

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA  
HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD S.A**

**CARLOS ALBERTO CASTRILLÓN MORA**

**IRENE ANDREINA PATIÑO JAIMES**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN MBA**

**BOGOTÁ D.C**

**2021**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA  
HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD S.A**

**CARLOS ALBERTO CASTRILLÓN MORA**

**IRENE ANDREINA PATIÑO JAIMES**

**Trabajo de grado para optar al título de magíster en Administración – MBA**

**Director**

**Sander Alberto Rangel Jiménez**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN MBA**

**BOGOTÁ D.C**

**2021**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	10
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
3	OBJETIVOS .....	13
3.1	OBJETIVO GENERAL .....	13
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
4	JUSTIFICACIÓN .....	14
5	MARCO TEÓRICO .....	16
5.1	ANTECEDENTES .....	16
5.1.1	SISTEMAS DE INVENTARIOS EN LA MEJORA LOGÍSTICA .....	16
5.1.2	SISTEMAS DE INVENTARIOS Y SUS EFECTOS FINANCIEROS .....	17
5.1.3	SISTEMAS DE INVENTARIOS COMO ESTRATEGIA COMPETITIVA .....	19
5.2	TEORÍAS DE LA LOGÍSTICA DEL MANEJO DE INVENTARIOS .....	21
5.2.1	TÉCNICAS DE CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS .....	21
5.2.2	SISTEMAS DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA .....	24
5.2.3	SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIO .....	30
6	DISEÑO METODOLÓGICO.....	36
6.1	ENFOQUE .....	36
6.2	TIPO DE ESTUDIO .....	36
6.3	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	36
6.4	TIPO DE ANÁLISIS.....	37
6.5	DISEÑO DEL MARCO METODOLÓGICO.....	37
7	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	40
7.1	PROCESO DE ABASTECIMIENTO E INVENTARIO .....	40
7.1.1	DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN .....	40
7.1.2	PERCEPCIÓN DEL SERVICIO .....	48

7.2	SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS.....	54
7.2.1	CLASIFICACIÓN MULTICRITERIO DE ÍTEMS.....	54
7.2.2	ANÁLISIS PREVIO DE LOS DATOS.....	55
7.2.3	CLASIFICACIÓN ABC TRADICIONAL.....	55
7.2.4	CLASIFICACIÓN ABC MULTICRITERIO .....	56
7.3	SIMULACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS Y PREVISIÓN DE LA DEMANDA ....	59
7.4	SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS.....	66
7.4.1	SISTEMA DE CONTROL CONTINUO (S, Q).....	66
7.4.2	SISTEMA DE CONTROL PERIÓDICO (R, S).....	68
7.5	COMPARACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL PROPUESTO Y ACTUAL ....	71
	CONCLUSIONES.....	74
	RECOMENDACIONES .....	76
	BIBLIOGRAFÍA .....	77
8	ANEXOS .....	80

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de pronósticos aplicables a cada patrón de demanda.....	24
Figura 2. Metodología .....	38
Figura 3. Estructura de la empresa objeto de estudio .....	41
Figura 4. Diagrama de Flujo proceso de funcionamiento sistema actual de inventarios	45
Figura 5. Beneficio del sistema de control.....	49
Figura 6. Aumento de servicio por el sistema de control .....	50
Figura 7. Disponibilidad del sistema de control .....	50
Figura 8. Confiabilidad de la información .....	51
Figura 9. Patrón de demanda del ítem TC4061 .....	60
Figura 10. Comportamiento demanda Ítem TC4061 .....	63
Figura 11. Resultado pronósticos ítems clase AA .....	65
Figura 12. Comparación sistema actual y propuesto .....	73

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. información de ítems .....	42
Tabla 2. Cálculo del costo de mantener el inventario.....	47
Tabla 3. Cálculo del costo de ordenamiento .....	48
Tabla 4. Resultados Clasificación ABC Tradicional.....	55
Tabla 5. Ponderación de criterios.....	56
Tabla 8. Acciones de linealidad.....	58
Tabla 11. Ítems clase AA.....	61
Tabla 12. Resultados de las técnicas en ítem TC4061 .....	62
Tabla 13. Resultados pronósticos ítems clase AA .....	64
Tabla 14. Notación sistema de control continuo.....	66
Tabla 15. Equivalencias sistema de control periódico.....	68
Tabla 16. Notación adicional sistema de control periódico.....	68
Tabla 17. Comparación sistema de control periódico y continuo. ....	70
Tabla 18. Comparación sistema actual y propuesto.....	72

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Artículos disponibles.....	80
ANEXO B. ENCUESTA FUNCIONARIOS HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD SA.....	89
ANEXO C. ENCUESTA CLIENTES HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD SA.....	91
ANEXO D. ENCUESTA PROVEEDORES HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD SA .....	92
ANEXO E. Matriz normalizada .....	93
ANEXO F. Matriz ponderada.....	95
ANEXO G. Coeficientes de cercanía.....	97
ANEXO H. Clasificación .....	99
ANEXO I. Revisión continua 1.....	102
ANEXO J. Revisión continua 2.....	103
ANEXO K. Revisión continua 3 .....	104
ANEXO L. Revisión periódica 1.....	105
ANEXO M. Revisión periódica 2.....	106
ANEXO N. Revisión periódica 3 .....	107

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor Sander Alberto Rangel Jiménez, quien con sus conocimientos y apoyo nos guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados esperados

También agradecer a Universidad Santo Tomás por brindarnos todos los recursos, conocimientos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. Y gracias a la empresa por permitirnos entrar en sus instalaciones y hacer uso de tiempo, disposición e información para poder formular toda la propuesta

Por último, queremos agradecer a todos nuestros compañeros y a nuestras familias, por apoyarnos aun cuando mis ánimos decaían debido a las dificultades en el proceso. Gracias a todas las personas que siempre estuvieron ahí para darnos las palabras de apoyo necesarios para poder continuar con este proceso y poderlo terminar con todo lo necesario por la Universidad.

## RESUMEN

La empresa Herramientas Y Seguridad S.A. en sus actividades están enfocadas en la venta y comercialización de materiales y equipos para la construcción ha tenido inconvenientes al ejecutar sus procesos de manera empírica, esto provocando que mientras la compañía se expande así mismo sucede con sus problemáticas. Esto más que todo evidenciado a la hora de satisfacer la demanda del cliente final y aumenten los costos de manejo de sus productos. Además, en cuanto al manejo de la entrada y salida de materiales están actualmente utilizando metodologías arcaicas generando un incorrecto manejo en el proceso de control de inventarios así mismo de un déficit de gestión y vigilancia de los niveles de inventarios, esto provocando que no se pueda cumplir con la atención esperada por parte de los clientes. Por lo que proponer un sistema de control de inventarios adecuado utilizando metodologías de clasificación de los productos y pronóstico de demanda, correcto y adaptable para la administración de sus inventarios, que le permita intervenir, controlar y medir de forma competente sus materiales en almacén, permitirá de esta manera mejorar la fluidez de sus procesos, sus pedidos y permitirá que se perciba seguridad y calidad en sus servicios.

Palabras claves: Gestión de inventarios, Logística, Nivel de servicio, Sobrecostos

## ABSTRACT

The company Herramientas Y Seguridad S.A in their activities they are focused on the sale and commercialization of materials and equipment for construction, it has had problems because they execute their processes empirically, this causing that while the company expands, the same happens with its problems. This more than all evidenced when it comes to meeting the demand of the end customer and increase the costs of handling the input and output of materials because they are currently using archaic methodologies generating an incorrect handling in the inventory control process, in addition to a deficit of management and monitoring of inventory levels, this causing that the expected attention from customers cannot be met. Therefore, proposing an adequate inventory control system using product classification methodologies and adaptive and adequate demand forecasting for the management of their inventories that allows you to competently intervene, control and measure your materials in the warehouse, thus allowing you to improve the fluidity of your processes, your orders, and allowing you to perceive safety and quality in your services.

Keywords: Inventory management, Logistics, Cost overruns

**JEL:** L81, L25, E37, E32,

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DECLARADAS EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS:** Mejoramiento de procesos

## 1 INTRODUCCIÓN

A partir desde su creación la empresa HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD S.A, ha realizado sus actividades y procedimientos sin una base firme basada en estudios, análisis e investigaciones, por lo que actualmente realiza sus actividades de manera empírica en todos los procesos conexos con su ciclo de valor, en específico el manejo de los inventarios. Siendo una empresa perteneciente a la actividad económica 4663 definida por “Comercio al por mayor de materiales de construcción, artículos de ferretería, pinturas, productos de vidrio, equipo y materiales de fontanería y calefacción”, maneja una gran suma de artículos de toda índole tanto para utilización doméstica como industrial y comercial. A medida que la compañía crece y se expande de igual forma sus problemáticas, las cuales para que no generen imprevistos y efectos negativos se deben solucionar adecuadamente, buscando siempre satisfacer la demanda del cliente final. Actualmente en el proceso de control de inventarios se realiza solo una revisión periódica no planificada de los artículos disponibles. Esto, sin poseer un conocimiento o capacitación adecuada para reconocer cual sería cantidad verdaderamente requerida en el tiempo relacionado para cada uno de los artículos

La Logística es pensada como el proceso de programar, efectuar y manipular eficientemente el manejo de materias primas, productos en trayectoria, productos terminados y los datos relacionados con ellos, a partir del punto de inicio hasta el punto de empleo, con la intención de complacer los requerimientos del cliente. (UNAD, 2012) De forma análoga, Krajewski et. al. (2008) habló de la gestión de los inventarios, es decir, la planificación y control de estos para poder dar cumplimiento a las necesidades para poder ser competente como organización, esto es motivo de preocupación para todas las personas al mando de todo tipo de empresas. La correcta gestión y control de los inventarios es fundamental para ejecutar todo el potencial de toda cadena de valor.

El presente documento plantea una alternativa logística para poder darle un correcto manejo de los productos que maneja la ferretería caso de estudio, esta alternativa logística nacida de las falencias evidenciadas en costos excesivos de mantenimiento de inventario, requisitos de clientes no cumplidos y un nivel bajo de servicio. Como primer paso se estructura un marco de referencia, en torno a los métodos y sistemas para la gestión y control de inventarios, que permita identificar alternativas aplicables la empresa en estudio para así poder caracterizar la organización objeto de estudio en la perspectiva de describir y diagnosticar los procesos implementados para la gestión y control de sus inventarios y con esto tener las bases necesarias para definir correctamente los lineamientos de una política de control de inventarios que se adapte a las necesidades y requerimientos a partir de la implementación de metodologías de clasificación y pronóstico de la demanda.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La logística es el medio por el cual se organiza una empresa, es primordial para la comercialización, dirección, provisión de bienes y servicios, así como también la planificación de las actividades relacionadas y direccionadas en pro al horizonte propuesto de la empresa y tiene como objetivo primordial el ubicar los productos propicios (bienes y/o servicios) en el lugar propuesto, en el instante preciso y en las circunstancias deseadas, contribuyendo de esta manera a adquirir la mayor ganancia posible. Según García (2006) el define la logística como “una parte del proceso de la cadena de suministros que planea implementa y controla el eficiente y efectivo flujo y almacenamiento, de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente” (p. 6)

En los procesos inmersos de la logística de abastecimiento se encuentra ubicado el inventario, Según la UPCT (s, f) es “El proceso de planificar, ejecutar y controlar de una manera efectiva y eficiente el flujo de materias primas, inventario en curso y producto terminado, así como la información relativa a estos ,desde el punto de Origen hasta el punto de consumo, con el propósito de cumplir con las necesidades de los consumidores” El inventario es conocido también como un mal esencial el cual debe reducirse al mínimo, esto debido a que es una parte fundamental de todas las empresas ya que es algo importante en todo el sistema de flujos, al dar la facilidad de permitir la ejecución de las actividades del sistema y sus subprocesos de manera parcialmente auto eficiente.

Hoy en día, la empresa Herramientas Y Seguridad S.A no dispone de personal encargado y enfocado en la realización, gestión y control de inventarios, hay personal obrante de almacenamiento, pero este no es de tiempo dedicado a labores de inventarios. Se evidencia además que existen artículos que ya han terminado su ciclo de utilidad y han salido de comercialización siendo estos reemplazados por productos de características similares dejando cuantía de existencia obsoleta en almacenamiento. Igualmente, en la Empresa, no hay una medida definida que permita organizar y definir cuáles productos deberían demandar más cuidado dentro del sistema. En lugar de esto, los tomadores de decisiones de la empresa han determinado una categorización de los ítems de acuerdo con la línea de producto. Además, la Empresa no tiene determinado un sistema de inventarios preciso, siendo afectada por la desatención de técnicas de pronóstico y control de inventarios que permitan obtener un correcto entre el nivel de servicio y costo. Esto yendo en contra de lo que indica Krajewski et. al. (2008) donde él plantea que el principal motivo para tener inventarios menudos es que el inventario simboliza una inversión monetaria momentánea. Como tal, la empresa entra a trabajar lo que se le conoce como costo de oportunidad, originado por el capital que está estancado en el

inventario y que podría utilizarse para otros fines o inversiones. Actualmente la empresa tiene unos sobrecostos logísticos por mal gestión de inventarios provocando así que una gran cantidad de los requerimientos no puedan ser cumplidos en los tiempos estimados.

Por todas estas razones se ha venido observando una problemática creciente que ha jugado negativamente debido al déficit de gestión y vigilancia de los niveles de inventarios. Esto repercutiendo en la atención óptima y esperada por parte de los clientes. Por lo que un método de administración de inventario, que le permita intervenir, controlar y medir de forma competente sus materiales en almacén, logrando de esta manera evadir retrasos a la hora de efectuar su cometido, de igual forma, poseer una mayor rotación e interrumpir las pérdidas por obsolescencia que rondan un 6%

## **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las características de un sistema de control de inventarios adecuado para en la empresa Herramientas Y Seguridad SA? ubicada en el centro de Bogotá D.C. que optimice la gestión y el nivel de servicio de la empresa?

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un modelo de sistema de control de inventarios para la empresa “Herramientas Y Seguridad S.A”, en perspectiva de optimizar la gestión y el nivel de servicio.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estructurar un marco de referencia, en torno a los métodos y sistemas para la gestión y control de inventarios, que permita identificar alternativas aplicables la empresa en estudio.
- Caracterizar la organización objeto de estudio en la perspectiva de describir y diagnosticar los procesos implementados para la gestión y control de sus inventarios.
- Definir los lineamientos de la política de control de inventarios, a partir de la implementación de metodologías de clasificación y pronóstico de la demanda.

## 4 JUSTIFICACIÓN

El rigor investigativo y la utilización de herramientas de la aprendidas en la academia en la planeación y ejecución de la propuesta de la alternativa logística reconoce en inicial medida la utilización de los conocimientos alcanzados en la academia. Estos usados para proponer y alcanzar a soluciones oportunas, dinámicas y efectivas en el que se requiera, en este caso para elaborar un sistema de inventarios que permita una logística adecuada de abastecimiento minimizando sus costos. Creando un área de cooperación de la empresa y la universidad teniendo como mediador los estudiantes, demostrando así la capacidad de ofrecer soluciones en su medio.

Desde sus inicios la organización ha decidido hacer sus actividades de manera empírica en los procesos que tienen relación con su cadena de valor. Siendo una compañía perteneciente al sector Ferretero, maneja un gran número de artículos de toda índole tanto para uso casero como industrial y comercial. Se tiene la premisa que las empresas pequeñas y medianas en el país tienen problemáticas las cuales en sus inicios no se preocupan como la administración de inventarios, pero en la medida que crecen, identifican que este frente de trabajo es relevante y puede afectar de manera importante los resultados financieros. La empresa objeto de estudio no es ajena a esta problemática debido a que a medida que la empresa creció y se expandió asimismo lo hacen sus problemáticas, las cuales se deben solucionar de manera apropiada, satisfaciendo las necesidades demandadas por el cliente.

Para el desarrollo de la investigación se tuvo como fundamento el hecho de que actualmente solo posee una periodicidad estable de revisión de artículos, sin tener un control o una disposición adecuada de la cantidad real vs la verdaderamente requerida en el horizonte de planeación, por lo que proponer una alternativa logística para un correcto manejo de los inventarios permitiría mejorar el dinamismo de sus procesos y reducir los sobrecostos relacionados con el mantenimiento del mismo, estos sobrecostos han sido una problemática que ha jugado negativamente por culpa de la falta de planificación y control de los inventarios. Todo lo anterior ha repercutido en la atención óptima y deseada de los clientes.

Esta investigación se justifica en la necesidad de identificar y plantear los elementos básicos necesarios para la estructuración del sistema de control de inventarios de la empresa objeto de estudio, en perspectiva de optimizar la calidad de la atención a los clientes, garantizando adecuados niveles de respuesta y niveles de inventario convenientes y pertinentes a las capacidades y necesidades de la empresa, tomando con consideración que los principales objetivos de la gestión del inventario son:

- Ser una herramienta que permita volver más rentable la empresa.

- Reducir los porcentajes de pérdidas por ventas no realizadas.
- Entregar los productos en el momento que los clientes lo necesiten
- Permitir ofrecer un alto nivel de servicio con costos mínimos proporción y
- Responder ante imprevistos de la demanda y la oferta. (Mora García, 2010)

Este ejercicio investigativo esto también fundamentado con García (1996) donde se expone que la aplicación de procedimientos y técnicas que tienen por esencia establecer, poner en efecto y conservar las cantidades más propicias de materias primas, en proceso, terminado y otros inventarios, minimizando los costos a que den lugar, busca favorecer las metas propuestas por la empresa.

## **5 MARCO TEÓRICO**

### **5.1 ANTECEDENTES**

Es trascendental identificar la logística detrás de los inventarios como “el proceso de gestionar estratégicamente la adquisición, movimiento, y acopio de materias primas, componentes y existencias terminadas de tal modo que la rentabilidad futura se vea potencializada a través del desempeño efectivo de los pedidos en relación con los costes” (UNAD, 2012) es decir, definir adecuadamente la gestión de los inventarios es el método por el cual se le da una administración conveniente a las materias primas, almacenamiento y distribución de estas, creando un proceso productivo y una entrega final al consumidor o cliente.

El hecho de almacenar está relacionado con todas las actividades del ser humano, guarda, almacena, archiva distintas cosas, como materias primas, maquinarias, productos y gran variedad de cosas que posiblemente usará para su supervivencia; Esta situación en el ámbito industrial se maneja de una forma diferente, teniendo presente el stock que es la parte más importante de la ecuación, debido a que se vuelve más complejo con la ineficiencia de los productos o con la erraticidad de la demanda generando pérdidas por obsolescencia o faltantes.

Por esto la gestión de inventarios intrínsecamente del espacio de la logística es para la administración una solución para el éxito de todas las operaciones; se tienen en cuenta aspectos tales como los componentes de un inventario, los tipos de registro y/o las oportunidades que poseen las relaciones con los proveedores y como se relacionan con el cliente final de dicha cadena de abastecimiento. Esto se debe a que la logística de inventarios el cual es de mucha importancia para las empresas, ya que una correcta gestión de este crea un gran impacto en el desarrollo de las empresas en el campo industrial. A continuación, se catalogan diferentes investigaciones, esto enfocado en los objetivos investigativos y las razones iniciales para realizar la intervención en las diferentes cadenas logísticas de las empresas objeto de estudio.

#### **5.1.1 SISTEMAS DE INVENTARIOS EN LA MEJORA LOGÍSTICA**

Hernández & Torres (2007) establecen una moción de perfeccionamiento en el sistema de control interno del inventario de la empresa CEPROFOT C.A. Utilizando metodologías de compilación de datos y posteriormente un análisis de los mismos con el propósito de instaurar las deficiencias presentes en los procedimientos de control interno del inventario, consiguiendo de esta forma conocer que el origen de la problemática radica en la ausencia de identificación, clasificación, codificación e inspección del manejo de los materiales por la falta de formularios y formatos convenientes para la aplicación y desarrollo de inventarios continuos, compras de insumos y desincorporación de artículos

deteriorados; lo que produce que las acciones diarias de inventarios se hagan con una falta de soportes adecuados, generando desconcierto al personal que opera en el área implicada.

Posteriormente, Escobar, Linfati & Adarme (2017) en su artículo de reflexión titulado “Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos” donde se consideró el problema de determinar la mejor política de administración de inventarios para productos perecederos en compañías comercializadoras de pescado. El objetivo fundamental fue encontrar la política de inventario con stock de seguridad para un modelo probabilístico que maximizara la utilidad diaria esperada, considerando que los productos son perecederos y, por lo tanto, solo pueden estar almacenados por un máximo número de días. Se propuso una metodología basada en Simulación Montecarlo. Experimentos computacionales usando instancias reales obtenidas de una compañía comercializadora de pescado en el mercado colombiano muestran la eficiencia y la efectividad de la metodología propuesta basada en la maximización de utilidad neta esperada teniendo como resultado que los experimentos realizados muestran que la metodología propuesta proporciona información que ayuda en el proceso de toma de decisiones táctica-operativa, eliminando las conjeturas y pensamientos intuitivos tras la implementación de técnicas y herramientas analíticas en el proceso del soporte a la toma de decisiones.

Pinzón, Pérez, & Arango (2010) plantean una propuesta de mejora en la gestión de inventarios en una empresa de confecciones basados en la ideología *just in time*. Se logró en esta investigación optimizar la relación proveedor-cliente, pasando de poseer una gran cantidad de proveedores a un solo proveedor; aparte de esto, se implementaron formas de contribución de los concisamente relacionados con el inventario quienes estarían con el compromiso del análisis e identificación de las mejoras adecuadas en cuanto a la gestión de este, permaneciendo así con el mejoramiento continuo para la empresa.

Posteriormente, Flórez & Leal (2014) diseñaron un método de mejoramiento para la gestión y control de inventarios de la empresa distribuidora ferretera internacional. La propuesta la crearon utilizando una clasificación ABC de los ítems de la empresa, su manejo de ítems es elevado por lo cual su meta es cumplirle al cliente de manera eficaz haciendo una rotación amplia del inventario. Como validación de la propuesta se modelaron indicadores de gestión y políticas de inventarios que facilitarían intervenir, de una mejor manera, los inventarios y el empleo de estos, en lo que respecta a almacenamiento, compras y ventas, optimizando el tiempo de respuesta con el cliente.

### **5.1.2 SISTEMAS DE INVENTARIOS Y SUS EFECTOS FINANCIEROS**

De forma paralela Laguna (2010) propone “Sistema de gestión de inventarios para una empresa comercializadora de productos de Plástico” que se realizó en una empresa que se dedica a la importación, almacenamiento y comercialización de productos de plástico.

Los productos de plástico que se vende son para dentro y fuera del hogar y se comercializan para el sector industrial, mayorista y supermercados. La empresa en estudio tiene un problema significativo que es el de las pérdidas de ventas por falta de stock en el almacén que es algo que perjudica notablemente a la empresa y además esto hace que los clientes tengan una mala imagen de la empresa. Asimismo, otro de los problemas involucrados es la diferencia que existe en los inventarios físicos con lo que figura en el sistema lo que genera demora en los despachos y en ocasiones la pérdida de la venta. A partir del análisis de la situación que atraviesa la empresa, el presente proyecto de investigación analizó y propuso un sistema de gestión de inventarios, debido a que, este es actualmente el tema más relevante que genera las pérdidas de ventas en la empresa. Además, también se propuso una revisión continua de sus inventarios para poder mejorar la exactitud de sus inventarios. Definiendo al final que al aplicar un modelo de gestión de inventarios diseñado específicamente para la empresa que en este caso es un modelo de programación lineal. Además, que se pudo lograr reducir las pérdidas de ventas que tenían la empresa por no contar con la cantidad de productos necesarios en el almacén. El modelo de gestión de inventarios planteado permite saber cuándo traer de cada uno de los artículos, pero, además, se logra optimizar la capacidad del contenedor. Así, se puede traer más cantidad de productos en el mismo espacio.

De igual manera, Causado (2015) en su investigación nombrada “Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos” se elaboró una propuesta de mejora del sistema de inventarios para una comercializadora de alimentos en la ciudad de Santa Marta, a fin de lograr una reducción en los costos de inventario y un incremento en el beneficio económico de la organización, mediante la planificación y control de las compras y ventas de los productos. El proceso aplicado consistió en la clasificación de los productos manejados por la empresa con el método ABC, de acuerdo con la importancia de cada producto en el total de ventas de la distribuidora; posteriormente se aplicó el modelo de Cantidad Económica de Pedido – EOQ–, con el fin de sistematizar los conteos periódicos en los productos guardados en bodega, establecer los registros de las ventas realizadas, determinar la cantidad óptima de pedidos y el momento justo en el cual se debe pedir mercancía a los proveedores y las cantidades mínimas de reorden.

De la misma manera, Contreras et. al. (2018) en su propuesta de intervención llamada “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción” donde se presentó el uso del modelo de lote económico de pedido (Economic Order Quantity –EOQ) y el modelo de revisión continua con demanda incierta y con desviación estándar ( $q$ ,  $R$ ) para establecer políticas de inventarios en la demanda de materiales de acero para la construcción, comercializados en una empresa de aceros tomando en cuenta la variabilidad de la demanda y los tiempos de suministro de la

aplicación de los modelos, quedan establecidas las cantidades óptimas a ordenar de los materiales con respecto al tiempo de duración del ciclo de pedido, generando un ahorro del 30 % en los costos logísticos totales e incrementando el nivel de servicio de un 69% a un 90,4%. El empleo de los modelos propuestos brinda el soporte a las decisiones que han de tomarse en los niveles de inventario de los materiales, minimizando los costos logísticos totales y mejorando la calidad de servicio al cliente.

### **5.1.3 SISTEMAS DE INVENTARIOS COMO ESTRATEGIA COMPETITIVA**

En primera instancia, se hace referencia al trabajo investigativo de (Vidal, Londoño & Contreras, 2004) donde se planteaba que uno de los problemas más complejos que afectan las empresas industriales y comerciales locales es la administración y control de los inventarios. Es muy frecuente escuchar el problema del desbalanceo de inventarios: “¿Por qué será que siempre se tiene mucho de lo que casi no se vende y hay faltantes de lo que sí rota?” en este artículo se discutió sobre diversas técnicas de control de inventarios para este sistema, concentrándose también en sus aspectos logísticos generales, ilustrando con la aplicación real en una empresa comercializadora de productos de consumo masivo. Los impresionantes resultados obtenidos evidencian un excelente potencial de aplicación de estos modelos en empresas comerciales o industriales interesadas en basar sus procesos de toma de decisiones en la Investigación de Operaciones. Estos resultados motivan el continuo desarrollo de proyectos de investigación aplicada en las organizaciones de la región donde se concluyó que la reducción de inventarios y el mantenimiento del nivel de servicio se logró conservando el mismo recurso en la bodega central, incluso con la apertura de los nuevos detallistas, al proponerse e implementarse la reducción de frecuencia de despachos hacia los detallistas.

Dos años después, Goicochea (2009) propone un “Sistema de control de inventarios del almacén de productos terminados en una empresa metal mecánica” nacido de la necesidad provocada por un crecimiento en las ventas para así responder a esta demanda creciente, con una producción tan igual y/o mayor que las ventas. Esto para poder evitar quiebres de inventario y poder cumplir con las exportaciones en el menor tiempo posible, además de mejorar nuestro nivel de servicio. Buscando que se cumpla con los despachos de pedidos completos, dentro de las 24 horas de haberlos solicitado; lo cual aún no es posible. Dando como resultado que la implementación del sistema de inventarios propuesto ha permitido obtener niveles de servicio de 98% y 100% que claramente mejora los resultados anteriores.

Al mismo tiempo, Gonzales (2017) proponiendo un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva presenta una metodología para la gestión de los inventarios, orientada a la estrategia competitiva de la empresa en ambientes

multiproducto y con variabilidad en la demanda. La metodología propuesta se estructura en cuatro etapas: La primera, identifica y/o sitúa la estrategia de la empresa en un ambiente competitivo en relación con los niveles de servicio. La segunda etapa, establece una clasificación de los productos de acuerdo con criterios concordantes con la estrategia de la empresa, clasificando los productos en más y menos relevantes, en función de la demanda. En la tercera etapa, se realiza un pronóstico de la demanda, donde se emplea el coeficiente de variación como medida de variabilidad y como técnicas de pronóstico la suavización exponencial, aunque la metodología es flexible y se pueden emplear otros métodos de series de tiempo. La cuarta etapa, se orienta a la selección de una política de inventario acorde con las necesidades de la estrategia competitiva de la empresa como es la política de revisión periódica. La metodología de cuatro pasos se implementó en una empresa líder en Chile del rubro de pernería y tornillería.

La revisión de literatura permitió conocer de primera mano los diferentes enfoques y alcances que tienen las investigaciones relacionadas con dar solución a los inconvenientes logísticos de los niveles de inventario tanto de materiales, como de productos y producto terminado. Esta revisión permitió identificar similitudes y una idea clara de cómo abordar la temática a tratar para solucionar la problemática, está definida en tres grupos que serían: el uso de los sistemas de inventarios para mejorar la logística de la cadena de abastecimiento, en segunda instancia los sistemas de inventarios y sus efectos financieros; estos enfocados es disminuir los costos totales relevantes del mantenimiento del inventario y finalmente hacer uso de los sistemas de inventarios como estrategia competitiva, buscando la forma de agregar valor agregado ofreciendo servicios oportunos con una calidad óptima a los clientes con los requerimientos necesarios.

Estos antecedentes sirviendo de insumo para tener un panorama claro de cómo manejar la logística que tiene actualmente la ferretería objeto de estudio definiendo el personal, los insumos, los sistemas y la capacidad de necesaria para poder cumplir con lo estipulado ya que el primordial objetivo es: disminuir los costos totales respectivos con el inventario en el horizonte de análisis, especificando el balance de los niveles de fuerza de ventas en compensación con los niveles de inventarios necesarios mejorando así la fluidez de la logística de los artículos. Buscando a su vez tener la confianza y fiabilidad de los procesos logísticos internos para ofrecer garantías, confianza y satisfacción al cliente permitiendo posicionarse de una forma mejor en el mercado que ha abordado hoy y poder indagar sobre los posibles mercados a los cuales no ha tenido la capacidad logística de ingresar

## **5.2 TEORÍAS DE LA LOGÍSTICA DEL MANEJO DE INVENTARIOS**

Actualmente, las empresas deben de disponer de un eficaz sistema de gestión y control de inventarios, pero para llevarlo a cabo se deben tener presentes y claros diversos conceptos y teorías que se encuentran claramente relacionados con la administración MBA. En este capítulo se presentan los conceptos teóricos más usados para proponer una alternativa viable y correctamente definida. Se hablará así sobre las técnicas de clasificación de inventarios, los sistemas de pronósticos y los sistemas de control.

Antes de decir de que se trata la gestión de inventarios, inicialmente hay que especificar qué son los inventarios: estos son las existencias de todo producto o artículo que es usado en una compañía. El inventario de una empresa manufacturera está constituido por materias primas, piezas o componentes y productos terminados. En cambio, en una empresa de servicio el inventario se refiere a los bienes tangibles que se pueden transferir y a los objetos que se requieren para ofrecer dicho servicio (VMBenet, 2009)

Entonces, los inventarios son algo indispensable para las empresas debido a que sin ellos no se llevaría a cabo las actividades. Se necesita tener una apropiada cantidad de inventarios para que así no haya problemas de abastecimiento a medida que transcurre el tiempo. Por otro lado, una vez determinado qué son los inventarios se explicará el concepto de gestión de inventarios el cual es un sistema transversal a la cadena de abastecimiento, que se relaciona con la planificación y el debido manejo de los inventarios y busca solucionar dos preguntas: ¿Cuándo hacer los pedidos? y ¿Cuánto ordenar?

Cabe recordar, que el hecho de tener presente en qué momento realizar los pedidos y saber cuándo ordenar, es un gran inconveniente hoy en día en las empresas, debido a que en la mayoría de los casos siempre los inventarios con mayor rotación son los que se agotan con más frecuencia que aquellos que poseen menor rotación, y esto hace que los de menor rotación se queden almacenados por un tiempo sin darle un respectivo uso ocasionando así sobre costo de inventario. En la mayoría de los negocios, los inventarios representan una inversión respectivamente alta y producen efectos importantes sobre todas las funciones principales de la empresa. Cada función tiende a formar demandas de inventario diferente y a menudo inadecuado.

### **5.2.1 TÉCNICAS DE CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS**

Una de las técnicas más utilizadas en temáticas de los inventarios es la clasificación ABC mono criterio, sin embargo, teniendo en cuenta que muchos artículos se deben catalogar considerando criterios como el nivel de obsolescencia, el lead time y demás, surgen técnicas que permiten efectuar dicha clasificación multicriterio y una de las más conocidas es el Analytic Hierarchy Process (AHP) (Proceso analítico jerárquico)

### **5.2.1.1 La clasificación de inventarios ABC o principio de Pareto.**

Es una técnica para segmentar las referencias de productos del almacén según su importancia en tres categorías (A, B y C), siguiendo un criterio (por ejemplo, su valor de inventario) y basándose en el principio de Pareto según la cual un pequeño porcentaje de las referencias serán responsables de la mayor parte de los objetivos globales del almacén (valor de inventario, facturación, beneficios, etc.). Esta clasificación ayuda a tomar decisiones y priorizar los recursos del almacén hacia los productos que más impacto tienen en los objetivos globales (los del grupo A), en lugar de focalizar esfuerzos y recursos por igual en todos los productos, lo que resultaría contraproducente con los artículos de menor importancia (Grupo C)

Este proceso se basa en dividir los artículos de tres clases, de acuerdo con el valor de su consumo, de modo las personas encargadas de los inventarios puedan articular su atención en los artículos que generen más altos ingresos. En esta actividad es frecuente recurrir al sistema de clasificación ABC, que distingue entre los artículos en función de su valor económico para la empresa. Lo más común que se encuentra en cualquier empresa es que se mantengan altos niveles y gran variedad de elementos inventariados. Sin embargo, una falta de control puede provocar falencias en la cadena de abastecimiento. Además, que sólo una parte de ellos son tan valiosos que se los debe controlar muy cuidadosamente.

El principio que se maneja en el modelo ABC es que cada categoría requiere diferentes tratamientos y diferentes metodologías de control. Donde a mayor valor económico, será mayor el control que requerirá para evitar inconvenientes. Para aplicar el sistema ABC el primer paso consiste en determinar el valor económico de cada categoría de elementos. Este valor se obtiene multiplicando el número de unidades almacenadas de un artículo por su precio.

Luego de esto, se clasifican los artículos por orden decreciente con respecto a su valor. Por ejemplo, el 15% inicial se podrá incluir en la categoría A donde serán los de más valor, el 30% siguiente en la categoría B y los restantes en la C. Este resultado es orientativo, pero no está muy lejos de la realidad. Posterior a esto se establecen los niveles de control para cada categoría. Los artículos A deben tener un control más estrecho. Es necesario reducir las existencias en la medida de lo posible, esto da como resultado mejores estudios de la demanda, sistemas de inventarios continuos y mejores políticas de compras. Sin embargo, para los elementos de las categorías B y C la mera observación puede ser un método de control válido. Se pueden emplear modelos periódicos de inventarios para cada una de estas categorías.

Esta distribución sugiere que mientras más elevado sea el precio del inventario de un material, este deberá analizarse con más determinación. Por lo general, los materiales A se les realizaran un análisis de forma extensiva y los materiales C se analizarían muy poco por su peso en cuanto a cantidades monetarias. (Gaither & Frazier, 2000)

### **5.2.1.2 Técnica AHP**

Este progreso se fundamenta en que los elementos que afectan la determinación (es decir los criterios utilizados para adquirir las decisiones y las alternativas de selección), son representados en niveles, el nivel más inferior comprende las alternativas de selección. Una vez se construye la importancia el procedimiento consiste en priorizar: que consiste en dar un valor relativo a cada elemento en cada nivel de dicha jerarquía.

El grupo de decisión puede expresar sus preferencias entre cada dos elementos en relaciones como:

- 1 = Igualmente preferida
- 3 = Moderadamente preferida
- 5 = Fuertemente preferida
- 7 = Muy fuertemente preferida
- 9 = Extremadamente preferida

Se pueden conservar los valores pares para valores intermedios en el juicio de calificación entre alternativas que presentan dificultad en su valoración. (Vidal, Londoño, & Contreras, 2004)

La técnica del AHP consta de los siguientes pasos sucesivos:

- Se genera la matriz de preferencias (o matriz de comparación por parejas) entre todas las alternativas con respecto a todos de los criterios establecidos.
- Cada matriz de preferencias se normaliza dividiendo cada término relacionado de la misma entre la suma de los elementos de su columna respectiva.
- A partir de cada matriz de preferencias, se extrae el vector de prioridad de cada criterio promediando los términos de cada fila de la matriz normalizada.
- Se crea la matriz de preferencias para los criterios apropiadamente dichos, se normaliza de la misma forma y se obtiene el vector de prioridad de los criterios en forma similar a como se obtuvo para cada criterio. Este paso es simétrico al darle el peso o importancia a cada criterio en el procedimiento de calificación absoluta.
- Se comprueba que tanto cada matriz de preferencias perteneciente a cada método como la matriz de preferencias de los criterios debidamente dichos no dañe el

estado de consistencia establecida por el factor del mismo nombre. El coeficiente de consistencia para cada criterio debe ser mínimo o igual que 0.1. Si no cumple con esa condición, hay que establecer el principio de cada incoherencia, corregirla y ejecutar de nuevo los pasos hasta que cumpla la condición.

- Para concluir se calcula el producto entre una matriz formada por todos los vectores de preeminencia de cada juicio y el vector de prioridad de los criterios adecuadamente dichos. El resultado es el vector de prioridad de las alternativas y es el que puede usar de guía para tomar la decisión final respecto de estas. (Insuas, 2014)

### 5.2.2 SISTEMAS DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA

Toda empresa debe tener un propósito de ser competitivo, para que esto sea posible en temas de administración de la cadena de abastecimiento se debe disponer un sistema de pronósticos de demanda que permite asegurar un manejo correcto y eficiente sobre el producto del cual dispone, de esta manera poder tomar decisiones correctas sobre futuros erráticos y dudosos. Los tipos de pronósticos son variados, está el promedio móvil, la suavización exponencial simple, la suavización exponencial doble y el método de Croston, entre otros. El poder emplear uno u otro de estos tipos de pronóstico depende del patrón de demanda sobre el cual se va a producir el estudio. “El estudio de los datos históricos de demanda es esencial para la correcta selección del método de pronósticos y su puesta en marcha.” (Vidal, 2005)

**Figura 1. Tipos de pronósticos aplicables a cada patrón de demanda**



Fuente: (Insuasty, 2014)

### 5.2.2.1 Indicadores de eficiencia de un sistema de pronóstico

Para poder establecer la eficacia de cada una de las predicciones y pronóstico y para poder ejecutar una relatividad entre cada uno de ellos es primordial comprobar la exactitud del juicio, esta se puede medir teniendo en cuenta los errores del pronóstico, que se calculan teniendo en cuenta la discrepancia existente entre lo arrojado por el pronóstico y el valor real observado. Las expresiones más comunes para calcular los errores del pronóstico son (Vidal, 2005)

La MAD se precisa como el promedio de los errores absolutos sobre un número determinado de periodos, siendo la premisa de que se ejecutaran N periodos. Se presenta su ecuación:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n} \quad (1)$$

El ECM de forma análoga se define como el promedio de los errores cuadráticos sobre un número determinado de periodos, así:

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n} \quad (2)$$

Así mismo la MAPE se precisa como el error absoluto porcentual de la media:

$$MAPE = 100 \frac{\sum_{t=1}^n |real - pronóstico|}{n \cdot real} \quad (3)$$

### 5.2.2.2 Promedio móvil

El procedimiento de promedio móvil usa una cifra de valores de datos históricos reales para establecer un pronóstico. Los promedios móviles son rentables si se puede verificar intuyendo que la demanda del mercado persistirá comparativamente invariable en el tiempo. El promedio móvil donde n es el número de periodos que comprende se expresa matemáticamente de la siguiente forma (Render & Heizer, 2009):

$$Promedio\ Movil = \frac{\sum Demanda\ de\ lo\ n\ periodos\ anteriores}{n} \quad (4)$$

### 5.2.2.3 Suavización exponencial simple

Mientras que el procedimiento de promedios móviles sólo toma en cuenta las observaciones más recientes, la suavización exponencial simple suministra un promedio móvil con un deber exponencial de todos los valores observados con previsión. Con periodicidad el modelo es apropiado para datos que tienen una predisposición previsible hacia arriba o hacia abajo. La ecuación matemática de este sistema de pronósticos es:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) * \hat{Y}_t \quad (5)$$

Dónde:

$\hat{Y}_{t+1}$  = Nuevo valor suavizado o el pronóstico para el siguiente periodo.

$Y_t$  = Nueva observación o valor real de una serie en el periodo t.

$\hat{Y}_t$  = Antiguo valor suavizado o pronóstico para el periodo t.

$\alpha$  = Constante de suavización ( $0 < \alpha < 1$ )

(Hanke & Wichern, 2006)

### 5.2.2.4 Suavización exponencial doble

La recepción de un módulo de tendencia en pronósticos suavizados exponencialmente se conoce como suavización exponencial doble, ya que tanto la apreciación del promedio como la de la tendencia se suavizan. (Gaither & Frazier, 2000).

El modelo matemático que expresa esta técnica de pronóstico es la siguiente:

$$\hat{X}_{t+\tau}(t) = 2 + \frac{\alpha\tau}{(1-\alpha)} S_t - \left(1 + \frac{\alpha\tau}{(1-\alpha)}\right) S_t^2 \quad (6)$$

Donde:

$\hat{X}_t$  = Valor real de la demanda en el período t

$\alpha$  = Constante de suavización.

$\tau$  = Periodos adelante pronosticados.

Los valores de  $S_t$  y  $S_t^2$  se obtienen con las siguientes fórmulas:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad (7)$$

$$S_t^2 = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^2 \quad (8)$$

Los valores de iniciación de  $S_t$  y  $S_t^2$  se obtienen mediante las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$S_0 = \widehat{b1}(0) - \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)\widehat{b2}(0) \quad (9)$$

$$S_t^2 = \widehat{b1}(0) - 2\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)\widehat{b2}(0) \quad (10)$$

Dónde:

$\widehat{b1}$  = Es la valoración establecida que la demanda puede alcanzar (cortando con el eje y) esto determinado con base en la regresión lineal de datos históricos, referido al sistema de coordenadas desde donde se van a iniciar los pronósticos.

$\widehat{b2}$  = Es la valoración de la pendiente de la tendencia de la demanda (creciente o decreciente) determinada con base en los datos históricos, la cual no cambia con relación al sistema de coordenadas utilizado.

#### **5.2.2.5 Método de Croston**

El manejo de inventarios de ítems de demanda errática y de ítems nuevos en el mercado es un inconveniente muy complicado. A los ítems que presentan demanda errática se les puede emplear los sistemas de pronósticos de suavización exponencial simple y doble, pero su conducta no supera al de otros métodos que han sido diseñados principalmente para este tipo de demandas. (Vidal, 2005).

Croston planteó un método para pronosticar demandas erráticas, el cual ha manifestado ser hasta el día de hoy una muy buena opción. Básicamente el método de Croston fracciona los eventos de demanda discontinua en dos:

Inicialmente, se pronostica la probabilidad de que ocurra o no una demanda en el período siguiente, de acuerdo con las observaciones anteriores; equivalentemente, esto corresponde a apreciar el número de períodos entre ocurrencias de demanda mayores que cero. Consecutivamente, se pronostica el posible tamaño de la demanda, de acuerdo con las observaciones anteriores sin tener en cuenta las demandas iguales a cero.

Considérese la siguiente notación:

$$X_t = \text{Demanda observada en el período } t. \quad (11)$$

$$Y_t = \text{Variable binaria igual a 1 si acontece una demanda}$$

*mayor que cero en el período t; igual a cero de lo contrario.* (12)

$Z_t = X_t * Y_t =$  *Tamaño de la demanda acontecida en el período t.* (13)

$n_t =$  *Número de períodos acontecidos desde la última demanda mayor que cero hasta el período t.* (14)

$\hat{n}_t =$  *Valor considerado de n al final del período t.* (15)

$\hat{z}_t =$  *Valor considerado de z al final del período t.* (16)

Teniendo presente lo anteriormente expuesto, al final de cada t se comprueba el valor de  $X_t$ . Si  $X_t > 0$ , o sea que acontece una demanda positiva, en aquel momento los estimadores se reestablecen de acuerdo con las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$\hat{n}_t = \alpha n_t + (1 - \alpha)\hat{n}_{t-1} \quad (17)$$

$$\hat{z}_t = \alpha z_t + (1 - \alpha)\hat{z}_{t-1} \quad (18)$$

Donde  $\alpha$  es una constante de suavización (Croston sugiere que  $0.1 \leq \alpha \leq 0.2$ , aunque en la práctica no hay problemas en probar con otros intervalos como por modelo  $0.01 \leq \alpha \leq 0.30$  e inclusive con  $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

Para concluir, el pronóstico al terminar el período t para tratar el siguiente se calcula teniendo en cuenta la siguiente ecuación matemática

$$\hat{x}_t = \frac{\hat{z}_t}{\hat{n}_t} \quad (19)$$

#### **5.2.2.6 Errores suavizados y señales de rastreo**

Ya realizando el trabajo de campo, siempre se analiza que es más es más conveniente precisar inventarios de seguridad de una forma dinámica, o sea estimando el estándar de los errores del pronóstico período a período. En todos los casos anteriores, esta alteración se ha apreciado con base en la simulación del pronóstico de una cierta cantidad de períodos. Sin embargo, es más certero y confiable el realizar esta actividad de una forma progresiva y continua, a medida que se vaya pronosticando, ya que se tiene la estimación más actual de la variabilidad. Una manera de poder realizar esta actividad es

a través de la suavización de los errores del pronóstico. La concepción de suavización de los errores de pronóstico es sencillamente emplear el operador, con una constante de suavización unánime. Para el caso del error de pronóstico esta suavización se logra mediante la expresión:

$$\text{Error Suavizado } Q(T) = we(T) + (1 - w)Q(T - 1) \quad (20)$$

Donde  $w$  es una constante de suavización distinta a la de los pronósticos, usualmente se maneja 0.1.

Teniendo en cuenta que el valor esperado de los errores en los pronósticos es cero. Siempre se define como valor inicial  $Q(0) = 0$ . Teniendo estas premisas presentes, la MAD puede también ser suavizada mediante la ecuación:

$$\text{MAD suavizada } MAD(T) = w|e(T)| + (1 - w)MAD(T - 1) \quad (21)$$

En esta ecuación matemática la MAD del periodo o debe ser fundamentada a base de los datos históricos o algunas expresiones ya definidas en la literatura. Por ejemplo, Montgomery et al. (1990) hacen una presentación de la siguiente ecuación matemática para poder realizar una estimación de la MAD para un pronóstico de suavización doble:

$$MAD(0) \cong 0,8\tilde{\sigma}_\varepsilon\sqrt{c_1} \quad (22)$$

Donde:

$$c_1 = 1 + \frac{\alpha}{(1+\beta)^3} [(1 + 4\beta + 5\beta^2) + 2\alpha\tau(1 + 3\beta) + 2\alpha^2\tau^2]; \beta = 1 - \alpha \quad (23)$$

En esta expresión  $\tau$  simboliza el número de períodos a los que se les desea hacer la estimación (normalmente  $\tau= 1$ ). Además:

$$\tilde{\sigma}_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^m (x_t - \hat{x}_t)^2}{m-2}} \quad (24)$$

Esta ecuación matemática es la estimación de la desviación estándar de los errores del pronóstico, calculada con base en los residuos de la regresión lineal de todos los datos

que se toman como base para el pronóstico. Por lo tanto, la ecuación matemática final para la MAD inicial se presenta a continuación:

$$MAD(0) = 0,8 \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^m (x_t - \hat{x}_t)^2}{m-2}} * \sqrt{1 + \frac{\alpha}{(1+\beta)^3} [(1 + 4\beta + 5\beta^2) + 2\alpha\tau(1 + 3\beta) + 2\alpha^2\tau^2]; \beta = 1 - \alpha} \quad (25)$$

### 5.2.2.7 Señales de Rastreo.

Teniendo como fundamento los datos recogidos de los errores suavizados se pueden definir diversas señales de búsqueda. La razón de ser de estas señales es notificar acerca de posibles desviaciones e inconvenientes del sistema de pronósticos del que se está haciendo uso. La señal de rastreo más frecuentemente utilizada y de más fácil entendimiento se define como:

$$\text{Señal de Rastreo en el Periodo } T = \frac{Q(T)}{MAD(T)} \quad (26)$$

En la anterior señal de rastreo no puede ser superior que 1 en valor absoluto. Un valor absoluto de esta señal cercado a 1 indica problemas con el pronóstico. Usualmente, se recomienda que cuando dos o más señales de búsqueda sucesivas presentan valores mayores que un valor de 0.60, debe revisarse el método de pronósticos, ya que puede estar fuera de control. Una sola señal de rastreo prócer al valor suficiente puede no revelar un problema en el sistema de pronósticos, sino un dato atípico de demanda que no representa un auténtico cambio en la tendencia de esta. Por ello se recomienda estar a la expectativa hasta que ocurran dos señales de rastreo sucesivas fuera del rango autorizado. (Vidal, 2005)

### 5.2.3 SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIO

Ya teniendo presente un adecuado sistema de pronósticos. Se requiere establecer la metodología para definir el sistema de gestión de inventarios, en la mayoría de las empresas, los inventarios simbolizan una inversión correspondientemente alta y provocan efectos significativos sobre todas las ocupaciones primordiales de la empresa. Cada función tiende a generar demandas de inventario diferente y a menudo

incongruente. Por lo tanto, es esencial precisar la política de inventario, la cual debe resolver tres interrogaciones principales para cada ítem particular, estas serían:

¿Con qué frecuencia debe revisarse el nivel del inventario?

¿Cuándo debe pedirse?

¿Qué cantidad debe pedirse en cada pedido?

Para dar respuesta a estas preguntas, existen diferentes tipos de sistemas de manejo que se pueden usar (Vidal, 2005).

La notación básica que se utiliza es la siguiente:

$s$  = Punto de reorden o de pedido, o sea el nivel del inventario efectivo para el cual debe emitirse una nueva orden. (27)

$Q$  = Cantidad a ordenar en cada pedido. (28)

$R$  = Intervalo de revisión del nivel de inventario efectivo. (29)

$S$  = Nivel máximo de inventario efectivo hasta el cual debe ordenarse. (30)

### 5.2.3.1 Revisión continua

En el sistema de revisión continuo, como su nombre lo indica, hipotéticamente se revisa el nivel de inventario en todo instante. Sin embargo, esto no es viable en el trabajo de campo. Lo que se hace es que revisar el nivel de inventario en cada movimiento realizado (despacho, recepción, demanda, etc.) y por esta razón también se le conoce a este sistema como un reporte de transacciones. En un sistema de investigación continua es difícil regular en general las actividades de control y la inspección de varios ítems simultáneamente, pero este sistema necesita un mínimo inventario de seguridad que el sistema periódico, ya que el resguardo del inventario sólo debe hacerse sobre el tiempo de reposición  $L$ .

Existen dos tipos de sistemas de revisión continua que a continuación se presentan (Vidal, 2005):

Sistema continuo ( $s, Q$ ), en este sistema, cada vez que el inventario efectivo es igual o menor al punto de reorden, se ordena una cantidad fija  $Q$ .

Sistema continuo ( $s, S$ ), este sistema establece que cuando el inventario efectivo llega al punto de reorden ( $s$ ), se debe ordenar la cantidad requerida para que el inventario efectivo llegue a un nivel máximo  $S$ .

### **5.2.3.2 Revisión periódica**

En general, este sistema deja coordinar las actividades y el manejo de ítems en forma continua, pero necesita de un mayor inventario de seguridad que sistema continuo, ya que la seguridad debe garantizarse para un lapso igual al tiempo de reposición + el intervalo de revisión ( $R + L$ ).

Existen dos tipos de sistemas de revisión continua que se describen a continuación (Vidal, 2005):

Sistema periódico ( $R, s$ ). Este sistema se conoce asimismo como el sistema del ciclo de regeneración y se encuentra constantemente en organizaciones que no utilizan control sistematizado de los inventarios. Aquí, cada  $R$  unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo, y se ordena una cuantía tal que este inventario suba al valor máximo  $S$ .

Sistema periódico ( $R, s, S$ ). Este sistema propone que el inventario se debe inspeccionar cada  $R$  unidades de tiempo y si el nivel es igual o menor a  $s$  unidades, se debe establecer una cantidad tal que eleva el nivel del inventario efectivo a un valor máximo  $S$ .

Además de estos. Existen otros tipos de metodologías para definir soluciones, pero ya aproximadas a las problemáticas de inventario. Estas suelen también ser usualmente llamadas herramientas, las más conocidas se presentan a continuación:

Cuando la demanda es dependiente, se tienen dos metodologías para gestionar adecuadamente el inventario:

### **5.2.3.3 MRP I y MRP II**

La planificación de requerimientos de materiales, cuya sigla (MRP)

Se puede clasificar como una técnica de planeación de la producción y gestión de los inventarios. Está siendo una de las más utilizadas y se fundamenta en la matemática. Se hace uso de esta metodología cuando

Se tiene conocimiento de la demanda y existen métodos de gestión del flujo de los materiales. Este sistema va de la mano con el programa maestro de producción.

En el momento de hacer la planeación de los inventarios de materias primas y producto en proceso, todos los datos históricos dejan de ser relevantes a no ser que el futuro sea exactamente igual que el pasado. Teniendo presente los cambios debió a temporadas altas y bajas y a la aleatoriedad de los requerimientos, el programa maestro es, por mucho, un excelente punto de partida que la demanda pasada para la planeación de los inventarios (Schroeder, 1992)

#### **5.2.3.4 ERP**

Un sistema ERP por sus siglas en inglés (Enterprise Resource Planning) es una herramienta informática que tiene la capacidad de gestionar los procesos y actividades de una compañía de forma integral. Usualmente este tipo de sistemas está dividido en módulos como Gestión Humana, Ventas, Contabilidad, Compras, Producción entre otros, pudiendo este software brindar información de forma sistemática y actualizada, esta herramienta debe ser adaptada a los requerimientos y necesidades para ser parametrizado para responder adecuadamente a la organización. Una vez implementado un ERP consiente a los practicantes de una compañía disponer los recursos de todas las áreas, simular diferentes escenarios y conseguir información afianzada en tiempo real. (Chiesa, 2004)

En caso tal de que la demanda sea independiente y determinística se tienen:

#### **5.2.3.5 Algoritmo de Wagner-Whitin**

Bustos (2012) mencionando el algoritmo de Wagner-Whitin (WW) donde tiene como razón principal la de minimizar el costo de mantener y preparar el inventario. Siendo un algoritmo que ofrece una solución de un costo mínimo para la cantidad optima de ordenamiento. Esta optimización está basada en una programación dinámica y evalúa todas las formas posibles de establecer para resguardar la demanda en cada ciclo del horizonte de planeación.

#### **5.2.3.6 Algoritmo de Silver-Meal**

Este método fue propuesto inicialmente por Silver y Meal (1973) y los resultados hoy en día han sido satisfactorios con respecto a su funcionamiento cuando hay mucha variabilidad en la demanda, este se aplica cuando otros métodos no producen resultados óptimos por su erraticidad. El criterio básico de este método es el de minimizar los costos de ordenamiento y mantenimiento del inventario por unidad de tiempo. (Vidal, 2005). Este método concreta la cuantía a ordenar en el primer ciclo igual a la suma de las demandas de los ciclos para los cuales no se aumentó el costo variable medio por ciclo.

#### **5.2.3.7 Simulación**

Para Vidal (2005). La simulación son los métodos que permiten plasmar la realidad en modelos matemáticos, imitando así su funcionamiento con el objeto de predecir su comportamiento bajo diversas condiciones. Las ventajas de simular sistemas de inventarios es que permiten definir de forma precisa distribuciones de demanda que no se podrían abordar de forma analítica, además la simulación presenta facilidad para controlar condiciones experimentales difíciles de implementar en la realidad, como por ejemplo restricciones reales del sistema debidas a limitaciones de capital y

almacenamiento y mediante esta simulación se pueden analizar pronósticos en horizontes de planeación extensos en tiempos computacionales cortos. Pero la aleatoriedad de los datos iniciales de los sistemas bajo las condiciones impuestas hace que se requiera de múltiples corridas para poder instaurar intervalos de confianza sobre las variables de ventaja. Es decir, la simulación permite describir el comportamiento de un sistema bajo condiciones y patrones establecidos, pero puede ser muy difícil o incluso improbable hallar soluciones óptimas de complicaciones bajo un ambiente de simulación.

En cuanto al uso de conceptos básicos contables se tienen los siguientes sistemas de control de inventario:

#### **5.2.3.8 El método PEPS**

Para la UNID (2013) este método tiene como base que las existencias que primero entran al inventario son las primeras en salir del mismo. Esto es que las primeras materias primas adquiridas son las primeras que se entran al proceso o los primeros productos producidos son los primeros que se vende.

#### **5.2.3.9 El método UEPS**

Según Del Rio (2011) este método tiene como base que la última existencia en entrar es la primera en salir. Esto es que las últimas materias primas adquiridas son las primeras que se entran al proceso o los últimos productos producidos son los primeros que se vende.

#### **5.2.3.10 Método promedio ponderado.**

Este método consiste en hallar el costo promedio de cada material que hay en el inventario final cuando las unidades son idénticas en apariencia, pero no en el precio de adquisición, por cuanto se han comprado en distintas épocas y a diferentes precios.

Este apartado permitió abordar la percepción de varios autores con respecto a la forma de abordar una problemática en el eslabón de abastecimiento de una cadena de valor. Estas teorías permiten realizar una adaptación a la naturaleza de los procesos y las intenciones administrativas de la empresa objeto de estudio para así poder definir adecuadamente la forma en la que se requieren, abastecen y disponen los materiales y artículos

Además, permitió conocer las características en las que debe tener la base para un correcto sistema de inventarios, donde se definen las metodologías para clasificar los ítems, esto con el objetivo de direccionar esfuerzos y recursos para abordar las problemáticas que mayores pérdidas, inconvenientes e inconformidades generan. Así mismo abordar las características que deben tener los datos históricos y su comportamiento a lo largo del tiempo para conocer de qué forma se pueden evaluar y

pronosticar los requerimientos y demandas de los artículos teniendo presentes todos los costos relacionados con el almacenamiento, aprovisionamiento y mantenimiento del inventario

## **6 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **6.1 ENFOQUE**

Se direccionará la investigación a partir de un enfoque de carácter mixto, es decir la conjugación del enfoque cuantitativo y cualitativo. “El fin de la búsqueda mixta no es sustituir a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino fructificar las fortalezas de ambos tipos de investigación fusionándolas, presentando así una modalidad enfocada en disminuir sus debilidades potenciales” (Sampieri, 2014) teniendo esto presente en las características cualitativas de las metodologías logísticas actuales, esto trabajando en equipo con la información contable e históricos de entradas y salidas de artículos de la empresa. Lo que permite desenvolver de forma minuciosa el análisis y el estudio de las oportunidades y alcances productivos que se estudian, que permite ejecutar las propuestas necesarias y tomar las medidas de precaución pertinentes, haciendo de esta investigación dirigida por un enfoque mixto.

### **6.2 TIPO DE ESTUDIO**

La actual investigación de tipo descriptivo-deductivo. “Los estudios descriptivos-deductivos dan la posibilidad de puntualizar situaciones y eventos, es decir cómo es y cómo se exterioriza determinada situación y busca particularizar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea rendido a análisis” (Sampieri, 2014). En este caso, esta investigación identifica la forma en la que actualmente se manejan los procesos logísticos de abastecimiento de la empresa, diagnosticando las oportunidades, riesgos y alcances que posee la organización en su cadena de abastecimiento, teniendo presente cada una de las áreas de interés como lo son las dimensiones productivas, de control, de infraestructura y del personal relacionado con la entrada y salida de los artículos que comercializan.

### **6.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

En el intervalo de la planificación y propuesta resultante de la investigación se usarán unas varias fuentes para almacenar información a partir de encuestas, plantillas y entrevistas elaboradas al personal y los datos históricos del manejo de la cadena de abastecimiento y los costos que lleva esto. Todo lo anterior relacionado también con la observación de la planta física de la empresa para analizar sus capacidades productivas. Asimismo, de su parte organizacional para estar al tanto de sus debilidades y fortalezas.

Todo eso basado en varias fuentes de información, estas divididas en las fue primarias donde en el desarrollo de esta investigación se utilizó fuentes como: la observación simple o la no participe dándose “cuando el observador no corresponde al grupo y solo se hace presente con la intención de adquirir información” (Méndez, 2001), siendo esta técnica con una ventaja por tener la capacidad de tener contacto directo con el objeto,

sujeto o situación a investigar, pero no siendo participe en el objeto de la misma, además, se plantean realizar plantillas, encuestas y entrevistas semiestructuradas donde el personal facilitara datos, “éste es el instrumento para realizar una compilación de información y el medio construido con las personas que se consideran relacionadas con el mismo” (Méndez, 2001).

Fuentes secundarias. Son las fuentes que sirvieron como segundo pilar a la investigación, las fuentes secundarias son listas, compilaciones y resúmenes de referencias o fuentes primarias publicadas en un área del entendimiento en particular en este caso de la gestión y control de inventarios; las cuales comentan artículos, libros, tesis y otros documentos especializados, es decir reprocesan información de primera mano (Sampieri, 2014)

#### **6.4 TIPO DE ANÁLISIS**

Análisis y síntesis son procesos que permiten al investigador conocer la realidad. El análisis maneja juicios, es un proceso de conocimiento que se inicia por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad que este caso sería todos los procesos logísticos de almacenamiento, aprovisionamiento y mantenimiento del inventario, podrá establecer la relación causa-efecto entre los elementos que componen el objeto de investigación para así definir cuáles son las falencias en estos procesos y conocer de qué forma cada uno genera gastos innecesarios por sus metodologías actuales y así poder proponer una alternativa que abarque todo esto y además sea adaptable a los cambios generados tanto por los factores internos como externos de la empresa y sus actividades. La síntesis considera los objetos como un todo, la interrelación de los elementos que identifican el objeto (Vásquez, 2005). El método que emplea el análisis y la síntesis consiste en separar el objeto de estudio en dos partes y, una vez comprendida su esencia, construir un todo. Análisis y síntesis son dos procesos que se complementan en uno

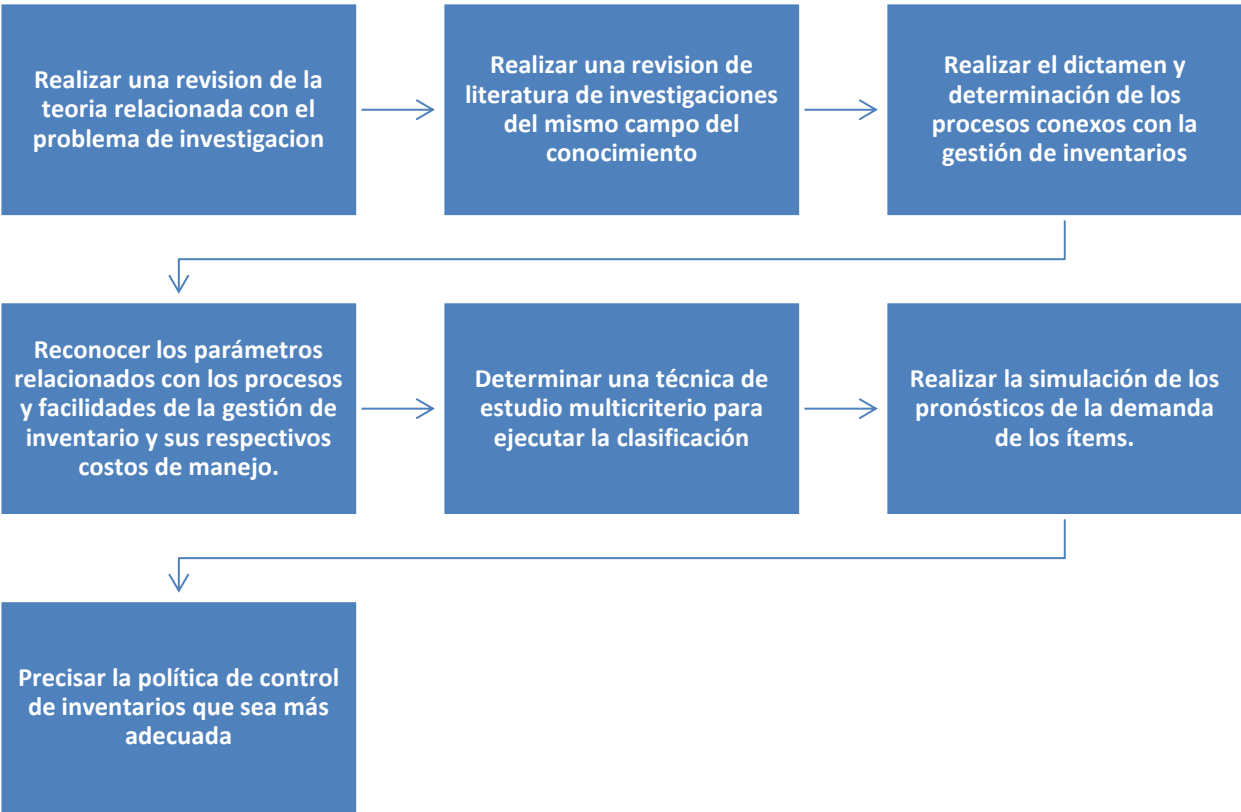
#### **6.5 DISEÑO DEL MARCO METODOLÓGICO**

Para cumplir con cada uno de estos objetivos específicos se plantea la siguiente metodología, donde a través de herramientas y análisis busca finalmente poder tener el conocimiento teórico, diagnóstico y conceptual para proponer una correcta política de control que se adapte al sistema actual de la empresa objeto de estudio.

Para el desempeño de los objetivos anteriormente definidos de la propuesta se utilizará una investigación con enfoque mixto que permitirá proponer un sistema de control de inventarios adecuado para en la empresa objeto de estudio que optimizará la gestión y el nivel de servicio de la empresa. Primero determinando y diagnosticando la gestión de inventarios de la ferretería objeto de estudio, posteriormente se realizara toda la actividad relacionada con definir la política de control que consta de efectuar una clasificación ABC multicriterio para los ítems comercializados por la Empresa para así emplear

metodologías de pronóstico de la demanda para el conjunto de ítems clasificados como representativos del portafolio de productos que se comercializan y finalmente con esto construir una política de control de inventario para el conjunto ítems representativos: a continuación, se presenta de forma secuencial las actividades relacionadas con la solución de la propuesta y posteriormente se presentara de forma más detallada cada una de las fases planteadas:

**Figura 2. Metodología**



Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Fase 1.** En la primera fase se realizará una exhaustiva búsqueda en la literatura actual y en todos los medios de información disponibles como bibliotecas, internet, revistas indexadas, bases de datos de universidades, entre otros para conocer las teorías que se relacionan con la problemática objeto de estudio, además de qué métodos han utilizado autores en el pasado cuando se vieron enfrentados a situaciones con estas

características en las cuales se buscaba gestionar de una forma más adecuada los inventarios y el nivel de material en sus respectivos ámbitos.

**Fase 2.** En la segunda fase de proyecto se realiza el dictamen y determinación de los procesos conexos con la gestión de inventarios, conociendo así cuáles son sus fortalezas y debilidades. Conjuntamente de concretar las causalidades y restricciones de estos esto teniendo en cuenta los factores tanto procedimentales, humanos y los inherentes a la particularidad de la organización que pueden incurrir en un deficiente manejo de los artículos. Además, reconocer los parámetros relacionados con los procesos y facilidades de la gestión de inventario y sus respectivos costos de manejo. De esta forma poder tener una estimación completa de los procesos respectivos determinando así las inconformidades y falencias más críticas, usando métodos de investigación. Todo esto en miras de adquirir una base para expresar mejoras estratégicas en los procesos y actividades que influyan con un nivel de servicio óptimo.

**Fase 3.** De la misma manera, se presenta la tercera fase del proyecto. Está teniendo en cuenta el diagnóstico, se define la Clasificación de los ítems. La categorización ABC normalmente se ha realizado tomando en consideración en el que los ítems clase A se pretende que constituyan un número respectivamente bajo de ítems, pero con una alta representación en las ventas, asimismo definir una técnica de estudio mono o multicriterio para ejecutar la clasificación y determinar el orden de la clasificación. Posterior a esto, teniendo en cuenta el orden de la categorización de los ítems realizada en el inciso anterior, se pasa a darle término a la tercera fase donde se va a ejecutar la simulación de los pronósticos de la demanda de los ítems. Permitted basarse desde una base histórica de ventas, la proyección a futuro de la conducta de estos artículos representativos en las entradas de la organización. Utilizando diversas metodologías dependiendo del patrón de la demanda que posean dando como resultado seleccionar el que tenga menor error cuadrático medio. Por último, para darle completa solución a la propuesta para precisar la política de control de inventarios que sea más adecuada para la particularidad de los artículos y de la organización, definiendo el punto de reorden, el inventario de seguridad. Para así poder mostrarse de acuerdo en que cantidad o en que situaciones de forma monetaria hay una mejoría, además reconocer si la propuesta genera un cambio positivo en la forma y el tiempo en que se manejan los procesos de gestión de inventario.

## **7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **7.1 PROCESO DE ABASTECIMIENTO E INVENTARIO**

#### **7.1.1 DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN**

En este apartado se aborda el control de inventarios como una de las partes constitutivas de la operación de la empresa, para ello se estudia y documenta la forma en que se ejecuta dicha labor, la información se recopila a través de entrevistas al personal relacionado con el cargo tanto funcionarios administrativos como operativos, para el análisis de la información se tienen en cuenta elementos como el Sistema de Control de Inventarios (SCI) y su relación con la planeación estratégica de la empresa, al procesar los resultados obtenidos se puede considerar las problemáticas de dicho sistema de control y las oportunidades de mejora en términos cuantitativos, cuestiones que serán abordadas con posterioridad.

Desde la perspectiva de quienes tienen injerencia en la gestión de inventarios esta tarea es indispensable para la consecución de metas operacionales y que, además involucra a todas las dependencias desde la gerencia hasta los vendedores; por ejemplo, en el sector de las ferreterías es ineludible administrar eficientemente de los recursos disponibles a través del sistema de control de inventario. Sin embargo, algunas de las actividades que hacen parte de este control no son consideradas relevantes, como sucede con el pronóstico de demanda que deja de ser imperativo después de haber diseñado la política de inventario dada la experiencia sobre la demanda obtenida del quehacer cotidiano que, de alguna manera marca pautas en la disposición de recursos y adquisición de insumos aunque por lo general esta estimación empírica sobrepasa la demanda real, que aunque no tiene impacto en las ventas si tiende hacia sobrecostos.

A continuación, se presenta la forma en la cual la empresa busca con sus actividades el generar un valor a los servicios que ofrece, su estructura y sus objetivos empresariales:

#### **Misión**

Somos una empresa especializada en el sector ferretero, que trabaja día a día para satisfacer necesidades, deseos y expectativas de nuestros clientes a través de diversos servicios; amplio portafolio de productos con las mejores marcas, excelente calidad y precios competitivos; y a través de un equipo humano altamente capacitado, pugnamos cada día por ser líderes en el mercado y proyectarnos con dinamismo a nuestra comunidad. (J. Peña, comunicación personal, 11 de enero de 2021).

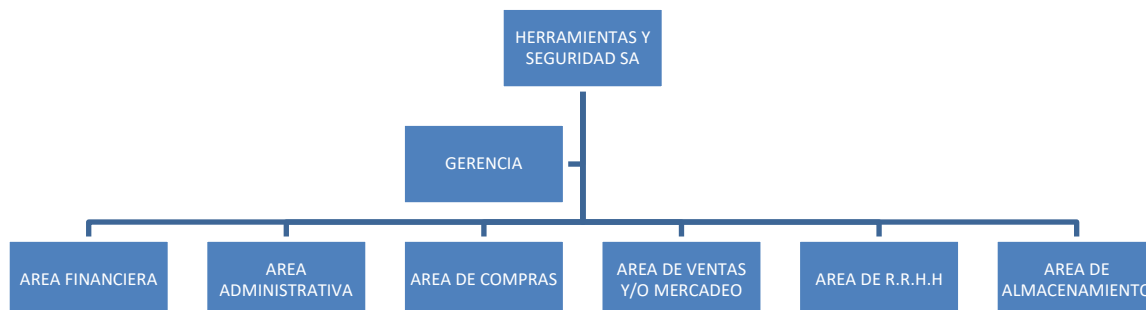
#### **Visión**

Ser una empresa líder en el sector ferretero, buscando superar las expectativas de nuestros clientes, proyectándonos como una compañía competitiva que sea de gran

aporte para el crecimiento económico de la región (J. Peña, comunicación personal, 11 de enero de 2021).

## Estructura Organizacional

**Figura 3. Estructura de la empresa objeto de estudio**



Fuente: Empresa objeto de estudio, 2021

La empresa objeto de estudio tiene en su planta de personal los siguientes cargos:

Cargo	Cantidad de trabajadores
Gerente	1
Auxiliar contable	1
Auxiliar administrativo	6
Auxiliar de compras	1
Bodeguero	1
Asistente de ventas	4
Asistente Informático	1

Fuente: Empresa objeto de estudio, 2021

## Objetivos

### General:

En Herramientas y Seguridad Sa. Tenemos como objetivo principal brindar un servicio eficiente y de calidad ofreciéndoles a nuestros clientes los mejores productos del

mercado y así, distinguírnos entre los mejores. (J. Peña, comunicación personal, 11 de enero de 2021).

**Específicos:**

- Aumentar el rendimiento de nuestra ferretería
- Adquirir una experiencia empresarial y laboral
- Mejorar cada día nuestro servicio
- Desarrollar estrategias de mejora en toda la ferretería
- Sistematizar la ferretería para una mejor atención al cliente
- Tener la infraestructura física pertinente para atender a los clientes de manera eficaz (J. Peña, comunicación personal, 11 de enero de 2021).

En el caso del sector ferretero, se precisa tener una política de inventarios para determinados productos evitando gastos innecesarios y liberar artículos en bodega, además, esto hace posible hacer pedidos con mayor exactitud. Implementar un Sistema de Control de Inventarios requiere estimar las condiciones reales del sector y la viabilidad de este en términos logísticos, ya que el control del inventario le permite a la empresa reducir costos en las compras, manejar eficientemente el dinero, prever el almacenaje y por ende la preservación de los artículos, facilitando las operaciones y reduciendo los tiempos de estas (Matamoros & García, 2010). Así, una planificación acertada de las existencias de producto requiere al menos de tres proyecciones a futuro teniendo en cuenta variables de alcance y tiempo como lo menciona Campos (2014) al referirse sobre el pronóstico de demanda, que en términos conceptuales se aleja de la realidad pragmática en esta empresa.

De este modo, se puede inferir que la práctica en el sector mencionado requiere de mejoras en administración de los inventarios, es decir, que estas políticas de control se materialicen desarrollando una mejor clasificación de los productos lo que permite determinar cuáles acciones deben priorizarse para la obtención de mejores resultados operacionales y que de alguna manera se implemente el sistema de pronóstico de demanda para los casos que lo ameriten dentro de la clasificación.

En primera instancia, se presenta en el Anexo A el estado actual del inventario en la ferretería objeto de estudio, cada artículo con su respectivo costo unitario, precio de venta y cantidad disponible, como se presenta a continuación:

**Tabla 1. información de ítems**

N°	Referencia	Producto	Costo unitario por referencia (COP)	Cantidad disponible
----	------------	----------	-------------------------------------	---------------------

Fuente: Empresa objeto de estudio, 2021

Para poder definir adecuadamente la forma de solicitar y manejar el inventario, teniendo en cuenta la cantidad de artículos por analizar, es importante tener claridad sobre cómo se va a dar manejo a los datos, su recolección y procesamiento, cómo se van a ejecutar las acciones sobre el inventario y las restricciones que tiene el sistema, ya que esto sirve no sólo caracterizar para el funcionamiento del establecimiento si no para crear una política de control de inventarios acertada, conforme a las necesidades de la empresa. Krajewski, L. et. al. (2008) aporta que, más que determinar el sistema que se va a usar es necesario llevar un registro estricto y preciso de los insumos esto como factor fundamental para ser congruentes y lograr cumplir las metas.

En lo metodológico, para poder lograr esa precisión en los datos es necesario designar empleados y responsabilidades a la hora de almacenar, recibir y enviar los insumos llevando un registro minucioso de cada uno de estos movimientos; otra forma que se puede implementar es restringir el acceso al inventario para que así el movimiento de insumos deba ser previamente autorizado y controlado. Este método no sólo protege las provisiones, sino que además establece límites entre lo que entra y sale, al mismo tiempo permite evitar que se almacene en lugares no apropiados dónde podrían perder movimiento las existencias lo que se puede traducir en pérdidas económicas.

En este caso particular, la empresa cuenta con factores favorecedores como la relación con sus proveedores quienes asumen los costos de transporte de la mercancía, sumado a que la cantidad mínima de pedido no está limitada cuestiones que facilitan la operación en términos logísticos, por el contrario, con miras a suplir una posible demanda de existencias, tienen como estrategia almacenar grandes cantidades de productos sin considerar los balances y controles; desarrollar este tipo de sistema aumenta considerablemente los costos de almacenamiento, por ello Zapata (2014) menciona que es fundamental contar con un balance en el stock, equilibrando el inventario general y así evitar el problema anteriormente mencionado, aun así en este caso la empresa actúa bajo la premisa de impedir la obsolescencia de insumos en bodega, que se convertiría inminentemente en un gasto. En este caso, se tienen presentes los parámetros de la cantidad demandada por artículo, el margen de utilidad y el lead time. Donde el lead time El lead time –o tiempo de ciclo, de entrega o de suministro– hace referencia al tiempo que discurre desde que se genera una orden de pedido a un proveedor hasta que se entrega la mercancía de ese proveedor al cliente, esto se presenta en la pestaña “criterios” del Excel “Trabajo de grado”

### **Clasificación de los productos**

De acuerdo con el sistema implementado se tiende a clasificar los productos de acuerdo con las necesidades, no obstante, en la empresa se evidencia que no hay un parámetro (como el ABC) para determinar cuáles existencias demandan de mayor manejo en el sistema de inventario, por ende, la toma de decisiones en términos de control se ha supeditado a características propias del producto clasificándolas.

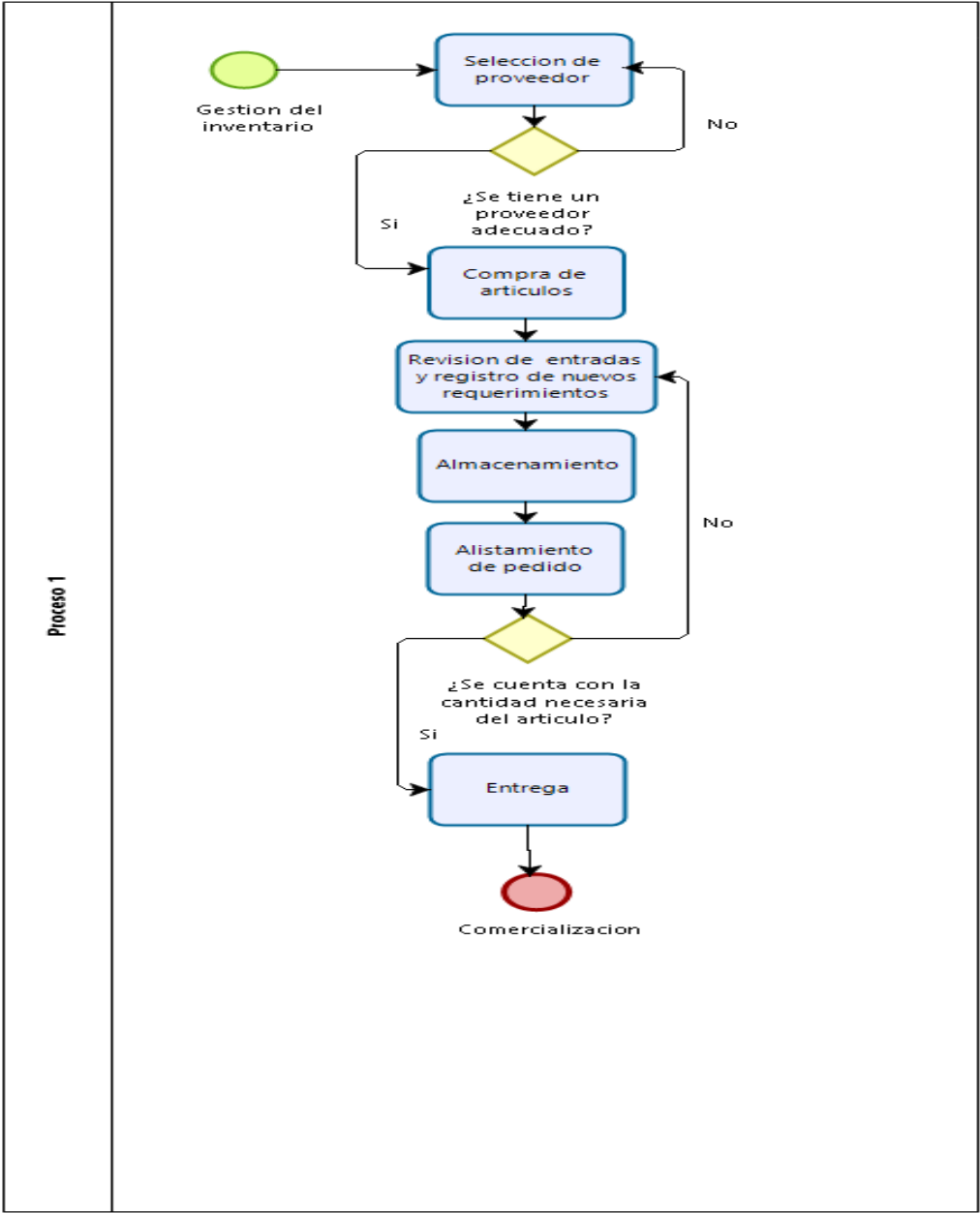
### **Nivel de servicio**

Dada la sobreoferta de servicios y competitividad del sector ferretero se hace imperativa “la probabilidad de “no” tener un agotado en cada ciclo de reposición” (Vidal, 2010), en este sentido la empresa debería de proyectar un nivel de servicio de alrededor del 90% por lo que se requiere de un indicador cuantitativo que lo soporte y ello fija como objetivo salvaguardar estanterías llenas y sortear ventas pérdidas para así llegar a un 98% a nivel de servicio para la mayoría de las existencias en inventario.

### **Política de control de inventarios**

El control de inventario se encuentra incluido dentro del proceso de abastecimiento de la Empresa, el cual es representado en la siguiente figura:

Figura 4. Diagrama de Flujo proceso de funcionamiento sistema actual de inventarios



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nota: La figura del diagrama de flujo se realizó teniendo en cuenta la encuesta realizada, esta presentada en el inciso Anexos en el en el Anexo B. Donde se recopiló la información de los procesos desde la percepción de los funcionarios de la empresa como lo fue el Auxiliar de almacén y el gerente.

En este caso particular, en el ámbito de los inventarios, si bien la empresa ha establecido unos momentos precisos para la revisión del inventario aún no ha formalizado su Sistema de Control de Inventario, en este espacio se corrobora la información real de las existencias de productos y de acuerdo se toman decisiones sobre las órdenes de compra, haciendo de este proceso intrínseco al juicio del administrador y no estratégicamente operacional. Según Pacheco et al. (2008) la disposición decisoria involucra esencialmente que haya un cotejo entre las posibles opciones: en un primer momento es necesario revisar cada uno elementos de la decisión a tomar, para así realizar un paralelo entre ellos, dicha comparación se realiza proporcionando medidas a los criterios para establecer preferencias entre un elemento y otro, es decir, una escala del grado de necesidad.

### **Intervalos de revisión**

Como se dijo anteriormente a pesar de haberse consolidado unos momentos específicos para la revisión del inventario, el carácter de la clasificación y toma de decisiones sobre las existencias a reforzar hace que este no se pueda considerar como formal, sin embargo, que haya un precedente sobre la necesidad de la revisión es una oportunidad de mejora para el momento de implementar el sistema de control y hacer ajustes en la toma de decisiones señalando sobre una base estadística concretamente el objetivo que debe alcanzarse. Estos intervalos de revisión se definen cada semana o cada quince días dependiendo del tiempo disponible de la persona encargada (J. Peña, comunicación personal, 11 de enero de 2021).

### **Tiempo de Reposición (Lead Time)**

La Empresa mantiene unos valores de tiempo de reposición de cada uno de los artículos que se manejan en el inventario. esto se presenta en la pestaña “criterios” del Excel “Trabajo de grado”

### **Costos y parámetros de la gestión de inventarios**

El conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y gestionar el inventario de una empresa incorpora una serie de elementos que también se deben controlar, entre ellos se encuentran los costos cuyas características particulares como: el valor unitario del ítem ( $v$ ), la tasa mantener el inventario ( $r$ ), el costo de ordenamiento ( $A$ ) y el costo de inventario faltante ( $B$ ), constituyen parámetros complementarios para tener en cuenta en la revisión ya que el monto de llevar el inventario depende de él. (Vidal, 2010).

El caso del valor unitario se presenta en la pestaña “artículos” del Excel “Trabajo de grado”, allí discrimina cada ítem con el valor asignado siendo este ubicado en la columna Costo unitario por referencia (COP) del documento, este monto teniendo en cuenta el precio del artículo pagado al proveedor incluyendo los fletes y costos variables

relacionados. Los demás elementos que desagregan los costos de operacionales se abordan a continuación:

### **Costo de mantener inventario**

Definir el monto de este elemento de control involucra tener en cuenta la mano de obra requerida en bodega con el tiempo destinado para la labor, costos de almacenamiento en lo que se refiere al arrendamiento de instalaciones, mantenimiento de equipos, servicios públicos. Por otro lado, en la manutención del inventario entra el costo de oportunidad del capital invertido en inventario efectivo, este valor lo determina las utilidades de un CDT en la entidad bancaria Bancolombia en el lapso de un año. Esta información se presenta en la pestaña “costo de mantenimiento” del Excel “Trabajo de grado”.

La tasa costo de mantener inventario corresponde a la división del valor de los costos de mantenimiento sobre el inventario promedio anual.

**Tabla 2. Cálculo del costo de mantener el inventario**

Ítem	Valor
<b>Costo total anual de mantener inventario</b>	\$ 26.123.794
<b>Costo de inventario promedio</b>	\$ 380.000.000
<b>Costo de mantener Inventario ( r )</b>	<b>6,87%</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nota: el costo de mantener el inventario se halló teniendo en cuenta la información presentada por la empresa, como lo fue el salario del empleado encargado, el mantenimiento equipos, el costo promedio de servicios públicos y el costo del inventario promedio de la empresa. Con estos datos pudieron obtener el costo de mantener el inventario que es el costo de mantenerlo sobre su total.

### **Costo de ordenamiento**

Según Vidal (2010), los costos relacionados con este elemento no tienen que ver con el volumen de la orden sino el costo que incidió durante el movimiento productivo del negocio, esto quiere decir que es el costo por las labores administrativas como preparación de los formatos, correos, llamadas telefónicas, autorizaciones, recepción e inspección, manejo de facturas y costo de transporte independientes del tamaño. En este caso, para la empresa los costos consolidados de transporte son depreciables para todas las líneas de producto, ya que son asumidos por los proveedores como se mencionó anteriormente. Esta información se presenta en la pestaña “costo de ordenamiento” del Excel “Trabajo de grado”.

**Tabla 3. Cálculo del costo de ordenamiento**

Cargo	Actividad	Tiempo Estimado actividad (minutos)	Tiempo Estimado actividad (horas)	Costos
<b>Operario Bodega</b>	Formato producto faltante	12	0,20	\$ 1.073
<b>Analista de compras</b>	Emisión de orden( factura de compra)	18	0,30	\$ 2.571
	Recepción de pedido	22	0,37	\$ 3.142
	Inspección de pedido	30	0,50	\$ 4.285
	Ingreso del producto al sistema	15	0,25	\$ 2.142
<b>Operario Bodega</b>	Almacenamiento	45	0,75	\$ 4.024
			<b>Costo de ordenar</b>	<b>\$ 19.649</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nota: Los tiempos estados por actividades se realizaron con un estudio de tiempos donde con un cronometro se contabilizo el tiempo necesario por las dos personas relacionadas con el cargo para conocer los costos de ordenamiento

La empresa por la ausencia de una capacidad o metodología de pronosticar la demanda a futuro genera que no sea coherente los volúmenes y periodos de compra generando sobrecostos y exponiendo que operacionalmente es ineficiente el control de inventario; de este modo queda más que claro que este factor responde más a políticas internas que a factores externos de funcionamiento. Todo esto sustentado en la información recolectada a través del personal involucrado, quienes admiten que la situación se da por inexactitud en la compilación de los datos en el sistema de inventario, frente a las existencias reales y los datos contables, lo que se traduce en desconcierto sobre de los mismos lo que dificulta buscar mejoras o concretar planes de acción.

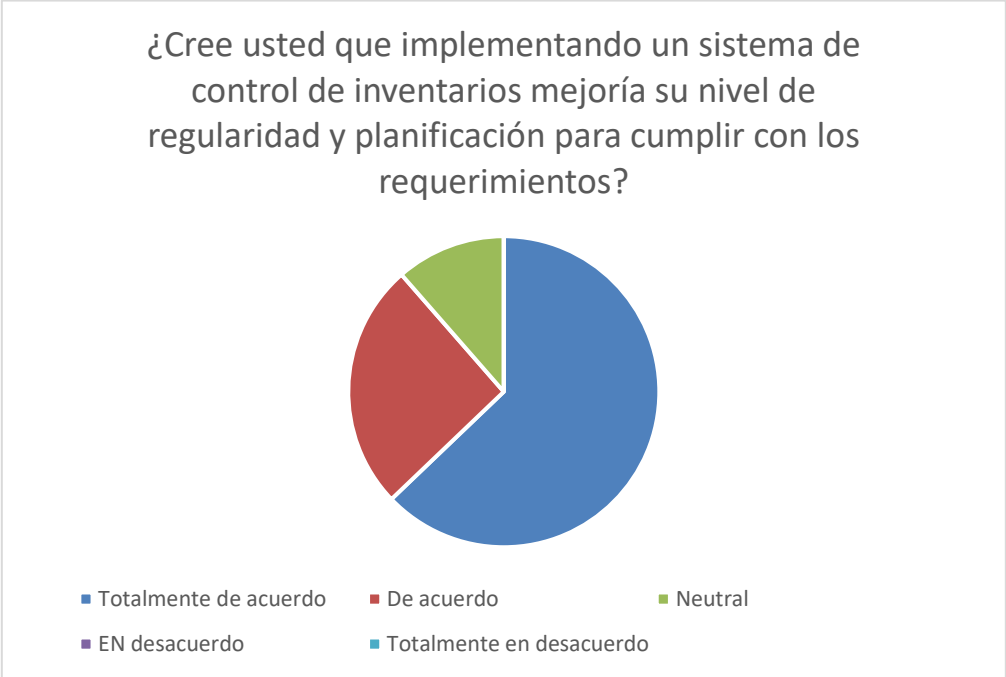
### **7.1.2 PERCEPCIÓN DEL SERVICIO**

Para analizar mejor la calidad del servicio ofrecido, se tuvieron en cuenta los conceptos de los diferentes actores. Esta información obtenida mediante una encuesta de pregunta abierta a los diferentes actores de la cadena de suministro, siendo estos los funcionarios, los clientes y proveedores. El formato de las encuestas se presenta en el Inciso de Anexos siendo estos los Anexos B, C y D respectivamente. que se relacionan con la cadena de abastecimiento de la empresa, desde sus proveedores, sus colaboradores

internos hasta sus clientes. Para así tener una claridad en cuanto a lo que se ofrece y lo que se aspira a recibir u obtener para cada una de estas partes interesadas. Donde se abordaron temas sobre el control interno de inventario y los subprocesos que tienen, los efectos positivos que un adecuado manejo de inventarios puede tener sobre su empresa y las deficiencias que genera la ausencia de un sistema de control de esta índole. A continuación, se presentan los resultados más relevantes de este cuestionario donde se permitió reconocer de primera mano la percepción de los implicados y su criterio con respecto a un correcto sistema de control de inventarios.

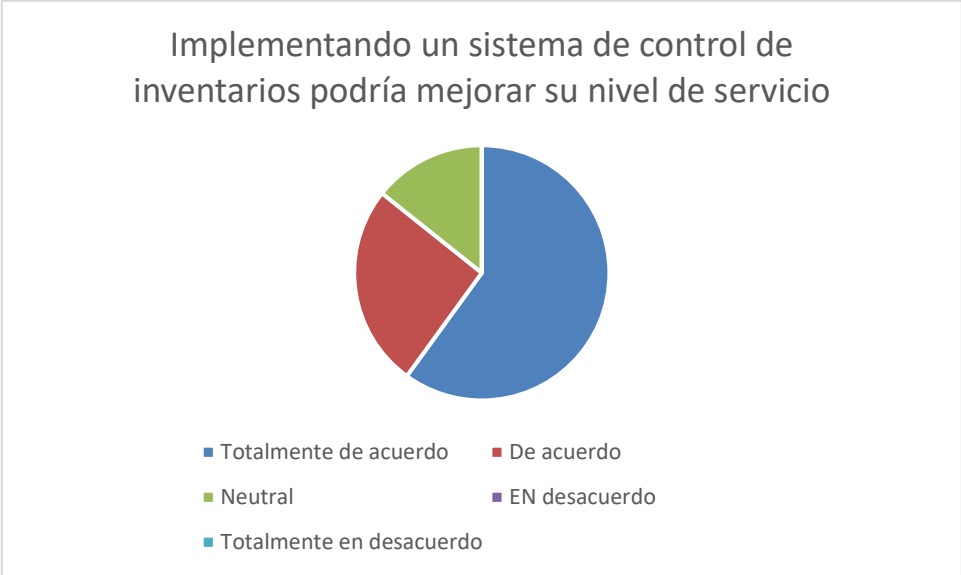
En primera instancia se define cuantitativamente los resultados de la encuesta mediante gráficos que permitan visualmente definir los resultados, para posteriormente explicarlos mediante cada una de las preguntas relacionadas con la cadena de suministro e inventarios

**Figura 5. Beneficio del sistema de control**



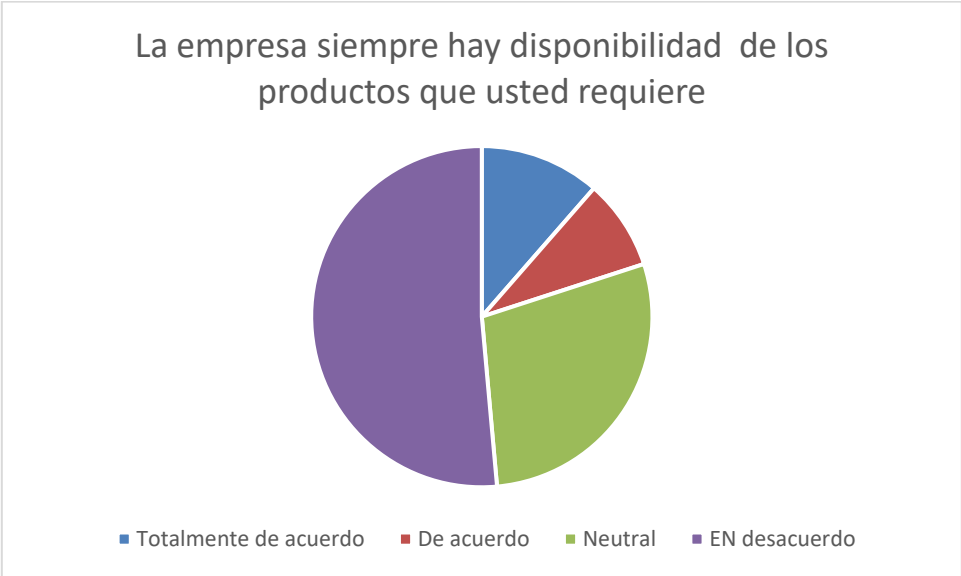
Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Figura 6. Aumento de servicio por el sistema de control**



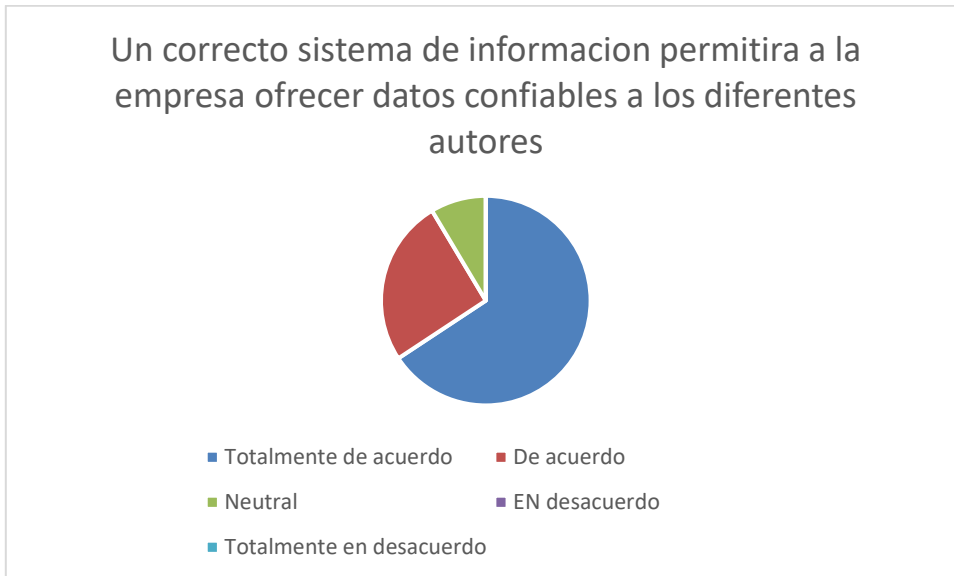
Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Figura 7. Disponibilidad del sistema de control**



Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Figura 8. Confiabilidad de la información**



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se evidencia una claridad en cuanto a los conocimientos de los beneficios que puede generar una propuesta como la de la investigación, adicional que permite reconocer que se tiene una expectativa de un aumento en el nivel de servicio, la confiabilidad de la información y la disminución de faltantes en los pedidos. Siendo un análisis de los gráficos previamente mencionados, se relacionan los hallazgos de parte del personal de la empresa

1. ¿Usted tiene claro los efectos positivos que un adecuado manejo de inventarios puede tener sobre su empresa?

La planta de personal tiene claridad con respecto a los beneficios que podría traer la implementación de una metodología que les diera control a los inventarios, pero como tal desconocen cómo podrían realizarla

2. ¿Existen pérdidas en el inventario por causa en la obsolescencia de los artículos?

La planta de personal tiene certeza que esto ocurre debido a que son conscientes que hay muchos artículos con muy baja rotación que van perdiendo su valor comercial de forma muy acelerada

3. ¿Existe algún tipo de metodologías para pronosticar la demanda de los ítems?

Actualmente no se cuenta con una metodología para pronosticar la demanda de los ítems, luego de un conteo físico de los productos, se realiza a compras una solicitud por

un número determinado de productos para suplir la escasez de este, este siendo determinado únicamente por el conocimiento y la experiencia del encargado de bodega

4. ¿Se tiene definido el volumen de ventas?

De igual manera, no se tiene definido un volumen de ventas, se tiene un histórico de las entradas y salidas de mercancía, pero no se les realiza ningún tipo de análisis o son tenidos en cuenta para las decisiones que se toman en los procesos relacionados con el inventario

5. ¿Se tiene definido una periodicidad para las solicitudes de artículos?

La periodicidad de la revisión de las solicitudes se realiza cada semana o cada quince días, esto a potestad de igual forma del encargado de bodega, donde desde su percepción realiza la distinción de tiempo para la revisión de cada uno de los artículos.

En el aspecto externo, donde se relaciona la percepción de los proveedores se tiene que:

6. ¿Existe regularidad en el tiempo entre pedidos, en el volumen de los pedidos y en la composición de estos?

Todos los proveedores que actualmente tiene la empresa resaltan la erraticidad en cuanto a este tipo de solicitudes, mostrándose todos en desacuerdo a la hora de mencionar si existía una regularidad en los requerimientos de la empresa. Esto denotando que se realizan pedidos sin preparación y sin una correcta metodología que los respalde y defina los tiempos y las cantidades realmente necesarias

7. ¿Los sistemas en la empresa permiten presentar información confiable?

Además, desde la información que requieren los proveedores para dar un cumplimiento oportuno de las solicitudes hacen mención que no cuentan con la confiabilidad y certeza de la información para cumplir a cabalidad las expectativas propias que tienen en cuanto a la prestación del servicio de entrega de mercancía y artículos requeridos por la empresa

8. ¿Para realizar su pedido en los tiempos adecuados y en las cantidades solicitadas se tiene la información necesaria?

Esta pregunta, relacionada directamente con la anterior, donde se resalta aún más que la falta de información y certeza de las capacidades y necesidades del inventario de la empresa comienza a dificultar la recepción de pedidos en los tiempos y cantidades requeridos

9. Usted como proveedor ¿Cree usted que implementando un sistema de control de inventarios mejoraría su nivel de regularidad y planificación para cumplir con los requerimientos?

Finalmente, por parte de los proveedores se denota la seguridad al mencionar que aplicando una propuesta como la definida en la investigación actual se podría mejorar los niveles de servicios y la relación entre la empresa y los diferentes proveedores. Pudiendo así lograr una sinergia que permita tener la capacidad de adquirir las necesidades en tiempos mínimos con altos niveles de confianza y seguridad

Para finalizar, se tiene presente la percepción de los clientes. Ya que al final el nivel de servicio se define en la capacidad de cumplir con las necesidades de estos

10. ¿En la empresa siempre hay disponibilidad de los productos que usted requiere?

Existe una tendencia sobre la percepción negativa con respecto a la disponibilidad de artículos requeridos por los clientes, donde es una constante el hecho de que la empresa no cuenta con solicitado

11. ¿La empresa maneja productos sustitutos para suplir sus requerimientos?

Además de la ausencia de los artículos requeridos, la empresa como tal en su inventario no cuenta con productos sustitutos que permitan darles ligereza y pronta solución a las solicitudes pendientes de los clientes

12. ¿Cuándo no hay lo que se necesita, se genera un alto nivel de espera mientras se gestiona el faltante?

Adicional a que existen faltantes, se percibe unos altos niveles de espera mientras la empresa realiza gestiona lo requerido para poder cumplir con lo solicitado

13. ¿Implementando un sistema de control de inventarios podría mejorar su nivel de servicio?

Finalmente, existió una unanimidad en cuanto a la percepción de los clientes que al existir un sistema de control de inventarios se podría lograr una mejora del servicio, porque desde su conocimiento. Esta sería una alternativa viable que permitiría tener claridad en las necesidades presentes y futuras para así mejorar el nivel de servicio y el dinamismo en la entrada y salida de mercancía buscando disminuir los artículos en estado de obsolescencia.

Adicional a lo hallado en la encuesta, un factor determinante para que esta situación se sostenga en el tiempo es que la empresa no ha destinado recurso humano para administrar exclusivamente el inventario aun cuando hay personal operativo en almacenamiento, adicional que no se han formalizado los parámetros metodológicos para implementar el pronóstico de demanda y control de inventarios para consolidar el equilibrio entre nivel de servicio y la compensación de costos.

## **7.2 SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS**

Este estudio de caso en el sector ferretero se centra en recolectar datos que describen la situación tal y como es del funcionamiento operativo de dicho sector en casos similares, para ello se tiene en cuenta aspectos cuantitativos que den soporte al análisis por tanto la empresa proporcionó un conjunto de datos de ventas de un periodo de dos años continuos, comprendidos entre enero de 2018 y diciembre de 2019 cuya operación de ventas fue la venta de 419.716 artículos distribuidos en 304 productos. Dada la cantidad de existencias en inventario se concibe indispensable agrupar las referencias de acuerdo con su nivel de importancia de lo contrario se dificultaría procesar eficientemente los datos, así se considera emplear la clasificación ABC.

Esta clasificación habitualmente parte del precio venta unitario-volumen que es una forma práctica de concentrar los datos, por ejemplo, aquellos que corresponden a los productos de los que se tiene poca existencia, pero con una alta representación en las ventas anuales, estos se catalogan como clase A; por otro lado, aquellos productos que son clase B, que tanto su existencia como su representación en las ventas es congruente o equiparable y los productos de excesivamente almacenados pero que no son proporcionalmente representativos en las ventas anuales considerados clase C. Por consiguiente, los ítems clase A constituyen del 10 al 20% de los primeros ítems dentro de la clasificación, contando por el 60% al 80% del valor total de las ventas anuales; los ítems clase B constituyen entre un 20 y un 40% del total de ítems, contando por entre el 20% al 30% restante del valor anual; y los ítems clase C, usualmente los más numerosos, constituyen el resto, contando por una pequeña parte del total de la inversión en inventario, la cual usualmente no pasa del 10% del total de ventas de la empresa. (Vidal, 2010).

### **7.2.1 CLASIFICACIÓN MULTICRITERIO DE ÍTEMS**

Se establece TOPSIS como el método de análisis multicriterio elegida para realizar la clasificación, ya que este necesita un número relativamente bajo de datos ingresados por el tomador de decisiones incluyendo la obtención de los valores de las opciones para cada criterio, la normalización de las estimaciones, la ponderación de estos, el cálculo de las distancias ideal y anti ideal, y el cálculo del coeficiente de cercanía que determina el orden de la clasificación (Ishizaka & Nemery, 2013). Esta técnica en la práctica alcanza deducciones idóneas de acuerdo con múltiples criterios en entornos con un alto número de SKUs. SKU es un conjunto de números y letras que se utilizan para identificar, localizar y realizar un seguimiento interno de los productos en una empresa o tienda. Por lo tanto, el origen del término inglés "Stock Maintenance Unit", lo usamos como "almacén de referencia" en español (Bhattacharya, Sarkar, & Mukherjee, 2007). Diferiendo del método AHP, cuya propuesta inicial por Saaty, requiere para un problema con  $n$  criterios de

selección y  $m$  alternativas (Mamat y Daniel, 2007), lo cual lo hace inmanejable para aplicaciones con una gran cantidad de ítems donde no se cuenta con software especializado como lo es el caso de la empresa objeto de estudio

### 7.2.2 ANÁLISIS PREVIO DE LOS DATOS

Al revisar la compilación de los datos del inventario, quienes se ocupan de la labor concuerdan que existen errores de digitación en lo que se refiere a los valores ingresados, es decir, se hallan los valores del precio en la casilla de la cantidad y viceversa, de mismo modo se pudo constatar que algunas de las existencias pertenecían a referencias que se solicitaron como pedido especial y por lo tanto referencias únicas y definitivamente inconstantes en las órdenes de compra. Estos elementos fueron considerados a la hora de afinar el conjunto de datos, igualmente se analizaron datos repetidos y se combinaron en una sola referencia para resolver las inconsistencias, otra medida adoptada fue corregir las entradas de datos donde el precio y la cantidad estaban trocadas; las referencias que actualmente no se encuentran disponibles y cuyas de ventas fueron ocasionales fueron excluidas.

Este análisis previo permitió consolidar un conjunto de datos más representativo de las existencias habituales en la empresa y coexisten diariamente en las actividades de control de inventarios. El resultado de este análisis significó un conjunto de 304 productos. Esta información se presenta en la pestaña “artículos” del Excel “Trabajo de grado”

### 7.2.3 CLASIFICACIÓN ABC TRADICIONAL

Desarrollar esta clasificación implica ordenar los productos descendientemente de acuerdo con el valor total de las ventas anuales  $D_i p_i$ , donde  $D_i$  representa la demanda durante el periodo analizado y  $p_i$  determina el precio promedio, esto en concordancia con el enfoque desarrollado por (Vidal, 2010). Una vez completado el cálculo, los elementos se ordenan en orden descendente y se agrupan por un cierto porcentaje. Para la clase A, el 23.03% del total de artículos representa el 80.48% de las ventas totales, y para la clase B, representa el 12,76% de todos los artículos para llegar al 93% de las ventas totales y la clase C representó el 6,76% faltante de las ventas totales distribuido en el 46,71% de todos los artículos. Los resultados de la clasificación de casos se muestran a continuación.

**Tabla 4. Resultados Clasificación ABC Tradicional**

	%VENTAS ACUMULADAS	% ACUMULADO DE TOTAL DE ÍTEM	No ÍTEM
<b>CLASE A</b>	80,48%	23,03%	70

<b>CLASE B</b>	12,76%	30,56%	92
<b>CLASE C</b>	6.76%	46,71%	142
<b>TOTAL</b>	100,00%	100,00%	304

Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### 7.2.4 CLASIFICACIÓN ABC MULTICRITERIO

La intención de utilizar la clasificación ABC multicriterio es discriminar las existencias clase A, es decir, entre ellos los productos súper importantes teniendo en cuenta además los criterios TOPSIS. Constituyendo un proceso de selección de alternativas, ejecutado desde una perspectiva multicriterio, en base del ordenamiento de acuerdo con preferencias como sugiere García et. al (2017) A cada preferencia se le asigna una alternativa conservando un orden, en correlación de los criterios de evaluación, los cuales son características propias de la gestión de inventarios.

##### Definición de los criterios

Para establecer los criterios se optó por utilizar la percepción de la administración definiendo los dos criterios considerados como más importantes: la utilidad y la demanda del producto; adicional a estos, la revisión documental (Bhattacharya, Sarkar, & Mukherjee, 2007; Ramanathan, 2004; Flores & Whybark, 1985) sugiere incluir dentro de los criterios el *lead time* como un elemento valioso para la toma de decisiones y análisis. Así mismo, la ponderación de los 3 criterios seleccionados se llevó a cabo por decisión de la gerencia. De este modo, los criterios definidos y las ponderaciones son relacionados en la siguiente tabla

**Tabla 5. Ponderación de criterios**

<b>Criterio</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Demanda</b>	40%
<b>Utilidad</b>	40%
<b>Lead Time</b>	20%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nota: la selección de los criterios está basado en la revisión documental de las investigaciones de Bhattacharya, Sarkar, & Mukherjee (2007); Ramanathan (2004) Flores & Whybark (1985), la ponderación se realizó basado en la percepción de la gerencia conforme a las necesidades que tenían definidas en la percepción de los artículos

## Implementación del TOPSIS

Ishizaka & Nemery, (2013), admiten el TOPSIS como metodología para la clasificación de inventario, por tanto, después de agrupar los valores iniciales de productos, los 70 productos como corresponde fueron relacionados en una tabla, allí también se condensa la sumatoria de la demanda y del margen de venta durante el periodo de análisis, el lead time de cada ítem se halla en la última columna.

### Obtención de la matriz de valoraciones

Obtener en la matriz la evaluación de las  $n$  alternativas indicadas por el subíndice  $a$  de los  $m$  criterios indicados por el subíndice  $i$  es igual a  $X = (x_{ia})$ .

### Normalización de la matriz de valoraciones

Es necesario normalizar las unidades con que serán medidos los criterios esto es posible mediante la técnica de normalización distribuida, se hace con la intención de hacer comparables las distintas unidades de los criterios (demanda, \$, días) Por lo tanto, el valor de la matriz sobre el desempeño se divide por la raíz cuadrada de la suma de cada evaluación al cuadrado en cada columna. La ecuación 1 representa la estimación estandarizada bajo esta metodología. Los resultados se presentan en el inciso Anexos en el Anexo E

$$r_{ia} = \frac{x_{ia}}{\sqrt{\sum_{a=1}^n x_{ia}^2}} \quad \text{para } a = 1, \dots, n \text{ e } i = 1, \dots, m.$$

### Cálculo de la matriz ponderada de valoraciones

A continuación, calcule la matriz de ponderación. Esta matriz se construye multiplicando cada valor de evaluación normalizado  $r_{ai}$  por el porcentaje asignado a cada criterio  $w_i$ . Ahora, el valor de cada evaluación es:  $v_{ai} = w_i * r_{ai}$  Los resultados se presentan en el inciso Anexos en el Anexo F

### Cálculo de las acciones ideal y anti ideal

Ishizaka & Nemery (2013) consideran que la solución inmejorable es aquella que representa la distancia más corta desde el punto de la solución ideal y la distancia más larga de la solución anti ideal, esta idea sustenta la utilización del TOPSIS por lo que un método usual para deducir estas soluciones es seleccionando los mejores y peores resultados de cada criterio en la matriz normalizada.

La solución se divide en: sea  $A^+ = (v_1^+, \dots, v_m^+)$  y la solución anti ideal  $A^- = (v_1^-, \dots, v_m^-)$ , donde  $v_i^+ = \min_a(v_{ai})$  y  $v_i^- = \min_a(v_{ai})$  si el criterio  $a$  debe ser minimizado, en caso de maximización,  $v_i^+ = \max_a(v_{ai})$  y  $v_i^- = \max_a(v_{ai})$ .

**Tabla 6. Acciones de linealidad**

	DEMANDA	MARGEN	LEAD TIME (DIAS)
IDEAL	0,2000	0,1889	0,0762
ANTI - IDEAL	0,0024	0,0015	0,0009

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### **Cálculo de distancias**

Comprendiendo que, el cálculo de distancias es el consecuente en la búsqueda de solución se utiliza la fórmula es la distancia euclidiana tomando cada criterio como componente, aunque también se pueden acoger otros enfoques como la distancia de Manhattan que también es válido para calcular las distancias de las soluciones ideal y anti ideal de cada elemento en la matriz.

Distancia desde la solución ideal.

$$d_a^+ = \sqrt{\sum_i (v^* - v_{ia})^2}, \quad a = 1, \dots, m$$

Distancia desde la solución anti ideal.

$$d_a^- = \sqrt{\sum_i (v^- - v_{ia})^2}, \quad a = 1, \dots, m$$

### **Determinación de los coeficientes de cercanía**

El coeficiente de cercanía es calculado mediante la fórmula X, está siempre se encuentra en el rango [0, 1], elementos cercanos a la solución ideal se aproximan a cero y elementos cercanos a la solución anti ideal se aproximan a uno. Los resultados se presentan en el inciso Anexos en el Anexo G

$$C_a = \frac{d_a^-}{d_a^+ + d_a^-}$$

La implementación de la metodología TOPSIS y cada uno de los pasos previamente mencionados se presentan en la pestaña “clasificación multitopsis” del Excel “Trabajo de grado”

### **Clasificación ABC Multicriterio Resultante**

Una vez calculados los coeficientes de cercanía, estos son ordenados en orden descendiente para determinar la clasificación. Los resultados se presentan en el inciso Anexos en el Anexo H

Se consideró la Clase AA, con un porcentaje acumulado de ítem del 22,86% con una cantidad total de 16 artículos. Para la Clase AB se contó con un porcentaje acumulado de ítem del 30%, con una cantidad total de 21 artículos. Finalmente, para la Clase AC se evidencio un porcentaje acumulado de ítem del 47,14% con una cantidad total de 33 artículos. Como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 10. Resumen Clasificación ABC Multicriterio**

	<b>% Acumulado de ítem</b>	<b>No ÍTEM</b>
<b>CLASE AA</b>	22,86,00%	16
<b>CLASE AB</b>	30,00%	21
<b>CLASE AC</b>	47,14%	33
	100,00%	70

Fuente: Elaboración propia, 2021.

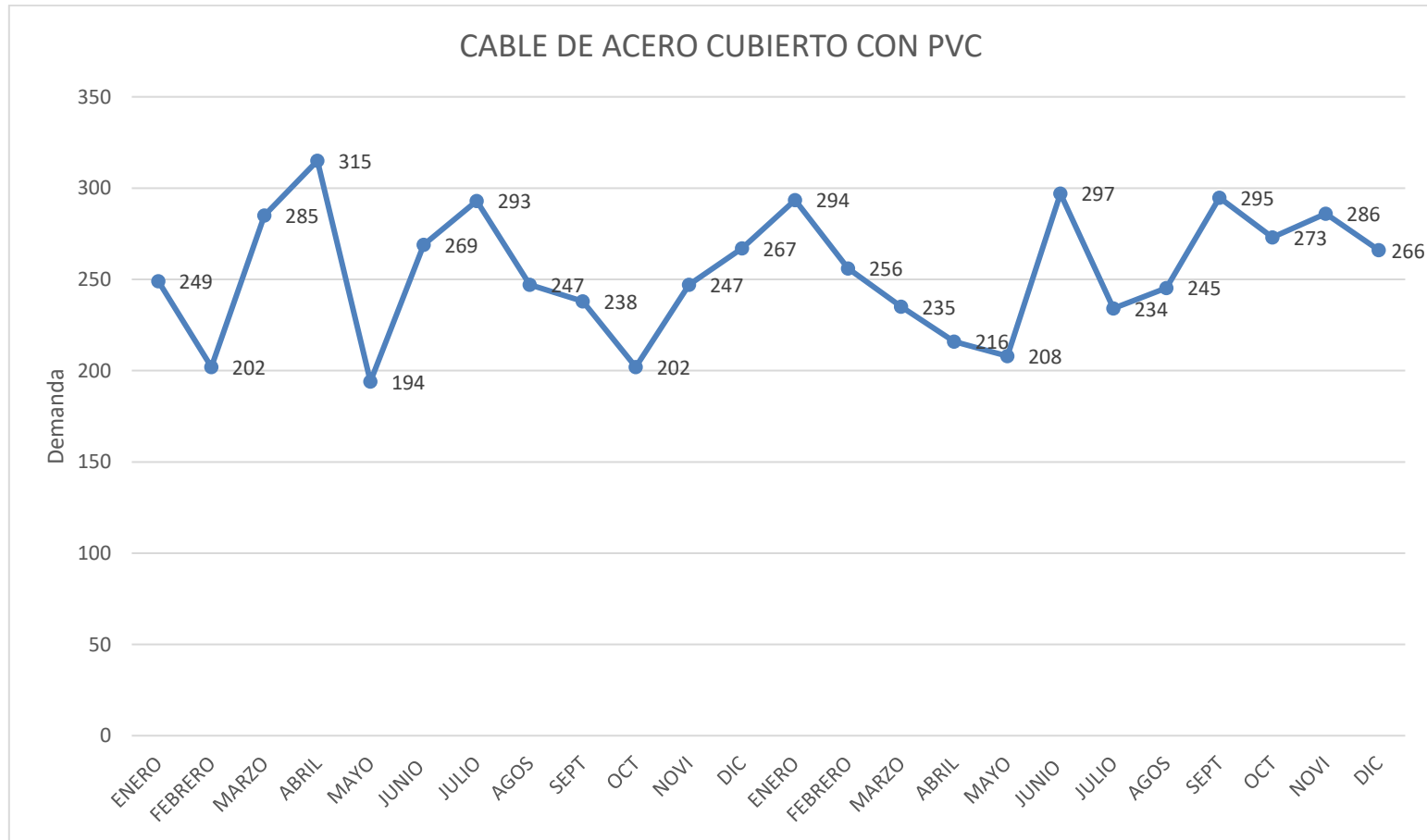
### 7.3 SIMULACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS Y PREVISIÓN DE LA DEMANDA

Se plantea consolidar el pronóstico de demanda para un conjunto representativo de ítems, para ello se consideraron el conjunto de datos resultantes de los productos clase AA. El primer paso para la proyección de la demanda fue el cálculo del coeficiente de variación que según Vidal (2010) sí el coeficiente de variación es mayor o igual a 100% es decir 1, esta puede ser considerada como tal y así averiguar si la demanda es o no errática; para determinar si la demanda es errática se emplea el criterio anteriormente mencionado

$$C.V. \text{ de la demanda} = \frac{\textit{Desviación Estándar de la demanda}}{\textit{Demanda Promedio}}$$

En los casos que no se adaptaban a los criterios de Vidal se construyen gráficos que representan los datos de demanda, su indagación admitió una pauta de demanda por ende proponer un método de pronóstico, cabe aclarar que son datos donde la demanda no presentaba un comportamiento específico en el cálculo del coeficiente de variación, A continuación se muestra el comportamiento del patrón de demanda del artículo con referencia “TC4061” CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC, donde en el eje X se presenta el número de periodos “meses” y en el eje Y cantidad demandada.

**Figura 9. Patrón de demanda del ítem TC4061**



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Los ítems seleccionados para el pronóstico de demanda y posterior cálculo de política de inventarios se encuentran en siguiente tabla.

**Tabla 7. Ítems clase AA**

ÍTEM	Cantidad total	Promedio	Desviación E	Coef. Correlación	Pendiente	Patrón de demanda	
CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC	6113	254,7	34,2	0,1	0,7	Perpetua	Creciente
CAJA OCTAGONAL	16897	704,0	121,8	0,2	-7,6	Tendencial	Decreciente
DUCHA EVIDENCE CON PRESURIZADOR 4 TEMPERATURAS	312	13,0	11,4	0,9	-0,2	Tendencial	Errática
CAJA CUADRADA	12412	517,2	98,1	0,2	-5,9	Tendencial	Decreciente
GRAPA PARA CABLE, CURVO BLANCA	12053	502,2	98,6	0,2	-5,6	Tendencial	Decreciente
LENTES	9026	376,1	75,1	0,2	-4,4	Tendencial	Decreciente
TUBO FLEXIBLE	2075	86,5	16,8	0,2	0,1	Perpetua	Creciente
GRAPA PARA CABLE, RECTA BLANCA	8556	356,5	61,2	0,2	-3,7	Tendencial	Decreciente
DIABLO PLEGABLE	916	38,2	16,0	0,4	-0,1	Tendencial	Decreciente
CAJA CHALUPA	8302	345,9	66,6	0,2	-1,8	Tendencial	Decreciente
CAVADOR TIPO ATLAS 45"	199	8,3	3,4	0,4	0,1	Perpetua	Creciente
LUMINARIAS DE EMERGENCIA	669	27,9	5,3	0,2	0,1	Perpetua	Creciente
DUCHA EVIDENCE 4 TEMPERATURAS 110V - 5400W	346	14,4	8,6	0,6	-0,8	Tendencial	Decreciente
CABLES PASACORRIENTES	378	15,7	9,1	0,6	-0,1	Perpetua	Decreciente
CALENTADOR ELECTRICO 110V - 4800W	230	9,6	5,8	0,6	-0,1	Tendencial	Decreciente

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla indica los artículos que van a estar bajo observación, cabe mencionar que solo se detectaron demandas con comportamiento errático, tendencial y perpetua, no se identificaron patrones distintos a los anteriores. A todos los ítems se aplicaron las técnicas de promedio móvil, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y por último el pronóstico combinado. Esta información se presenta en la pestaña “tendencias” del Excel “Trabajo de grado”

Si el objetivo de la empresa es alcanzar eficientemente las metas y controlar los gastos de operación es indispensable consolidar el sistema de pronósticos ya que es un mecanismo seguro para tomar decisiones acertadas en lo que respecta a la competitividad (Vidal, 2010), la precisión del modelo se puede medir mediante los indicadores de errores del pronóstico, remediando, un mal servicio al cliente y unos elevados costos operacionales; la exactitud de dichos pronósticos no se puede afirmar, pero desarrollados apropiadamente dan una gran aproximación al proceder real de la demanda.

- Promedio Móvil
- Suavización Exponencial Simple
- Suavización Exponencial Doble
- Pronostico Combinado

A continuación, se muestra los parámetros más relevantes para cada técnica empleada en el ítem con referencia “TC4061” CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC

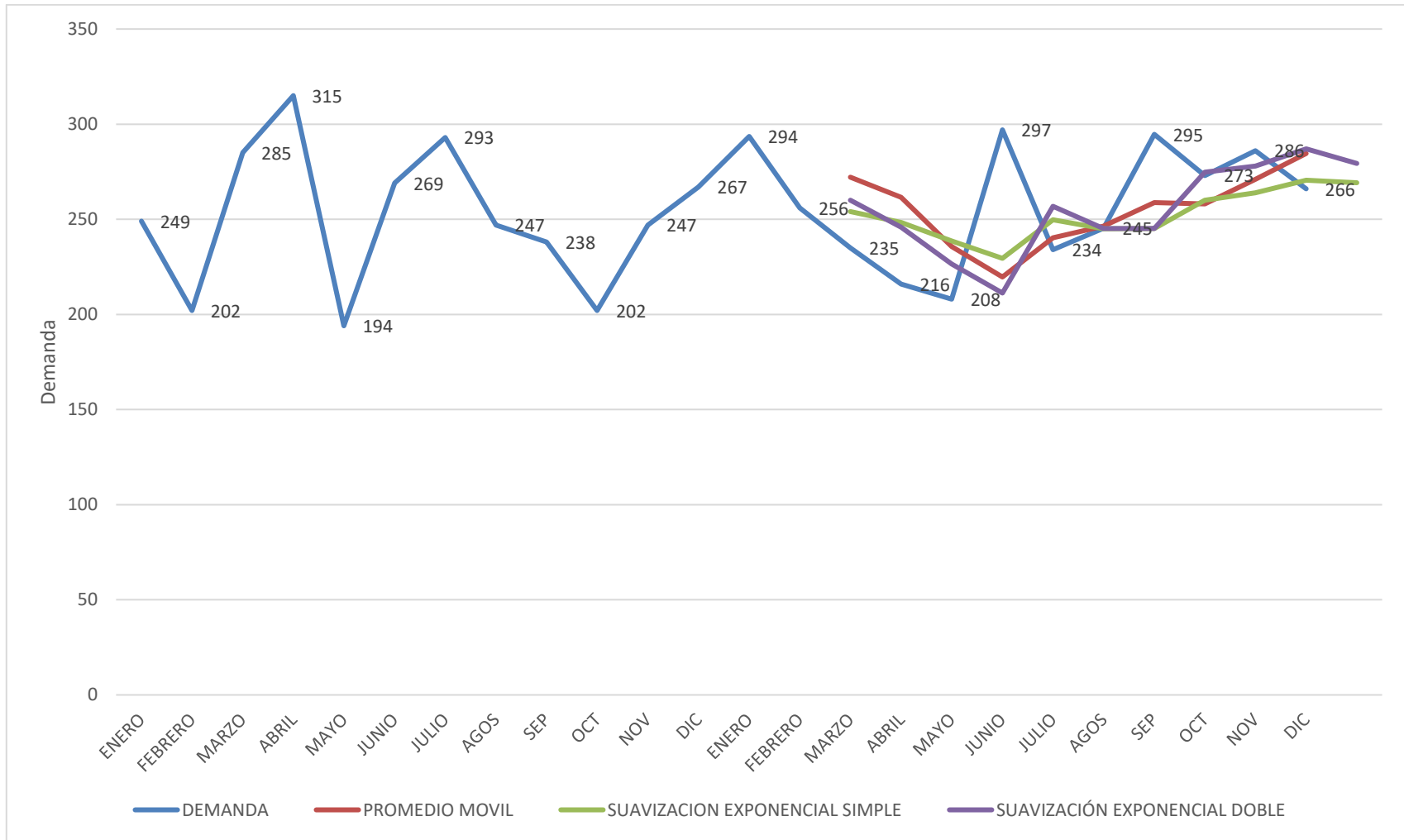
**Tabla 8. Resultados de las técnicas en ítem TC4061**

<b>.CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC</b>	
Pronostico	<b>EMC</b>
Promedio móvil	1232,42
Suavización Exp Simple	1029,95
Suavización Exp Doble	1270,41
Pronostico combinado	1230,58
Sigma 1	32,09
<b>MIN ECM</b>	<b>1029,95</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En las figuras siguientes se muestran el comportamiento de la demanda del ítem con referencia “TC4061” CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC, de aquí en adelante, se emplean estos dos ítems para mostrar los resultados en cada paso.

**Figura 10. Comportamiento demanda Ítem TC4061**



Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla siguiente relaciona cada uno de los ítems seleccionados con la técnica que representa el menor ECM, el valor del ECM, la demanda en tiempo real para el siguiente periodo y la desviación estándar; estos dos últimos datos son empleados en el siguiente capítulo donde se plantean el sistema de control de inventarios.

**Tabla 9. Resultados pronósticos ítems clase AA**

PRONOSTICO	PROMEDIO MÓVIL	SUAVIZACIÓN EXP SIMPLE	SUAVIZACIÓN EXP DOBLE	PRONOSTICO COMBINADO	SIGMA 1	MIN ECM
CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC	1232,42	1029,95	1270,41	1230,58	32,09	1029,95
CAJA OCTAGONAL	13717,98	19751,01	12260,05	17856,28	110,73	12260,05
DUCHA EVIDENCE CON PRESURIZADOR 4 TEMPERATURAS	140,85	152,55	171,55	227,93	11,87	140,85
CAJA CUADRADA	11402,18	14406,50	11585,12	14272,94	106,78	11402,18
GRAPA PARA CABLE, CURVO BLANCA	14620,88	11609,02	13612,29	12034,98	107,75	11609,02
LENTE	4258,01	5285,23	3997,57	118520,26	63,23	3997,57
TUBO FLEXIBLE	168,35	146,06	1105,92	2085,57	12,09	146,06
GRAPA PARA CABLE, RECTA BLANCA	2835,06	3580,05	3471,22	3272,61	53,25	2835,06
DIABLO LEGABLE	99,23	102,02	135,53	119,94	9,96	99,23
CAJA CHALUPA	4925,42	4394,02	5793,26	4929,25	66,29	4394,02
CAVADOR TIPO ATLAS 45"	14,22	14,78	19,60	22,73	3,77	14,22
LUMINARIAS DE EMERGENCIA	39,91	32,38	47,87	47,29	5,69	32,38
DUCHA EVIDENCE 4 TEMPERATURAS 110V - 5400W	30,28	42,58	46,91	30,30	5,50	30,28
CABLES PASACORRIENTES	57,16	61,15	82,28	59,66	7,56	57,16
CALENTADOR ELECTRICO 110V - 4800W	21,96	21,30	20,95	21,08	4,58	20,95

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Para finalizar, se define el pronóstico aplicado con el mejor ECM en cada uno de los ítems clase AA

**Figura 11. Resultado pronósticos ítems clase AA**

<b>PRONOSTICO</b>	<b>SIGMA 1</b>	<b>MIN ECM</b>	<b>PRONOSTICO APLICADO</b>
<b>CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC</b>	32,09	1029,95	Suavización Exp Simple
<b>CABLES PASACORRIENTES</b>	7,56	57,16	Promedio móvil
<b>CAJA CHALUPA</b>	66,29	4394,02	Suavización Exp Simple
<b>CAJA CUADRADA</b>	106,78	11402,18	Promedio móvil
<b>CAJA OCTAGONAL</b>	110,73	12260,05	Suavización Exp Doble
<b>CALENTADOR ELECTRICO 110V - 4800W</b>	4,58	20,95	Suavización Exp Doble
<b>CAVADOR TIPO ATLAS 45"</b>	3,77	14,22	Promedio móvil
<b>DIABLO PLEGABLE</b>	9,96	99,23	Promedio móvil
<b>DUCHA EVIDENCE CON PRESURIZADOR 4 TEMPERATURAS</b>	11,87	140,85	Promedio móvil
<b>DUCHA EVIDENCE 4 TEMPERATURAS 110V - 5400W</b>	5,50	30,28	Promedio móvil
<b>GRAPA PARA CABLE, CURVO BLANCA</b>	107,75	11609,02	Suavización Exp Simple
<b>GRAPA PARA CABLE, RECTA BLANCA</b>	53,25	2835,06	Promedio móvil
<b>LENTE</b>	63,23	3997,57	Suavización Exp Doble
<b>LUMINARIAS DE EMERGENCIA</b>	5,69	32,38	Suavización Exp Simple
<b>TUBO FLEXIBLE</b>	12,09	146,06	Suavización Exp Simple

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Esta información se presenta en la pestaña “pronósticos” del Excel “Trabajo de grado” donde se evidencian los resultados de todos los tipos de pronósticos de todos los ítems clase AA. Permitiendo así identificar la información necesaria para realizar la propuesta del sistema de control de inventarios

## 7.4 SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS

Comprender el desarrollo de políticas de inventarios para el conjunto de ítems representativos seleccionados en el capítulo anterior constituye último objetivo específico del proyecto. En la gestión de inventarios se consideran unos interrogantes elementales que responden a su vez a políticas de inventario adoptadas en las empresas, estas son: ¿con qué frecuencia revisar el nivel inventario?, ¿cuándo ordenar? y ¿cuánto ordenar? (Vidal, 2010).

Administrar inventarios admite dos posibilidades de control de las existencias de acuerdo con el movimiento circunstancial de los productos, por un lado, las políticas de inventario de revisión continua que tienen como fortaleza información actualizada y precisa para conocer los niveles del inventario, no obstante, los altos costos comprometidos en este tipo de labor resultan un inconveniente constante. Por otro lado, las políticas de inventario de revisión periódica establecen momentos específicos para la inspección del inventario, esta última es más acostumbrada en la práctica.

Para el caso de estudio, la empresa desarrolla su política de inventario mediante una estrategia de revisión periódica, aunque, la cantidad de reorden no se halla deducido de acuerdo con esto se emplearon técnicas de revisión periódica (R, S) y de revisión continua (s, Q), para su respectivo análisis, posteriormente se compara los Costos Totales Relevantes de cada política.

A continuación, se describen los procedimientos para cada política de inventarios:

### 7.4.1 SISTEMA DE CONTROL CONTINUO (S, Q)

Bajo este sistema, cada vez que el inventario real alcance el nivel s, se emitirá una orden de compra de tamaño Q. El proceso descrito se basa en el supuesto de que los desabastecimientos se convierten en pérdidas de ventas y el nivel de servicio P2 alcanza el 98%.

**Tabla 10. Notación sistema de control continuo.**

Notación	Significado	Unidades
<i>A</i>	Costo fijo de ordenamiento	\$/orden
<i>D</i>	Demanda anual	unidades/año
<i>d</i>	Demanda mensual	unidades/mes
$\hat{\sigma}$	Desviación estándar obtenida a partir de los errores del pronóstico	unidades/mes

$G_z(k)$	Función especial de la demanda unitaria	Probabilidad
$k$	Factor de seguridad	<i>Adimensional</i>
$L$	Lead time	Meses
$Q$	Tamaño del pedido	Unidades
$r$	Tasa del costo de mantenimiento del inventario	%/año
$s$	Punto de reorden	Unidades
$v$	Valor unitario del ítem	\$/unidad
$\hat{x}_L$	Demanda esperada durante el periodo de reposición L	Unidades
$\hat{\sigma}_L$	Desviación estándar de la demanda durante el periodo de reposición L	Unidades

Fuente: Vidal, C. (2010)

Paso 1. Determine un valor para el inventario de seguridad de tal modo que

$$G(k) = \frac{Q}{\sigma_L} \left( \frac{1 - P_2}{P_2} \right)$$

Paso 2. Calcule el punto de utilizando la ecuación X

$$s = \hat{x}_L + k\sigma_1\sqrt{L}$$

Paso 3. Calcule el Costo Total Relevante (CTR) de acuerdo con la ecuación X, esta ecuación corresponde al CTR calculado con costo de faltante  $B_2$ .

$$CTR = \frac{AD}{Q} + \left( \frac{Q}{2} + k\hat{\sigma}_L \right) vr + \frac{D}{Q} (B_2 v) \hat{\sigma}_L G(k)$$

NOTA: la información detallada del procedimiento se especifica en el Inciso Anexos en los Anexos I, J & K.

### 7.4.2 SISTEMA DE CONTROL PERIÓDICO (R, S)

En este sistema de control de inventario, el inventario efectivo se revisa cada R unidades de tiempo, y el orden es igual a S menos la cantidad del inventario efectivo en el momento de la revisión, donde S corresponde al inventario máximo. La notación de sistema (R, S) es básicamente la misma que la de sistema (s, Q), y los siguientes términos equivalentes nos permiten desarrollar un proceso similar a (s, Q).

**Tabla 11. Equivalencias sistema de control periódico.**

Valor en (R, S)	Equivalencia en (s, Q)
$S$	$s$
$DR$	$Q$
$L+R$	$L$

Fuente: Vidal, C. (2010)

**Tabla 12. Notación adicional sistema de control periódico.**

Notación	Significado	Unidades
$A'$	Costo fijo incrementado	\$/orden
$R$	Intervalo de revisión	Días
$S$	Nivel máximo de inventario	Unidades
$\hat{x}_{L+R}$	Demanda esperada durante el periodo L+R	Unidades
$\hat{\sigma}_{L+R}$	Desviación estándar de la demanda durante el periodo L+R	Unidades

Fuente: Vidal, C. (2010)

Paso 1. Determine el valor de R,  $\hat{x}_{L+R}$  y  $\hat{\sigma}_{L+R}$ .

$$R = \frac{EOQ}{D} = \sqrt{\frac{2A'}{Dvr}}$$

$$\hat{x}_{L+R} = d * (L + R)$$

$$\hat{\sigma}_L = \hat{\sigma}\sqrt{L + R}$$

Paso 2. Determine un valor para el inventario de seguridad de tal modo que

$$G(k) = \frac{Q}{\sigma_L} \left( \frac{1 - P_2}{P_2} \right)$$

Paso 3. Calcule el inventario máximo mediante la ecuación X

$$s = \hat{x}_{L+R} + k\sigma_1\sqrt{L+R}$$

Paso 4. Calcule el Costo Total Relevante (CTR) de acuerdo con la ecuación X, esta ecuación corresponde al CTR calculado con costo de faltante  $B_2$ .

$$CTR = \frac{A'}{R} + \left( \frac{DR}{2} + k\hat{\sigma}_{L+R} \right) vr + \frac{1}{R} (B_2 v) \hat{\sigma}_{L+R} G(k)$$

NOTA: la información detallada del procedimiento se especifica en el Inciso Anexos en los Anexos L, M & N.

### 5.3 COMPARACIÓN (S,Q) Y (R,S)

A través del análisis de datos, se puede verificar que las inspecciones regulares están relacionadas con menores costos operativos en comparación con las inspecciones continuas debido a la menor frecuencia de las órdenes de compra. Esta información se presenta en la pestaña “sistema de control” del Excel “Trabajo de grado”

**Tabla 13. Comparación sistema de control periódico y continuo.**

Mínimo Costo Total Relevante					
No	Referencia	CTR (s,Q)	CTR (R,S)	Min CTR (Met)	Min CTR (\$)
1	CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC	\$ 74.954.413	\$ 2.562.651	(R,S)	\$ 2.562.651
2	CABLES PASACORRIENTES	\$ 15.928.484	\$ 243.147	(R,S)	\$ 243.147
3	CAJA CHALUPA	\$ 2.410.850	\$ 147.164	(R,S)	\$ 147.164
4	CAJA CUADRADA	\$ 2.801.323	\$ 183.464	(R,S)	\$ 183.464
5	CAJA OCTAGONAL	\$ 5.154.672	\$ 264.546	(R,S)	\$ 264.546
6	CALENTADOR ELECTRICO 110V - 4800W	\$ 8.519.739	\$ 215.491	(R,S)	\$ 215.491
7	CAVADOR TIPO ATLAS 45"	\$ 8.419.016	\$ 188.085	(R,S)	\$ 188.085
8	DIABLO PLEGABLE	\$ 41.970.796	\$ 579.720	(R,S)	\$ 579.720
9	DUCHA EVIDENCE CON PRESURIZADOR 4 TEMPERATURAS	\$ 18.731.250	\$ 461.223	(R,S)	\$ 461.223
10	DUCHA EVIDENCE 4 TEMPERATURAS 110V - 5400W	\$ 11.043.944	\$ 213.039	(R,S)	\$ 213.039
11	GRAPA PARA CABLE, CURVO BLANCA	\$ 7.476.364	\$ 301.183	(R,S)	\$ 301.183
12	GRAPA PARA CABLE, RECTA BLANCA	\$ 5.922.304	\$ 235.963	(R,S)	\$ 235.963
13	LENTE	\$ 6.986.674	\$ 269.623	(R,S)	\$ 269.623
14	LUMINARIAS DE EMERGENCIA	\$ 28.158.134	\$ 308.230	(R,S)	\$ 308.230
15	TUBO FLEXIBLE	\$ 87.143.938	\$ 781.864	(R,S)	\$ 781.864

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## **7.5 COMPARACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL PROPUESTO Y ACTUAL**

Bajo la premisa de que gestionar los inventarios sirve como medio para mantener competitiva una organización, se estableció una comparación entre el sistema de control actual -validando el impacto cantidades manejadas y los costos de mantenimiento y administración del inventario- y el propuesto con el fin de demostrar que la propuesta trae beneficios para la empresa.

Al comparar ambas perspectivas en términos de costos la evaluación se hace desde el momento que se realiza el pedido, es decir, el reorden y se coteja con propuesta y los hallazgos de la investigación. Este paralelo se presenta tanto en cuestiones monetarias como porcentuales accediendo a través de la propuesta a posibilidades de mejora, considerando las existencias clase AA siendo las que se ciñen a las proyecciones de las ventas de la empresa.

**Tabla 14. Comparación sistema actual y propuesto**

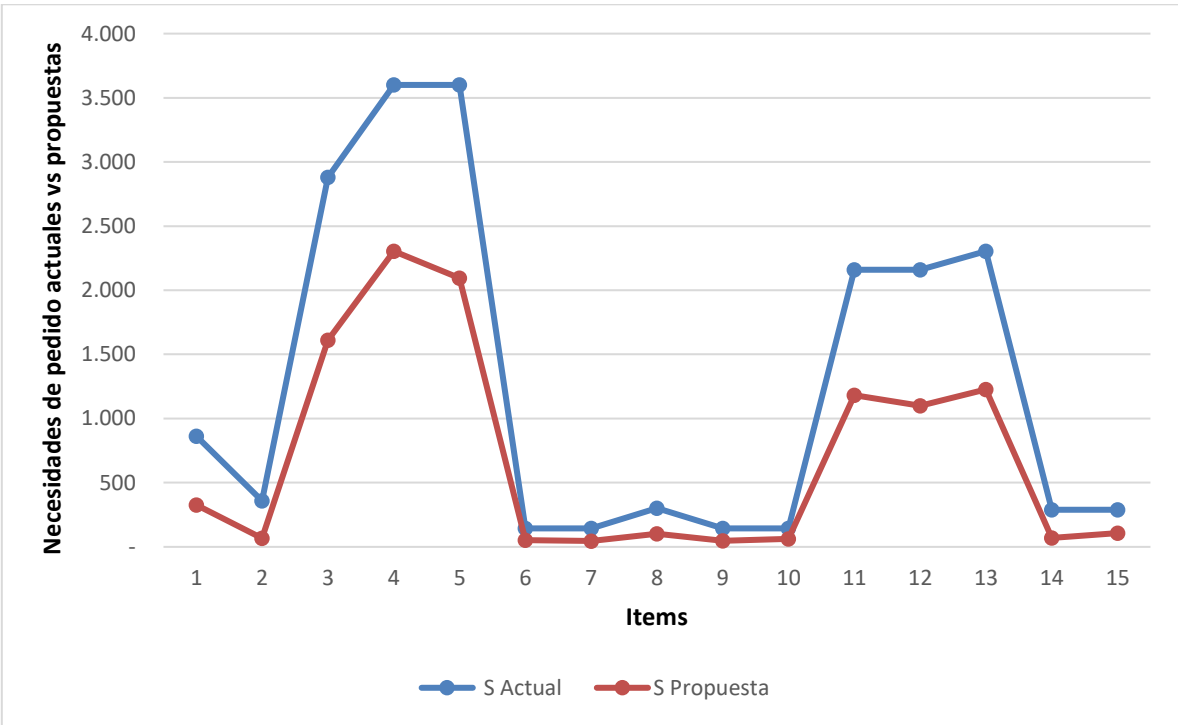
Referencia	Costo Unitario (v)	S Actual	S Propuesta	Valor inventario actual	Valor inventario propuesto	comparación	Comparación porcentual
CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC	\$ 147.504	864	326	\$ 127.443.214	\$ 48.086.213	\$ 79.357.001	165%
CABLES PASACORRIENTES	\$ 54.094	360	67	\$ 19.473.854	\$ 3.624.301	\$ 15.849.554	437%
CAJA CHALUPA	\$ 1.336	2.880	1611	\$ 3.846.528	\$ 2.151.652	\$ 1.694.876	79%
CAJA CUADRADA	\$ 1.310	3.600	2304	\$ 4.717.440	\$ 3.019.162	\$ 1.698.278	56%
CAJA OCTAGONAL	\$ 2.142	3.600	2094	\$ 7.711.200	\$ 4.485.348	\$ 3.225.852	72%
CALENTADOR ELECTRICO 110V - 4800W	\$ 69.861	144	53	\$ 10.060.001	\$ 3.702.639	\$ 6.357.362	172%
CAVADOR TIPO ATLAS 45"	\$ 67.678	144	46	\$ 9.745.626	\$ 3.113.186	\$ 6.632.440	213%
DIABLO PLEGABLE	\$ 103.169	302	102	\$ 31.198.245	\$ 10.523.218	\$ 20.675.028	196%
DUCHA EVIDENCE CON PRESURIZADOR 4 TEMPERATURAS	\$ 130.567	144	47	\$ 18.801.700	\$ 6.136.666	\$ 12.665.034	206%
DUCHA EVIDENCE 4 TEMPERATURAS 110V - 5400W	\$ 55.415	144	62	\$ 7.979.731	\$ 3.435.718	\$ 4.544.014	132%
GRAPA PARA CABLE, CURVO BLANCA	\$ 3.553	2.160	1183	\$ 7.674.912	\$ 4.203.436	\$ 3.471.476	83%
GRAPA PARA CABLE, RECTA BLANCA	\$ 3.440	2.160	1099	\$ 7.429.968	\$ 3.780.340	\$ 3.649.628	97%
LENTES	\$ 3.880	2.304	1227	\$ 8.939.428	\$ 4.760.711	\$ 4.178.717	88%
LUMINARIAS DE EMERGENCIA	\$ 54.183	288	71	\$ 15.604.808	\$ 3.847.019	\$ 11.757.789	306%
TUBO FLEXIBLE	\$ 91.804	288	106	\$ 26.439.679	\$ 9.731.271	\$ 16.708.408	172%
<b>TOTAL</b>				\$ 307.066.334	\$ 114.600.877	\$ 192.465.457	165%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Es así como se establece que los niveles máximos de los productos ocupan el 100% de proporción superior en comparación con la propuesta y ninguno es menor. Esto sin duda responde a la ausencia de parámetros claros de control, y se afianza en la experiencia del personal que maneja diariamente los productos convirtiéndose en criterio empírico para la toma de decisiones.

Cuando de los valores máximos se trata, en comparación la propuesta evidencia menores niveles de inventario, avalando un nivel de servicio del 98% con costos menores en un 37%, que en capital serían ahorros de aproximadamente \$192.465.457. A continuación, se presenta visualmente la comparativa donde se evidencia que siempre la propuesta está por debajo de lo que sucede actualmente

**Figura 12. Comparación sistema actual y propuesto**



Fuente: Elaboración propia, 2021.

## CONCLUSIONES

La revisión de literatura y la estructuración del marco de referencia, en torno a los métodos y sistemas para la gestión y control de inventarios permitió abordar la percepción de varios autores con respecto a la forma de abordar una problemática en el eslabón de abastecimiento de una cadena de valor. Permitiendo adecuar una adaptación a la naturaleza de los procesos y las intenciones administrativas de la empresa objeto de estudio para así poder definir adecuadamente la forma en la que se requieren, abastecen y disponen los materiales y artículos para conocer de qué forma se pueden evaluar y pronosticar los requerimientos y demandas de los artículos teniendo presentes todos los costos relacionados con el almacenamiento, aprovisionamiento y mantenimiento del inventario

Teniendo en cuenta las características del entorno de gestión de inventarios de la empresa estudiada, al caracterizar la organización objeto de estudio en la perspectiva de describir y diagnosticar los procesos implementados para la gestión y control de sus inventarios se comprueba que el proceso relacionado con la gestión de inventarios es completamente empírico. Utilizar los conocimientos adquiridos in situ como factor decisivo a la hora de tomar decisiones y realizar pedidos, sin utilizar ningún tipo de métodos o procedimientos para reducir la incertidumbre en la toma de decisiones y aumentar la confianza en contar con bienes suficientes para satisfacer las necesidades del cliente, sin causar inconvenientes. costos de mantenimiento de inventario. Eso verificado por la percepción de los clientes, los proveedores, los trabajadores que internamente manejan el proceso y los resultados del sistema de control

Al definir los lineamientos de la política de control de inventarios, a partir de la implementación de metodologías de clasificación y pronóstico de la demanda. Se definió en primera instancia una clasificación ABC tradicional de 304 referencias finales manejadas por la empresa, se evidencio Para la clase A, el 23.03% del total de artículos representa el 80.48% de las ventas totales, y para la clase B, representa el 12,76% de todos los artículos para llegar al 93% de las ventas totales y la clase C representó el 6,76% faltante de las ventas totales distribuido en el 46,71% de todos los artículos, teniendo en cuenta estos datos, se realizó la clasificación ABC Multicriterio, se consideró la Clase AA, con un porcentaje acumulado de ítem del 22,86% con una cantidad total de 15 artículos. Para la Clase AB se contó con un porcentaje acumulado de ítem del 30%, con una cantidad total de 21 artículos. Finalmente, para la Clase AC se evidencio un porcentaje acumulado de ítem del 47,14% con una cantidad total de 33 artículos. Estos primeros ítems son los primeros que se utilizan para pronosticar y poder realizar las recomendaciones para el sistema de control, teniendo en cuenta que los ítems de nivel AA son los más determinantes para las ventas de la empresa.

Así mismo, La simulación de pronóstico muestra que la demanda del proyecto presenta un alto coeficiente de variación, lo que indica que la variabilidad con respecto a los requerimientos reales. El patrón de demanda observado y el sistema de pronóstico propuesto no siempre son los mejores, por lo que los errores de pronóstico juegan un papel fundamental y se aplicaron las metodologías que minimizaban en la mayor cantidad el error, en este caso llamado error cuadrático medio

Finalmente, para definir ya la política de control, se realizó una comparativa de los sistemas de control continuo como periódico. Dando como resultado que se recomienda aplicar la estrategia de control de inventario periódico (R, S) porque se ha demostrado que su costo es mucho menor que el sistema de control continuo. Del mismo modo, a través de la estrategia de inventario (R, S), puede comprender con mayor precisión el número y el momento de los pedidos, a fin de responder a las preguntas de la administración. Conociendo la reducción del inventario mediante el sistema propuesto de \$ 192.465.457 COP. Además de la parte económica, se enfatiza que se genera un control coordinado y definido para cada uno de los ítems, permitiendo así procesos fluidos entre los diferentes actores de la cadena de suministro.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar las bases metodológicas y teóricas generadas en la propuesta para tener una base logística clara de las decisiones que se deben tener en cuenta para comenzar a tener un sistema eficaz de la gestión del inventario, la investigación inicial se basó en un análisis de 304 artículos obtenidos de los registros de ventas de la empresa en un período de dos años, y se demostró que los artículos que representaron el 6,76% faltante de las ventas totales distribuido en el 46,71% de todos los artículos, generando así una idea clara de la problemática que actualmente existe y no se ha evidenciado ni investigado de forma adecuada.

Así mismo estas bases propuestas y la capacidad de la investigación de adaptarse a los diferentes cambios teniendo en cuenta que es un proceso secuencial totalmente definido pero que es afectado por factores externos que tienen alta erraticidad, permite que las personas encargadas de realizar el correcto y adecuado manejo del inventario puedan entender y aplicar la propuesta de forma concreta, evidenciando así que es una propuesta con alta practicidad y adaptabilidad conforme los datos históricos se van actualizando y se va definiendo mejor el comportamiento de la demanda de los artículos, para que cada vez exista un menor error en cuanto al pronóstico y permita tener la capacidad de respuesta sin incurrir en sobrecostos.

Los documentos Anexos permiten de primera mano conocer el proceso de forma detallada para poder tener la claridad necesaria para su aplicación, teniendo la ventaja que de forma expresa se define el origen de cada uno de los datos necesarios para aplicarla y una guía para entender sus resultados y posteriormente para la toma de decisiones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bustos C. E. y Chacón G. B. (2012). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente. Un estudio en Venezuela. *Contaduría y Administración*, vol. 57, N° 3, 239-258p
- Bhattacharya, A., Sarkar, B., & Mukherjee, S. K. (2007). Distance-based consensus method for ABC analysis. *International Journal of Production Research*, 45, 3405-3420. doi:10.1080/00207540600847145
- Campos, J. (2014) Pronósticos y administración de la demanda. Artículo. *Revista Énfasis Logística* No. 165. México D.F.
- 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 pp. 163-178 ISSN 1692-3324 - julio-diciembre /294 p. Medellín, Colombia
- Chiesa F. (2004) Metodología para selección de sistemas ERP. Reportes Técnicos en Ingeniería de Software Vol. 6, N° 1, 17-37p.
- Contreras, A., Zúñiga, C., Martínez, J. & Sánchez, D. (2018). Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción. *Revista Ingeniería Industrial-Año 17 N°1: 5-22, 2018*
- Escobar, J., Linfati, R. & Adarme, W. (2017). Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos. ARTÍCULO DE reflexión. *Ingeniería y Desarrollo* Volumen 35, n.o 1 enero-junio ISSN: 0122-3461
- Flórez, A. Leal, M. (2014). Diseño de un plan de mejoramiento para la gestión y control de inventarios de una empresa distribuidora ferretera internacional.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de Producción y Operaciones* (pág. 82). México: International Thomson.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de Producción y Operaciones* (págs. 383-384). México: International Thomson Editores.
- García, J. (1996). *Contabilidad de costos*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana.
- García, J. et. al. (2017). Modelo Multicriterio para la Justificación de Inversiones en Robots. revista *Cultura Científica y Tecnológica (CULCYT)*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México.
- García O, A. (2006) Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa. México. *Eumed.Net*. p.9

- Gil, A. (2009). Inventarios. El Cid Editor
- Goicochea, M. (2009). Sistema de control de inventarios del almacén de productos terminados en una empresa metal mecánica. Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Lima, Perú.
- González, A. (2017). Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 28 N.º 1, 2021, pp. 133-142
- Guerrero, L. G. (2018). Condiciones de trabajo en operarios de limpieza general. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Hanke, J., & Wichern, D. (2006). Pronósticos en los Negocios. En J. Hanke, & D. Wichern, *Pronósticos en los negocios* (pág. 114). México: Pearson.
- Hernández, A. Torres, D. (2007) Propuesta de mejora del sistema de control interno del inventario de la empresa cenprofotca; para lograr eficiencia en el control de existencias de materiales y productos fotográficos.
- Insuas, A. (2014). Diseño De Un Sistema De Control De Inventarios De Repuestos Para Cosechadoras En Un Ingenio Azucarero Del Valle Del Cauca. Santiago de Cali, Valle del cauca, Colombia.
- Ishizaka, A. (2013). *Multi-criteria Decision Analysis*. Wiley-Blackwell.
- Krajewski, L. et. al. (2008) *Administración de operaciones*", 8va Edición, PEARSON EDUCACION, México.
- Laguna, D. (2010). Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para una empresa comercializadora de productos de plásticos. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Facultad De Ingeniería. Carrera De Ingeniería Industrial
- Mamat, N. J., & Daniel, J. K. (2007). Statistical analyses on time complexity and rank consistency between singular value decomposition and the duality approach in AHP: A case study of faculty member selection. *Mathematical and Computer Modelling*, 46.
- Matamoros, I. & García, F. (2010). POLÍTICA DE INVENTARIO, UN APORTE A LA EFICIENCIA. Artículo Revista Académica "Contribuciones a la Economía". Grupo Eumed.net (Universidad de Málaga)
- Méndez, C. (2001). Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación (No. H 62. M46 2001).
- Montgomery, D. et al. (1990). *Forecasting and Time Series Analysis*. Mcgraw-Hill

- Mora García, L (2011). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Pacheco, J. F., & Contreras, E. (2018). Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. . Santiago de Chile.
- Pinzón, I. Pérez, G. Arango, M. 2010. Mejoramiento en la gestión de inventarios propuesta metodológica.
- Render, B., & Heizer, J. (2009). Administración de Operaciones. En B. Render, & J. Heizer, Administración de Operaciones (pág. 111). México: Pearson.
- Del Río, C. (2011). Costos I Históricos. México: Cengage.
- Sampieri, R. et. al. (2014) Metodología de la investigación. sexta edición por McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Schroeder R. G. 1992. Administración de operaciones. Tercera edición. McGraw-Hill. Parte IV.
- UNAD (2012). The Council of Logistics Management. RLEC. Reverse Logistics Executives' Council. p.8
- UNID (2013). Contabilidad de Costos. Universidad Interamericana de Desarrollo
- UPCT (s.f). Glosario de términos logísticos. Universidad Politécnica de Cartagena
- Vásquez, I. (2005). Tipos de estudio y métodos de investigación. Investigación científica
- Vidal, C. (2005). Fundamentos de gestión de inventarios. Universidad del Valle. Santiago de Cali
- Vidal, C. J. (2010). Fundamentos de Gestión de Inventarios. En C. J. Vidal, Fundamentos de Gestión de Inventarios. Nueva edición. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Vidal, C., Londoño, J. & Contreras, F. (2004). Aplicación de Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y N Puntos de Venta. Revista Ingeniería y Competitividad Vol. 6.
- VMBenet. (2009). La Gestión de Inventarios
- Zapata, J. (2014). Fundamentos de la Gestión de Inventarios. Centro Editorial Esumer. Institución Universitaria Esumer. Medellín. 2014.

## 8 ANEXOS

### ANEXO A. Artículos disponibles

N°	Referencia	Producto	Costo unitario por referencia (COP)	Cantidad disponible
ÍTEM 1	101	Cocina eléctrica de sobreponer de 1 resistencias de 6" de diámetro, porcelanizada 110 volt	57.960	35
ÍTEM 2	102	Cocina eléctrica de sobreponer de 2 resistencias de 6" de diámetro, porcelanizada 110 volt	96.096	22
ÍTEM 3	200	Cocina a gas propano de sobreponer de 1 quemadores porcelanizada 110 volt	42.364	25
ÍTEM 4	301	Cocina a gas propano de sobreponer de 2 quemador porcelanizada 110 volt	66.500	17
ÍTEM 5	323987	Regulador de baja presión	20.806	35
ÍTEM 6	324412	Kit de gas baja presión	35.647	48
ÍTEM 7	324211	Reguladores de alta presión	12.575	48
ÍTEM 8	324407	Reguladores ajustables de alta presión	13.527	46
ÍTEM 9	216251	Kit de gas alta presión	26.141	43
ÍTEM 10	324359	Tuerca de conexión negra, conexión tipo 1 porción del equipo de consumo, con rosca 1/4" mnpt	7.953	89
ÍTEM 11	336212	Kit de punta de 1/4" con tuerca izquierda y maneral plástico.	7.786	25
ÍTEM 12	324308	Manguera de 1/4" de diámetro interior de alta presión de 36" de largo con conexiones 1/4" mnpt x 3/8" giratoria h flare.	15.263	46
ÍTEM 13	217801	Super ducha 3 temperaturas 110v - 5200w	38.138	87
ÍTEM 14	228341	Super ducha 4 temperaturas 110v - 5400w	39.469	74
ÍTEM 15	133111	Ducha evidence 4 temperaturas 110v - 5400w	55.415	64
ÍTEM 16	133112	Ducha evidence con presurizador 4 temperaturas	130.567	64
ÍTEM 17	1118841	Calentador eléctrico 110v - 4800w	69.861	33
ÍTEM 18	1731340	Extensión soporte 30cm longitud	12.854	76
ÍTEM 19	1617811	Resistencias para duchas de 3 temperaturas 110v 5400w	13.775	80
ÍTEM 20	1628351	Resistencias para duchas de 4 temperaturas 110v 5400w	13.479	65
ÍTEM 21	1632831	Resistencia para duchas evidence 110v 5400w	13.331	46
ÍTEM 22	1632832	Resistencia para duchas evidence con presurizador 110v 5400w	17.223	37
ÍTEM 23	STC-3	Set de tarrajas para tubo plástico npt 3 pc 1/2" - 3/4" - 1"	21.157	27
ÍTEM 24	EW-V009-120	120 volt para refrigeradores con compresores de 1/3 y aires acondicionados de 5kbtu	21.253	22

ÍTEM 25	750I	Cerradura para puerta de hierro izquierda	19.504	35
ÍTEM 26	750D	Cerradura para puerta de hierro derecha	19.085	35
ÍTEM 27	TC5407	Aceite para motor a 2 tiempos	3.830	85
ÍTEM 28	TC1442	Aceitera tubo flexible	7.195	73
ÍTEM 29	PF0138	Candado laminado	10.940	112
ÍTEM 30	PF0135	Candado de latón	20.322	59
ÍTEM 31	PF0129	Juego de 2 piezas de latón	22.134	30
ÍTEM 32	PF0139	Juego de 2 piezas laminado	17.811	18
ÍTEM 33	TC2250	Portacandado de acero	2.606	74
ÍTEM 34	PF0218	Fija puerta	7.619	147
ÍTEM 35	TC3050	Pasador de latón	14.591	113
ÍTEM 36	TC3049	Pasador abatible	10.571	132
ÍTEM 37	TC3058	Pasador latón pulido	12.069	98
ÍTEM 38	TC3057	Pasador cromo	11.566	73
ÍTEM 39	TC0686	Hacha	37.732	50
ÍTEM 40	TC0452	Azadón	20.180	62
ÍTEM 41	TC1395	Azadón forjado tipo lane	12.398	60
ÍTEM 42	C1469	Mango de madera para azadón	7.614	60
ÍTEM 43	WF0732	Pala cuadrada	13.930	57
ÍTEM 44	WF0731	Pala redonda o punta	14.869	38
ÍTEM 45	TC2042	Rastrillo recto de 16 dientes acero 1/4	37.992	29
ÍTEM 46	TC2041	Rastrillo jardinero de 14 dientes acero 3/16	17.556	22
ÍTEM 47	WF9727	Escoba metálica 20 dientes, incluye mango de 47" de madera tratada	7.157	32
ÍTEM 48	TC0663	Escoba metálica reforzada 22 dientes	11.827	34
ÍTEM 49	TC0662	Escoba metálica con tensor 22 dientes	11.687	37
ÍTEM 50	TC2040	Cavador tipo hércules 48"	59.611	17
ÍTEM 51	TC2039	Cavador tipo atlas 45"	67.678	14
ÍTEM 52	TC0681	Talacho y zapapico sin mango	19.034	19
ÍTEM 53	FP0016	Calentador de agua 8ltrs	3.658	36
ÍTEM 54	FP0012	Calentador de agua 18ltrs	5.580	23
ÍTEM 55	FP0013	Calentador de agua 35ltrs	9.828	18
ÍTEM 56	FU0686	Focos mini espiral 9 w	5.889	83
ÍTEM 57	FU0027	Focos mini espiral 11 w	6.962	77
ÍTEM 58	FU0028	Focos mini espiral 13 w	6.672	12
ÍTEM 59	FU0029	Focos ahorradores 15 w	5.963	30

<b>ÍTEM 60</b>	FU0030	Focos ahorradores 20 w	8.638	11
<b>ÍTEM 61</b>	FU0031	Focos ahorradores 25 w	8.543	17
<b>ÍTEM 62</b>	FU0785	Luminarias de emergencia	54.183	43
<b>ÍTEM 63</b>	FU0042	Lampara circular luz día	5.956	27
<b>ÍTEM 64</b>	FU0300	Foco horno/refrigerador 40 w	1.037	10
<b>ÍTEM 65</b>	FU0301	Foco horno/refrigerador 25 w	1.016	10
<b>ÍTEM 66</b>	FU0360	Foco flama	994	10
<b>ÍTEM 67</b>	FU1119	Luminario de sensor de movimiento par 38	27.695	13
<b>ÍTEM 68</b>	FU0168	Lampara veladora con fotocelda	5.150	23
<b>ÍTEM 69</b>	FU0268	Lampara veladora rectangular	2.716	20
<b>ÍTEM 70</b>	FU1466	Placa 2 contactos aterrizados	4.655	78
<b>ÍTEM 71</b>	FU1464	Placa apagador sencillo + contacto aterrizado	4.479	100
<b>ÍTEM 72</b>	FU1458	Placa apagador sencillo	3.032	120
<b>ÍTEM 73</b>	FU1459	Apagador 3 vías	3.395	112
<b>ÍTEM 74</b>	FU1460	Placa apagador sencillo	4.561	95
<b>ÍTEM 75</b>	FU1461	Apagador 3 vías	5.015	110
<b>ÍTEM 76</b>	FU1326	Contacto doble aterrizado	2.094	98
<b>ÍTEM 77</b>	FU1322	Apagador sencillo y 3 vías	3.091	80
<b>ÍTEM 78</b>	FU1324	Apagador doble y triple	5.126	100
<b>ÍTEM 79</b>	FU1319	Placa plástica	963	122
<b>ÍTEM 80</b>	FU0148	Placa plástica ciega	637	100
<b>ÍTEM 81</b>	FU0152	Placa plástica palanca vertical	706	121
<b>ÍTEM 82</b>	FU0154	Placa plástica contacto dúplex	936	130
<b>ÍTEM 83</b>	FU0090	Contacto dúplex	2.467	135
<b>ÍTEM 84</b>	FU0401	Apagador combinado aterrizado	6.810	76
<b>ÍTEM 85</b>	FU0129	Apagador de palanca doble	6.666	93
<b>ÍTEM 86</b>	FU0283	Contacto sencillo mixto	2.523	132
<b>ÍTEM 87</b>	FU0130	Apagador sencillo vertical	1.789	125
<b>ÍTEM 88</b>	FU0395	Placa plástica intemperie sencilla	2.365	132
<b>ÍTEM 89</b>	FU0155	Placa plástica intemperie dúplex	2.567	128
<b>ÍTEM 90</b>	FU0419	Portalámparas con apagador de llave	2.899	37
<b>ÍTEM 91</b>	FU0080	Portalámparas con apagador de paso	2.864	40
<b>ÍTEM 92</b>	FU0081	Portalámparas con cadena	3.287	50
<b>ÍTEM 93</b>	FU0082	Portalámparas doble	1.816	60
<b>ÍTEM 94</b>	FU0077	Portalámparas ladrón sencillo	1.503	55
<b>ÍTEM 95</b>	FU0075	Portalámparas ladrón con cadena	3.251	63

ÍTEM 96	FU0071	Portalámparas redondo	2.439	60
ÍTEM 97	FU0265	Portalámparas redondo 4"	2.124	64
ÍTEM 98	FU0406	Portalámparas redondo para techo 4"	5.693	56
ÍTEM 99	FU0086	Portalámparas de hule intemperie	1.797	78
ÍTEM 100	FU0257	Tapón extensión	739	110
ÍTEM 101	FU0088	Portalámparas para candil soporte escuadra	1.058	89
ÍTEM 102	FU1637	Apagador de cadena 2 posiciones	5.396	79
ÍTEM 103	FU0274	Apagador de cadena 3 posiciones	3.738	65
ÍTEM 104	FU0114	Clavija y contacto blindado aterrizado con abrazadera	1.463	130
ÍTEM 105	FU0118	Clavija y contacto blindado con abrazadera	1.745	147
ÍTEM 106	FU0415	Clavija y contacto aterrizada con abrazadera plástica	2.115	150
ÍTEM 107	FU0417	Clavija y contacto polarizado con abrazadera plástica	1.310	155
ÍTEM 108	FU1140	Clavija y contacto reforzado aterrizado con abrazadera metálica	2.760	149
ÍTEM 109	FU1472	Clavija y contacto reforzado con abrazadera	1.520	139
ÍTEM 110	FU0421	Clavija y contacto colgante	1.303	137
ÍTEM 111	FU0111	Clavija de hule redonda	1.276	163
ÍTEM 112	WF9894	Cautín tipo lápiz	8.179	20
ÍTEM 113	WF1681	Cautín tipo lápiz con accesorios	12.081	22
ÍTEM 114	FU0231	Cautín tipo pistola 100 w	42.781	25
ÍTEM 115	FU0230	Cautín tipo lápiz	15.095	29
ÍTEM 116	FU0223	Desarmador probador de corriente	1.848	30
ÍTEM 117	WF6301	Pistola calafateadora con cremallera	5.080	25
ÍTEM 118	WF8907	Candado para bicicleta	4.611	70
ÍTEM 119	TC0923	Ménsula blanca	2.344	115
ÍTEM 120	TC5161	Bota de hule industrial	30.296	30
ÍTEM 121	TC5168	Bota de hule jardinería	25.775	38
ÍTEM 122	TC5170	Bota de hule sanitaria	33.223	39
ÍTEM 123	TC0792	Mascarilla para polvo	13.034	223
ÍTEM 124	TC1687	Guantes tela antiderrapante palma y dorso	1.915	245
ÍTEM 125	WF9638	Guantes tela antiderrapante palma	1.463	274
ÍTEM 126	TC3405	Guantes piel de carnaza para soldador	14.296	261
ÍTEM 127	TC0754	Guantes tela y carnaza reforzados	9.937	284
ÍTEM 128	WF9446	Guantes tela y carnaza	7.786	254
ÍTEM 129	TC1814	Rodillera flexible	17.989	257
ÍTEM 130	WF9643	Lentes	3.880	432

ÍTEM 131	TC1807	Orejera ajustable	10.167	179
ÍTEM 132	TC2761	Impermeable 2 piezas	29.165	65
ÍTEM 133	TC0795	Cascos de seguridad	10.421	89
ÍTEM 134	WF0617	Remachadora	10.885	54
ÍTEM 135	C5002	Remaches	1.325	45
ÍTEM 136	WF0106	Pinza miniatura de punta y corte	4.114	47
ÍTEM 137	WF0107	Pinza miniatura de corte diagonal	4.026	63
ÍTEM 138	F0109	Pinza miniatura punta de aguja	4.218	64
ÍTEM 139	F0110	Pinza miniatura electricista	5.860	71
ÍTEM 140	WF0880	Pinza corte diagonal	5.703	79
ÍTEM 141	WF0828	Pinza electricista uso rudo	9.402	65
ÍTEM 142	WF0119	Pinza de presión curva	8.633	63
ÍTEM 143	WF0891	Pinza de presión recta	9.844	69
ÍTEM 144	TC2801	Maneral con jaula 9"	3.515	39
ÍTEM 145	WF0621	Charola para rodillo	3.440	38
ÍTEM 146	TC2798	Felpa de repuesto baja densidad 9"	2.685	22
ÍTEM 147	WF0716	Brocha mango de madera	963	58
ÍTEM 148	TC2851	Prensa tipo "c" troquelada	4.128	44
ÍTEM 149	C1451	Prensa tipo "c" de hierro nodular	4.027	41
ÍTEM 150	TC2448	Kit de piedras montadas 6 pzas	6.770	40
ÍTEM 151	WF6724	Nivel de aluminio	10.472	35
ÍTEM 152	F6709	Nivel torpedo magnético	3.474	38
ÍTEM 153	TC0459	Nivel torpedo magnético	20.845	31
ÍTEM 154	TC2063	Nivel de hilo	2.118	39
ÍTEM 155	TC0562	Marros mango de madera	39.075	39
ÍTEM 156	TC1605	Martillo de bola semipulido	24.920	25
ÍTEM 157	WF9785	Martillo de una curva	6.523	28
ÍTEM 158	WF4571	Juego de 8 llaves Allen	1.684	34
ÍTEM 159	WF4545	Juego de 8 llaves torx tipo navaja	11.466	31
ÍTEM 160	WF0573	Juego de 13 llaves Allen	6.037	32
ÍTEM 161	FU0173	Barra multicontacto de 4 y 6 tomas	11.962	27
ÍTEM 162	FU0980	Barra multicontacto de 8 tomas	14.524	29
ÍTEM 163	FU0177	Multicontacto 6 tomas aterrizadas	4.140	29
ÍTEM 164	FU0178	Multicontacto triple aterrizado barra	3.058	30
ÍTEM 165	FU0573	Multicontacto triple en forma de t	4.343	28
ÍTEM 166	FU0589	Multicontacto aterrizado con luz indicadora	4.153	25

ÍTEM 167	TC2084	Destapacanos	38.217	15
ÍTEM 168	FU0238	Guía para conductor	27.387	10
ÍTEM 169	FU0628	Plug para enroscar	160	11
ÍTEM 170	FU0636	Transformador de impedancia para interior	625	23
ÍTEM 171	FU0476	Grapa para cable, recta blanca	3.440	567
ÍTEM 172	FU0471	Grapa para cable, curvo blanca	3.553	523
ÍTEM 173	FU0248	Abrazadera tipo una	153	420
ÍTEM 174	FU0251	Abrazadera tipo omega	151	410
ÍTEM 175	FU1511	Abrazadera tipo "o"	680	429
ÍTEM 176	FU0261	Cincho de plástico	1.436	99
ÍTEM 177	FU0700	Cinta de aislar	1.688	92
ÍTEM 178	FU0750	Canaleta plástica	2.419	89
ÍTEM 179	FU0771	Extractor de aire con rejilla	46.368	29
ÍTEM 180	FU0755	Fusible 30 y 60 amp	1.033	43
ÍTEM 181	FU0867	Caja octagonal	2.142	753
ÍTEM 182	FU0868	Caja cuadrada	1.310	602
ÍTEM 183	FU0244	Caja chalupa	1.336	685
ÍTEM 184	FU1426	Tubo flexible	91.804	120
ÍTEM 185	TC4061	Cable de acero cubierto con PVC	147.504	290
ÍTEM 186	TC1103	Cadena galvanizada	198.352	285
ÍTEM 187	TC4691	Abrazadera sin fin, banda de 1/2"	7.031	429
ÍTEM 188	TC0951	Nudo para cable	857	129
ÍTEM 189	TC2597	Ganchos en "s"	892	329
ÍTEM 190	TC2544	Bandola mosquetón de aluminio	2.344	212
ÍTEM 191	TC2606	Bandola de acero con seguro	2.885	215
ÍTEM 192	TC2610	Bandola mosquetón de acero	1.406	211
ÍTEM 193	TC2567	Bandola de latón doble	9.609	213
ÍTEM 194	TC2557	Bandola metálica con destorcedor	1.016	218
ÍTEM 195	TC0582	Arco solera profesional	15.494	100
ÍTEM 196	WF0533	Arco solera	9.609	87
ÍTEM 197	WF0531	Arco tubular	13.228	69
ÍTEM 198	WF0540	Arco para calar	8.775	78
ÍTEM 199	WF9362	Mini arco plástico	4.306	95
ÍTEM 200	WF9662	Arco solera	6.569	92
ÍTEM 201	WF0618	Serrucho	4.816	23
ÍTEM 202	TC1978	Segueta bimetálica	4.302	45

ÍTEM 203	TC4399	Cables pasa corrientes	54.094	26
ÍTEM 204	TC2016	Calibrador cabeza sencilla	5.641	95
ÍTEM 205	TC3357	Llave de banda metálica para filtro de aceite	8.740	28
ÍTEM 206	WF1011	Compresor de aire 12v	24.961	12
ÍTEM 207	TC1208	Barreta de punta	54.298	87
ÍTEM 208	TC0871	Barreta de una	6.260	90
ÍTEM 209	TC1931	Cinzel	3.958	56
ÍTEM 210	WF1005	Bomba de mano para inflar	10.130	16
ÍTEM 211	WF9874	Dinamómetro	11.772	65
ÍTEM 212	WF0724	Diablo plegable	103.169	54
ÍTEM 213	TC0883	Sujetadores elásticos juego 13 piezas	25.219	28
ÍTEM 214	TC5114	Juego de cardas y cepillo 4 piezas	20.546	30
ÍTEM 215	TC4671	Cepillo de alambre curvo ondulado	2.578	78
ÍTEM 216	WF0086	Juego de 3 minicepillos	3.873	72
ÍTEM 217	TC3265	Cepillo de alambre mango recto 51 pinceles	3.941	74
ÍTEM 218	TC3266	Cepillo de alambre mango recto con raspador 51 pinceles	4.482	69
ÍTEM 219	TC3264	Cepillo de alambre mango curvo 64 pinceles	3.776	83
ÍTEM 220	TC3267	Cepillo de alambre mango cuadrado	4.635	86
ÍTEM 221	WF0614	Piedra para asentar	4.357	53
ÍTEM 222	TC3964	Mango de madera para carretillas	44.230	98
ÍTEM 223	TC1064	Cinta para ducto	2.687	138
ÍTEM 224	TC1065	Cinta para enmascarar masking	2.367	150
ÍTEM 225	TC3878	Cinta para empacar	1.995	149
ÍTEM 226	TC1074	Cinta sella-rosca uso general	479	139
ÍTEM 227	TC1078	Cinta sella-rosca para gas	1.197	179
ÍTEM 228	WF2250	Cinta sella-rosca uso general	399	173
ÍTEM 229	TC3868	Hilo polipropileno para albañil	2.155	93
ÍTEM 230	TC3117	Corta vidrio 6 cuchillas	8.805	70
ÍTEM 231	TC0306	Corta vidrio 1 cuchilla	4.549	74
ÍTEM 232	WF1929	Cuchara para albañil Guadalajara	4.766	49
ÍTEM 233	F0138	Cuchara para albañil merida	4.460	42
ÍTEM 234	WF9812	Cuchara para albañil filadelfia	3.032	50
ÍTEM 235	WF0035	Flota esponja	8.372	52
ÍTEM 236	WF1697	Flota de hule	4.914	59
ÍTEM 237	TC4254	Llana mango de madera	15.186	62
ÍTEM 238	TC4255	Llana mango plástico	8.140	57

ÍTEM 239	WF2190	Desarmadores de precisión	5.242	39
ÍTEM 240	WF1685	Jgo desarmadores tipo matraca 6 puntas	4.637	40
ÍTEM 241	WF2184	Jgo desarmadores mango bimaternal	7.728	47
ÍTEM 242	WF2186	Jgo desarmadores mango bimaternal	12.121	49
ÍTEM 243	WF2102	Desarmador plano mango bimaternal	1.886	45
ÍTEM 244	WF2113	Desarmador Phillips mango bimaternal	2.208	45
ÍTEM 245	TC0701	Desarmador plano mango bimaternal	5.204	50
ÍTEM 246	TC0710	Desarmador Phillips mango bimaternal	3.679	52
ÍTEM 247	WF9651	Atornillador inalámbrico 1/4" 4.8v	42.144	55
ÍTEM 248	TC1252	Juego de puntas 1" torx 7 piezas	2.899	68
ÍTEM 249	TC1253	Juego de puntas 2" torx 7 piezas	4.508	63
ÍTEM 250	TC1242	Juego de puntas 1" 5 piezas	2.142	60
ÍTEM 251	TC1248	Juego de puntas 2" 5 piezas	2.930	63
ÍTEM 252	TC2327	Sierra circular 7.1/4 para madera	12.272	68
ÍTEM 253	TC2329	Sierra circular 10" para madera	21.622	54
ÍTEM 254	WF0591	Discos diamantado corte continuo	6.048	97
ÍTEM 255	TC4496	Discos diamantado corte continuo	10.861	93
ÍTEM 256	WF0593	Discos diamantado corte segmentado	8.014	81
ÍTEM 257	TC2434	Discos diamantado corte segmentado	12.575	85
ÍTEM 258	TC4492	Discos diamantado corte turbo	8.694	88
ÍTEM 259	TC3456	Disco para corte extrafino de metal y acero inoxidable	2.822	83
ÍTEM 260	TC1903	Disco para corte fino de metal tipo 1	2.243	86
ÍTEM 261	TC1905	Disco para corte fino de metal tipo 27	1.890	98
ÍTEM 262	TC1908	Disco para desbaste de metal tipo 27	3.578	93
ÍTEM 263	WF0700	Disco para corte extrafino metal tipo 1	1.638	90
ÍTEM 264	TC5308	Engrapadora 2 en 1 uso rudo	37.271	91
ÍTEM 265	TC0589	Engrapadora 3 en 1	28.804	89
ÍTEM 266	TC0587	Engrapadora	23.940	84
ÍTEM 267	TC0659	Grapas	2.419	152
ÍTEM 268	TC0842	Escuadra de combinación	13.835	76
ÍTEM 269	TC0840	Escuadra cantero	14.515	65
ÍTEM 270	TC0834	Escuadra profesional con mango de aluminio	8.039	69
ÍTEM 271	TC0843	Falsa escuadra	7.333	60
ÍTEM 272	WF3101	Espátula flexible mango plástico	2.092	125
ÍTEM 273	WF3108	Espátula rígida mango plástico	4.990	139
ÍTEM 274	TC1417	Flexómetro magnético	6.476	43

ÍTEM 275	WF9665	Flexómetro bimaternal	3.251	59
ÍTEM 276	WF3503	Flexómetro solido	2.948	42
ÍTEM 277	TC0398	Tiralíneas plástico con nivel y gis	5.594	32
ÍTEM 278	TC0399	Gis de repuesto	2.495	49
ÍTEM 279	YD0016	Juego de llaves individuales para lavabo	32.760	27
ÍTEM 280	YD0017	Juego de llaves individuales para lavabo	26.435	29
ÍTEM 281	WF0565	Linterna con pilas 1 led	7.787	15
ÍTEM 282	WF1639	Linterna recargable led	5.342	27
ÍTEM 283	WF9641	Linterna recargable ergonómica 4 leds	5.872	30
ÍTEM 284	WF0568	Linterna de aluminio con pilas 9 led	6.376	32
ÍTEM 285	TC0897	Chiflón de latón	7.459	45
ÍTEM 286	TC3486	Jgo conexiones de latón	4.057	56
ÍTEM 287	TC1859	Adaptador "y" metálico	6.451	53
ÍTEM 288	TC2062	Empaques para manguera	1.436	121
ÍTEM 289	TC0864	Llave para jardín	5.216	23
ÍTEM 290	TC0859	Aspersor plástico estaca metálica	8.039	43
ÍTEM 291	WF0602	Aspersor plástico 2 vías estaca plástico	5.015	42
ÍTEM 292	TC1878	Aspersor plástico	3.503	40
ÍTEM 293	WF0012	Fumigador jardinero 5l	42.059	39
ÍTEM 294	TC3563	Atomizador	5.015	55
ÍTEM 295	TC3218	Hilo de nylon para destrozadora	3.301	30
ÍTEM 296	TC4312	Broca para concreto	1.134	143
ÍTEM 297	TC0489	Broca alto desempeño	3.100	138
ÍTEM 298	WF0207	Broca hss para fierro	504	129
ÍTEM 299	WF1101	Broca para concreto	605	143
ÍTEM 300	WF0460	Juego de brocas para concreto 4 piezas	7.031	90
ÍTEM 301	WF1119	Juego de brocas para concreto 4 piezas	4.612	99
ÍTEM 302	WF9716	Juego de brocas hss 5 piezas	6.905	112
ÍTEM 303	WF0448	Kit de brocas hss 13 piezas	19.883	98
ÍTEM 304	C2442	Broca para vidrio y azulejo	2.621	116

Fuente: Empresa objeto de estudio, 2021.

## ANEXO B. ENCUESTA FUNCIONARIOS HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD SA

N°	ÍTEM	Escala de Ikert				
		Totalment e de acuerdo	De acuerdo	Neutr al	En desacuer do	Totalment e en desacuer do
<b>1</b>	<b>Cuestionario de control interno de inventario.</b>					
1,1	¿La organización tiene un plan estratégico?					
1,2	¿La organización tiene algún proceso enfocado para el manejo de los inventarios?					
1,3	¿Considera usted que el requerimiento de productos de la empresa está definido en base a objetivos?					
1,4	¿Usted tiene claro los efectos positivos que un adecuado manejo de inventarios puede tener sobre su empresa?					
1,5	¿Existe algún tipo de mecanismo para clasificar los productos que tiene la organización?					
1,6	¿Existe un control de localización de clases de artículos?					
1,7	¿Existe una metodología para realizarle un manejo adecuado a los productos clasificados cómo perecederos?					
1,8	¿Existe algún control particular este tipo de artículos perecederos?					
1,9	¿Existen pérdidas en el inventario por causa en la obsolescencia de los artículos?					
<b>2</b>	<b>Pronósticos</b>					
2,1	¿Existe algún tipo de metodologías para pronosticar la demanda de los ítems?					
2,2	¿Se tiene definido el volumen de ventas?					
2,3	¿Qué cantidad de productos se han vendido?					
2,4	¿Se tiene definido una periodicidad para las solicitudes de artículos?					
2,5	En caso tal de que no exista el proceso. ¿Cómo identifican el tiempo adecuado para realizar la solicitud?					
2,6	En caso tal que no exista el proceso. ¿Cuál es la metodología para conocer cuál es la cantidad ideal de cada ítem a solicitar?					
2,7	¿Existe una persona encargada de realizar estas solicitudes?					

2,8	En caso tal que no exista una persona encargada como tal. ¿Quién se encarga?					
2,9	¿Cuánto tiempo se demora realizando esta labor?					
<b>3</b>	<b>Control físico de entradas y salidas</b>					
3,1	¿Existe un método establecido de control de entrada y salida de artículos?					
3,2	¿Existe un procedimiento de que un ente externo realice el recuento de artículos?					
3,3	¿Qué herramienta se utiliza para realizar un control?					
3,4	¿Existe un procedimiento que evite la salida de existencias sin autorización?					
3,5	¿Existe una persona encargada de la recepción de los artículos?					
3,6	En caso tal que no exista una persona encargada como tal. ¿Quién se encarga?					
3,7	¿Existe regularidad en el tiempo entre pedidos? ¿Cuándo se pide?					
3,8	¿Existe regularidad en el volumen de los pedidos? ¿Cuánto se pide?					
3,9	¿Existe regularidad en la composición de los pedidos? ¿Qué artículos se tienen presentes para estos pedidos?					

Fuente: Elaboración propia, 2021

## ANEXO C. ENCUESTA CLIENTES HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD SA

N°	ÍTEM	Escala de Likert				
		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neut ral	EN desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1	<b>Clientes</b>					
1,1	En la empresa siempre hay disponibilidad de los productos que usted requiere					
1,2	El nivel de espera cuando realiza un requerimiento en la empresa es alto					
1,3	La empresa maneja productos sustitutos para suplir sus requerimientos					
1,4	Cuando no hay lo que se necesita, se genera un alto nivel de espera mientras se gestiona el faltante					
1,5	Han existido equivocaciones en los pedidos					
1,6	EL nivel de espera es alto cuando realiza un reclamo en la empresa					
1,7	La empresa toma en cuenta las quejas y sugerencias del cliente					
1,8	Implementando un sistema de control de inventarios podría mejorar su nivel de servicio					

CLIEN  
TE

Fuente: Elaboración propia, 2021

## ANEXO D. ENCUESTA PROVEEDORES HERRAMIENTAS Y SEGURIDAD SA

N°	ÍTEM	Escala de Likert				
		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	EN desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1	<b>Proveedores</b>					
1,1	Existe regularidad en el tiempo entre pedidos					
1,2	Existe regularidad en el volumen de los pedidos					
1,3	Existe regularidad en la composición de los pedidos					
1,4	Los sistemas en la empresa permiten presentar información confiable					
1,5	Para realizar su pedido en los tiempos adecuados y en las cantidades solicitadas se tiene la información necesaria					
1,6	Usted como proveedor ¿Cree usted que implementando un sistema de control de inventarios mejoría su nivel de regularidad y planificación para cumplir con los requerimientos?					

PROVEEDOR

Fuente: Elaboración propia, 2021

## ANEXO E. Matriz normalizada

N°	DEMANDA	MARGEN	LEAD TIME (DIAS)
ITEM 187	0,16161	0,01404	0,01389
ITEM 85	0,04851	0,01331	0,04627
ITEM 198	0,04318	0,01752	0,05198
ITEM 196	0,04554	0,01918	0,04929
ITEM 200	0,05890	0,01515	0,03811
ITEM 195	0,05421	0,03093	0,04141
ITEM 197	0,02534	0,02641	0,08857
ITEM 247	0,02696	0,11055	0,08327
ITEM 40	0,02310	0,05294	0,09716
ITEM 191	0,16990	0,00665	0,01321
ITEM 193	0,12901	0,01918	0,01740
ITEM 190	0,14334	0,00615	0,01566
ITEM 207	0,05236	0,14244	0,04287
ITEM 120	0,01250	0,07947	0,17961
ITEM 122	0,01397	0,04638	0,16071
ITEM 185	0,18092	0,38694	0,01241
ITEM 203	0,01118	0,14190	0,20081
ITEM 186	0,14337	0,45749	0,01566
ITEM 183	0,24573	0,00394	0,00914
ITEM 182	0,36737	0,00386	0,00611
ITEM 181	0,50011	0,00631	0,00449
ITEM 17	0,00681	0,07721	0,32975
ITEM 30	0,01717	0,02837	0,13076
ITEM 29	0,03090	0,03586	0,07265
ITEM 133	0,05117	0,02734	0,04387
ITEM 114	0,01039	0,11223	0,21609
ITEM 51	0,00589	0,13511	0,38111
ITEM 230	0,03764	0,01229	0,05964
ITEM 212	0,02711	0,23795	0,08281
ITEM 256	0,04494	0,02362	0,04995
ITEM 254	0,06233	0,01782	0,03602
ITEM 255	0,05049	0,03201	0,04446
ITEM 257	0,03912	0,03706	0,05739
ITEM 258	0,05455	0,02562	0,04115
ITEM 16	0,00923	0,47225	0,24308
ITEM 15	0,01023	0,16331	0,21951
ITEM 266	0,05123	0,07055	0,04382
ITEM 264	0,05026	0,10984	0,04466
ITEM 265	0,04601	0,08489	0,04879
ITEM 269	0,03673	0,04278	0,06111
ITEM 268	0,03541	0,04077	0,06339

ITEM 273	0,07084	0,01470	0,03169
ITEM 179	0,01103	0,13665	0,20356
ITEM 293	0,01314	0,12395	0,17078
ITEM 172	0,35674	0,00602	0,00629
ITEM 171	0,25325	0,00902	0,00886
ITEM 126	0,12403	0,02854	0,01810
ITEM 128	0,11875	0,01554	0,01890
ITEM 127	0,12007	0,02607	0,01870
ITEM 132	0,02647	0,05823	0,08482
ITEM 242	0,02671	0,03572	0,08404
ITEM 31	0,01554	0,04419	0,14446
ITEM 302	0,05352	0,02035	0,04195
ITEM 280	0,01181	0,07791	0,19003
ITEM 303	0,04871	0,05860	0,04609
ITEM 130	0,26715	0,00775	0,00840
ITEM 237	0,02211	0,03984	0,10152
ITEM 62	0,01980	0,19598	0,11337
ITEM 222	0,05033	0,10201	0,04460
ITEM 155	0,00994	0,05455	0,22577
ITEM 156	0,01344	0,04975	0,16705
ITEM 123	0,10962	0,01820	0,02048
ITEM 131	0,07084	0,02667	0,03169
ITEM 45	0,01273	0,07585	0,17638
ITEM 129	0,12644	0,04719	0,01775
ITEM 253	0,03612	0,06372	0,06214
ITEM 252	0,02919	0,03617	0,07690
ITEM 13	0,01140	0,06457	0,19699
ITEM 14	0,00906	0,10354	0,24785
ITEM 184	0,06142	0,24083	0,03655

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## ANEXO F. Matriz ponderada

N°	DEMANDA	MARGEN	LEAD TIME (DIAS)
ITEM 187	0,0646	0,0056	0,0028
ITEM 85	0,0194	0,0053	0,0093
ITEM 198	0,0173	0,0070	0,0104
ITEM 196	0,0182	0,0077	0,0099
ITEM 200	0,0236	0,0061	0,0076
ITEM 195	0,0217	0,0124	0,0083
ITEM 197	0,0101	0,0106	0,0177
ITEM 247	0,0108	0,0442	0,0167
ITEM 40	0,0092	0,0212	0,0194
ITEM 191	0,0680	0,0027	0,0026
ITEM 193	0,0516	0,0077	0,0035
ITEM 190	0,0573	0,0025	0,0031
ITEM 207	0,0209	0,0570	0,0086
ITEM 120	0,0050	0,0318	0,0359
ITEM 122	0,0056	0,0186	0,0321
ITEM 185	0,0724	0,1548	0,0025
ITEM 203	0,0045	0,0568	0,0402
ITEM 186	0,0573	0,1830	0,0031
ITEM 183	0,0983	0,0016	0,0018
ITEM 182	0,1469	0,0015	0,0012
ITEM 181	0,2000	0,0025	0,0009
ITEM 17	0,0027	0,0309	0,0659
ITEM 30	0,0069	0,0113	0,0262
ITEM 29	0,0124	0,0143	0,0145
ITEM 133	0,0205	0,0109	0,0088
ITEM 114	0,0042	0,0449	0,0432
ITEM 51	0,0024	0,0540	0,0762
ITEM 230	0,0151	0,0049	0,0119
ITEM 212	0,0108	0,0952	0,0166
ITEM 256	0,0180	0,0094	0,0100
ITEM 254	0,0249	0,0071	0,0072
ITEM 255	0,0202	0,0128	0,0089
ITEM 257	0,0156	0,0148	0,0115
ITEM 258	0,0218	0,0102	0,0082
ITEM 16	0,0037	0,1889	0,0486
ITEM 15	0,0041	0,0653	0,0439
ITEM 266	0,0205	0,0282	0,0088

ITEM 264	0,0201	0,0439	0,0089
ITEM 265	0,0184	0,0340	0,0098
ITEM 269	0,0147	0,0171	0,0122
ITEM 268	0,0142	0,0163	0,0127
ITEM 273	0,0283	0,0059	0,0063
ITEM 179	0,0044	0,0547	0,0407
ITEM 293	0,0053	0,0496	0,0342
ITEM 172	0,1427	0,0024	0,0013
ITEM 171	0,1013	0,0036	0,0018
ITEM 126	0,0496	0,0114	0,0036
ITEM 128	0,0475	0,0062	0,0038
ITEM 127	0,0480	0,0104	0,0037
ITEM 132	0,0106	0,0233	0,0170
ITEM 241	0,0107	0,0143	0,0168
ITEM 31	0,0062	0,0177	0,0289
ITEM 302	0,0214	0,0081	0,0084
ITEM 279	0,0047	0,0312	0,0380
ITEM 303	0,0195	0,0234	0,0092
ITEM 130	0,1069	0,0031	0,0017
ITEM 237	0,0088	0,0159	0,0203
ITEM 62	0,0079	0,0784	0,0227
ITEM 222	0,0201	0,0408	0,0089
ITEM 155	0,0040	0,0218	0,0452
ITEM 156	0,0054	0,0199	0,0334
ITEM 123	0,0438	0,0073	0,0041
ITEM 131	0,0283	0,0107	0,0063
ITEM 45	0,0051	0,0303	0,0353
ITEM 129	0,0506	0,0189	0,0036
ITEM 253	0,0144	0,0255	0,0124
ITEM 252	0,0117	0,0145	0,0154
ITEM 13	0,0046	0,0258	0,0394
ITEM 14	0,0036	0,0414	0,0496
ITEM 184	0,0246	0,0963	0,0073

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## ANEXO G. Coeficientes de cercanía

<b>N </b>	<b>Coeficiente de cercanía</b>
ITEM 187	0,2069
ITEM 85	0,0678
ITEM 198	0,0650
ITEM 196	0,0676
ITEM 200	0,0794
ITEM 195	0,0824
ITEM 197	0,0717
ITEM 247	0,1585
ITEM 40	0,0967
ITEM 191	0,2148
ITEM 193	0,1685
ITEM 190	0,1829
ITEM 207	0,2023
ITEM 120	0,1545
ITEM 122	0,1199
ITEM 185	0,5268
ITEM 203	0,2211
ITEM 186	0,5417
ITEM 183	0,2982
ITEM 182	0,4093
ITEM 181	0,4958
ITEM 17	0,2200
ITEM 30	0,0932
ITEM 29	0,0745
ITEM 133	0,0771
ITEM 114	0,1981
ITEM 51	0,2773
ITEM 230	0,0600
ITEM 212	0,3029
ITEM 256	0,0695
ITEM 254	0,0843
ITEM 255	0,0797
ITEM 257	0,0761
ITEM 258	0,0794
ITEM 16	0,4937
ITEM 15	0,2475
ITEM 266	0,1172
ITEM 264	0,1624
ITEM 265	0,1306
ITEM 269	0,0806

ITEM 268	0,0785
ITEM 273	0,0936
ITEM 179	0,2168
ITEM 293	0,1939
ITEM 172	0,4017
ITEM 171	0,3076
ITEM 126	0,1656
ITEM 128	0,1546
ITEM 127	0,1596
ITEM 132	0,0985
ITEM 241	0,0769
ITEM 31	0,1101
ITEM 302	0,0756
ITEM 279	0,1577
ITEM 303	0,1026
ITEM 130	0,3213
ITEM 237	0,0866
ITEM 62	0,2599
ITEM 222	0,1531
ITEM 155	0,1581
ITEM 156	0,1254
ITEM 123	0,1438
ITEM 131	0,0984
ITEM 45	0,1500
ITEM 129	0,1775
ITEM 253	0,1026
ITEM 252	0,0755
ITEM 13	0,1505
ITEM 14	0,2030
ITEM 184	0,3172
	12,2718

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## ANEXO H. Clasificación

Clasificación ABC Multicriterio TOPSIS						
No	ITEM	cc	% cc	% CC ACUMULADO	% ACUMULADO DE TOTAL DE ITEM	CLASE
1	Cadena galvanizada	0,5417	4,41%	4,41%	1,43%	Clase AA
2	Cable de acero cubierto con pvc	0,5268	4,29%	8,71%	2,86%	
3	Caja octagonal	0,4958	4,04%	12,75%	4,29%	
4	Ducha evidence con presurizador 4 temperaturas	0,4937	4,02%	16,77%	5,71%	
5	Caja cuadrada	0,4093	3,34%	20,11%	7,14%	
6	Grapa para cable, curvo blanca	0,4017	3,27%	23,38%	8,57%	
7	Lentes	0,3213	2,62%	26,00%	10,00%	
8	Tubo flexible	0,3172	2,58%	28,58%	11,43%	
9	Grapa para cable, recta blanca	0,3076	2,51%	31,09%	12,86%	
10	Diablo plegable	0,3029	2,47%	33,56%	14,29%	
11	Caja chalupa	0,2982	2,43%	35,99%	15,71%	
12	Cavador tipo atlas 45"	0,2773	2,26%	38,25%	17,14%	
13	Luminarias de emergencia	0,2599	2,12%	40,36%	18,57%	
14	Ducha evidence 4 temperaturas 110v - 5400w	0,2475	2,02%	42,38%	20,00%	
15	Cables pasacorrientes	0,2211	1,80%	44,18%	21,43%	
16	Calentador electrico 110v - 4800w	0,2200	1,79%	45,98%	22,86%	
17	Extractor de aire con rejilla	0,2168	1,77%	47,74%	24,29%	
18	Bandola de acero con seguro	0,2148	1,75%	49,49%	25,71%	
19	Abrazadera sin fin, banda de 1/2"	0,2069	1,69%	51,18%	27,14%	
20	Super ducha 4 temperaturas 110v - 5400w	0,2030	1,65%	52,83%	28,57%	
21	Barreta de punta	0,2023	1,65%	54,48%	30,00%	
22	Cautin tipo pistola 100 w	0,1981	1,61%	56,10%	31,43%	
23	Fumigador jardinero 5l	0,1939	1,58%	57,68%	32,86%	
24	Bandola mosqueton de aluminio	0,1829	1,49%	59,17%	34,29%	

25	Rodillera flexible	0,1775	1,45%	60,61%	35,71%
26	Bandola de laton doble	0,1685	1,37%	61,98%	37,14%
27	Guantes piel de carnaza para soldador	0,1656	1,35%	63,33%	38,57%
28	Engrapadora 2 en 1 uso rudo	0,1624	1,32%	64,66%	40,00%
29	Guantes tela y carnaza reforzados	0,1596	1,30%	65,96%	41,43%
30	Atornillador inalambrico 1/4" 4.8v	0,1585	1,29%	67,25%	42,86%
31	Marros mango de madera	0,1581	1,29%	68,54%	44,29%
32	Juego de llaves individuales para lavabo	0,1577	1,28%	69,82%	45,71%
33	Guantes tela y carnaza	0,1546	1,26%	71,08%	47,14%
34	Bota de hule industrial	0,1545	1,26%	72,34%	48,57%
35	Mango de madera para carretillas	0,1531	1,25%	73,59%	50,00%
36	Super ducha 3 temperaturas 110v - 5200w	0,1505	1,23%	74,81%	51,43%
37	Rastrillo recto de 16 dientes acero 1/4	0,1500	1,22%	76,04%	52,86%
38	Mascarilla para polvo	0,1438	1,17%	77,21%	54,29%
39	Engrapadora 3 en 1	0,1306	1,06%	78,27%	55,71%
40	Martillo de bola semipulido	0,1254	1,02%	79,29%	57,14%
41	Bota de hule sanitaria	0,1199	0,98%	80,27%	58,57%
42	Engrapadora	0,1172	0,95%	81,23%	60,00%
43	Juego de 2 piezas de laton	0,1101	0,90%	82,12%	61,43%
44	Sierra circular 10" para madera	0,1026	0,84%	82,96%	62,86%
45	Kit de brocas hss 13 piezas	0,1026	0,84%	83,80%	64,29%
46	Impermeable 2 piezas	0,0985	0,80%	84,60%	65,71%
47	Orejera ajustable	0,0984	0,80%	85,40%	67,14%
48	Azadon	0,0967	0,79%	86,19%	68,57%
49	Espatula rigida mango plastico	0,0936	0,76%	86,95%	70,00%
50	Candado de laton	0,0932	0,76%	87,71%	71,43%
51	Llana mango de madera	0,0866	0,71%	88,42%	72,86%
52	Discos diamantado corte continuo	0,0843	0,69%	89,10%	74,29%
53	Arco solera profesional	0,0824	0,67%	89,77%	75,71%
54	Escuadra cantero	0,0806	0,66%	90,43%	77,14%
55	Discos diamantado corte continuo	0,0797	0,65%	91,08%	78,57%

Clase AC

56	Discos diamantado corte turbo	0,0794	0,65%	91,73%	80,00%
57	Arco solera	0,0794	0,65%	92,37%	81,43%
58	Escuadra de combinacion	0,0785	0,64%	93,01%	82,86%
59	Cascos de seguridad	0,0771	0,63%	93,64%	84,29%
60	Jgo desarmadores mango bimaterial	0,0769	0,63%	94,27%	85,71%
61	Discos diamantado corte segmentado	0,0761	0,62%	94,89%	87,14%
62	Juego de brocas hss 5 piezas	0,0756	0,62%	95,51%	88,57%
63	Sierra circular 7.1/4 para madera	0,0755	0,61%	96,12%	90,00%
64	Candado laminado	0,0745	0,61%	96,74%	91,43%
65	Arco tubular	0,0717	0,58%	97,34%	92,86%
66	Discos diamantado corte segmentado	0,0695	0,57%	97,93%	94,29%
67	Apagador de palanca doble	0,0678	0,55%	98,49%	95,71%
68	Arco solera	0,0676	0,55%	99,05%	97,14%
69	Arco para calar	0,0650	0,53%	99,60%	98,57%
70	Cortavidrio 6 cuchillas	0,0600	0,49%	100%	100,00%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## ANEXO I. Revisión continua 1

REVISIÓN CONTINUA (s,Q)							
No	Referencia	Sigma 1	Demanda Pronosticada	Costo de mantener ( r )	Costo de Ordenar (A) (\$)	B2v (\$)	Costo Unitario (v) (\$)
1	CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC	32,09	269,17	6,87%	17.238	14.588	147.504
2	CAJA OCTAGONAL	7,56	15,65	6,87%	17.238	5.350	54.094
3	DUCHA EVIDENCE CON PRESURIZADOR 4 TEMPERATURAS	66,29	348,95	6,87%	17.238	148	1.336
4	CAJA CUADRADA	106,78	487,95	6,87%	17.238	146	1.310
5	GRAPA PARA CABLE, CURVO BLANCA	110,73	617,55	6,87%	17.238	238	2.142
6	LENTE	4,58	8,97	6,87%	17.238	2.911	69.861
7	TUBO FLEXIBLE	3,77	8,62	6,87%	17.238	5.094	67.678
8	GRAPA PARA CABLE, RECTA BLANCA	9,96	39,25	6,87%	17.238	8.971	103.169
9	DIABLO PLEGABLE	11,87	11,71	6,87%	17.238	17.805	130.567
10	CAJA CHALUPA	5,50	11,00	6,87%	17.238	6.157	55.415
11	CAVADOR TIPO ATLAS 45"	107,75	476,32	6,87%	17.238	227	3.553
12	LUMINARIAS DE EMERGENCIA	53,25	319,26	6,87%	17.238	340	3.440
13	DUCHA EVIDENCE 4 TEMPERATURAS 110V - 5400W	63,23	346,00	6,87%	17.238	292	3.880
14	CABLES PASACORRIENTES	5,69	28,40	6,87%	17.238	7.389	54.183
15	CALENTADOR ELECTRICO 110V - 4800W	12,09	84,02	6,87%	17.238	9.080	91.804

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## ANEXO J. Revisión continua 2

REVISIÓN CONTINUA (s,Q)						
P2 (Nivel de servicio)	K	Gz(k)	Cantidad a Ordenar (Q)	Lead time	XL (demanda estimada en período de reposición)	Sigma L
98%	2,14	0,02	2	0,00	1,04	2,00
98%	0,00	0,01	1	0,06	0,98	1,89
98%	0,94	0,76	131	0,00	0,99	3,54
98%	1,74	0,68	158	0,00	0,93	4,66
98%	1,69	0,54	109	0,00	0,87	4,14
98%	1,38	0,01	1	0,10	0,92	1,47
98%	1,34	0,02	1	0,12	1,02	1,30
98%	1,79	0,01	1	0,03	1,01	1,60
98%	1,39	0,01	1	0,08	0,89	3,27
98%	1,66	0,01	1	0,07	0,75	1,44
98%	0,97	0,25	58	0,00	0,94	4,77
98%	2,20	0,36	49	0,00	0,88	2,80
98%	1,33	0,28	45	0,00	0,91	3,24
98%	1,53	0,02	1	0,04	1,00	1,07
98%	1,29	0,02	1	0,01	0,96	1,29

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### ANEXO K. Revisión continua 3

REVISIÓN CONTINUA (s,Q)					
SS (inventario de seguridad)	s	Costo de Ordenar	Costo de Mantener	Costo de Faltantes	Costo Total Relevante
5	7	\$ 27.839.788	\$ 60.842	\$ 47.053.783	\$ 74.954.413
0	1	\$ 14.025.238	\$ 1.859	\$ 1.901.386	\$ 15.928.484
4	5	\$ 2.387.677	\$ 6.381	\$ 16.791	\$ 2.410.850
9	10	\$ 2.768.233	\$ 7.928	\$ 25.163	\$ 2.801.323
8	9	\$ 5.078.409	\$ 9.203	\$ 67.060	\$ 5.154.672
3	4	\$ 8.042.680	\$ 16.810	\$ 460.250	\$ 8.519.739
2	4	\$ 7.722.528	\$ 11.632	\$ 684.856	\$ 8.419.016
3	5	\$ 35.179.691	\$ 24.824	\$ 6.766.282	\$ 41.970.796
5	6	\$ 10.500.274	\$ 49.369	\$ 8.181.608	\$ 18.731.250
3	4	\$ 9.860.013	\$ 13.334	\$ 1.170.598	\$ 11.043.944
5	6	\$ 7.361.335	\$ 8.305	\$ 106.724	\$ 7.476.364
7	8	\$ 5.840.360	\$ 7.449	\$ 74.494	\$ 5.922.304
5	6	\$ 6.892.090	\$ 7.335	\$ 87.249	\$ 6.986.674
2	4	\$ 25.453.983	\$ 9.312	\$ 2.694.839	\$ 28.158.134
2	3	\$ 75.311.426	\$ 15.778	\$ 11.816.734	\$ 87.143.938

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## ANEXO L. Revisión periódica 1

REVISIÓN PERIODICA (R,S)							
No	Referencia	Sigma 1	Demanda Pronosticada	Costo de mantener ( r )	Costo de Ordenar (A')	B2v	Costo Unitario (v)
1	CABLE DE ACERO CUBIERTO CON PVC	32,09	269,17	6,87%	17.238	14.588	147.504
2	CABLES PASACORRIENTES	7,56	15,65	6,87%	17.238	5.350	54.094
3	CAJA CHALUPA	66,29	348,95	6,87%	17.238	148	1.336
4	CAJA CUADRADA	106,78	487,95	6,87%	17.238	146	1.310
5	CAJA OCTAGONAL	110,73	617,55	6,87%	17.238	238	2.142
6	CALENTADOR ELECTRICO 110V - 4800W	4,58	8,97	6,87%	17.238	2.911	69.861
7	CAVADOR TIPO ATLAS 45"	3,77	8,62	6,87%	17.238	5.094	67.678
8	DIABLO PLEGABLE	9,96	39,25	6,87%	17.238	8.971	103.169
9	DUCHA EVIDENCE CON PRESURIZADOR 4 TEMPERATURAS	11,87	11,71	6,87%	17.238	17.805	130.567
10	DUCHA EVIDENCE 4 TEMPERATURAS 110V - 5400W	5,50	11,00	6,87%	17.238	6.157	55.415
11	GRAPA PARA CABLE, CURVO BLANCA	107,75	476,32	6,87%	17.238	227	3.553
12	GRAPA PARA CABLE, RECTA BLANCA	53,25	319,26	6,87%	17.238	340	3.440
13	LENTES	63,23	346,00	6,87%	17.238	292	3.880
14	LUMINARIAS DE EMERGENCIA	5,69	28,40	6,87%	17.238	7.389	54.183
15	TUBO FLEXIBLE	12,09	84,02	6,87%	17.238	9.080	91.804

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## ANEXO M. Revisión periódica 2

REVISIÓN PERIODICA (R,S)							
Pv (Precio de venta)	P2 (Nivel de servicio)	K	Gz(k)	Lead time (días)	Lead time (mensual)	R(año)	R(mensual)
\$ 162.092	98%	1,71	0,07	0	0,00	0,03	1
\$ 59.444	98%	1,38	0,06	2	0,06	0,22	3
\$ 1.484	98%	1,61	0,19	0	0,00	0,30	4
\$ 1.456	98%	1,64	0,14	0	0,00	0,26	4
\$ 2.380	98%	1,25	0,14	0	0,00	0,18	3
\$ 72.772	98%	1,70	0,06	3	0,10	0,26	4
\$ 72.772	98%	1,37	0,07	4	0,12	0,27	4
\$ 112.140	98%	1,55	0,07	1	0,03	0,10	2
\$ 148.372	98%	1,32	0,03	2	0,08	0,17	2
\$ 61.572	98%	1,54	0,06	2	0,07	0,26	4
\$ 3.780	98%	1,50	0,12	0	0,00	0,16	2
\$ 3.780	98%	1,52	0,16	0	0,00	0,20	3
\$ 4.172	98%	1,71	0,13	0	0,00	0,18	3
\$ 61.572	98%	1,61	0,14	1	0,04	0,16	2
\$ 100.884	98%	1,70	0,12	0	0,01	0,07	1

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### ANEXO N. Revisión periódica 3

REVISIÓN PERIODICA (R,S)							
X(L+R) (demanda estimada en periodo de reposición)	Sigma (L+R)	SS (inventario de seguridad)	S	Costo de Ordenar	Costo de Mantener	Costo de Faltantes	Costo Total Relevante
270,2	32,2	55	326	\$ 531.326	\$ 1.088.896	\$ 942.429	\$ 2.562.651
47,9	13,2	19	67	\$ 77.576	\$ 145.481	\$ 20.090	\$ 243.147
1396,8	132,6	214	1611	\$ 57.565	\$ 77.171	\$ 12.428	\$ 147.164
1952,7	213,6	351	2304	\$ 67.427	\$ 98.986	\$ 17.051	\$ 183.464
1853,5	191,8	240	2094	\$ 96.981	\$ 132.290	\$ 35.274	\$ 264.546
36,8	9,3	16	53	\$ 66.760	\$ 142.463	\$ 6.268	\$ 215.491
35,5	7,7	11	46	\$ 64.388	\$ 113.164	\$ 10.533	\$ 188.085
79,5	14,2	22	102	\$ 169.676	\$ 325.541	\$ 84.502	\$ 579.720
24,3	17,1	23	47	\$ 104.284	\$ 306.883	\$ 50.056	\$ 461.223
44,8	11,1	18	62	\$ 65.834	\$ 130.949	\$ 16.255	\$ 213.039
953,6	152,4	229	1183	\$ 109.699	\$ 165.557	\$ 25.927	\$ 301.183
958,7	92,3	141	1099	\$ 88.366	\$ 121.530	\$ 26.067	\$ 235.963
1038,9	109,6	188	1227	\$ 97.700	\$ 147.672	\$ 24.251	\$ 269.623
57,8	8,1	14	71	\$ 104.595	\$ 153.279	\$ 50.355	\$ 308.230
85,0	12,2	21	106	\$ 234.187	\$ 364.593	\$ 183.085	\$ 781.864

Fuente: Elaboración propia, 2021.