la gestión de inventario. *Universidad & Ciencia*, vol. 4, no 3, p. 77-90.

Ramírez, C. et al. (2016). Desarrollo de competencias en logística y su efecto en la gestión de inventarios: impacto en empresas proveedoras de la industria automotriz Ciudad Juárez, Chihuahua. *CULCyT*, 2016, no 59.

Reyes L. y Karen A. (2017). La gestión de inventarios y su relación con el retorno de la inversión en el rubro de repuestos automotrices. Tesis Doctoral.

Robleto, A. (2016). Evaluación del Control Interno del Almacén de la Facultad de Ciencias Económicas en el periodo 2014. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Salas, H. (2009). *Inventarios: manejo y control*. Ecoe Ediciones.

Sánchez, A., García, J. y Ortiz, L. (2017). Metodología para la comparación de sistemas de planificación de recursos empresariales para servicios logísticos portuarios. *Ingeniare. Revista chilena de Ingeniería*, vol. 25, no 3, p. 547-560.

Stadtler, H. (2015). Supply chain management: An overview. En *Supply chain management and advanced planning*. Springer Berlin Heidelberg, p. 3-28.

Taha, H. (2004). *Investigación de operaciones*. Pearson Educación.

Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones*. Pearson Educación: México. Novena Edición.

Valencia, M., Díaz, F. y Correa, J. (2015). Planeación de inventarios con demanda dinámica. Una revisión del estado del arte. *Dyna*, vol. 82, no 190.

Winston, W., Goldberg, J. (2005). *Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos*.

ANEXOS

Anexo 1. Consumo por kilos para cada ítem de la familia de corrugados

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
Artículo	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Año
Corr-06.35-06.00	5.252,3	8.527,3	8.886,4	8.338,0	13.062,8	15.077,3	7.537,9	13.979,2	8.513,9	35.038,8	5.794,6	320,4	10.860,7
Corr-08.00-06.00	1.787,4	1.725,5	3.860,4	4.260,2	4.284,0	2.879,8	2.944,1	3.689,0	3.617,6	7.806,4	1.937,3	1.999,2	3.399,2
Corr-08.50-06.00	4.706,1	2.036,8	5.360,0	5.467,2	4.245,1	7.938,2	5.268,9	8.865,4	16.385,5	19.770,4	25.977,2	14.951,7	10.081,0
Corr-09.00-06.00	3.657,0	2.250,0	4.200,0	3.249,0	2.661,0	2.502,0	7.410,0	4.023,0	8.727,0	6.294,0	5.448,0	7.392,0	4.817,8
Corr-09.00-12.00		270,0					900,0					810,0	660,0
Corr-09.52-06.00	28.398,7	28.808,6	25.989,6	20.512,8	26.876,6	30.922,1	53.749,9	54.616,8	65.859,4	98.780,6	41.828,6	61.145,3	44.790,8
Corr-09.52-09.00	131,0	680,4	151,2	176,4	1.955,5	307,4		574,6		60,5		60,5	455,3
Corr-09.52-12.00	56.374,1	32.961,6	20.596,8	6.202,6	28.862,4	27.283,2	51.273,6	37.094,4	43.149,1	57.200,6	54.136,3	46.247,0	38.448,5
Corr-11.00-06.00	6.025,6	3.718,4	1.594,9	11.558,4	6.065,9	7.929,6	10.931,2	10.366,7	4.713,0	18.211,2	14.439,0	13.368,3	9.076,9
Corr-12.00-06.00					1.444,5	8.699,1	6.671,5	14.445,0	8.982,7	12.417,4	13.032,6	15.445,5	10.142,3
Corr-12.00-12.00		267,5	214,0								224,7		235,4
Corr-12.70-06.00	51.840,1	59.290,1	61.805,2	53.949,9	35.158,0	74.637,1	53.252,6	52.203,6	81.729,5	100.849,2	96.677,2	117.662,3	69.921,2
Corr-12.70-09.00	2.774,5	2.837,2	13.621,9	4.931,5	2.219,6	1.441,0	2.506,0	4.027,5	4.734,6	2.362,8	5.996,5	2.989,3	4.203,5
Corr-12.70-12.00	59.351,8	58.647,9	52.122,2	18.026,2	21.617,2	25.554,1	65.459,9	55.259,8	108.014,2	65.161,7	103.886,4	118.333,7	62.619,6
Corr-12.00-06.00	12.492,3	7.816,4	13.187,8	8.832,9									10.582,3
Corr-15.00-06.00								1.672,0	7.942,0	5.852,0	7.942,0	585,2	4.798,6
Corr-15.87-06.00	20.696,1	22.018,2	23.098,1	13.601,9	23.209,8	24.392,2	27.148,0	40.098,2	34.437,7	35.154,6	95.976,8	48.374,8	34.017,2
Corr-15.87-09.00	4.302,8	14.193,5	6.789,4	1.047,8	7.501,9	1.564,6	684,5	7.962,9	3.953,5	307,3	8.298,2	6.789,4	5.283,0
Corr-15.87-12.00	60.515,0	39.697,8	40.442,6	37.109,7	21.990,2	23.237,8	48.914,7	52.247,7	45.805,2	72.729,7	83.790,0	46.214,8	47.724,6
Corr-19.05-06.00	7.080,5	6.973,2	5.444,5	8.716,5	4.908,1	9.346,8	11.599,7	1.957,9	5.364,0	4.505,8	4.103,5	15.260,6	7.105,1
Corr-19.05-09.00	664,0		60,4	2.615,6	2.333,9	503,0	4.828,8	12.816,4	9.919,2	5.251,3	6.740,2	161,0	4.172,2

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
Artículo	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Año
Corr-19.05-12.00	37.735,7	36.180,2	15.555,6	6.705,0	16.118,8	42.134,2	16.118,8	13.946,4	18.344,9	51.896,7	36.180,2	34.705,1	27.135,1
Corr-19.05-14.00						55.070,4							55.070,4
Corr-22.22-06.00	7.646,8	3.303,3	401,5	1.040,3	3.558,8	2.956,5	-	2.390,8	9.398,8	1.770,3	584,0	3.339,8	3.032,5
Corr-22.22-09.00	4.572,5	711,9	876,2	821,4	821,4	301,2	2.464,2	10.404,4	9.446,1	20.808,8	13.498,3	138.351,1	16.923,1
Corr-22.22-12.00	8.468,0	3.066,0	6.022,5	16.717,0	6.862,0	9.782,0	2.737,5	10.585,0	12.410,0	24.783,5	22.265,0	31.426,5	12.927,1
Corr-22.22-14.00												91.142,6	91.142,6
Corr-25.40-06.00	1.501,9	4.911,0	12.682,9	3.099,2	6.675,2	2.002,6	4.720,3	1.072,8	739,0	453,0	524,5	6.842,1	3.768,7
Corr-25.40-09.00	3.039,6	500,6		715,2	1.895,3	1.287,4	5.328,2	1.072,8			16.235,0	34.615,7	7.187,8
Corr-25.40-12.00	5.340,2	10.966,4	14.017,9	10.775,7	5.769,3	6.055,4	3.337,6	10.728,0	13.731,8	48.299,8	2.765,4	39.193,0	14.248,4
Corr-25.40-14.00		2.669,8					16.463,5	16.964,1	35.596,8				17.923,5
Corr-31.75-06.00											3.534,6		3.534,6
Corr-31.75-12.00	15.984,8	6.916,5	14.294,1	14.294,1	69.165,0	15.677,4			5.533,2	3.688,8	72.469,6	4.457,3	22.248,1
Corr-31.75-14.00	16.318,1	1.613,9	82.666,5	211.776,9	138.255,7	135.476,3						2.600,1	84.101,1
Corr-31.75-15.00												765.422,5	765.422,5

Fuente: elaboración propia, 2018

Anexo 2. Costo promedio por unidad para cada ítem de la familia de corrugados

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic			
Articulo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Totales	Meses	Prom.
Corr-06.35-06.00	1.540	1.552	1.554	1.557	1.559	1.572	1.566	1.572	1.695	1.722	1.774	1.838	19.501	12	1.625
Corr-08.00-06.00	1.504	1.550	1.559	1.460	1.395	1.338	1.336	1.514	1.516	1.649	1.623	1.751	18.194	12	1.516
Corr-08.50-06.00	1.540	1.491	1.532	1.491	1.466	1.496	1.484	1.445	1.508	1.528	1.520	1.565	18.066	12	1.506
Corr-09.00-06.00	1.377	1.449	1.566	1.460	1.383	1.380	1.444	1.508	1.474	1.500	1.525	1.533	17.598	12	1.466
Corr-09.00-12.00		1.545					1.382					1.382	4.308	3	1.436
Corr-09.52-06.00	1.379	1.418	1.454	1.469	1.417	1.503	1.366	1.463	1.422	1.523	1.538	1.513	17.466	12	1.455
Corr-09.52-09.00	553	1.284	1.284	1.284	1.284	1.319		1.331		1.414		1.536	11.292	9	1.255
Corr-09.52-12.00	1.276	1.296	1.331	1.300	1.307	1.565	1.614	1.541	1.475	1.490	1.568	1.593	17.356	12	1.446
Corr-11.00-06.00	1.309	1.296	1.516	1.472	1.320	1.264	1.364	1.416	1.460	1.499	1.493	1.522	16.930	12	1.411
Corr-12.00-06.00					1.278	1.521	1.490	1.526	1.556	1.529	1.507	1.505	11.911	8	1.489
Corr-12.00-12.00		1.206	1.255								1.275		3.736	3	1.245
Corr-12.70-06.00	1.451	1.334	1.460	1.480	1.352	1.348	1.396	1.422	1.473	1.495	1.479	1.499	17.189	12	1.432
Corr-12.70-09.00	1.310	1.311	1.311	1.311	1.316	1.329	1.623	1.623	1.453	1.460	1.459	1.461	16.965	12	1.414
Corr-12.70-12.00	1.267	1.391	1.365	1.473	1.371	1.444	1.416	1.496	1.526	1.550	1.591	1.488	17.377	12	1.448
Corr-12.00-06.00	1.356	1.450	1.405	1.498									5.709	4	1.427
Corr-15.00-06.00								1.491	1.491	1.479	1.479	1.479	7.418	5	1.484
Corr-15.87-06.00	1.431	1.370	1.421	1.461	1.427	1.499	1.454	1.452	1.474	1.503	1.495	1.466	17.453	12	1.454
Corr-15.87-09.00	1.288	1.289	1.288	1.388	1.340	1.573	1.592	1.602	1.485	1.475	1.475	1.480	17.277	12	1.440
Corr-15.87-12.00	1.288	1.332	1.307	1.348	1.336	1.453	1.465	1.483	1.503	1.546	1.537	1.534	17.131	12	1.428
Corr-19.05-06.00	1.479	1.484	1.418	1.431	1.266	1.349	1.455	1.467	1.493	1.518	1.515	1.462	17.336	12	1.445
Corr-19.05-09.00	1.364		1.123	1.454	1.454	1.522	1.471	1.472	1.477	1.470	1.471	1.471	15.750	11	1.432
Corr-19.05-12.00	1.299	1.312	1.354	1.412	1.357	1.381	1.568	1.529	1.545	1.565	1.530	1.543	17.394	12	1.449
Corr-19.05-14.00						1.374							1.374	1	1.374

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic			
Articulo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Costo /Kilo	Totales	Meses	Prom.
Corr-22.22-06.00	1.448	1.447	1.210	1.242	1.362	1.545		1.458	1.466	1.677	1.677	1.677	16.209	11	1.474
Corr-22.22-09.00	1.270	1.318	1.342	1.332	1.332	1.332	1.380	1.381	1.390	1.482	1.448	1.381	16.388	12	1.366
Corr-22.22-12.00	1.505	1.331	1.284	1.284	1.284	1.518	1.450	1.436	1.540	1.551	1.613	1.631	17.427	12	1.452
Corr-22.22-14.00												1.370	1.370	1	1.370
Corr-25.40-06.00	1.302	1.393	1.399	1.402	1.402	1.435	1.426	1.438	1.392	1.431	1.446	1.589	17.055	12	1.421
Corr-25.40-09.00	1.288	1.288		1.457	1.456	1.584	1.602	1.597			1.501	1.595	13.368	9	1.485
Corr-25.40-12.00	1.443	1.393	1.100	1.464	1.375	1.617	1.537	1.331	1.473	1.487	1.612	1.817	17.649	12	1.471
Corr-25.40-14.00		1.292					1.432	1.426	1.446				5.595	4	1.399
Corr-31.75-06.00											1.483		1.483	1	1.483
Corr-31.75-12.00	1.179	1.186	1.186	1.186	1.403	1.469			1.476	1.483	1.483	1.483	13.532	10	1.353
Corr-31.75-14.00	1.297	1.297	1.297	1.335	1.303	1.474						1.513	9.516	7	1.359
Corr-31.75-15.00												1.489	1.489	1	1.489

Fuente: elaboración propia, 2018

Anexo 3. Histórico de consumo de los artículos clasificados en la categoría A

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Artículo	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos	Kilos
Corr-31.75-15.00												765.422,5
Corr-22.22-14.00												91.142,6
Corr-31.75-14.00	16.318,1	1.613,9	82.666,5	211.776,9	138.255,7	135.476,3						2.600,1
Corr-12.70-06.00	51.840,1	59.290,1	61.805,2	53.949,9	35.158,0	74.637,1	53.252,6	52.203,6	81.729,5	100.849,2	96.677,2	117.662,3
Corr-12.70-12.00	59.351,8	58.647,9	52.122,2	18.026,2	21.617,2	25.554,1	65.459,9	55.259,8	108.014,2	65.161,7	103.886,4	118.333,7
Corr-19.05-14.00						55.070,4						
Corr-15.87-12.00	60.515,0	39.697,8	40.442,6	37.109,7	21.990,2	23.237,8	48.914,7	52.247,7	45.805,2	72.729,7	83.790,0	46.214,8

Fuente: elaboración propia, 2018