

**Estudio y Diseño de un Sistema de Gestión de Inventarios Para Implementar en la
Empresa Cerámica La Independencia de la Ciudad de Bogotá**

Alexander Ortiz Valiente

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Programa de Tecnología Industrial
Bogotá, Colombia
Junio de 2022

**Estudio y Diseño de un Sistema de Gestión de Inventarios Para Implementar en la
Empresa Cerámica La Independencia de la Ciudad de Bogotá**

Alexander Ortiz Valiente

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Tecnólogo Industrial

Director (a):

José Daniel Gómez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Programa de Tecnología Industrial

Bogotá, Colombia

Junio de 2022

Declaración de Derechos de Propiedad Intelectual

Los autores de la presente propuesta manifestamos que conocemos el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conocemos el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD.

Dedicatoria

A mi hermano Ing. Yuber Ortiz Valiente, por ser el motivador y acompañante de mi proceso de formación, a mis padres y mi familia que han sido la razón por la cual busco mejorar cada día.

A los maestros y docentes que me acompañaron y brindaron sus conocimientos al servicio de mi aprendizaje y plantaron esa semilla de conocimiento que hoy empieza a dar sus frutos.

A la academia por permitir el proceso de formación a través de todos sus recursos disponibles al servicio de los estudiantes

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos a: A la universidad porque gracias a la disposición de las diferentes tecnologías y los diferentes recursos es posible la formación académica para aquellas personas que necesitan de flexibilidad de tiempo para su formación profesional llevando a mejorar su calidad de vida.

Al todas aquellas personas y familiares que me apoyaron en este largo proceso de formación que para no fue fácil pero que con su ayuda he logrado sortear para lograr culminar una meta propuesta.

Resumen

Un problema común que enfrentan los propietarios de bodegas de comercio y ferreterías es la gestión de sus inventarios debido a la variedad de factores que impactan la eficiencia de su ejecución. Al crecimiento empírico de muchas de ellas, la variabilidad de las condiciones en las cuales desarrollan sus operaciones y la dependencia de terceras partes se suman además las tendencias de diseño, el rápido crecimiento de nuevas referencias, la generación de nuevos materiales y sobre todo los diseños de temporada. En la actividad de gestión de inventarios se incluye desde la gestión de la demanda, su entendimiento, las promociones, las economías de escala, hasta los espacios de almacenamiento y lotes de transporte para el aprovisionamiento, esto con el fin de enfrentar decisiones típicas como la selección del tamaño de lote para generar un pedido y la frecuencia con la cual se debe realizar. Una de las decisiones típicas más comunes de este tipo de empresas es decidir cuál es la frecuencia ideal para realizar sus pedidos, cual es el volumen más adecuado de inventario que debe almacenar para no perder ventas, pero también cuanto debe pedir para reducir los costos asociados al abastecimiento como la gestión administrativa o el transporte, y en la práctica esto depende no solo de un factor. Encontrar la solución óptima para generar la mejor eficiencia en las operaciones de ventas no es fácil y algunos modelos de optimización pueden ayudar en este objetivo, sin embargo, los factores que consideran los modelos teóricos son limitados y en ocasiones difíciles de aplicar por lo cual las empresas terminan estableciendo metodologías empíricas de gestión de inventarios basadas en diversidad de estrategias que cada empresa considera es la más conveniente de acuerdo con su negocio. Por esta razón, con el presente trabajo se pretende desarrollar y validar un sistema de gestión de inventarios en la empresa Cerámicas La Independencia ubicada en la ciudad de Bogotá. Se parte de una evaluación del estado actual en que se encuentra o se lleva la gestión del

inventario para que una vez caracterizados los factores que influyen se pueda además analizar y describir la demanda a fin de generar una propuesta que permita gestionar el inventario permitiendo obtener beneficios a la empresa. Finalmente se realiza una valoración al sistema propuesto con el fin de generar conclusiones a partir de la información analizada.

Palabras claves: Gestión, Inventario, Almacenamiento, Costo de almacenar, EOQ.

Abstract

A common problem faced by warehouse and hardware store owners is managing their inventories due to the variety of factors that impact the efficiency of their execution. In addition to the empirical growth of many of them, the variability of the conditions in which they develop their operations and the dependence on third parties, there are also design trends, the rapid growth of new references, the generation of new materials and especially designs. seasonal. The inventory management activity includes from the management of demand, its understanding, promotions, economies of scale, to storage spaces and transport lots for provisioning, this in order to face typical decisions such as selection of the lot size to generate an order and the frequency with which it should be placed. One of the most common typical decisions of this type of company is to decide what is the ideal frequency to place your orders, what is the most appropriate volume of inventory to store in order not to lose sales, but also how much you should order to reduce associated costs to supply such as administrative management or transport, and in practice this depends not only on one factor. Finding the optimal solution to generate the best efficiency in sales operations is not easy and some optimization models can help in this objective, however, the factors considered by theoretical models are limited and sometimes difficult to apply, which is why the Companies end up establishing empirical inventory management methodologies based on a diversity of strategies that each company considers important. For this reason, the present work aims to develop and validate an inventory management system in the Ceramic La Independencia company located in the city of Bogotá. It begins with a diagnosis of the current state of inventory management so that once the influencing factors have been characterized, it is also possible to analyze and characterize the demand to generate a proposal for inventory management that allows the company to obtain benefits.

Finally, an assessment is made of the proposed system to generate conclusions from the information analyzed.

Keywords: Management, Inventory, Storage, Storage Cost, EOQ.

Contenido

| | |
|--|----|
| Declaración de Derechos de Propiedad Intelectual..... | 3 |
| Resumen..... | 6 |
| Abstract..... | 8 |
| Introducción | 17 |
| Planteamiento del Problema | 19 |
| Justificación | 20 |
| Objetivos..... | 21 |
| Objetivo General..... | 21 |
| Objetivos Específicos..... | 21 |
| Marco Referencial..... | 22 |
| Gestión de la Demanda | 22 |
| Pronósticos..... | 22 |
| Gestión de Inventarios | 23 |
| El inventario..... | 25 |
| Control de Inventarios..... | 26 |
| Elementos a Tener en Cuenta en el Control del Inventario. | 27 |
| Inventario de Seguridad | 27 |
| Modelos de Inventario | 27 |
| Modelo EOQ..... | 28 |
| Clasificación ABC | 30 |
| Costos Asociados a los Inventarios..... | 32 |
| Costo de Almacenaje | 32 |

| | |
|---|----|
| | 11 |
| Costo de Ordenamiento..... | 32 |
| Costo de Compra Unitario | 33 |
| Costo de Faltantes o Agotamiento..... | 33 |
| Tiempo de Entrega..... | 33 |
| La Simulación como Herramienta de Evaluación de Inventarios..... | 34 |
| Diseño Metodológico..... | 35 |
| Tipo de Investigación..... | 35 |
| Diseño Metodológico..... | 35 |
| Etapa de Exploración, Estudio de Bibliografía..... | 36 |
| Compendio de Información de la Empresa y Caracterización..... | 36 |
| Análisis de la Información | 36 |
| Etapa de Diseño del Nuevo Sistema | 36 |
| Verificación del Modelo Propuesto | 37 |
| Resultados y Análisis | 39 |
| Diagnóstico y estado Actual de la empresa Cerámicas La Independencia..... | 39 |
| Misión | 39 |
| Visión..... | 39 |
| Historia de la empresa..... | 39 |
| Objetivos de la Empresa | 40 |
| Personal..... | 40 |
| Procesos de la Empresa..... | 40 |
| Almacenamiento | 40 |
| Políticas Contables Aplicadas..... | 42 |

| | |
|---|--------------------------------------|
| | 12 |
| Efectivo y sus Equivalentes | 42 |
| Deudores | 42 |
| Anticipos y Avances | 43 |
| Propiedad, Planta y Equipo..... | 43 |
| Instrumentos Financieros – Pasivos..... | 44 |
| Obligaciones Financieras | 44 |
| Impuesto a las Ganancias..... | 45 |
| Patrimonio..... | 46 |
| Ingresos | 46 |
| Sistema Contable | 47 |
| Caracterización de la Demanda, Ventas Históricas y Pronósticos..... | 47 |
| Suavización exponencial simple | 53 |
| Suavización exponencial doble..... | 55 |
| Descomposición de mínimos cuadrados. | 57 |
| Media Móvil..... | 59 |
| Diseño del Sistema de Gestión de Inventarios..... | 61 |
| Tamaño de Lote Económico Para Diferentes Referencias Tipo A. | 63 |
| Simulación con Modelo de Inventarios Propuesto Asumiendo Demanda Probabilística..... | 66 |
| Validación del Modelo Propuesto..... | 73 |
| Conclusiones | 78 |
| Recomendaciones | 79 |
| Referencias..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexos | 84 |

| | |
|-----------------------------|----|
| Algoritmo de pruebas Q..... | 84 |
|-----------------------------|----|

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. <i>Ilustración básica de un modelo de inventario EOQ</i> | 29 |
| Figura 2. <i>Histórico de ventas mensuales para la referencia Lianas</i> | 53 |
| Figura 3. <i>Pronóstico de la referencia Lianas con método de suavización exponencial simple</i> | 55 |
| Figura 4. <i>Pronóstico de la referencia Lianas con suavización exponencial doble</i> | 57 |
| Figura 5. <i>Pronóstico de la referencia Lianas con mínimos cuadrados.</i> | 58 |
| Figura 6. <i>Pronóstico con media móvil para la referencia Lianas</i> | 60 |
| Figura 7. <i>Vista general de la plantilla diseñada para generar los pronósticos</i> | 61 |
| Figura 8. <i>Vista general para la simulación de una referencia determinada</i> | 72 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. <i>Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación ABC</i> | 31 |
| Tabla 2. <i>Clasificación ABC para las diferentes referencias de cerámica</i> | 47 |
| Tabla 3. <i>Valores MAD para las referencias tipo A y método de pronóstico que lo genera</i> | 51 |
| Tabla 4. <i>Histórico de ventas para la referencia Lianas</i> | 52 |
| Tabla 5. <i>Pronóstico con suavización exponencial simple para la referencia Lianas</i> | 54 |
| Tabla 6. <i>Pronóstico con suavización exponencial doble para la referencia Lianas</i> | 56 |
| Tabla 7. <i>Pronóstico de mínimos cuadrados para la referencia Lianas</i> | 58 |
| Tabla 8. <i>Pronóstico con media móvil para la referencia Lianas</i> | 59 |
| Tabla 9. <i>Resumen de los errores de los pronósticos para la referencia Lianas</i> | 60 |
| Tabla 10. <i>Costos asociados a la administración de inventarios en Cerámicas la Independencia</i> | 63 |
| Tabla 11. <i>Tamaño de lote económico por referencia</i> | 65 |
| Tabla 12. <i>Funciones de densidad que se ajustan a cada referencia</i> | 66 |
| Tabla 13. <i>Tamaño de lote obtenido para los dos métodos propuestos</i> | 72 |
| Tabla 14. <i>Comparación de método propuesto VS lo ocurrido en el año 2020</i> | 74 |
| Tabla 15. <i>Resultados obtenidos en la comparación de modelos para las diferentes referencias tipo A</i> | 74 |
| Tabla 16. <i>Análisis de varianza de un factor para la referencia Lianas</i> | 76 |

Lista de Anexos

Algoritmo de pruebas Q

Algoritmo que determina el tamaño de mayor ahorro

Introducción

En las operaciones de comercio y de servicios, el desempeño en la administración de los flujos de material, dinero e información es una preocupación muy importante. Los costos logísticos y financieros de operación de las pequeñas y medianas empresas son sustanciales y son la clave que promueve la necesidad de una mejor administración de los flujos antes mencionados.

En la actualidad factores clave como la disponibilidad, la variedad, la inmediatez y el precio juegan en la mayoría de los casos un papel fundamental en la decisión de los consumidores sobre la compra. La experiencia ha demostrado a las organizaciones comerciales que un alto desempeño en el cumplimiento de entregas, una operación hecha de calidad y efectivamente es clave en el desempeño. Estos factores conducen a mejorar internamente la organización, llevando a contribuir en el mejoramiento de la competitividad, la mejora de la rentabilidad y posibilitando el crecimiento de las empresas. La gestión de inventarios establece un marco interno de políticas y procedimientos que juiciosamente ejecutados generan ventajas sobre aquellas organizaciones que no cuentan con sistemas de gestión de inventarios. Por esta razón, las dependencias de operaciones de las empresas deben definir cómo administrar dichos inventarios en cada actividad.

En los pequeños y medianos negocios, también hay una gran necesidad de implementar mejores sistemas de administración para proteger el capital de trabajo y mantener la competitividad. La ejecución de la presente propuesta plantea el diseño de un sistema para la administración de inventarios en la empresa “Cerámica La Independencia”, con el fin de caracterizar la demanda permitiendo desarrollar un mecanismo de gestión del inventario permitiendo adoptar acciones tendientes a la mejora en la administración gestión y control del inventario que hace parte de la actividad comercial.

Para asegurar que los inventarios sean administrados efectivamente, deben ser considerados en los procesos diarios de la organización, en su relación con proveedores y clientes a fin de integrarlos en la búsqueda de mayores eficiencias del sistema. Este proceso inicia con una fase de caracterización y análisis de la demanda y de los inventarios, en la cual se establecerá el estado actual de las condiciones en que se encuentran los procesos y operaciones de la empresa, la identificación de aquellos problemas y por tanto necesidades para lograr un mayor desempeño.

Planteamiento del Problema

El sector de ferreterías y venta de materiales de construcción es muy demandado y dinámico, por lo cual la competitividad se hace necesaria. En la actualidad en Cerámica la Independencia se realizan pedidos de diferentes materiales sin prestar mucha atención a factores como el comportamiento de la demanda, lotes en concordancia con las ventas y el costo de almacenarlos.

Desatención por compras de volúmenes altos de referencias que casi no se venden y que suelen ser atractivas por su bajo costo, pero que afectan compras de referencias con mayor rotación y pueden terminar siendo más rentables, lo que ocasiona acumulación de inventario que no rota lo suficiente y perdiéndose en ocasiones ventas por falta de referencias que no se tienen en inventario.

Lo anterior lleva a plantear la siguiente pregunta de estudio:

¿Qué aporta el estudio y diseño de un sistema de gestión de inventarios a la empresa Cerámica la Independencia?

Justificación

Las pequeñas empresas no han dado la importancia suficiente a la gestión de sus recursos físicos y el flujo de información confiable que permita la toma de decisiones acertadas fundamentadas en datos que permitan la gestión óptima de los inventarios.

La constante preocupación por mantenerse en el mercado, y la necesidad de responder a la alta competitividad del sector en busca de resultados positivos para sus negocios, obliga a tener procesos y procedimientos establecidos que permitan mayores utilidades y mejor uso de los recursos.

En actividades comerciales cada vez más competidas, y con márgenes de utilidad que se han ido ajustando con el tiempo, cualquier ahorro en los diferentes procesos que componen el objeto social aporta al resultado final.

Con el ingreso de nuevas tecnologías y su aplicación al entorno empresarial cada día son más los empresarios que se deciden por su uso en los negocios aportando información y análisis para tomar mejores decisiones llevando a que tengan algunas ventajas frente a quienes no lo hacen o a quienes no deciden organizar sus procesos.

Cuando se comercializa materiales el comportamiento de rotación de estos no es controlado con certeza más aun cuando la capacidad de las instalaciones para el almacenamiento es limitada y los costos influyen en los volúmenes de pedido esto es clave a la hora de evaluar la rentabilidad, al aplicar un estudio de manejo de inventarios se puede llegar a establecer cuáles son las decisiones acertadas a la hora de maximizar las utilidades.

Lo que se quiere establecer es un diagnóstico actual del movimiento de inventario y desarrollar un sistema de gestión de inventarios, para la empresa Cerámica la Independencia.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema para la gestión de inventarios en la empresa Cerámica la Independencia

Objetivos Específicos

Elaborar un diagnóstico al sistema de inventarios actual de la empresa “Cerámica la Independencia”.

Caracterizar la demanda de materiales en Cerámica la Independencia

Diseñar un modelo de gestión de inventarios que permita generar ahorros y mejorar los niveles de servicio de “Cerámica la Independencia”

Valorar el sistema de gestión de inventarios diseñado para Cerámica la Independencia

Marco Referencial

Gestión de la Demanda

Pronósticos

Los pronósticos de ventas son parte fundamental para muchos de los procesos en las organizaciones, a partir de estos se realizan diferentes tipos de planeaciones, desde los programas de producción en el caso de organizaciones de manufactura, programas de abastecimiento, la programación de la mano de obra, las compras y la planeación de capacidad.

En este sentido los pronósticos se convierten en un factor muy importante proporcionando toda la información que posibilite proyectar de la manera más acertada posible la demanda futura. La incertidumbre es parte inherente del comportamiento de los mercados, pero que puede proyectarse por medio de modelos probabilísticos que permiten adoptar múltiples posibilidades de adaptación a sistemas informáticos facilitando soluciones que integran de esta manera la previsión de la demanda para calcular las cantidades a pedir en modelos de alta confiabilidad (Arango et al. 2013 p.743). La información histórica disponible adquiere importancia en la medida que se requiere mejorar la calidad de los pronósticos, la suposición básica de la previsión es que cualquier patrón que aparezca en la historia se repetirá en el mismo patrón también en el futuro. Para lograr modelos de alta precisión, el modelo debe comprender claramente el patrón histórico (Kalla et al. 2020 1-5).

De la buena capacidad del pronóstico para interpretar la historia de los productos y de su grado de precisión dependerá en gran medida el logro de las metas trazadas por las diferentes áreas de una organización (Rodríguez y Pachón 2021 p. 59).

Gestionar inventarios es un tema complejo como lo afirma González (2021) debido a que generalmente la bodega se encuentra con demasiado producto que no se vende o se consume y se

presenta agotamiento de productos que si se venden siendo esta una situación que deja en evidencia el total desconocimiento del comportamiento de la demanda.(p.133)

Se han desarrollado a lo largo de la historia muchos métodos de pronóstico, desde los determinísticos básicos como la media, la media móvil, suavización exponencial simple y doble, de hecho, algunos autores plantean estudios con una combinación de ellos como Zhu y Zhang (2010) a fin de generar pronósticos para las cadenas de abastecimiento de petróleo.(p.796-798)

Los pronósticos se pueden adelantar por métodos más complejos como el propuesto por Park, et al. (2017) donde usan técnicas de minería de datos para generar pronósticos de la demanda (p.1-6) o el estudio de Xue (2019) donde estudia la combinación de pronósticos de oferta y demanda económica basada en análisis de grandes datos o Big Data. (p.182-186)

Otro gran grupo comprende pronósticos basados en demanda probabilística, un ejemplo se puede encontrar en el estudio de Kodaira y Kondoh (2020) donde presentan un método para la previsión probabilística de la demanda, el resultado del pronóstico incluye un pronóstico determinista y un intervalo de predicción que indica la probabilidad de desviación del pronóstico determinista. (p. 623-626)

Gestión de Inventarios

Actualmente los nuevos métodos de gestión y ejecución de las cadenas de suministro, donde se involucra todos aquellos departamentos que hacen parte de las compañías que hacen posible que las materias suminstros y productos se intercambien, son siempre objeto de investigación y mejoramiento continuo. Esto lleva a realizarse un estudio y seguimiento a los diferentes actores desde los proveedores, productores, fabricantes distribuidores mayoristas, detallistas y clientes, donde en esencia el objetivo es la llegada de un producto desde el proveedor al consumidor. Este largo camino encierra en si una serie de procesos que permiten

que este objetivo al final se cumpla y que se desarrollen en secuencia unos a otros, el abastecimiento de materias primas, la producción, el almacenamiento los inventarios, el transporte y distribución.

Todos estos procesos de acuerdo con la necesidad, se pueden configurar según sea el caso pero de cualquier modo esto necesita de medios métodos y sistemas para manejar la gran cantidad de información que se genera y que a final de cuentas es con la que se toman las decisiones a fin de mejorar la cadena de suministro, datos que con técnicas y sistemas apropiados permiten realizar análisis, pronósticos y planeación de las operaciones, siendo la herramienta para la toma de decisiones esto teniendo en cuenta por supuesto los costos que implica cada proceso, y en este sentido juega un papel muy importante la gestión y control adecuados del inventario y los costos que este representa en la cadena logística como regulador sin que se incurra en sobrecostos innecesarios.

El problema de los inventarios es realmente común tanto en las pequeñas, medianas o grandes empresas, y como lo afirma Vidal et al. (2004), es también uno de los problemas más complejos de las empresas industriales y comerciales, se escucha con frecuencia a los gerentes y administradores plantearse preguntas como ¿Por qué se tiene mucho de lo que casi no se vende y hay faltantes de lo que si rota?. (p. 35-52)

En la actualidad, aunque en el mercado hay gran variedad de sistemas y aplicaciones que apoyan la toma de decisiones respecto a los niveles de inventarios adecuados para incrementar la rentabilidad de las organizaciones, no siempre son soluciones prácticas aplicables a las pequeñas empresas o comerciantes que muchas veces no cuentan con la información histórica o detallada o con el equipamiento necesario para mantener un sistema robusto para la administración de inventarios. En este sentido autores como Valderrama (2017), plantean la realización de

aplicativos para la administración de inventarios orientado a pequeñas y medianas empresas. (p.6).

El inventario

Aunque hay diversas definiciones por diferentes autores en su gran mayoría confluyen definiendo el inventario como el grupo o cumulo de materias o artículos en estado de reposo a la espera de ser liberados con el fin de alimentar una línea de producción o de cumplir con una venta. Los inventarios pueden ser de diversos tipos según el contexto donde se les mire, en la producción de artículos puede ir desde el disponible de materia prima, material en proceso, producto terminado o cualquier elemento del cual se necesite llevar un control.

Para este caso los productos terminados serán el objeto de estudio a fin de definir y gestionar adecuadamente con el propósito de sostener un plan de ventas y de servicio al cliente.

Debe existir una política de inventario que le permita al comerciante mantener sus niveles de inventario en un punto óptimo donde los costos sean mínimos, pero sin perder la competitividad, “La administración científica de inventarios comprende los siguientes pasos:

1. Formular un modelo matemático que describa el comportamiento del sistema de inventarios.
2. Elaborar una política óptima de inventarios a partir de ese modelo.
3. Utilizar un sistema de procesamiento de información computarizado para mantener registros de los niveles del inventario.
4. A partir de estos registros, utilizar la política óptima de inventarios para señalar cuándo y cuánto conviene reabastecer.” (Hieller y Lieberman, 2014, p.772)

Para algunos autores el inventario es un mecanismo de soporte de precios ya que ayudan a la estabilización de precios y consumo transfiriendo las probabilidades de extremos y

reduciendo la frecuencia de precios altos y bajos. (Eugenio y Bobenriet, 2004, p. 67), En este sentido los inventarios representan una opción para las organizaciones de generar una ventaja competitiva si realizan un cuidadoso análisis de los costos y beneficios asociados a fin de seleccionar la opción más adecuada que permita soportar sus operaciones.

Para lograr determinar la opción más adecuada como modelo de gestión del inventario es necesario aplicar modelos matemáticos ya establecidos en este ámbito los cuales a su vez se clasifican en dos grandes categorías como son determinísticos y estocásticos según sea el caso con el fin de predecir la posible demanda; Ahora entonces la demanda es definida como la cantidad de unidades o magnitud de material necesario sacar del inventario para cumplir con una exigencia, consumo o venta durante un periodo de tiempo específico. Los modelos determinísticos son la opción más adecuada cuando el pronóstico de la demanda puede establecerse con gran precisión y donde generalmente la demanda es conocida y de forma estable o con un comportamiento en periodos de forma regular. Por otro lado, cuando el comportamiento de la demanda no es preciso pronosticar, es necesario acudir a los modelos estocásticos, debido a que el comportamiento es una variable aleatoria en vez de una constante.

Control de Inventarios

El material con el que cuenta la compañía hace referencia a los inventarios, siendo una parte considerable en los activos de la empresa. Los inventarios pueden ser interpretados de diferentes maneras por las áreas de la compañía que tienen relaciones directas con ellos, los departamentos de ventas constantemente pueden solicitar algún material para la venta y si no cuentan con disponibilidad inmediata, siente que fallaron en su fin y este caso es frecuente en las empresas. La parte financiera de la compañía ve los inventarios como una inversión que se puede utilizar para otros fines. A producción le parece que los controles en ellos son molestos y que se

pierde mucho tiempo en su mantenimiento y cuidado. Los inventarios no se interpretan de manera general en la compañía, por lo contrario, son evaluados de manera muy particular y los ven como recursos ilimitados.

Elementos a Tener en Cuenta en el Control del Inventario.

Una vez que se establece que es el inventario y el control que se debe tener sobre él, hay que considerar elementos importantes que se deben tener en cuenta y lo que representa económicamente, estos elementos son, el costo por almacenamiento, costo de lanzar la orden de pedido, costo de comprar por unidad, costo por agotamiento de inventario, los tiempos de entrega del pedido, y el stock mínimo de seguridad.

Inventario de Seguridad

Se puede definir este concepto como la porción de inventario destinada a absorber las variaciones producidas por las variaciones producidas por la demanda o los tiempos de entrega para el abastecimiento derivadas de la incertidumbre producida por estas dos razones induciendo a mantener un nivel de stock elevado para poder cubrirlas.

Sólo en algunas ocasiones los inventarios de seguridad y los puntos de reorden (o los inventarios máximos) calculados únicamente con base en la demanda promedio, coinciden con el valor adecuado obtenido como resultado de un análisis estadístico formal afirma (Vidal et al. 2004, p.35-52).

Modelos de Inventario

Para definir o establecer un modelo de inventario se debe tomar partida de dos preguntas simples que se deben resolver.

- ¿Cuándo pedir?
- ¿Cuánto pedir?

Se parte de estos dos interrogantes con el fin de establecer un plan ordenado y funcional que permita a la organización o el equipo encargado de inventarios tomar decisiones acertadas.

Hasta la actualidad los diferentes autores de este tema han definido dos clases de modelos de inventario, los de tipo determinístico y los de tipo probabilístico, también clasificados en sistema de revisión continua y de revisión periódica respectivamente. Definido el nivel de inventario y cuando este alcanza el punto de reorden se lanza un nuevo pedido de tamaño Q , como lo ha definido la gran mayoría de textos a fin de que logre restablecer el nivel definido, de acuerdo con los tiempos de entrega establecidos, esto es posible realizando una revisión continua del comportamiento del consumo o gasto del material o producto. Para el sistema de revisión periódica se realiza una revisión en intervalos de tiempo fijo definidos en el plan de manejo del inventario con el fin de lanzar la orden de pedido por la cantidad apropiada definida por la variación en el comportamiento de la demanda o consumo.

Modelo EOQ. El modelo considera los siguientes parámetros:

D: Demanda. Unidades por año

S: Costo de emitir una orden

H: Costo asociado a mantener una unidad en inventario en un año

Q: Cantidad a ordenar

En consecuencia, el costo anual de mantener unidades en inventario es $H * Q/2$ y el costo de emitir órdenes para el mismo período es $S * D/Q$. Por tanto, la función de costo total (anual) asociado a la gestión de inventarios es

$$C(Q) = H * (Q/2) + S * (D/Q) \quad (1)$$

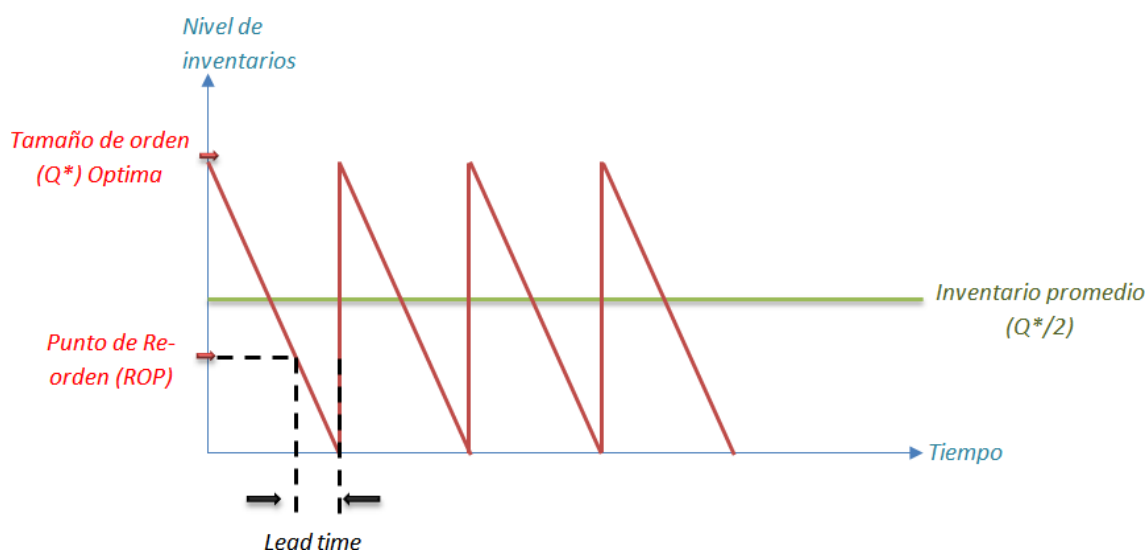
Si derivamos esta función respecto a Q e igualamos a cero (de modo de encontrar un mínimo para la función) obtenemos la siguiente fórmula para el modelo EOQ que determina la cantidad óptima de pedido:

$$Q^* = \frac{\sqrt{2DS}}{H} \quad (2)$$

Para un mejor entendimiento de la metodología se presenta la siguiente ilustración.

Figura 1.

Modelo de inventario EOQ



Nota. La figura representa el comportamiento promedio de un inventario en el modelo EOQ.

Fuente: Adaptado de Vidal C (2017).

Los costos totales están representados gráficamente en la altura de cada triángulo en función de su menor valor el ciclo se completa en el tiempo representado en gráficamente en la base del triángulo como el tiempo en que tarda desde que se recibe un pedido y hasta que este se termina, también se puede observar en la ilustración el punto de reorden ($ROP = d * TE$) que representa el nivel crítico del stock mínimo y que indica que cada vez que se encuentre el nivel

en este punto se debe realizar un nuevo pedido de Q^* unidades. Como también hay un tiempo de espera que es conocido y que va desde el nivel mínimo hasta la llegada del nuevo lote, en este tiempo se agota el stock y se dispone del nuevo lote cuando se cumpla el tiempo sin que haya una insuficiencia o agotamiento de inventario.

El modelo EOQ a pesar de ser uno de los modelos básicos de la teoría de inventarios y tal vez uno de los más clásicos aún en la actualidad presenta aplicaciones de tipo práctico en pequeñas organizaciones con buenos resultados. En Causado, (2015) puede encontrarse una aplicación de este modelo para una pequeña empresa comercializadora de alimentos en la ciudad de Santa Marta. (p.163) Otros autores como Contreras. (2018) presentan la aplicación del modelo EOQ 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 con resultados positivos que permiten un ahorro en costos logísticos, pero además mejoran el nivel de servicio. (p. 5-22)

Clasificación ABC. Una manera muy común y utilizada en los procesos logísticos para gestionar el inventario es el definido por clasificación ABC basado en el principio de Pareto donde define que el 80 % de las ventas están concentradas en el 20 % de las referencias, y el 20% restante de las ventas esta representadas en el 80% de las referencias.

Sin embargo, este modelo no considera la variación de la demanda como elemento fundamental del costo, esto porque al aumentar la variabilidad de la demanda se incrementa el costo asociado de mantener los inventarios. (Santamaría, 2012, p.142)

Tabla 1.***Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación ABC***

| Características | Políticas De Control | Métodos De Control |
|--|---|--|
| Ítems Clase A | Control estricto con supervisión personal. | Monitoreo frecuente o continuo. |
| (Los más importantes) | Comunicación directa con la administración y los proveedores. | Registros precisos. |
| Relativamente pocos ítems. | Aproximación justo a tiempo y stock balanceado. | Pronostico con suavización exponencial doble. |
| El mayor porcentaje de volumen de ventas (\$) | Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semanas. | Políticas basadas en nivel de servicio al cliente. |
| Ítems Clase B: | Control clásico de inventarios. | Sistema de control computarizado clásico. |
| Ítems importantes. | Administración por excepción. | Pronostico con suavización exponencial simple. |
| Volumen de ventas (\$) considerable. | Cubrimiento de existencias entre 2 y 8 semanas. | Reporte por excepciones. |
| Ítems Clase C. | Supervisión mínima. | Sistema de control simple. |
| Muchos ítems. | Pedidos bajo orden. | Promedio móvil. |
| Bajo volumen de ventas (\$) | Tamaños de órdenes grandes. | Evitar agotados y exceso de inventario. |
| | Políticas de cero o alto inventario de seguridad. | Larga frecuencia de órdenes. |
| Pocos movimientos o ítems de muy bajo valor unitario | Cubrimiento de existencias entre 3 y 20 semanas. | Sistema automático. |

Nota: Esta tabla clasifica los tipos de inventario de acuerdo con el nivel de rotación por su volumen de ventas y su importancia a nivel general. Fuente: Tomado de Vidal (2017).

Costos Asociados a los Inventarios

Costo de Almacenaje

Los costos de almacenaje se dan en el momento en que la compañía realiza una inversión en la materia prima. Es claro que entre más amplia sea la inversión en los inventarios, más costos son los que van a surgir, pero si la compañía quiere cumplir a los clientes de forma inmediata, con productos de calidad deben asumir costos no solo para almacenarlos, si también los costos asociados para que se conserven en buen estado. De lo anterior desprende los siguientes costos:

- Costo de capital: es el dinero que puede recibir la compañía por los materiales almacenados.
- El costo del espacio: como su nombre lo indica es lo que cuesta mantener el espacio donde se conservan teniendo en cuenta factores como si el inmueble es rentado o de propiedad de la organización.
- El Costo de servicio: es en el que se incurre con seguros, impuestos o pólizas por el almacenamiento.
- El costo de tenencia: son los que se dan mantenerlos controlados, que evite robos de los mismos, la seguridad o los costos por mantener condiciones especiales de almacenamiento.

Costo de Ordenamiento

Estos costos se generan cuando se desea abastecer los inventarios, son todos los gastos de papelería, órdenes de compra, tos van hasta el momento que se recibe el producto y se asegura que todo se recibe en perfecto estado y son almacenados en las bodegas.

Costo de Compra Unitario

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, los inventarios incurren en una inversión para la compañía y que en el momento en que se venda va a generar una utilidad en un tiempo. Este es el que está más relacionado con los gastos de ordenamiento por lo que este supe la garantía del pedido realizado independientemente que se haya comprado con algún descuento, está entre los costos que más se da en la compañía.

Costo de Faltantes o Agotamiento.

Cuando se realice una solicitud y no se encuentre disponible en los inventarios para suplir, se da el agotamiento, este caso por lo general se da porque los proveedores incumplen con las fechas establecidas para entrega. Es muy importante para la compañía, pues en el momento que no se cuente con disponibilidad para el cliente se puede perder credibilidad y ganancias importantes para la compañía.

Tiempo de Entrega

El tiempo que se presente para entregar los materiales solicitados puede variar por muchos factores como:

La distancia en la que se encuentra la compañía o el proveedor que se le envió la orden de compra.

Importación de los materiales el cual varia por los documentos que se deban presentar para su paso y las revisiones en las aduanas.

Medio de transporte del material y el tamaño del mismo, este se mide desde el momento que se realiza la solicitud, hasta que se abastece el material.

La Simulación como Herramienta de Evaluación de Inventarios

En la actualidad se encuentran muchos autores que han estudiado a profundidad muchas técnicas y modelos de evaluación de inventarios, desde los clásicos modelos económicos de pedido y sus variantes basados en técnicas determinísticas hasta complejos modelos probabilísticos con diferentes métodos heurísticos incorporados y técnicas de simulación.

Estas técnicas suelen involucrar factores como la demanda, los tiempos de entrega, costos, cantidades solicitadas, etc. Y por tanto se consideran una forma adecuada de considerar la variabilidad de estos factores.(Sánchez, 2013, p.37).

En el estudio de literatura ya se pueden encontrar trabajos que se han enfocado en la aplicación de simulaciones para establecer políticas de inventarios buscando reducir costos o mejorar los niveles de servicio, en Paredes y Osorio, (2021), se encuentra un estudio donde se aplica simulación de dinámica de sistemas para modelar el comportamiento de los inventarios en una empresa de suministro de artículos ferreteros. (p.185)

Diseño Metodológico

Tipo de Investigación

El trabajo aplicado se desarrolla a partir del análisis detallado del problema en cuestión, y de una revisión exhaustiva de los métodos de resolución existentes en la bibliografía, partiendo de un estudio exploratorio, que permita caracterizar y analizar el estado actual de la empresa en cuanto a la administración de inventarios, para continuar con un estudio de tipo descriptivo que se ejecuta en el diseño y valoración del sistema propuesto.

Diseño Metodológico

El macroproceso de diseño del sistema de gestión de inventarios se compone de dos procesos o fases secuenciales, caracterización, análisis del estado inicial y diseño del sistema propiamente dicho. El proceso de caracterización consiste en la identificación y definición de los aspectos relevantes de un sistema de inventarios, del nivel en el cual se encuentra el sistema de administración de inventarios en la empresa, los agentes y flujos que intervienen en los procesos y la forma cómo interactúan. El proceso de diseño del sistema, en tanto, consiste en cerrar las deficiencias detectadas en la caracterización y su análisis respecto de las mejoras que se pueden obtener del cambio de aspectos del sistema estudiado. Los procesos de caracterización y diseño del nuevo sistema son consecutivos y, además, la caracterización y análisis se considera un requisito para iniciar el diseño y posterior valoración.

La caracterización es el punto de partida del trabajo propuesto y termina una vez que se identifican todos los aspectos relevantes del sistema de gestión de inventarios, las deficiencias existentes respecto de la gestión actual, junto con el diseño para cerrar dichas deficiencias o plan de acción.

A continuación, se describe el proceso y la metodología a utilizar para llevar a cabo las fases de caracterización, análisis, diseño del sistema y valoración.

Etapas de Exploración, Estudio de Bibliografía

Durante esta fase del proyecto se realiza una revisión de los proyectos anteriormente hechos en industrias o instituciones en cuanto a gestión de inventarios, para obtener una base o guía para el desarrollo del proyecto dentro de la empresa.

Compendio de Información de la Empresa y Caracterización

Se recolecta la información general de la empresa y específicamente del manejo que se realiza con los inventarios, lo referente a la demanda, volúmenes de inventarios, tiempos entre pedidos, tiempos de aprovisionamiento, niveles de servicio, los diferentes actores, flujos de material, información, capital y sus interrelaciones. La metodología diseñada para realizar esta caracterización de la empresa en lo referente a gestión de inventarios consiste en la observación detallada y consolidación de información de cada proceso que hace parte de la gestión, basada en los principales puntos de la gestión de inventarios, y con un enfoque particular en los costos.

Análisis de la Información

Se realizará un análisis detallado de cada una de las actividades y procesos que se desarrollan en la empresa, partiendo de la información recolectada en la caracterización, para establecer las deficiencias y un sistema propuesto para generar ahorros. La caracterización del sistema actual entrega como resultado un informe con las deficiencias y un plan para superarlas.

Etapas de Diseño del Nuevo Sistema

Tras realizar una evaluación detallada de los diferentes procesos y procedimientos, se precede al diseño del sistema propiamente dicho, para lo cual se prueban diferentes modelos teóricos de gestión de inventarios que se ajustaran a la realidad de la empresa, tales como

modelos matemáticos exactos, simulación, determinísticos o probabilísticos según cada caso; identificando oportunidades de mejora, y de la confrontación del análisis de estos se derivan las correspondientes acciones, las cuales son implantadas para lograr las mejoras deseadas. Esta etapa de diseño comprende los siguientes pasos:

Caracterización de la demanda por referencia.

Clasificación de referencias ABC.

Pronósticos de ventas.

Aplicación de modelo EOQ.

Definición de las funciones de densidad de probabilidad de cada referencia.

Simulación basada en las funciones de densidad de probabilidad.

Elección del modelo de menor costo.

Validación del modelo seleccionado.

Verificación del Modelo Propuesto

La metodología diseñada para el proceso de valoración consiste en una metodología general que contempla las etapas y secuencia que se deben seguir para obtener mejoramiento de procesos, en el supuesto de una empresa que tiene deficiencias en los procesos. Es aquí donde se valora el modelo desarrollado, y demás elementos necesarios para obtener el cierre de las deficiencias detectadas en la caracterización. Por último, se procede a la valoración de los resultados a través de técnicas estadísticas de comparación para validar estos resultados. Los frutos del desarrollo quedan plasmados en una aplicación informática que implementa la metodología propuesta de forma tal, que resulte de fácil aplicación al encargado de las actividades de gestión de inventarios. En cada una de las fases antes mencionadas se emplearán los recursos materiales y los métodos que se irán exponiendo en el desarrollo del trabajo.

Para llevar a cabo el análisis de los niveles de inventario adecuados para Cerámicas la Independencia, se evalúan los modelos mencionados comparando los resultados obtenidos en cada caso para así elegir el modelo que minimiza los costos totales del inventario.

Resultados y Análisis

Diagnóstico y estado Actual de la empresa Cerámicas La Independencia.

Misión

Organización dedicada a la comercialización de productos cerámicos como pisos paredes y techos y sus complementos para la construcción, ofreciendo los más modernos diseños y de todas las calidades, estando a la vanguardia de las exigencias del mercado.

Visión

Expandir la sede de venta y distribución a un punto adicional para el 2025 ofreciendo el mismo servicio

Historia de la empresa

Es una empresa familiar con origen en julio 2015 por Fernando Jerez y Olga Marín iniciando en una sola bodega con capital de crédito por 30.000.000 invertido todo en material, abrieron mercado crearon alianzas con proveedores directos para bajar costos, y mejorar las condiciones de pedir, esto les permitió a los 6 meses manejar crédito con sus proveedores logrando pagar el crédito en el primer año.

En 2016 inician campaña para diversificar los proveedores, ampliando la posibilidad de mejorar su competitividad, para en el 2017 se adquiere un vehículo para la entrega al cliente final, agregando un valor adicional a su servicio, de la misma manera se incorpora un empleado como conductor.

En el 2019 ingresan 2 personas más a apoyar las actividades del negocio y se retira la señora Olga y para el 2020 ingresa una persona más por la alta operación, en este mismo año los cupos de crédito con sus proveedores aumentaron a cupos de hasta 20.000.000 permitiendo mayor flujo de caja.

Funciona de domingo a domingo los domingos medio día y los demás días de 7 de la mañana a las 17:30.

Objetivos de la Empresa

Lograr comercializar productos cerámicos vendiendo producto tangible en existencia con entregas el mismo día, ofreciendo el mejor servicio marcando la diferencia con la competencia en la zona.

Personal

La empresa se compone de un gerente, el administrador del punto de servicio quien a su cargo tiene un jefe operativo, un almacenista y un distribuidor.

Procesos de la Empresa

La recepción del material se da máximo a los 5 días después de confirmarse la orden de pedido

El recibo y descargue del material se realiza de forma manual por el personal operativo, posteriormente se realiza el almacenamiento

Cuando llega nuevo diseño de producto este se exhibe en la sala de venta.

Cuando se realiza la venta en vitrina se genera la factura y se confirma el pedido, este es preparado previo a la fecha y hora entrega, para luego ser cargado en el vehículo y entregado al cliente. El proceso termina con el sello de entrega en el cliente.

Almacenamiento

El área de almacenamiento es de 128 metros cuadrados distribuidos en dos bodegas con capacidad total de almacenamiento de hasta 3500 metros cuadrados de material.

La cerámica ya sea de piso o pared se recomienda almacenar en estibas de madera de medida estándar de 114 de largo por 97 de ancho y 14 centímetros de alto con una resistencia de

1200 kilogramos y se puede apilar hasta los niveles de caja que indiquen los pictogramas en los empaques

Las estibas se pueden apilar en almacenamiento teniendo en cuenta las indicaciones dadas en el empaque, pero por recomendación del fabricante este material siempre debe ser ubicado de manera vertical o perfil pues de esta manera hay mayor soporte de carga y de forma horizontal puede partirse desportillarse o romperse.

También recomiendan los fabricantes no sobrepasar en los arrumes por estiba de más de 105 centímetros incluida la estiba esto obedece a la condición estándar para el transporte y almacenamiento, su apilamiento no debe ser mayor a 3 niveles de estibas por arrume, dentro de sus características generales se le considera a la baldosa cerámica como un producto FRÁGIL por tal razón se debe manipular y almacenar con cuidado.

Su manipulación se puede realizar de manera manual con carreta o estibador manual o también con montacargas dependiendo de las condiciones de las instalaciones, para el caso de cerámicas La Independencia la manipulación se realiza solamente manual.

El almacenamiento en Cerámicas La Independencia se realiza a piso con base en cartón para permitir un mayor espacio de almacenamiento debido a que las estibas de madera limitan la capacidad por las dimensiones de la bodega, se establecen zonas y ubicaciones para determinados segmentos o referencias de material ubicando en la base aquellas de mayor dimensión y en la parte de arriba las de menor tamaño.

Los pasillos quedan de espacio limitado pero lo suficiente para el tránsito del personal que realiza el almacenamiento, cargue y descargue del material para aprovechar al máximo la capacidad de almacenamiento de las instalaciones se elimina lo innecesario o que no sea esencial para operar.

La manipulación al ser totalmente manual permite un manejo más cuidadoso del material por lo tanto las roturas o pérdidas de producto por manipulación son muy mínimas y se manejan con un costo marginal.

Políticas Contables Aplicadas

Efectivo y sus Equivalentes

El papel moneda emitido por la entidad oficial designada por el gobierno, y con valor legal representado en el mismo se le denomina efectivo, y hace parte del activo más importante para el flujo de caja y que da liquidez para cumplir con los pagos que representan una inmediatez de pago, y es el efectivo el medio de pago preferido para la comercialización de los productos objeto de estudio en este proyecto, permitiendo a la organización poder ofrecer precios más competitivos que los obtenidos con otros medios de pago. El efectivo producto del cumplimiento del objeto social de la empresa se consolida y consigna a las cuentas de la compañía con el fin de cumplir con sus obligaciones con proveedores y capital humano

El efectivo y sus equivalencias están representadas en las siguientes categorías: caja general, caja menor, bancos, cuentas de ahorro y capital restringido.

Deudores

La política aquí establecida tiene cobertura en el manejo y relaciones con los clientes. Se establecen los parámetros que permitan el cuidado de este activo financiero, el cual está amparado con la factura de venta que cumple con los requisitos establecidos por las Leyes colombianas. Las facturas deben cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 2 de la Ley 1231 de 2008 para su radicación y se emite la factura electrónica desde el 31 de mayo de 2021 cumpliendo con el tiempo establecido de acuerdo con la Resolución 042 de 2020.

Anticipos y Avances

Comprende el giro de recursos, con el fin de garantizar la realización de una transacción futura, ya sea para compra de materiales o prestación de un servicio. Los avances y anticipos no cumplen con la condición de instrumento financiero, debido a que no son objeto de cobro o de intercambio por efectivo o sus equivalentes, si no de ser canjeados por productos o servicios.

Propiedad, Planta y Equipo

Corresponde a bienes cuya vida útil excede de un año y que posee la compañía, con el fin de ser utilizados en forma permanente para el desarrollo propio de sus actividades normales del negocio, los cuales no están para la venta en el curso normal de los procesos dentro de la compañía.

Cerámica La Independencia. reconocerá el valor de la propiedad, planta y equipo por su costo de adquisición, más los costos en que hubiera incurrido para que dicho activo estuviera en una situación productiva.

Vida útil financiera (años)

Edificios 20

Maquinarias 10

Vehículos 5 Valor residual:10% del valor del bien

Muebles y enseres 5

Equipo de comunicación y computación 5

Instrumentos Financieros – Pasivos

Un pasivo es una obligación presente de la entidad, surgida a raíz de sucesos pasados, al vencimiento de la cual, y para cancelarla, la entidad espera desprenderse de recursos que incorporan beneficios económicos.

Cuentas por pagar a proveedores: Son las obligaciones a cargo de Cerámica La Independencia, por concepto de: adquisición de bienes y/o servicios recibidos de proveedores nacionales. El plazo normal de pago es de corto plazo y es definido administrativamente.

Cuentas por pagar: Agrupa los pasivos tales como: Costos y gastos por pagar (Gastos legales, Comisiones, Honorarios, servicios técnicos, servicios de mantenimiento, etc.), las retenciones practicadas por Cerámica La Independencia a título de renta, IVA, Ica, retenciones y aportes de nómina.

Pasivos laborales: Salarios por pagar, prestaciones sociales, aportes a fondos de pensiones y cesantías, pensiones voluntarias.

Impuestos, gravámenes y tasas: Registra los dineros pendientes de pago por concepto de renta y complementarios, impuesto a las ventas e impuesto de industria y comercio propios de la Compañía.

Obligaciones Financieras

Créditos de Tesorería: Corresponden a créditos de rápida consecución y rápido pago, ya que se destinan a solventar deficiencias transitorias de liquidez en peso colombiano.

Créditos para capital de trabajo: Recursos que requiere la empresa para poder operar, activo corriente. (Efectivo y cartera) en peso colombiano.

Sobregiros Bancarios. Hace referencia a los pagos que hace el banco que exceden el saldo de la cuenta de la compañía.

Pasivos de arrendamientos financieros: Corresponden a los pasivos que surgen de los contratos de arrendamiento financiero que se suscriben con el ánimo de financiar la adquisición de activos, a través de una compañía financiera. Se tiene contrato por sala de ventas, por bodega de baños y por la bodega de los pisos.

Impuesto a las Ganancias

Son aquellas cuentas por pagar que surgen de obligaciones tributarias propias de Cerámica La Independencia, Su valor es determinable según la normatividad tributaria nacional, departamental o municipal y que deberán ser pagados mensual, bimestral o anualmente de acuerdo con las estipulaciones tributarias en Colombia.

El gasto por impuestos a las ganancias representa la suma del impuesto corriente por pagar y del impuesto diferido.

El impuesto corriente por pagar está calculado según la ganancia fiscal del periodo y según la normatividad del ente fiscalizador del país, la Dirección de Impuestos y Aduanas de Colombia (DIAN).

El impuesto diferido se reconoce a partir de las diferencias entre los valores en libros de los activos y pasivos en los estados financieros y sus bases fiscales correspondientes (conocidas como diferencias temporarias).

Los pasivos por impuestos diferidos se reconocen para todas las diferencias temporarias que se espere que incrementen la ganancia fiscal en el futuro. Los activos por impuestos diferidos se reconocen para todas las diferencias temporarias que se espere que reduzcan la ganancia fiscal en el futuro, y cualquier pérdida o crédito fiscal no utilizado.

Los activos por impuestos diferidos se miden al valor máximo que, sobre la base de la ganancia fiscal actual o estimada futura, es probable que se recuperen.

El valor en libros neto de los activos por impuestos diferidos se revisa en cada fecha sobre la que se informa y se ajusta para reflejar la evaluación actual de las ganancias fiscales futuras. Cualquier ajuste se reconoce en el resultado del periodo.

Patrimonio

El Patrimonio es la participación residual representada en los activos de la empresa, después y una vez deducidos todos sus pasivos. Un pasivo es una obligación presente de la empresa, surgida a raíz de sucesos pasados, al vencimiento de la cual, y para cancelarla, la empresa espera desprenderse de recursos que incorporan beneficios económicos. El patrimonio incluye las inversiones hechas por los propietarios de la organización, más los incrementos de esas inversiones, ganados a través de operaciones rentables y conservados para el uso en las operaciones del negocio, menos las reducciones de las inversiones de los propietarios como resultado de operaciones no rentables y las distribuciones a los propietarios. Con base en esta definición, en el ESFA se realizarán las reclasificaciones pertinentes.

Ingresos

Los ingresos se miden al valor razonable. Los ingresos de las actividades ordinarias están representados en el quehacer propio de su actividad comercial derivada de su actividad económica las ventas estarán afectados por diversas incertidumbres, que dependen del desenlace de hechos futuros que pueden ser proyectados, donde se espera que se cumplan según la proyección pero que no siempre se cumplen por diversos factores. La comercialización de productos cerámicos es la fuente principal de ingresos a la empresa

Sistema Contable

Se obtuvo el sistema contable SIIGO, que permite llevar un registro detallado de las operaciones de la empresa y en general de todos los aspectos relacionados con la administración de negocios. En él, se realiza los registros contables y todo lo referente a la a las prestaciones sociales y nómina.

Se adquirió el paquete de la facturación electrónica desde el mes de mayo de 2021 cumpliendo con la Resolución 042 de 2020.

Se adquirió el paquete de nómina electrónica desde noviembre de 2021, cumpliendo con anexo técnico Resolución 000013 de 11 de febrero de 2021.

Caracterización de la Demanda, Ventas Históricas y Pronósticos.

Con la información suministrada por la administración de cerámicas la independencia se logran establecer las referencias comercializadas durante el año 2020, identificando los volúmenes de ventas y los pedidos lanzados a los proveedores para el suministro de la cerámica. Con esta información se adelantó un análisis de inventarios del tipo ABC para identificar las referencias que mayor volumen de capital representan a fin de centralizar el análisis en las referencias tipo A.

Tabla 2.

Clasificación ABC para las diferentes referencias de cerámica

| Referencia | Compras % | Acumulado % | Clasificación |
|-------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| Lianas | 7% | 7% | A |
| Fachada | 4% | 12% | A |
| Estone | 4% | 15% | A |
| Eucalipto | 4% | 19% | A |
| Versalles | 4% | 23% | A |
| Porcelanato | 3% | 26% | A |
| Maki | 3% | 29% | A |
| Lisboa | 3% | 32% | A |

| | | | |
|---------------------|----|-----|---|
| Madera | 3% | 35% | A |
| Celia Beige | 3% | 38% | A |
| Manaure | 3% | 41% | A |
| 20x20 Blanco Blanco | 3% | 43% | A |
| Vinci | 3% | 46% | A |
| Seúl | 3% | 48% | A |
| Pompeya | 2% | 51% | A |
| Ara Blanco | 2% | 53% | A |
| Bambuco | 2% | 55% | A |
| Murcia | 2% | 57% | A |
| Mármol | 2% | 59% | A |
| Paraíso | 2% | 61% | A |
| Gabro | 2% | 63% | A |
| Roma | 2% | 65% | A |
| Kappa | 2% | 67% | A |
| Mystic | 2% | 69% | A |
| Caribe | 2% | 71% | A |
| Wollemy | 2% | 72% | A |
| Goya | 1% | 74% | A |
| Remo | 1% | 75% | A |
| Antila | 1% | 76% | A |
| Santa Catalina | 1% | 78% | A |
| Alfonsina | 1% | 79% | A |
| Pizarra | 1% | 80% | A |
| Satinada | 1% | 82% | B |
| Pacifico | 1% | 83% | B |
| Jaya | 1% | 84% | B |
| Narra | 1% | 85% | B |
| Porto | 1% | 86% | B |
| Tropical | 1% | 87% | B |
| Toraza | 1% | 89% | B |
| Forte | 1% | 89% | B |
| Blend | 1% | 90% | B |
| Milán | 1% | 91% | B |
| Honda | 1% | 92% | C |
| Juliana | 1% | 93% | C |
| Lazo | 1% | 93% | C |
| Gethi | 1% | 94% | C |
| Doradal | 1% | 95% | C |
| Jonica | 1% | 95% | C |
| Emilia | 1% | 96% | C |
| Cinto | 1% | 97% | C |
| Terrazo Brúcelas | 0% | 97% | C |

| | | | |
|--------------|----|------|---|
| Soacha | 0% | 98% | C |
| Brúcelas | 0% | 98% | C |
| Constelación | 0% | 98% | C |
| Mónaco | 0% | 99% | C |
| Brecia | 0% | 99% | C |
| Alabastino | 0% | 99% | C |
| Olas | 0% | 100% | C |
| Acuarela | 0% | 100% | C |
| Troyano | 0% | 100% | C |
| Guatapé | 0% | 100% | C |
| Visir | 0% | 100% | C |

Nota: Aquí se muestra la aplicación de la clasificación ABC para las diferentes referencias comercializadas por Cerámicas La Independencia. Fuente elaboración propia.

Basado en la clasificación previa de inventario, para efectos de este trabajo aplicado se hace énfasis en las referencias tipo A, debido a que representan el 80% del capital asociado a las ventas. Para esto se toma en cuenta la información disponible del registro de ventas por las facturas a fin de establecer un sistema de pronósticos que permita establecer proyecciones de ventas pero que también sea de fácil aplicación para el negocio.

Un primer criterio que es necesario definir, son los periodos más adecuados para adelantar los pronósticos. En este caso y debido a que la información disponible suministrada por los encargados de las ventas de la empresa fue con periodo mínimo mensual, el autor considera usar esta frecuencia para evitar la pérdida de información contenida en las series, ya que periodos más largos eliminarían componentes que describen la demanda.

Si bien, la información las decisiones de abastecimiento de cerámica para la empresa se basará en los datos históricos suministrados por el personal de ventas y en los comportamientos de la demanda que de allí se derivan, es posible que en la práctica exista una demanda no atendida o parcialmente atendida, y por lo tanto, un error común en este tipo de aplicaciones, ya

que no se estaría pronosticando la demanda si no las ventas (Cuando no se concreta una venta por indisponibilidad del producto y la cual si hubiese existido si el producto se encontraría en la bodega). Teniendo en cuenta esta dificultad y que en la actualidad no se dispone de esta información, el autor considera que esta es una de las primeras propuestas de mejora para la organización en el sentido de solicitar el registro de todas las ventas que no se concretan por falta de disponibilidad del producto, esto llevará a futuro a contar con unos pronósticos mucho más ajustados a la realidad de la demanda.

No obstante, lo anterior, para aquellas referencias en las que históricamente la empresa ha contado con elevados volúmenes de inventario la probabilidad de ventas no atendidas por disponibilidad ha sido reducida drásticamente ya que ha garantizado altos niveles de servicio a costa de un mayor costo de almacenar mercancía en la bodega.

Se ejecutaron 4 métodos de pronóstico para las referencias tipo A. Suavización exponencial simple, suavización exponencial doble, mínimos cuadrados y media móvil probando varios periodos a fin de definir el método que genera menor error y optar por este para proyectar la demanda.

El error del pronóstico para un solo período no es muy útil. Por lo tanto, se necesita disponer de errores absolutos, cuadráticos o porcentuales para n períodos, para así obtener el promedio de esos errores sobre dichos períodos. Estos índices se denominan la desviación absoluta media (Mean Absolute Deviation, MAD), el error cuadrático medio ECM, (en inglés Mean Square Error, MSE) y la desviación absoluta porcentual media (Mean Absolute Percentage Error, MAPE). Por ser usualmente utilizado en nuestro medio, usaremos el término en inglés MAD para la desviación absoluta media (algunos autores utilizan el término “desviación media

absoluta”, pero no se considera adecuado pues la MAD es realmente un promedio de errores absolutos. (Vidal, 2017, p. 63-79).

A continuación, se presenta un resumen de los menores valores MAD obtenidos en los pronósticos de las referencias tipo A así como el método de pronóstico que lo genera, el cual nos ayuda a definir de los métodos de pronóstico planteados cual genera un mejor ajuste.

Tabla 3.

Valores MAD para las referencias tipo A y método de pronóstico que lo genera

| Referencia | < Valor Mad | Método De Pronóstico |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Lianas | 34,53166667 | Media Móvil |
| Fachada | 22,02031056 | Suav-Doble |
| Estone | 51,98470361 | Suav-Doble |
| Eucalipto | 32,025 | Mínimos Cuadrados |
| Versalles | 13,94 | Media Móvil |
| Porcelanato | 6,024585 | Suav-Doble |
| Maki | 19,81935389 | Suav-Doble |
| Lisboa | 22,69333333 | Media Móvil |
| Madera | 57,2225 | Media Móvil |
| Celia Beige | 13,62346653 | Suav-Doble |
| Manaure | 30,08333333 | Media Móvil |
| 20x20 Blanco Blanco | 4,59914555 | Mínimos Cuadrados |
| Vinci | 126,5138342 | Suav-Doble |
| Seúl | 13,23135944 | Suav-Doble |
| Pompeya | 34,35333333 | Media Móvil |
| Ara Blanco | 9,6151575 | Suav-Doble |
| Bambuco | 3,651111111 | Media Móvil |
| Murcia | 40,89428571 | Media Móvil |
| Mármol | 25,26333333 | Media Móvil |
| Paraíso | 9,096028056 | Suav-Doble |
| Gabro | 12,66055556 | Media Móvil |
| Roma | 6,300262238 | Mínimos Cuadrados |
| Kappa | 30,38888889 | Media Móvil |
| Mystic | 14,54280056 | Suavización Simple |
| Caribe | 9,548006944 | Suav-Doble |
| Wollemly | 0 | Media Móvil |
| Goya | 27,97666667 | Media Móvil |
| Remo | 41,89459722 | Suav-Doble |

| | | |
|----------------|-------------|-------------------|
| Antila | 5,935555556 | Media Móvil |
| Santa Catalina | 24,22 | Media Móvil |
| Alfonsina | 33,025 | Media Móvil |
| Pizarra | 11,46748787 | Mínimos Cuadrados |

Nota: La tabla muestra los resultados de las referencias tipo A con el menor valor MAD y el método de pronóstico que lo genera. Fuente elaboración propia.

A manera de ejemplo, a continuación, se presentan los pronósticos para la referencia Lianas, la cual es la de mayor rotación y mayor impacto dentro de la categoría A.

Tabla 4.

Histórico de ventas para la referencia Lianas.

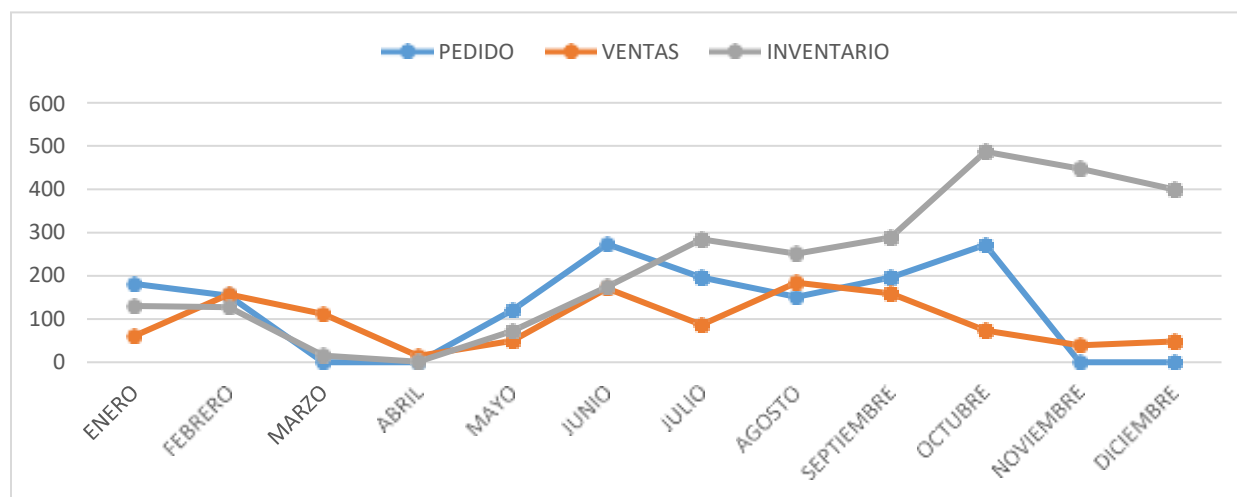
| Mes | Ventas |
|------------|--------|
| Enero | 60.65 |
| Febrero | 156.93 |
| Marzo | 111.9 |
| Abril | 14.5 |
| Mayo | 49.5 |
| Junio | 171.3 |
| Julio | 86.5 |
| Agosto | 184 |
| Septiembre | 159.1 |
| Octubre | 73.5 |
| Noviembre | 39 |
| Diciembre | 48 |

Nota: Aquí se muestra el acumulado de ventas de la referencia Lianas en metros cuadrados.

Fuente elaboración propia.

Figura 2.

Histórico de ventas mensuales para la referencia Lianas.



Nota: La grafica representa el comportamiento de ventas de la referencia Lianas durante el año analizado. Fuente elaboración propia.

Suavización exponencial simple.

La ecuación básica de la suavización exponencial aplica un peso α a la última observación de demanda y un peso $(1-\alpha)$ al pronóstico anterior, mediante el siguiente operador. (Vidal, 2017 p.95).

$$S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)S_{t-1} \quad (3)$$

Donde: S_t = Pronóstico realizado al final del período T, es decir, la estimación del parámetro b al final del periodo T.

S_{t-1} =Pronóstico anterior, es decir, la estimación del parámetro b realizada al final del periodo T-1.

X_t = Demanda real observada al final del período actual T.

α = Constante de suavización (inicialmente definida en el intervalo $0 \leq \alpha \leq 1$).

Para definir un valor de Alpha que reduzca el error, se utilizó la herramienta solver de Excel, tomando como objetivo la MAD, variando el valor de Alpha, de tal manera que minimice los errores, aunque también puede probarse con ECM.

Algunos autores recomiendan el uso de ECM, pues se ha encontrado que estima de forma más precisa la desviación estándar de la demanda y no depende de la distribución probabilística de los errores del pronóstico. Sin embargo, la MAD provee un método de señal de rastreo del pronóstico de más fácil entendimiento.

Tabla 5.

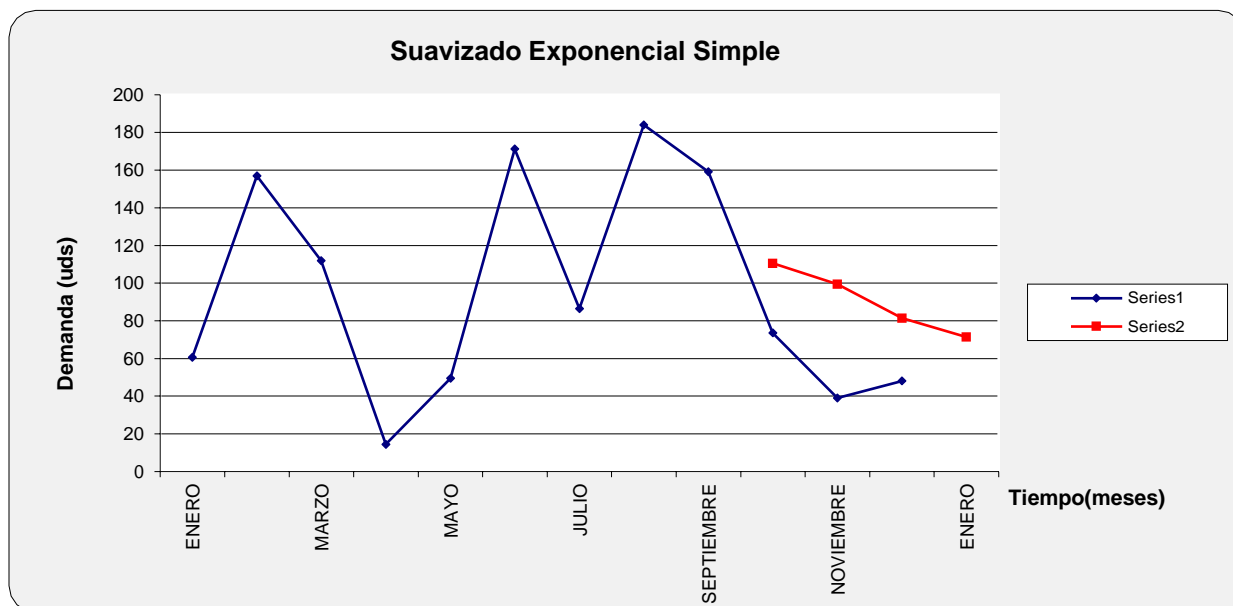
Pronóstico con suavización exponencial simple para la referencia Lianas.

| Dato | Mes | Demanda | St | Pronóstico | Error | Abs Error | Error cuadr. |
|------------------|------------|---------|------------|------------|-------------|------------|--------------|
| 1 | Enero | 60,65 | | | | | |
| 2 | Febrero | 156,93 | | | | | |
| 3 | Marzo | 111,9 | | | | | |
| 4 | Abril | 14,5 | | | | | |
| 5 | Mayo | 49,5 | | | | | |
| 6 | Junio | 171,3 | | | | | |
| 7 | Julio | 86,5 | | | | | |
| 8 | Agosto | 184 | | | | | |
| 9 | Septiembre | 159,1 | 110,486667 | | | | |
| 10 | Octubre | 73,5 | 99,3906667 | 110,486667 | -36,9866667 | 36,9866667 | 1368,01351 |
| 11 | Noviembre | 39 | 81,2734667 | 99,3906667 | -60,3906667 | 60,3906667 | 3647,03262 |
| 12 | Diciembre | 48 | 71,2914267 | 81,2734667 | -33,2734667 | 33,2734667 | 1107,12358 |
| 13 | Enero | | | 71,2914267 | -71,2914267 | 71,2914267 | 5082,46752 |
| Sumas | | | | | -201,942227 | 201,942227 | 11204,6372 |
| MAD o ECM | | | | | | 50,4855567 | 2801,15931 |
| Desv. std. Est.σ | | | | | | 63,1069458 | 52,9259795 |
| ALPHA | | | | 0,30 | | | |

Nota: En la tabla se muestra el cálculo del pronóstico con método de suavización exponencial simple a fin de determinar el error del pronóstico. Fuente elaboración propia.

Figura 3.

Pronóstico de la referencia Lianas con método de suavización exponencial simple.



Nota: En la gráfica se puede apreciar por medio del pronóstico suavización exponencial simple el comportamiento para el siguiente periodo. Fuente elaboración propia.

Suavización exponencial doble.

El sistema de pronósticos de suavización exponencial doble tiene en cuenta la posible tendencia (creciente o decreciente) de la demanda, ya que el modelo subyacente que considera es el siguiente. (Vidal, 2017, p. 107):

$$X_t = b_1 + b_2 + e_t \quad (4)$$

Donde: X_t = Valor real u observación de la demanda en el período t.

b_1 = Una constante que representa la componente fija de la demanda.

b_2 = Una constante que representa la tendencia de la demanda

(creciente o decreciente de acuerdo con su signo).

e_t = Una variable aleatoria normal con media 0 y varianza $\sigma^2 > 0$ desconocida.

Ahora se trata de estimar los parámetros b_1 y b_2 para poder pronosticar demandas futuras, ya que estas presentan la componente constante, determinada por b_1 , y la componente de tendencia, determinada por b_2 .

$$S_t = ax_t + (1 - a)S_{t-1} \quad (5)$$

Tabla 6.

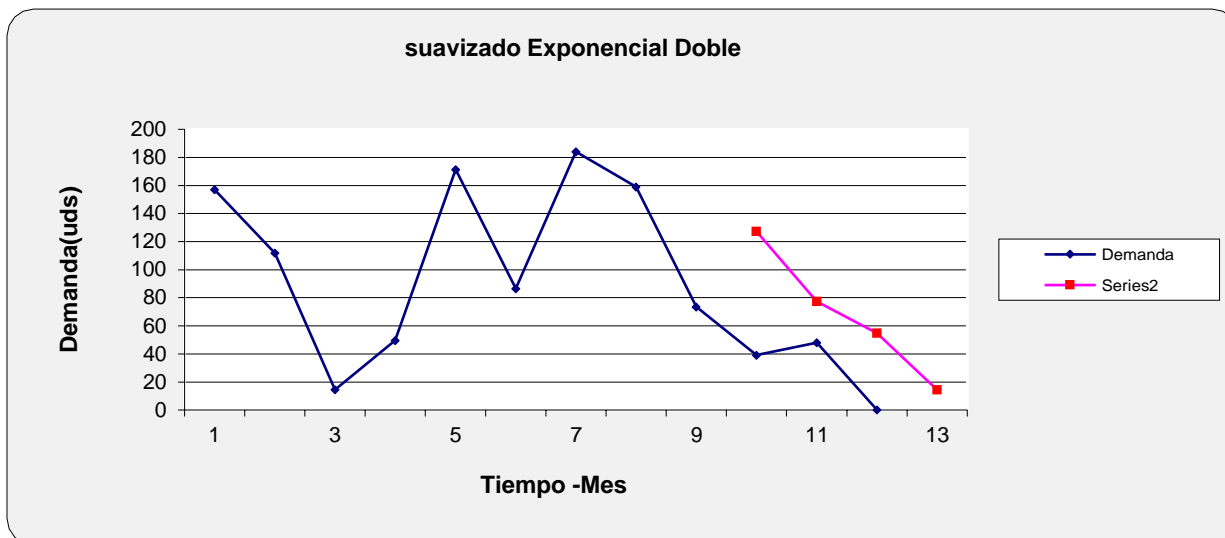
Pronóstico con suavización exponencial doble para la referencia Lianas

| Dato | Mes | Demanda | ST | ST[2] | Pronóstico | Ref. | Lianas | |
|------------------------------|------------|---------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 1 | Enero | 156,93 | | | | | | |
| 2 | Febrero | 111,9 | | | | | | |
| 3 | Marzo | 14,5 | | | | | | |
| 4 | Abril | 49,5 | | | | | | |
| 5 | Mayo | 171,3 | | | | | | |
| 6 | Junio | 86,5 | | | | | | |
| 7 | Julio | 184 | | | | | | |
| 8 | Agosto | 159,1 | | | | | | |
| 9 | Septiembre | 73,5 | 117,0222222 | 109,8713333 | | Error | Error. Abs | Error Cuadr. |
| 10 | Octubre | 39 | 93,61555556 | 104,9946 | 127,2377778 | -88,23777778 | 88,23777778 | 7785,905427 |
| 11 | Noviembre | 48 | 79,93088889 | 97,47548667 | 77,35977778 | -29,35977778 | 29,35977778 | 861,9965512 |
| 12 | Diciembre | 0 | 55,95162222 | 85,01832733 | 54,86717778 | -54,86717778 | 54,86717778 | 3010,407197 |
| 13 | Enero | | | | 14,42775778 | -14,42775778 | 14,42775778 | 208,1601945 |
| Sumas | | | | | | -186,8924911 | 186,8924911 | 11866,46937 |
| MAD ó ECM | | | | | | | 46,72312278 | 2966,617343 |
| Desviación Estándar Estimada | | | | | | | 58,40390347 | 54,46666267 |
| | | | | | | K_ALFA | 0,3 | |
| | | | | | | TAON | 1 | |

Nota: En la tabla se muestra el cálculo del pronóstico con método de suavización exponencial doble a fin de determinar el error del pronóstico. Fuente elaboración propia.

Figura 4.

Pronóstico de la referencia Lianas con suavización exponencial doble



Nota: En la gráfica se puede apreciar por medio del pronóstico suavización exponencial doble el comportamiento para el siguiente periodo. Fuente elaboración propia.

Descomposición de mínimos cuadrados.

Se utiliza para calcular la recta de regresión lineal que minimiza los residuos, esto es, las diferencias entre los valores reales y los estimados por la recta.

$$Y_t = Q_0 + Q_1X \quad (6)$$

Donde: Y_t = Pronóstico para el periodo t.

β_0 = La constante del modelo (también llamada intercepto) y es el punto donde la recta corta el eje de ordenadas, el de las Y.

β_1 = representa la pendiente (inclinación) de la recta de regresión. Este coeficiente nos dice el incremento de unidades de la variable Y que se produce por cada incremento de una unidad de la variable X.

Tabla 7.

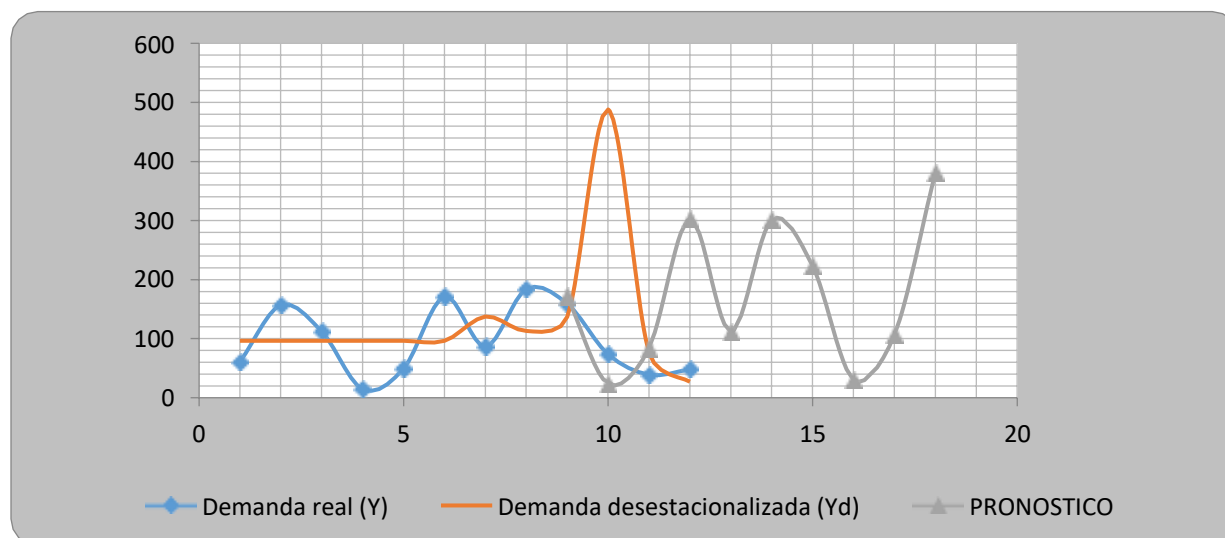
Pronóstico de mínimos cuadrados para la referencia Lianas.

| Periodo (x) | Mes | Demanda real (Y) | Promedio de los mismos meses de cada año | Factor estacional | Demanda desestacionalizada (Yd) | Pronostico |
|-------------|------------|------------------|--|--------------------|---------------------------------|-------------|
| 1 | Enero | 60,65 | 60,65 | 0,630195345 | 96,24 | |
| 2 | Febrero | 156,93 | 156,93 | 1,630610973 | 96,24 | |
| 3 | Marzo | 111,9 | 111,9 | 1,162718204 | 96,24 | |
| 4 | Abril | 14,5 | 14,5 | 0,150665004 | 96,24 | |
| 5 | Mayo | 49,5 | 49,5 | 0,514339152 | 96,24 | |
| 6 | Junio | 171,3 | 171,3 | 1,779925187 | 96,24 | |
| 7 | Julio | 86,5 | 86,5 | 0,630195345 | 137,2590272 | |
| 8 | Agosto | 184 | 184 | 1,630610973 | 112,8411394 | |
| 9 | Septiembre | 159,1 | 159,1 | 1,162718204 | 136,8345308 | 171,9036771 |
| 10 | Octubre | 73,5 | 73,5 | 0,150665004 | 487,8372414 | 23,37589199 |
| 11 | Noviembre | 39 | 39 | 0,514339152 | 75,82545455 | 83,55773615 |
| 12 | Diciembre | 48 | 48 | 1,779925187 | 26,96742557 | 302,1628647 |
| 13 | Enero | | | 0,630195345 | 0 | 111,5865542 |
| 14 | Febrero | | | 1,630610973 | 0 | 300,6384668 |
| 15 | Marzo | | | 1,162718204 | 0 | 222,86602 |
| 16 | Abril | | | 0,150665004 | | 29,97959147 |
| 17 | Mayo | | | 0,514339152 | | 106,1013999 |
| 18 | Junio | | | 1,779925187 | | 380,177604 |
| 120 | | 1154,88 | | 11,73690773 | 1555,004819 | |

Nota: En la tabla se muestra el cálculo del pronóstico con método de descomposición mínimos cuadrados a fin de determinar el error del pronóstico. Fuente elaboración propia.

Figura 5.

Pronóstico de la referencia Lianas con mínimos cuadrados



Nota: En la gráfica se puede apreciar por medio del pronóstico descomposición mínimos cuadrados el comportamiento para el siguiente periodo. Fuente elaboración propia.

Media Móvil

Este sistema es uno de los más simples que existen, pero no menos útil. A través de él se van a ilustrar varios aspectos que son comunes a cualquier método para pronosticar. El promedio móvil es adecuado para patrones de demanda estables o perpetuos, con poca o ninguna tendencia. El modelo subyacente para este tipo de procesos es el siguiente. (Vidal, 2017, p.87):

$$X_t = b + e_t \quad (7)$$

Donde: X_t = Valor real u observación de la demanda en el período t.

b = Una constante que representa el proceso de demanda uniforme que se lleva a cabo.

E_t = Una variable aleatoria normal con media cero y varianza $\sigma^2 > 0$ desconocida.

El método de promedio móvil estima el valor de b por medio de cálculo promedio de las últimas N observaciones, mediante estadística definida como M_t , definida como:

$$M_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}}{N} \quad (8)$$

Tabla 8.

Pronóstico con media móvil para la referencia Lianas.

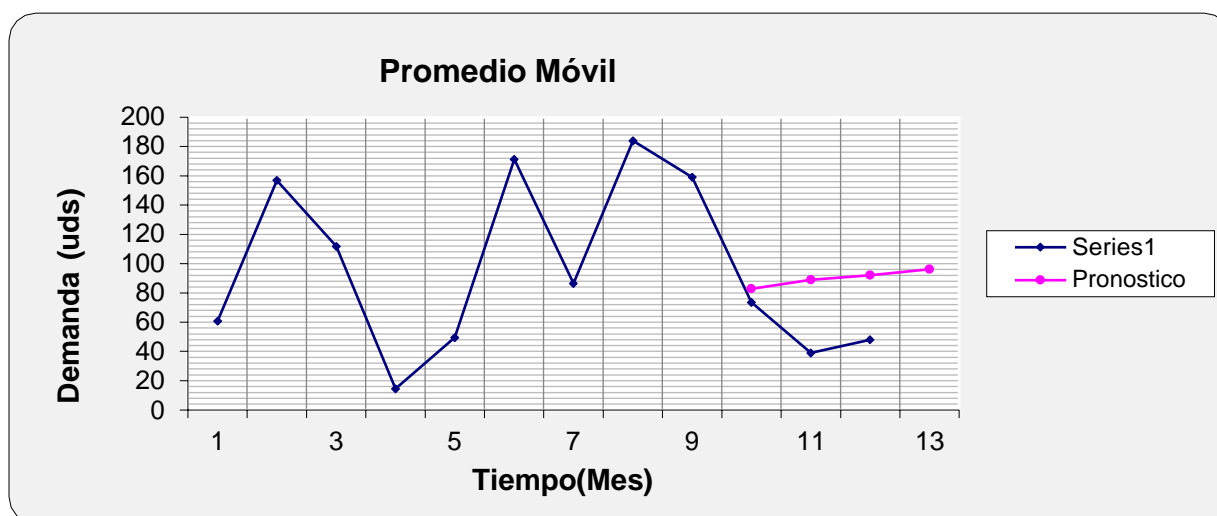
| <i>MAD</i> | <i>s</i> | <i>ECM</i> | <i>s</i> | <i>N</i> |
|------------|----------|------------|----------|----------|
| 61,20 | 76,50 | 5219,05 | 72,24 | 2 |
| 70,70 | 88,38 | 5546,84 | 74,48 | 3 |
| 76,47 | 95,58 | 5919,81 | 76,94 | 4 |
| 70,96 | 88,70 | 5348,28 | 73,13 | 5 |
| 63,29 | 79,11 | 4362,02 | 66,05 | 6 |
| 54,98 | 68,73 | 3181,24 | 56,40 | 7 |
| 53,23 | 66,53 | 2937,81 | 54,20 | 8 |
| 53,57 | 66,96 | 3088,77 | 55,58 | 9 |
| 50,12 | 62,65 | 2824,72 | 53,15 | 10 |

| | | | | |
|-------|-------|---------|-------|----|
| 42,53 | 53,17 | 2142,76 | 46,29 | 11 |
| 34,53 | 43,16 | 1514,63 | 38,92 | 12 |

Nota: En la tabla se muestra el mejor pronóstico resultado del cálculo con método de media móvil a fin de determinar el error del pronóstico. Fuente elaboración propia.

Figura 6.

Pronóstico con media móvil para la referencia Lianas



Nota: En la gráfica se puede apreciar por medio del pronóstico media móvil el comportamiento para el siguiente periodo. Fuente elaboración propia.

Tabla 9.

Resumen de los errores de los pronósticos para la referencia Lianas

| Resumen De Los Pronósticos | | | | |
|----------------------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | Suavización simple | Suavización doble | Mínimos Q | Media Móvil |
| MAD | 50,48555667 | 46,72312278 | 90,41209649 | 34,53166667 |
| ECM | 2801,159308 | 2966,617343 | 17315,1285 | 1514,626975 |

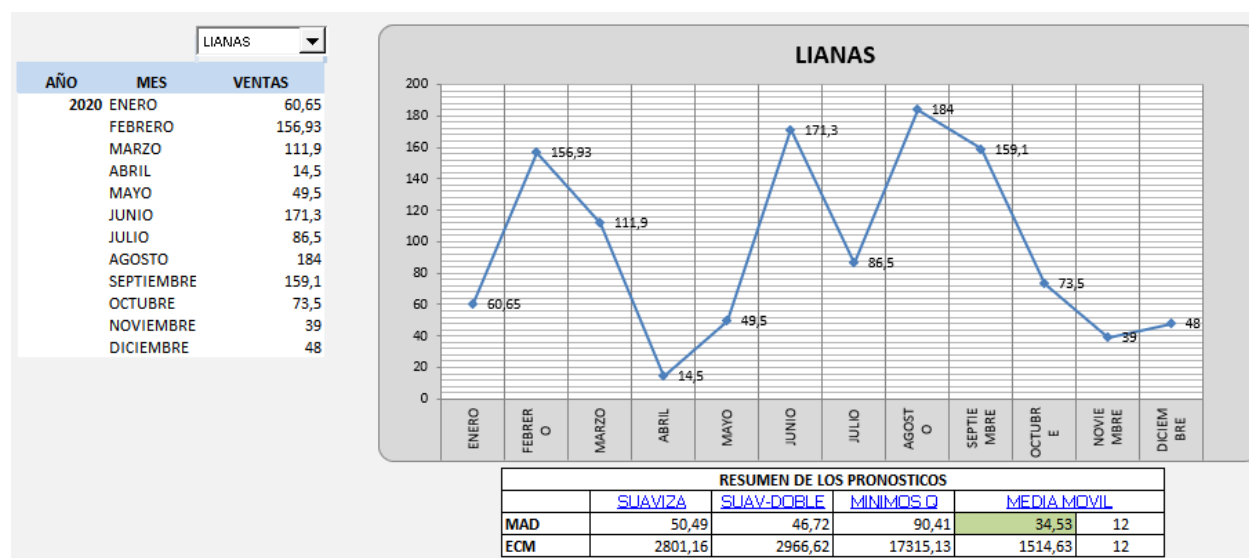
Nota: En la tabla se muestra los diferentes métodos de pronóstico con el resultado del cálculo del menor error . Fuente elaboración propia.

Con esta información ya se está en capacidad de seleccionar el sistema de pronóstico más adecuado, para el caso, la media móvil arroja la menor MAD.

Para facilitar el desarrollo de los pronósticos para las diferentes referencias de cerámicas, se elaboró una plantilla en Microsoft Excel de tal manera que automáticamente los pronósticos se calculan, teniendo como parámetro de evaluación la MAD, y seleccionando por tanto aquel método de pronóstico más adecuado para cada referencia.

Figura 7.

Vista general de la plantilla diseñada para generar los pronósticos



Nota: La imagen muestra la vista general de la aplicación que permite determinar el mejor pronóstico para cada referencia. Fuente elaboración propia.

Diseño del Sistema de Gestión de Inventarios.

En conjunto con los responsables de las bodegas de Cerámicas la Independencia, se trabajó en la consolidación de información que permitirá establecer propuestas para mejorar la gestión de sus inventarios a fin de responder a las preguntas básicas de cualquier sistema de

inventarios, ¿Cuánto pedir? Y ¿Cuándo pedir? y la respuesta adecuada depende inevitablemente del comportamiento de la demanda.

Fundamentalmente, se debe analizar cada uno de los comportamientos de la demanda de los productos para asignar a cada uno el mejor tratamiento posible y así obtener el costo mínimo en la administración de este inventario.

Por lo anterior, se probaron dos tipos de tratamiento al inventario para las referencias tipo A, Un primer método con el ya conocido EOQ el cual depende en gran medida del pronóstico de la demanda ya expuesto en un capítulo anterior y un segundo método basado en simulación mediante el complemento VBA de Excel (Visual Basic para aplicaciones) asumiendo demanda probabilística de acuerdo a las diferentes funciones de densidad de probabilidad que describen el comportamiento de la demanda en cada referencia.

Posteriormente se confrontan las dos propuestas para determinar cual genera el menor costo por inventario para finalmente contrastar este resultado con el escenario actual sin política de inventarios.

Principales costos asociados a la administración de inventarios.

Se propone la implementación de un sistema (S, Q) que haga las veces de revisión continua en el sentido de incrementar los controles de tipo físico y generar el seguimiento a través de sistemas de información. Con esta política se pide una cantidad Q siempre que el nivel de inventario llegue a un nivel de reabastecimiento r . (Taha)

Como se documentó anteriormente dentro de los aspectos clave para el correcto diseño de una política de gestión de inventarios encontramos una adecuada proyección de la demanda y la mejor definición posible de los costos incurridos por la administración de inventarios que para el caso de los modelos básicos EOQ se basan en los costos de pedir y los costos de almacenar.

Debido a que el sistema contable que administra la información en la empresa no discrimina con exactitud los costos logísticos, se buscó una aproximación a través de una distribución de los costos involucrados en el almacenamiento de los inventarios con ayuda de los encargados de la administración de las bodegas de Cerámicas la Independencia. Se realizaron varios análisis y levantamiento de información que llevaron a consolidar estos costos de la siguiente manera:

Tabla 10.

Costos asociados a la administración de inventarios en Cerámicas la Independencia

| Costos De Almacenar | Mensual (\$) | Anual (\$) | Costo Por Unidad Anual (\$) |
|--|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| Arriendo | 3.600.000 | 43.200.000 | 18.783 |
| Servicios | 316.000 | 3.792.000 | 1.649 |
| Mano Obra | 4.899.015 | 58.788.180 | 25.560 |
| Costo Almacenar M2/Año | | | 45.991 |
| Proveedor | Costo transporte (\$) | Administrativos (\$) | Costo de pedir (\$) |
| Cerámicas y Pisos | 5.667 | 23.333 | 29.000 |
| Villamil | 5.333 | 23.333 | 28.667 |
| Elite | 5.000 | 23.333 | 28.333 |
| Disercol | 4.667 | 23.333 | 28.000 |
| Baldocer | 4.667 | 23.333 | 28.000 |
| Aquí es (Italia, alfa y Corona) | 4.333 | 23.333 | 27.667 |
| Corbeta | 4.000 | 23.333 | 27.333 |

Nota: La tabla relaciona los diferentes costos asociados a la operación comercial en Cerámicas

La independencia. Fuente elaboración propia.

La media anual de almacenamiento es de 2300 m2 en el espacio dispuesto para tal fin.

Tamaño de Lote Económico Para Diferentes Referencias Tipo A.

A continuación, y como ya se dispone de la información suficiente, se calcula el tamaño de pedido que minimiza los costos totales, para lo cual se ha elegido utilizar el modelo clásico de lote económico de pedido EOQ y aunque el modelo parte de unos supuestos fundamentales:

El patrón de demanda es constante y conocido con certeza.

No se consideran descuentos en los precios de compra y/o transporte.

La cantidad de pedidos no necesita ser un número entero o un múltiplo de algún número entero.

Todos los parámetros de costo son estacionarios o sea que no varían significativamente con el tiempo (se consideran bajas tasas de inflación).

El ítem se trata de forma independiente de otros ítems.

La tasa de reposición es infinita o, equivalentemente, los lead times son cero, y toda la orden completa es recibida cada vez que se ordene.

No se consideran órdenes pendientes.

Con el desarrollo veremos que estos supuestos se pueden gestionar de tal manera que resulta un modelo muy útil y práctico de aplicar para el caso de estudio.

El supuesto de tasa infinita de reposición se ve superado generando las ordenes de pedido de acuerdo con un punto de reorden que considera el lead time o tiempo de aprovisionamiento.

A continuación, se presentan los tamaños de lote económico calculados para las referencias de los ítems de clasificación A.

También se ha calculado el número de pedidos que se deben hacer al año con esta política.

Para el cálculo del inventario de seguridad

$$SS = K\sigma_L \quad (9)$$

Donde K es el factor de seguridad dependiente del nivel de servicio deseado para el caso en estudio y bajo los supuestos de normalidad de los errores, se ha elegido el 95% lo que genera un factor de 1,65.

σ_L Desviación estándar de los errores del pronóstico de la demanda total sobre un periodo de duración L, o sea el tiempo de reposición o lead time.

Como el tiempo de reposición no es igual al intervalo en que se actualizan los pronósticos, o igual al periodo básico de la demanda debe entonces convertirse el estimado de la desviación estándar dado por el sistema de pronósticos a la desviación estándar sobre el tiempo de reposición. La relación exacta entre las dos cantidades no es fácil de determinar, pero se acepta generalmente un estimado que ha dado muy buenos resultados en la práctica.

$$\sigma_L = \sigma_S * \sqrt{L} \quad (10)$$

Puede encontrarse que en un periodo de pronóstico L, los errores en periodos consecutivos son independientes entre sí, cada uno con su desviación estándar. En pocas palabras L dentro del radical representa las veces que el Lead Time L cabe en el periodo básico del pronóstico y por ello lo que hay en el interior del radical es adimensional. (Vidal, 2017, p.157).

Tabla 11.

Tamaño de lote económico por referencia

| Referencia | Demanda Anual | | | | | Inv. |
|---------------------|---------------|-------------|-----|-------------|----------------------|-----------|
| | (M2) | Desviación | Eoq | Nº Pedidos | Tiempo Entre Pedidos | Seguridad |
| Lianas | 1154,88 | 58,43715054 | 39 | 29,61230769 | 12,32595594 | 12 |
| Fachada | 420,43 | 31,62607354 | 24 | 17,51791667 | 20,83581096 | 7 |
| Estone | 980,77 | 54,27969811 | 35 | 28,022 | 13,02547998 | 11 |
| Eucalipto | 203,1 | 37,54737008 | 16 | 12,69375 | 28,75430822 | 8 |
| Versalles | 860,39 | 45,88081039 | 33 | 26,07242424 | 13,99946536 | 9 |
| Porcelanato | 164,92 | 19,51782206 | 15 | 10,99466667 | 33,19791414 | 4 |
| Maki | 583,22 | 27,56328316 | 27 | 21,60074074 | 16,89756867 | 6 |
| Lisboa | 502,98 | 32,66275179 | 25 | 20,1192 | 18,14187443 | 7 |
| Madera | 1222,01 | 78,51761591 | 40 | 30,55025 | 11,94752907 | 16 |
| Celia Beige | 476,49 | 34,47213543 | 25 | 19,0596 | 19,15045436 | 7 |
| Manaure | 409,79 | 37,83576273 | 23 | 17,81695652 | 20,48610264 | 8 |
| 20x20 Blanco Blanco | 240,4 | 19,0902753 | 18 | 13,35555556 | 27,32945092 | 4 |
| Vinci | 569,87 | 122,0510825 | 27 | 21,1062963 | 17,2934178 | 24 |
| Seúl | 346,16 | 30,57692376 | 21 | 16,48380952 | 22,14293968 | 6 |
| Pompeya | 432,14 | 43,86844077 | 23 | 18,78869565 | 19,42657472 | 9 |
| Ara Blanco | 520,7 | 53,63328171 | 26 | 20,02692308 | 18,22546572 | 11 |

| | | | | | | |
|----------------|--------|-------------|----|-------------|-------------|----|
| Bambuco | 137,52 | 11,54384212 | 14 | 9,822857143 | 37,15823153 | 3 |
| Murcia | 401,78 | 36,55152897 | 23 | 17,46869565 | 20,89451939 | 8 |
| Mármol | 571,02 | 42,33206575 | 27 | 21,14888889 | 17,25858989 | 9 |
| Paraíso | 469,31 | 54,96403924 | 25 | 18,7724 | 19,44343824 | 11 |
| Gabro | 255,78 | 20,10573799 | 18 | 14,21 | 25,68613652 | 4 |
| Roma | 83 | 11,75478626 | 11 | 7,545454545 | 48,37349398 | 3 |
| Kappa | 145,5 | 25,86946398 | 14 | 10,39285714 | 35,12027491 | 6 |
| Mystic | 244,24 | 44,51774756 | 18 | 13,56888889 | 26,89977072 | 9 |
| Caribe | 229,97 | 24,81310589 | 17 | 13,52764706 | 26,98178023 | 5 |
| Wollemy | 498,72 | 42,29140293 | 25 | 19,9488 | 18,29683991 | 9 |
| Goya | 463,98 | 26,59882038 | 24 | 19,3325 | 18,88012414 | 6 |
| Remo | 317,32 | 42,90166741 | 20 | 15,866 | 23,00516828 | 9 |
| Antila | 196,1 | 24,25620516 | 16 | 12,25625 | 29,78072412 | 5 |
| Santa Catalina | 258,25 | 49,93247331 | 18 | 14,34722222 | 25,44046467 | 10 |
| Alfonsina | 303 | 45,36432677 | 20 | 15,15 | 24,09240924 | 9 |
| Pizarra | 190,95 | 15,20439355 | 16 | 11,934375 | 30,58392249 | 3 |

Nota: La tabla muestra el detallado de pedidos de acuerdo con los resultados de cada pronóstico establecido. Fuente elaboración propia.

Simulación con Modelo de Inventarios Propuesto Asumiendo Demanda Probabilística.

De otra parte y debido al componente aleatorio de la demanda, se decidió probar un modelo de simulación partiendo de las funciones densidad de probabilidad que se ajustan a la demanda de cada referencia.

Con el uso del componente StatFit de ProModel, se generaron las diferentes funciones densidad de probabilidad a fin de determinar los generadores de la demanda aleatoria para iniciar el modelo de simulación.

Para las referencias en estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 12.

Funciones de densidad que se ajustan a cada referencia

| Referencia | Distribución De Probabilidad |
|-------------------|-------------------------------------|
| Lianas | Exponencial(14,82.2) |
| Fachada | Exponencial(0,35) |
| Estone | Exponencial(26,55.7) |
| Eucalipto | Reject |
| Versalles | Uniforme(0,139) |
| Porcelanato | Exponencial(0,13.7) |
| Maki | Lognormal(20,2.59,1.9) |

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Lisboa | Exponencial(1,40.9) |
| Madera | Lognormal(4,4.43,0.739) |
| Celia Beige | Lognormal(0,3.59,0.806) |
| Manauere | Reject |
| 20x20 Blanco Blanco | Lognormal(0,3,0.814) |
| Vinci | Reject |
| Seúl | Reject |
| Pompeya | Reject |
| Ara Blanco | Exponencial(0,43.4) |
| Bambuco | Lognormal(2,1.34,1.48) |
| Murcia | Lognormal(5,2.68,1.33) |
| Mármol | Exponencial(2,45.6) |
| Paraíso | Lognormal(0,3,1.51) |
| Gabro | Lognormal(0,3.08,0.779) |
| Roma | Reject |
| Kappa | Reject |
| Mystic | Reject |
| Caribe | Reject |
| Wollemy | Reject |
| Goya | Exponencial(7,31.7) |
| Remo | Reject |
| Antila | Exponencial(0,16.3) |
| Santa Catalina | Reject |
| Alfonsina | Reject |
| Pizarra | Exponencial(0,15.9) |

Nota: La tabla muestra la función que mejor se ajusta al comportamiento de cada referencia.

Fuente elaboración propia.

La tabla evidencia que algunas referencias presentaron rechazó, sin embargo, al analizar cada una se observó una demanda errática que carece de algún patrón definido, lo cual pudo deberse a la particularidad de ventas para el año en análisis donde se presentaron cierres generales decretados por el gobierno nacional. En condiciones normales se espera que la cantidad de referencias que no se puedan describir con una función densidad se vean drásticamente reducidas.

El proceso de simulación se desarrolló en tres etapas, en primer lugar, un algoritmo que determina de acuerdo con los costos y el parámetro de la función densidad con un tamaño de lote de pedido dado, los costos totales de esta política.

En segundo lugar, el algoritmo de la primera fase con una variación; probar diferentes tamaños de lote para determinar cuál tamaño genera los menores costos.

Por último, un algoritmo que simula las mismas condiciones mencionadas anteriormente con réplicas a fin de obtener resultados confiables.

Los dos primeros se dejan a manera de consulta en los anexos, aquí se presentan las características fundamentales de la simulación, así como los supuestos.

El código visual se muestra a continuación:

```
Sub replicas()
```

```
Worksheets(3).Range("A7:z300").Clear
```

```
For Replica = 1 To 1000
```

```
Min = 9999999999#
```

```
Dim LI As Double
```

```
Dim LS As Double
```

```
Dim uniforme As Double
```

```
LI = Cells(4, 2)
```

```
LS = Cells(5, 2)
```

```
danual = 0
```

```
For f = 1 To 40
```

```
cp = Cells(2, 2)
```

```
ca = Cells(3, 2)
```

```
Q = f
```

```
inv = Q
```

```
pedido = 1
```

```
cpedir = cp
calmacenar = 0
For j = 1 To 12
    uniforme = LI + (LS - LI) * Rnd
    d = uniforme
    danual = danual + d
    For i = 1 To 30
        diaria = (d / 30)
        inv = inv - diaria
        If inv < d / 30 Then
            While inv < d / 30
                inv = inv + Q
                pedido = pedido + 1
                cpedir = cpedir + cp
            Wend
            dia = i
        End If
        calmacenar = calmacenar + ((ca / 360) * inv)
    Next i
Next j
cparcial = cpedir + calmacenar
If (cparcial) < Min Then
    Min = cparcial
```

tamaño = f

Demanda = danual

numeropedido = pedido

costopedir = cpedir

costoalmacenar = calmacenar

End If

danual = 0

Next f

Cells(Replica + 6, 5) = Min

Cells(Replica + 6, 1) = Tamaño

Cells(Replica + 6, 2) = Numeropedido

Cells(Replica + 6, 3) = Costopedir

Cells(Replica + 6, 4) = Costoalmacenar

Cells(2, 4) = Tamaño

Cells(3, 4) = Numeropedido

Cells(4, 4) = Cotopedir + Costoalmacenar

Sumatamaño = Sumatamaño + Tamaño

sumapedidos = sumapedidos + numeropedido

sumacosto = sumacosto + Min

Next Replica

promediotamaño = sumatamaño / 1000

pedidospromedio = sumapedidos / 1000

costopromedio = sumacosto / 1000

Cells(2, 4) = promediotamaño

Cells(3, 4) = pedidospromedio

Cells(4, 4) = costopromedio

Cells(5, 4) = Demanda

End Sub

En primer lugar, el algoritmo genera la demanda de acuerdo con la función densidad de probabilidad dada, a partir de esta información prueba varios tamaños con los cuales calcula los costos de esa política. Debido a que los periodos de la demanda se han generado en meses, para acercar esta simulación de transacciones de inventario a lo que ocurre en la realidad, se hace que el algoritmo distribuya la demanda esperada de manera lineal a través del periodo de demanda, para lo cual calcula los costos día a día y los consolida.

Al final el algoritmo compara los costos y determina el tamaño de lote que genera menores costos.

Para establecer el número de réplicas que se deben generar para obtener información bajo determinado nivel de confianza, se calcula el tamaño muestra, pero debido a que este algoritmo funciona igual para varias referencias para superar este cálculo y aprovechando que el algoritmo no consume mayores tiempos computacionales, se ha generado 1000 réplicas para cada referencia.

Figura 8.

Vista general para la simulación de una referencia determinada

| | | | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| C. PEDIR | 28000 | TAMAÑO | 27,966 | | |
| C.ALMACENAR | 45991 | Nº PEDIDOS | 22,022 | ACTUALIZAR | |
| LI | 0 | C. TOTAL | 1328071,343 | | |
| LS | 139 | D ANAL | 545,7960218 | | |
| TAMAÑO | Nº PEDIDOS | C PEDIR | C MANTENER | C. TOTAL | |
| 31 | 18 | 504000 | 811899,3901 | 1315899,39 | |
| 31 | 17 | 476000 | 742402,2742 | 1218402,274 | |
| 29 | 21 | 588000 | 809838,8689 | 1397838,869 | |
| 35 | 18 | 504000 | 869200,1799 | 1373200,18 | |
| 35 | 19 | 532000 | 864986,8231 | 1396986,823 | |
| 19 | 24 | 672000 | 496794,7779 | 1168794,778 | |
| 37 | 16 | 448000 | 780998,1154 | 1228998,115 | |
| 24 | 20 | 560000 | 664765,0937 | 1224765,094 | |
| 32 | 17 | 476000 | 797927,7122 | 1273927,712 | |
| 30 | 19 | 532000 | 764732,1615 | 1296732,161 | |
| 34 | 21 | 588000 | 766194,1421 | 1354194,142 | |
| 19 | 34 | 952000 | 500000,4504 | 1452000,45 | |
| 21 | 21 | 588000 | 546715,9443 | 1134715,944 | |
| 26 | 21 | 588000 | 689736,1251 | 1277736,125 | |
| 31 | 21 | 588000 | 801368,0015 | 1389368,001 | |

Nota: Con el uso de este simulador se calculan los tamaños de lote y costos generados para determinar políticas adecuadas. Fuente elaboración propia.

Tabla 13.

Tamaño de lote obtenido para los dos métodos propuestos

| Referencia | Eq | Nº Pedidos | C Total \$ | Distribución De Probabilidad | Tamaño De Lote | Nº Pedidos | Costo Total \$ |
|-------------|----|------------|------------|------------------------------|----------------|------------|----------------|
| Lianas | 39 | 29,6 | 1755581,42 | Exponencial(14,82.2) | 29,9 | 24,50 | 1490191,78 |
| Fachada | 24 | 17,5 | 1059911,58 | Exponencial(0,35) | 19,3 | 13,30 | 825489,00 |
| Estone | 35 | 28,0 | 1608149,17 | Exponencial(26,55.7) | 29,831 | 23,83 | 1372873,12 |
| Eucalipto | 16 | 12,7 | 714886,27 | Reject | | | |
| Versalles | 33 | 26,1 | 1488879,38 | Uniforme(0,139) | 27,9 | 22,00 | 1328071,00 |
| Porcelanato | 15 | 11,0 | 652783,17 | Exponencial(0,13.7) | 12,239 | 9,15 | 535765,74 |
| Maki | 27 | 21,6 | 1225699,24 | Lognormal(20,2.59,1.9) | 23,971 | 18,50 | 1074212,54 |
| Lisboa | 25 | 20,1 | 1144924,79 | Exponencial(1,40.9) | 20,648 | 14,92 | 896313,16 |
| Madera | 40 | 30,6 | 1795604,02 | Lognormal(4,4.43,0.739) | 32,257 | 28,67 | 1566798,58 |
| Celia Beige | 25 | 19,1 | 1127615,90 | Lognormal(0,3.59,0.806) | 23,115 | 17,01 | 1027172,14 |
| Manauere | 23 | 17,8 | 1045588,24 | Reject | | | |

| | | | | | | | |
|---------------------|----|------|------------|-------------------------|--------|-------|-----------|
| 20x20 Blanco Blanco | 18 | 13,4 | 796782,71 | Lognormal(0,3,0.814) | 17,525 | 12,97 | 777012,70 |
| Vinci | 27 | 21,1 | 1197776,90 | Reject | | | |
| Seúl | 21 | 16,5 | 944452,17 | Reject | | | |
| Pompeya | 23 | 18,8 | 1054979,98 | Reject | | | |
| Ara Blanco | 26 | 20,0 | 1158636,85 | Exponencial(0,43.4) | 20,765 | 15,09 | 895849,49 |
| Bambuco | 14 | 9,8 | 600248,01 | Lognormal(2,1.34,1.48) | 10,722 | 7,85 | 475531,04 |
| Murcia | 23 | 17,5 | 1029671,60 | Lognormal(5,2.68,1.33) | 18,132 | 13,46 | 807240,05 |
| Mármol | 27 | 21,1 | 1234196,28 | Exponencial(2,45.6) | 21,898 | 16,00 | 966475,36 |
| Paraíso | 25 | 18,8 | 1113035,89 | Lognormal(0,3,1.51) | 19,127 | 13,16 | 816912,44 |
| Gabro | 18 | 14,2 | 802320,93 | Lognormal(0,3.08,0.779) | 17,636 | 13,83 | 786141,19 |
| Roma | 11 | 7,5 | 464223,23 | Reject | | | |
| Kappa | 14 | 10,4 | 612937,00 | Reject | | | |
| Mystic | 18 | 13,6 | 793847,89 | Reject | | | |
| Caribe | 17 | 13,5 | 774202,32 | Reject | | | |
| Wollemly | 25 | 19,9 | 1146759,75 | Reject | | | |
| Goya | 24 | 19,3 | 1080307,22 | Exponencial(7,31.7) | 19,801 | 16,06 | 897838,43 |
| Remo | 20 | 15,9 | 904158,00 | Reject | | | |
| Antila | 16 | 12,3 | 711103,00 | Exponencial(0,16.3) | 13,46 | 9,74 | 577176,97 |
| Santa Catalina | 18 | 14,3 | 815641,22 | Reject | | | |
| Alfonsina | 20 | 15,2 | 889154,95 | Reject | | | |
| Pizarra | 16 | 11,9 | 710050,73 | Exponencial(0,15.9) | 13,287 | 9,53 | 576112,34 |

Nota: La tabla muestra los diferentes métodos con el tamaño de pedido y el costo por referencia

de acuerdo con el resultado del pronóstico. Fuente elaboración propia.

Validación del Modelo Propuesto.

El proceso de verificación consiste en comprobar que el modelo simulado cumple con los requisitos de diseño para los que se elaboró. Se trata de evaluar que el modelo se comporta de acuerdo con su diseño.

Validación Del Sistema, a través de esta etapa se valoran las diferencias entre el funcionamiento del simulador y el sistema real que se está tratando de simular. Las formas más comunes de validar un modelo son:

1. La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.
2. La exactitud con que se predicen datos históricos.
3. La exactitud en la predicción del futuro.
4. La comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real.

5. La aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación

En este caso se hizo énfasis en el numeral 2, para validar el modelo propuesto se acude a la comparación e implementación, determinando de esta manera los resultados obtenidos bajo el supuesto de la existencia de estas políticas para el momento de los datos recopilados. A continuación, se presenta el caso de la referencia Lianas.

Tabla 14.

Comparación de método propuesto VS lo ocurrido en el año 2020

| Lianas | Pedidos Reales | Ventas | Compra Con Política | Inv Sin Políticas | Inv Con políticas |
|------------|----------------|--------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Inicial | | | | 10 | |
| Enero | 181.2 | 60.65 | 78 | 131 | 17.35 |
| Febrero | 154.02 | 156.93 | 156 | 128 | 16.42 |
| Marzo | | 111.9 | 117 | 16 | 21.52 |
| Abril | | 14.5 | 25 | 1 | 32.02 |
| Mayo | 120.8 | 49.5 | 25 | 73 | 7.52 |
| Junio | 273.22 | 171.3 | 195 | 174 | 31.22 |
| Julio | 196.3 | 86.5 | 78 | 284 | 22.72 |
| Agosto | 151 | 184 | 195 | 251 | 33.72 |
| Septiembre | 196.3 | 159.1 | 156 | 288 | 30.62 |
| Octubre | 271.8 | 73.5 | 78 | 487 | 35.12 |
| Noviembre | | 39 | 25 | 448 | 21.12 |
| Diciembre | | 48 | 39 | 400 | 12.12 |

Nota: Aquí se comparan los resultados obtenidos comparado con lo que el pronóstico propone para cada periodo. Fuente elaboración propia.

Tabla 15.

Resultados obtenidos en la comparación de modelos para las diferentes referencias tipo A

| Referencias | Sin Políticas | | | | | Con Políticas | | | | |
|-------------|---------------|----------|---------------|--------------|------------|---------------|----------|---------------|--------------|------------|
| | Pedidos | C. Pedir | Inv. Promedio | C. Almacenar | C. Total | Pedidos | C. Pedir | Inv. Promedio | C. Almacenar | C. Total |
| Lianas | 8 | 29000 | 190,89 | 45991 | 9011183,66 | 29,9 | 29000 | 23,46 | 45991 | 1946526,46 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|----------------|------------------|----------------|---------------------------|--------------|----------------|---------------|----------------|-------------------------|
| Fachada | 4 | 29000 | 272,33 | 45991 | 12640767,36 | 18,0 | 29000 | 11,21 | 45991 | 1037367,48 |
| Estone | 6 | 28667 | 112,17 | 45991 | 5330927,45 | 29,0 | 28667 | 17,00 | 45991 | 1613075,02 |
| Eucalipto | 5 | 27333 | 148,52 | 45991 | 6967248,32 | 13,0 | 27333 | 2,49 | 45991 | 469923,24 |
| Versalles | 6 | 28000 | 114,43 | 45991 | 5430788,46 | 27,0 | 28000 | 25,28 | 45991 | 1918614,15 |
| Porcelanato | 6 | 28000 | 114,43 | 45991 | 5430788,46 | 59,4 | 28000 | 25,28 | 45991 | 2825814,15 |
| Maki | 6 | 28000 | 81,98 | 45991 | 3938265,53 | 22,0 | 28000 | 14,33 | 45991 | 1275127,68 |
| Lisboa | 5 | 28333 | 87,13 | 45991 | 4148707,53 | 21,0 | 28333 | 14,84 | 45991 | 1277652,74 |
| Madera | 4 | 28667 | 300,97 | 45991 | 13956732,57 | 31,0 | 28667 | 18,57 | 45991 | 1742729,87 |
| Celia Beige | 5 | 29000 | 97,17 | 45991 | 4613868,82 | 20,0 | 29000 | 13,67 | 45991 | 1208620,32 |
| Manaure 20x20 Blanco | 2 7 | 29000 28667 | 174,43 226,93 | 45991 45991 | 8080171,80 10637559,93 | 18,0 14,0 | 29000 28667 | 15,68 7,77 | 45991 45991 | 1243100,55 758534,77 |
| Vinci | 1 | 27333 | 105,60 | 45991 | 4883790,97 | 22,0 | 27333 | 20,59 | 45991 | 1548089,06 |
| Seúl | 4 | 28000 | 134,72 | 45991 | 6307830,87 | 17,0 | 28000 | 11,02 | 45991 | 982820,82 |
| Pompeya | 2 | 28000 | 101,26 | 45991 | 4712972,01 | 19,0 | 28000 | 8,08 | 45991 | 903530,63 |
| Ara Blanco | 6 | 28000 | 81,52 | 45991 | 3917186,32 | 21,0 | 28000 | 15,80 | 45991 | 1314811,10 |
| Bambuco | 6 | 28333 | 125,68 | 45991 | 5950108,55 | 10,0 | 28333 | 7,33 | 45991 | 620290,73 |
| Murcia | 4 | 28667 | 139,09 | 45991 | 6511402,89 | 18,0 | 28667 | 12,09 | 45991 | 1072190,49 |
| Mármol | 3 | 29000 | 115,69 | 45991 | 5407468,84 | 22,0 | 29000 | 17,69 | 45991 | 1451350,84 |
| Paraíso | 5 | 28667 | 147,48 | 45991 | 6926011,03 | 19,0 | 28667 | 6,06 | 45991 | 823263,48 |
| Gabro | 4 | 27333 | 128,73 | 45991 | 6029753,43 | 15,0 | 27333 | 12,11 | 45991 | 966792,71 |
| Roma | 2 | 28000 | 61,74 | 45991 | 2895331,04 | 8,0 | 28000 | 3,42 | 45991 | 381135,92 |
| Kappa | 3 | 28000 | 34,28 | 45991 | 1660341,53 | 11,0 | 28000 | 1,88 | 45991 | 394233,13 |
| Mystic | 2 | 28000 | 48,50 | 45991 | 2286716,80 | 14,0 | 28000 | 9,29 | 45991 | 819103,09 |
| Caribe | 4 | 28333 | 113,09 | 45991 | 5314492,52 | 14,0 | 28333 | 6,45 | 45991 | 693265,62 |
| Wollemý | 3 | 28667 | 80,37 | 45991 | 3782374,32 | 20,0 | 28667 | 8,22 | 45991 | 951309,37 |
| Goya | 3 | 27333 | 91,71 | 45991 | 4299986,91 | 20,0 | 27333 | 16,63 | 45991 | 1311490,33 |
| Remo | 2 | 28000 | 44,19 | 45991 | 2088265,64 | 16,0 | 28000 | 4,85 | 45991 | 670903,05 |
| Antila | 3 | 28000 | 64,61 | 45991 | 3055478,51 | 13,0 | 28000 | 9,58 | 45991 | 804747,08 |
| Santa Catalina | 3 | 28000 | 65,65 | 45991 | 3103155,85 | 15,0 | 28000 | 8,85 | 45991 | 826867,05 |
| Alfonsina | 2 | 28333 | 56,08 | 45991 | 2635764,63 | 16,0 | 28333 | 9,89 | 45991 | 908255,64 |
| Pizarra | 3 | 28667 | 92,68 | 45991 | 4348216,93 | 12,0 | 28667 | 8,97 | 45991 | 756389,97 |

Nota: Aquí se comparan los resultados obtenidos comparado con lo que el pronóstico propone

para cada referencia de clase A. Fuente elaboración propia.

La validación se adelantó para las referencias tipo A en las cuales se revisaron los niveles de inventario reales promedio por referencia durante el año 2020 y se calculó con las políticas propuestas los niveles esperados.

Finalmente se adelantó una comparación de medias con A novas de un factor para determinar si existen diferencias significativas entre los promedios.

Los resultados obtenidos en estos análisis arrojaron que para las referencias tipo A si existe una diferencia entre los promedios calculados con lo cual concluimos que el nivel promedio de inventarios si disminuye con las políticas propuestas.

El análisis parte de las siguientes hipótesis:

Ho: Media1=Media2

H1: Media1 \neq Media2

Se acepta la hipótesis nula de medias iguales si el P-value es mayor a 0,05, se rechaza en caso contrario.

A continuación, se presenta el análisis de varianza para la comparación de medias en la referencia Lianas:

Tabla 16.

Análisis de varianza de un factor para la referencia Lianas

| Resumen | | | | |
|-----------|--------|---------|------------|-----------|
| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
| Inv Sin P | 12 | 2680.43 | 223.369167 | 812.21582 |
| Inv Con P | 12 | 281.47 | 23.4558333 | .3035902 |

| Análisis De Varianza | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|---------------|----------------------|--|
| Origen De Las Variaciones | Suma De Cuadrados | Grados De Libertad | Promedio De Los Cuadrados | F | Pr obabilidad | Valor Crítico Para F | |
| Entre Grupos | 239792.045 | 1 | 239792.045 | 17.8320385 | 0.00035014 | 4.300949502 | |

| | | | |
|----------------------|------------|----|------------|
| Dentro De Los Grupos | 295839.704 | 22 | 13447.2593 |
|----------------------|------------|----|------------|

| | | | |
|-------|------------|----|--|
| Total | 535631.749 | 23 | |
|-------|------------|----|--|

Nota: Aquí se comparan las medias entre el inventario sin políticas y uno con políticas como lo sugiere el pronóstico. Fuente elaboración propia.

En este caso se rechaza la hipótesis nula de medias iguales para los niveles de inventario y por tanto se puede concluir que existe una diferencia significativa en el promedio de inventario para cada grupo (sin política de inventario VS con política de inventario).

Conclusiones

1. Se observó que la empresa Cerámicas La Independencia tiene exceso de inventarios por falta de una política definida para el aprovisionamiento de cerámicas, lo cual genera mayores costos de mantenimiento de inventarios.

2. Se evidenció que con una política definida para la administración de inventarios en Cerámicas La Independencia, se pueden conseguir ahorros importantes manteniendo e incluso mejorando el nivel de servicio.

3. Se identificó que al implementar una política de inventarios para la empresa Cerámicas La Independencia, este contribuye con las reducciones de impactos que no se han medido en este trabajo, pero que ofrecen grandes posibilidades de estudios y mejoras futuras, tales como las reducciones en los transportes, emisiones, reducción en los riesgos asociados a la manipulación.

4. Debido a la cultura de las Pymes de mantener altos niveles de inventarios, bajo el supuesto que suplirán en un mayor grado las necesidades de sus clientes acumulan volúmenes altos de inventarios que solo generan costos adicionales, y que como se pudo evidenciar se puede satisfacer de igual manera las necesidades de sus clientes, sin tener grandes volúmenes de inventarios.

5. Se debe adoptar una política de manejo del inventario focalizado en las referencias de mayor valor y rotación comercial que representan el mayor ingreso como remplazo de aquellas que no superan el 1% del valor del inventario

Recomendaciones

1. La caracterización y los avances logrados en este trabajo presentan grandes posibilidades de estudios posteriores en el sentido de incluir modelos más robustos que involucren nuevas variables importantes que influyen directamente en los costos, tales como contemplar los descuentos por cantidad de manera agregada.
2. Implementar una aplicación básica que registre las transacciones básicas del inventario, con el fin de obtener la información en línea para la toma de decisiones y evitar los conteos por deficiencias encontradas en el sistema actual.
3. La implementación de un sistema de inventarios de revisión continua (S,Q), que incrementan el control reduciendo incluso los conteos, ya que la información de inventarió estaría disponible en cualquier momento y su confiabilidad depende de los usuarios y la seguridad física del almacenamiento.
4. Mediante los ahorros obtenidos se puede adquirir tecnología que se ajuste a las necesidades del negocio y que evolucione con este.

Referencias

- Arango Marin, J, Giraldo García J, y Castrillón Gómez O. (2013) "*Gestión De Compras E Inventarios a Partir De Pronósticos Holt-Winters Y Diferenciación De Nivel De Servicio Por Clasificación ABC.*" *Scientia et Technica* 18.. 743. edsdpn. Web. <https://search-ebscohost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=edsdpn&AN=edsdpn.4695276ART&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Causado Rodríguez, E. (2015). *Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos* : Inventory control model for economic order in food marketer. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 14(27), 163–177. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.22395/rium.v14n27a10>
- Contreras Juárez, A., Atziry Zuñiga, C., Martínez Flores, J. L., y Sánchez Partida, D. (2018). *Gestión De Políticas De Inventario en El Almacenamiento De Materiales De Acero Para La Construcción.* *Revista Ingeniería Industrial*, 17(1), 5–22. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.22320/S07179103/2018.01>
- Eugenio, S. A., y TH Bobenriet. (2004) "*Precios De Productos Almacenables: Implicaciones Del Modelo De Inventarios.*" *Estudios de Economía* 31 67. bth. Web. <https://search-ebscohost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=26300461&lang=es&site=eds-live&scope=site>.
- González, A. (2020). *Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva* : An inventory management model based on competitive strategy. *Ingeniare: Revista Chilena*

- de Ingeniería, 28(1), 133–142. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.4067/S0718-33052020000100133>
- Hieller, F., y Lieberman G. (2014) *Fundamentos De Investigación De Operaciones*. México: Mc Graw Hill, Print.
- Kalla R, Murikinjeri S, y Abbaiah R. (2020). "*An Improved Demand Forecasting with Limited Historical Sales Data*". International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI). Web. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9104090>
- Kodaira D, y Kondoh J. (2020) "*Probabilistic Forecasting Model for Non-Normally Distributed EV Charging Demand*". International Conference on Smart Grids and Energy Systems (SGES).
Web.https://www.researchgate.net/publication/349851024_Probabilistic_Forecasting_Model_for_Non-normally_Distributed_EV_Charging_Demand
- Paredes Rodríguez, A. M., y Osorio Gómez, J. C. (2021). *Simulación dinámica de una política de inventario R, S en una cadena de suministro de artículos ferreteros*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 20(39), 185–211. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.22395/rium.v20n39a11>
- Park S, Han S, y Son Y. (2017) "*Demand Power Forecasting with Data Mining Method in Smart Grid*". IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT-Asia). Web. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8378423>
- Rodríguez-León, J., y Pachón-Rincón, M. (2021). *Estudio de pronóstico para la planeación, caso de estudio empresa distribuidora del sector farmacéutico*. UIS Ingenierías, 20(4), 59–77. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.18273/revuin.v20n4-2021005>

- Sánchez P, Olivos, J, (2013). *"Análisis Comparativo De Modelos Matemáticos Para Calcular Los Niveles De Inventario Y Minimizar Los Costos Del Almacén De Refacciones De Una Empresa Vidriera."* Revista de la Ingeniería Industrial 7.1 37. a9h. Web. <https://search-ebshost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=90516091&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Santamaría, P. A. A. (2012). *Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa.* Pensamiento y Gestión, 32, 142–164. <https://search-ebshost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=82498149&lang=es&site=eds-live&scope=site>.
- Taha, Hamdy A.(2012) *Investigación De Operaciones* (9a. Ed.). Distrito Federal: Pearson Educación, Print.
- Valderrama Vargas, Laura Johana. (2017) *"Diseño De Un Aplicativo Para La Administración De Inventarios, Basado En Un Sistema Experto De Demanda, Orientado a Pequeñas Y Medianas Empresas."*ir00621a. Web. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16121>
- Vidal Holguín, C. (2017) *Fundamentos De Control Y Gestión De Inventarios.* Edición digital. ed. Cali, Colombia: Universidad del Valle, Programa Editorial, . Print. Colección Ciencias De La Administración.
- Vidal Holguín, C, Londoño J, Ortega C, y 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.* Ingeniería y Competitividad, 6(1), 35–52. [https://search-](https://search-ebshost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=90516091&lang=es&site=eds-live&scope=site)

ebscohost-

com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=20417698&lang
=es&site=eds-live&scope=site.

Xue J. (2019). *"Research on Two-Sided Combined Forecasting Method of Economic Supply and Demand Based on Big Data Analysis"*. International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems (ICVRIS). Web. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8920783>

Zhu M, y Zhang J. (2010) *"Research of Product Oil Demand Forecast Based on the Combination Forecast Method"*. International Conference on E-Business and E-Government. Web. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5591710>

Anexos**Algoritmo de pruebas Q**

```
pedido = 1
cpedir = cp
Cells(7, 3) = 1
Cells(7, 4) = 1
Cells(7, 5) = 0
For j = 1 To 12
d = Cells(j + 6, 2)
For i = 1 To 30
diaria = (d / 30)

If inv < d / 30 Then
While inv < d / 30
inv = inv + Q
pedido = pedido + 1
cpedir = cpedir + cp
dia = i
Cells(pedido + 6, 3) = j
Cells(pedido + 6, 4) = pedido
Cells(pedido + 6, 5) = dia
Wend
End If
inv = inv - diaria
'Cells(i + 25, J + 1) = inv
calmacenar = calmacenar + ((ca / 360) * inv)
Next i
Next j
```

Cells(20, 2) = pedido

Cells(21, 2) = cpedir

Cells(22, 2) = calmacenar

Cells(23, 2) = cpedir + calmacenar

End Sub

Algoritmo que determina el tamaño de mayor ahorro

Sub loteeconomico()

Worksheets(2).Range("A7:z300").Clear

Min = 9999999999#

For f = 1 To 40

Dim media As Double

Dim ln As Double

Dim exp As Double

Base = Cells(4, 2)

media = Cells(4, 3)

cp = Cells(2, 2)

ca = Cells(3, 2)

Q = f

inv = Q

pedido = 1

```
cpedir = cp

calmacenar = 0

For j = 1 To 12

ln = WorksheetFunction.In(Rnd)

exp = Base + (-ln * media)

d = exp

For i = 1 To 30

diaria = (d / 30)

Implementar Un While Para Eliminar Negativo

If inv < d / 30 Then

While inv < d / 30

inv = inv + Q

pedido = pedido + 1

cpedir = cpedir + cp

Wend

dia = i

End If

inv = inv - diaria

calmacenar = calmacenar + ((ca / 360) * inv)

Next i
```

Next j

Cells(f + 6, 1) = f

Cells(f + 6, 2) = pedido

Cells(f + 6, 3) = cpedir

Cells(f + 6, 4) = calmacenar

cparcial = cpedir + calmacenar

Cells(f + 6, 5) = cparcial

If (cparcial) < Min Then

Min = cparcial

tamaño = f

End If

Next f

Cells(2, 4) = Min

Cells(3, 4) = tamaño

End Sub