

Propuesta de sistema de gestión de inventarios para producto terminado en la microempresa Bloques y Pisos

Proposal of inventory management system for finished product in the micro-enterprise Bloques y Pisos

Carlos Andrés González Ocampo

carlos.gonzalez13@usc.edu.co

Santiago Sánchez Moriones

santiago.sanchez01@usc.edu.co

Nathaly Martínez Escobar, M.Sc

Nathaly.martinez00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial

Resumen

El control de inventarios es uno de los temas importantes dentro de las empresas ya que abarca la logística, la planeación y administración de la cadena de abastecimiento. Las causas fundamentales que originan la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son las fluctuaciones aleatorias de la demanda, por otro lado la gestión de almacenes e inventarios adquieren una enorme importancia dentro de la red logística, al comportar decisiones clave que determinan en gran medida la estructura de los costos, la reducción de estos costos de almacenamiento, genera reducciones en el costo final del bien, redundando en beneficios para la empresa y para los clientes. Este documento se enfocó en la propuesta de un sistema de gestión de inventarios en el producto terminado de la microempresa Bloques y pisos, la cual se dedica a la producción de artículos en concreto para construcción y acabados. En la microempresa, se identificó una serie de problemas enfocados en la pérdida de ventas, falta de sistematización de registros y el incumplimiento de pedidos por insuficiencia de disponibilidad de productos, por tal motivo fue de gran interés la implementación de un sistema de control de inventarios que permitiera mitigar todos estos problemas presentados con anterioridad. La metodología propuesta constó de cinco etapas. En la primera etapa se realizó el diagrama SIPOC con el objetivo de conocer a detalle y estructurar el proceso, partiendo de la orden de pedido hasta el despacho. La segunda etapa estableció la clasificación de los productos de acuerdo al volumen de ventas que generó cada artículo a lo largo de 3,5 años. La tercera etapa consistió en identificar los tipos y patrones de demanda, necesarios para establecer los modelos de pronóstico que fueron elaborados en la cuarta etapa. Por último, se definieron las políticas de revisión para los artículos. Con la propuesta se mejora la situación de desabastecimiento de los productos más requeridos y mejora la disponibilidad de espacio para los mismos, soportando la toma de decisiones, en la información arrojada por el sistema desarrollado.

Palabras Clave: Inventarios, Clasificación ABC, Pronósticos de demanda

Abstract

Inventory control is one of the important issues within the companies, covering the logistics, the planning and management of the supply chain. The root causes behind the need for the maintenance of inventories in any company are the random fluctuations of the demand, on the other hand the management of warehouses and inventories acquired an enormous importance within the logistics network, to involve key decisions that largely determine the structure of costs, the reduction of these costs of storage, generates reductions in the final cost of the well, resulting in benefits for the company and for customers. This document is focused on the proposal of a management system of inventory in the finished product of the micro-Blocks and the floor, which is dedicated to the production of articles in concrete construction and finishing. In the micro-enterprises, we identified a series of problems focused on the loss of sales, lack of systematization of records and non-compliance of orders due to a lack of availability of products, for this reason it was of great interest to the implementation of an inventory control system that would mitigate all of these problems presented above. The proposed methodology consisted of five stages. In the first stage was the diagram SIPOC with the aim of knowing in detail and to structure the process, starting from the order until the dispatch. The second stage established the classification of products according to the volume of sales generated by each article over 3.5 years. The third stage consisted in identifying the types and patterns of demand, required to establish the prediction models that were developed in the fourth stage. Finally, we defined the revision policy for the goods. The proposal improves the situation of stockout of the products required and improves the availability of space for the same, supporting the decision making in the information given by the system developed.

Keywords: Inventories, ABC Classification, Demand forecasts

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se fundamenta el diseño de un sistema de gestión de inventarios en el producto terminado de la microempresa Bloques y pisos, la cual se dedica a la producción de artículos en concreto para construcción y acabados. Donde se identificaron falencias en el control y manejo de las demandas y respectivas unidades de almacenamiento, insuficiencia en cuanto a disponibilidad de productos, incumplimientos en los pedidos solicitados por los clientes, esto ha generado que la microempresa tenga pérdidas cercanas a los \$10.000.000 de pesos al año, por otro lado los tiempos de entrega en algunos pedidos no eran los más óptimos, ya que para productos altamente demandados se tiene stock bajo, a esto se suma que para cumplir un pedido cuando no hay stock suficiente, se debe esperar alrededor de 15 días, tiempo en el cual el producto está disponible para entrega, esto se da debido a falta de sistematización y análisis de registros, generando pérdida de credibilidad, afectando fuertemente la competitividad y progreso empresarial. Para ello se propuso el sistema mencionado anteriormente, con el ánimo de mejorar su disponibilidad, con el fin de facilitar y mejorar la labor de las personas que integran el grupo de trabajo en la microempresa, así apoyar el crecimiento de la micro, pequeña y mediana empresa, y servir de ejemplo para otras que carecen de la implementación este tipo de sistemas.

De acuerdo con las necesidades identificadas, se dio inicio a un análisis del sistema manejado por la empresa, para de esta manera lograr caracterizar el proceso e identificar las fallas, adoptar la técnica de clasificación ABC, la cual permite hacer una categorización de los productos para fijarles un determinado nivel de control de existencia; para así reducir tiempos de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventarios. “El tiempo y costos que las empresas invierten en el control de todos y cada uno de sus materias primas y productos terminados son incalculables, y de hecho resulta innecesario controlar artículos de poca importancia para un proceso productivo y en general productos cuya inversión no es cuantiosa”. (Salas, 2017).

A partir de la clasificación de los artículos, se estudió el comportamiento de demanda que tienen y se pronosticó para tener los niveles adecuados en inventario de los productos. La aplicación de un sistema de pronósticos es un elemento clave para el cumplimiento de los objetivos de la organización y para el mejoramiento de su competitividad, ya que, de no tomar las decisiones correctas, se puede caer en extremos como el deficiente servicio al cliente, el exceso de inventarios o, peor aún, ambos factores en forma simultánea cuando se presenta el desbalanceo de los inventarios. (Vidal Holguín, 2009).

En la actualidad las mipymes (micro, pequeña y mediana empresa) forman parte importante del desarrollo económico en Latinoamérica y el Caribe. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2003). En Colombia, de acuerdo a registros del DANE en 2017 estas aportaron al 35% del PIB, generaron el 80% de los empleos del país y representaron el 90% del sector productivo, de ahí la importancia de que estas sigan operando y aportando a la economía nacional., con el paso del tiempo los mercados van aumentando su exigencia por lo cual las mipymes deben desarrollar estrategias que permitan aumentar su competitividad, productividad y control de actividades económicas. Como parte de estas estrategias se encuentra la gestión de los inventarios, siendo este uno de los temas importantes a tratar dentro de estas ya que abarca la logística, la planeación y administración de la cadena de abastecimiento. Uno de los factores que afectan la gestión del inventario es la incertidumbre, ya que, cuanto mayor es la incertidumbre sobre la demanda, se vuelve más difícil de mantener un nivel adecuado de SKU. Por su parte (Vidal Holguín, 2009) afirma que los inventarios surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos, por lo cual el número de unidades en almacenamiento (SKU), ya sea en referencia a materia prima, producto en proceso o producto terminado, representa una decisión difícil de, tomar, pero si se realiza de manera adecuada aumentará los ingresos dentro de las organizaciones.

Por otro lado, en la literatura hay gran cantidad de aplicaciones sobre el control de los inventarios, que van desde el sector industrial hasta el médico, demostrando la utilidad de ciertas herramientas en común, los autores expuestos, para resolver la problemática en los inventarios han adoptado la metodología comúnmente conocida como clasificación ABC, la cual autores como (Rodríguez, 2015) definen que es un método estadístico basado en el principio de Pareto, donde se

clasifican los ítems o productos de acuerdo a ciertos criterios previamente establecidos tales como costos, ventas o unidades demandadas, por su parte (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) la definen como una estrategia utilizada en el control de inventarios que permite establecer una lista de tres grupos de productos A,B,C según el valor o importancia del producto, así mismo este método ha mostrado buenos resultados en casos de estudio como el de (Hurtado Salas & Ortiz Paz, 2018), donde se aborda una problemática relacionada con el proceso de almacenamiento en la empresa DISTRIBUCIONES PVC, dedicada a la comercialización de productos para la construcción, donde existía un problema de verificación de los productos en almacén, que repercutía en el servicio de los clientes, como solución a esto adoptaron la clasificación ABC que les permitió determinar cuáles eran los productos más importantes y así mismo realizar una zonificación y codificación del área de almacenamiento, lograron reducir los tiempos en la manipulación de mercancía y por consiguiente la respuesta en el servicio a los clientes. Otro autor como (Galindo, 2017), desarrollo una propuesta de control de inventario en una pyme enfocada a la fabricación y comercialización de productos de aseo industrial y doméstico, en la cual como en el caso anterior acoge como estrategia la clasificación ABC que brinda la información necesaria para la toma de decisiones, y una codificación numérica y alfanumérica para los productos, como resultado a esta implementación la PYME logró mejorar el espacio de almacenamiento y la manera en que realizaba su abastecimiento y por ende sus costos.

La aplicación de otro tipo de metodologías como los pronósticos de demanda sobre las cantidades en los inventarios resultan realmente importantes en muchos aspectos como los costos y manejos de espacio en almacén, los pronósticos de acuerdo a (Cortes, 2014) “son predicciones que buscan entender la demanda futura de los clientes, dado información analizada sobre el pasado de la demanda de estos, con lo cual la empresa pueda adelantarse a sus exigencias”.

La combinación de técnicas como los modelos de pronóstico y la clasificación ABC permiten dar una solución más óptima a los procesos de gestión de inventarios en las empresas en algunos casos, como el desarrollado por (Apras, 2011) donde realizó una investigación basada en la aplicación de prácticas de control de inventario dirigida a la cadena de suministro de atención médica, se requería tener un mejor intervención sobre los productos farmacéuticos en una farmacia central, la cual hace parte del hospital MERCY HEALTH el objetivo principal de los autores era identificar las cantidades de ítem asociadas a la frecuencia de demanda, con lo cual, por medio de la clasificación ABC y la definición de tres criterios (Uso, Valor, Demanda) determinan información importante sobre los artículos más requeridos, que luego se evalúan entre dos métodos de pronóstico Roger y Forth Smith para la proyectar las demandas, finalmente con el uso de las metodologías permitió la reducción de costos en los principales artículos.

En cuanto a la empresa bloques y pisos la implementación de los métodos nombrados con anterioridad contribuyeron positivamente en la solución y mitigación de muchos de los problemas con los que contaba la microempresa, ya que permitió una mayor planeación en el inventario reduciendo desfases entre las demandas y las unidades disponibles en almacenamiento, por medio de la clasificación ABC se logró tener una imagen más clara sobre qué productos son de mayor importancia en la microempresa y su prioridad, a través de los pronósticos se consiguió reflejar una mayor claridad de las cantidades a producir para lograr satisfacer las demandas de los clientes en los tiempos deseados y evitar el almacenamiento innecesario de productos que no rotan tan frecuentemente, o que posiblemente no se solicitan por los clientes en comparación a lo que se produce. Además, por medio de la política de inventarios se logró establecer los lineamientos correspondientes a las características de cada clase permitiendo así definir los inventarios mínimos y máximos que aseguran la disponibilidad del producto terminado,

La aplicación de las metodologías expuestas en el proyecto son de gran importancia ya que a pesar de diversos métodos que se puedan usar para controlar inventarios, estos son los que han demostrado dar mejor resultado a la solución del tipo de problemas de control de inventarios y se ha logrado verificar a lo largo de los años, dando como resultado mejorar los estados liquidez, la competitividad, prestar un mejor servicio al cliente, mejorar el desempeño, y por consiguiente a todo esto lograr un mayor crecimiento empresarial. Sin embargo, muchas empresas no acuden a este tipo de procesos por diferentes factores, ya sea por desconocimiento, o porque especulan que les significara un costo alto emplearlo, entre otras limitantes que pueden existir, sin llegar a percibir los grandes beneficios que se pueden obtener al aplicarse de la manera correcta, como lo es el caso de la microempresa bloques y pisos.

2. METODOLOGÍA

El proceso descrito a continuación, se basa en un tipo de investigación aplicada con bases cuantitativas y empíricas, el cual se desarrolló a partir de la información obtenida en la intervención verbal con el gerente y la obtención de datos históricos registrados en los libros de ventas. Esta información cuantitativa se manejó como base de datos en el software Excel, a la cual posteriormente se le aplicaron las técnicas de clasificación ABC, coeficiente de variación, línea de tendencia y modelos de pronósticos Croston, Suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y promedio móvil. Respecto a la información cualitativa, el diagrama SIPOC fue la herramienta utilizada con el objetivo de estructurar y entender el proceso interno de la microempresa. Por último, se definió la política respectiva teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los procesos cuantitativos y cualitativos, definiendo los parámetros y aplicando el sistema de revisión periódica.

Por otro lado, el orden de aplicación de técnicas y modelos mencionados con anterioridad, se establecen en cinco etapas las cuales se relacionan a continuación.

En la primera etapa encontramos el SIPOC (Suppliers – Inputs – Process – Outputs – Customers) de Nold, (2011) Este método permite mostrar de manera estructurada, las actividades que se encuentran involucradas en la cadena de suministro de una organización. Para la realización de este paso se utiliza la información que brinda el gerente acerca de los procesos internos que lleva a cabo la microempresa, y esta información se estructura en el respectivo SIPOC.

En la segunda etapa se desarrolló el método cuantitativo ABC, aplicado a los ítems con los cuales cuenta la microempresa. para esto, se cuenta con la descripción del artículo vendido, volumen demandado (Und) y total de ventas por artículo a lo largo de 3,5 años, partiendo de enero del 2015 hasta junio de 2018. de acuerdo con Rodríguez, (2015), es posible utilizar múltiples criterios para la elaboración. En este caso el criterio definido fue total de ventas de cada producto. Una vez definido el criterio se procede a establecer el porcentaje de participación de cada ítem, que posteriormente es utilizado para definir los rangos de cada tipo de ítem por medio de un acumulado.

Esta etapa consta de dos procesos, el coeficiente de variación para la identificación del tipo de demanda y análisis tendencias para determinar el patrón, los cuales son necesarios para determinar el modelo de pronóstico base desarrollado en la cuarta etapa. El coeficiente de variación se obtiene por medio de la fórmula:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

Donde:

σ : Desviación estándar de la demanda

\bar{x} : Promedio de la demanda

Cuando el coeficiente de variación, es mayor o igual a 1 se considera que este sigue un tipo de demanda errático, por otro lado, cuando este es menor que 1 se considera como estacionario. Para la determinación del mismo en el caso de estudio se tomaron los datos históricos de las unidades demandadas de cada producto, desde enero del 2015 hasta junio de 2018, y se halló el coeficiente de variación para cada ítem.

Para establecer el patrón de demanda se construyen los gráficos que representan los datos históricos de la demanda, ya que estos permiten tener una visión general del comportamiento. así pues, para cada uno de los ítems estudiados se construye su respectiva gráfica de unidades demandadas vs tiempo por mes y año con su concerniente línea de tendencia.

Una vez obtenida la información respecto al tipo y patrón de demanda, se procede a determinar el modelo de pronóstico que se ajuste a cada caso en el proceso de la cuarta etapa, para esto Vidal Holguín, (2009), proporciona en la Tabla 1. La información que resume las relaciones entre los sistemas de pronóstico versus tipos y patrones de demanda.

Tabla 1. Sistemas de pronósticos vs tipo y patrón de demanda observado

PATRÓN DE DEMANDA OBSERVADO	SISTEMA DE PRONÓSTICO RECOMENDADO
Perpetua, estable o uniforme	Promedio móvil o suavización exponencial simple
Con tendencia creciente o decreciente	Regresión lineal simple o suavización exponencial doble
Estacional o periódica	Modelos periódicos de Winters
Demandas altamente correlacionadas	Métodos integrados de promedios móviles auto-regresivos (ARIMA)
Errática (Por ejemplo, en ítems clase A de bajo movimiento)	Pronóstico combinado de tiempo entre la ocurrencia de demandas consecutivas y la magnitud de las transacciones individuales (Método de Croston y relacionados)

Fuente. Vidal Holguín, (2009)

Una vez determinado el modelo, se inicia el proceso de simulación a partir de los datos históricos., Estos permiten conocer los requerimientos futuros de la demanda, se evalúa el comportamiento del sistema de pronóstico a través del cálculo del error de pronóstico, se varían los parámetros respectivos hasta obtener valores que reflejen bajos indicadores MAD y ECM. Finalmente se compara con otros métodos para los ítems tipo A y B, para garantizar que el modelo es el adecuado.

Por último, se determina la política de seguimiento para un mayor control. Respecto al tema, autores como Vidal Holguín, (2009) y Cortes, (2014) entre otros, presentan políticas semejantes que se basan en sistemas de revisión continua y periódica. De acuerdo a lo que se establece en la clasificación y el comportamiento de la demanda, se planteó que los artículos tipo A, B y C adoptaran la política de revisión periódica ya que la demanda no es constante y tiene variaciones. Para los ítems A dada su naturaleza requieren periodos muy cortos de revisión, respecto a los artículos B, los cuales adoptan periodos relativamente cortos de inspección que no afecten los niveles de servicio y respuesta a la demanda. Por último, los tipos C, con periodos de revisión más largos dado su poco movimiento.

- Política de revisión periódica (R, S)

Como su nombre lo indica se realiza cada cierto tiempo (periodos), en los cuales se debe tener en cuenta la cantidad de inventario disponible y la que se requiere para llegar al nivel deseado.

$$I_s = K \hat{\sigma}_\epsilon \sqrt{R+L}$$

Donde:

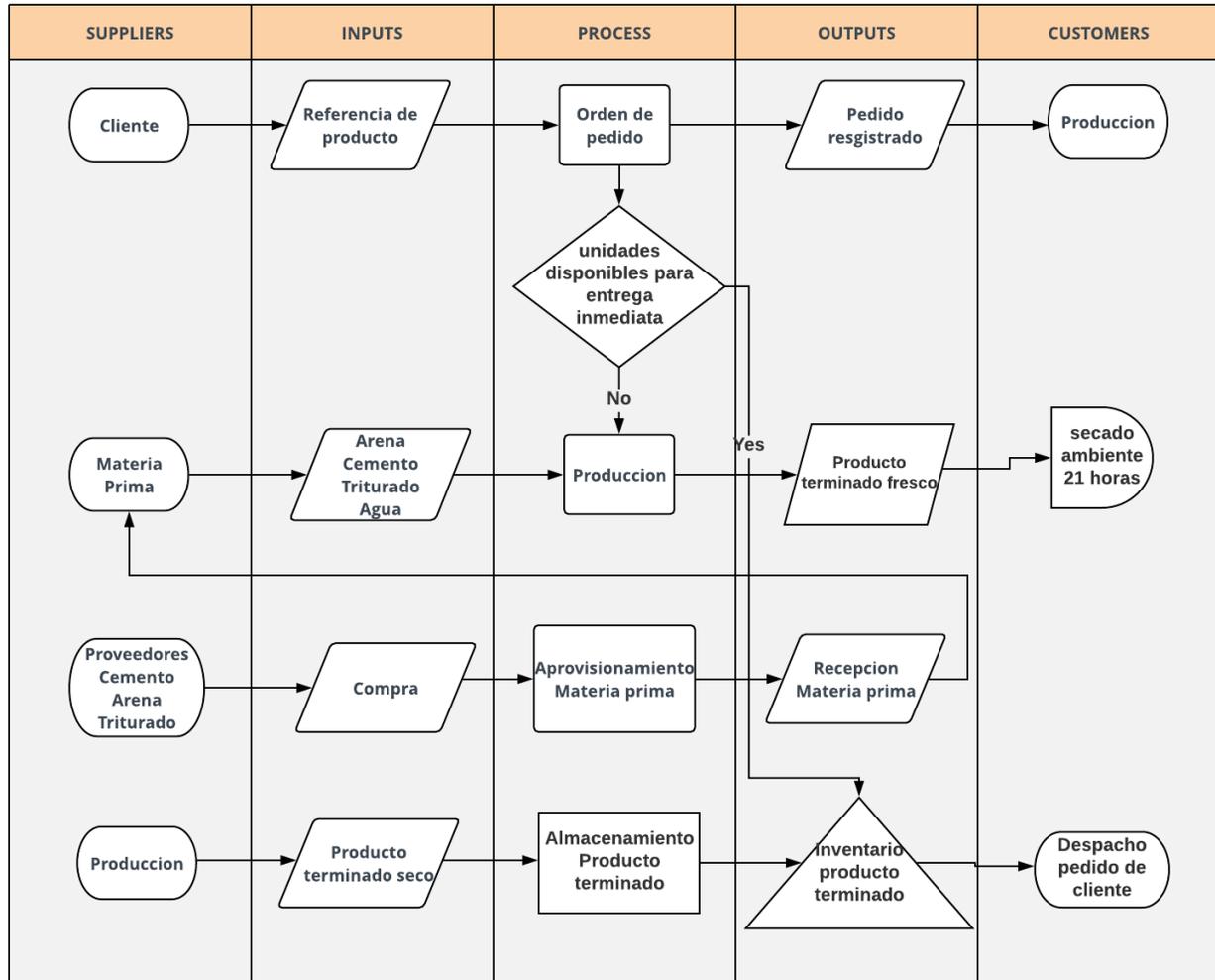
K: Factor de seguridad dependiente del nivel de servicio deseado.

$\sigma_\epsilon \sqrt{R+L}$: Desviación estándar de los errores de pronóstico de la demanda total sobre un período de duración $R+L$, o sea sobre el tiempo de reposición + el intervalo de revisión.

3. RESULTADOS

Como resultado de la información cualitativa proporcionada por el gerente de la microempresa respecto a los procesos internos, se presenta el concerniente diagrama SIPOC observado en la Figura 1.

Figura 1 Diagrama SIPOC



Fuente: Elaboración propia de los autores en Lucidchart

Como se puede observar en el diagrama, dentro de los procesos realizados no hay una planeación de inventario basada en elementos importantes como los son los registros, por lo cual existe desfases entre las demandas y las unidades disponibles en almacenamiento, respecto a la gestión de la producción y la demanda. El gerente sigue un sistema tipo push, donde se elaboran los productos que estén agotados y las cantidades a producir basado en la experiencia. Cuando ocurren pedidos en grandes cantidades y no se cuenta con disponibilidad en inventario, el cliente debe esperar alrededor de 15 días, ya que el producto cuando se elabora requiere de 21 horas, para el proceso de secado y el tiempo restante es vital para que el producto obtenga la resistencia adecuada para su función. Una vez cumplido este tiempo se podrá realizar el despacho, estos tiempos de espera no son muy favorables, en casos donde el cliente requiere el producto de una manera más inmediata.

El gerente ha manifestado que el proyecto es sumamente útil ya que brinda herramientas modernas para definir el curso de acción y a la vez, pretende ajustarse en función de las variaciones de mercado según sus necesidades basado en la

planeación. Por otro lado, la interfaz desarrollada sobre el software Excel, logra mejorar el entendimiento de la información que esta arroja, esencialmente para el tomador de decisiones, lo cual para la microempresa representa un valor considerable, fruto del trabajo intelectual desarrollado por quienes realizaron el estudio.

De acuerdo a lo establecido en la segunda etapa de la metodología, Se evidencio que solamente 4 de las 22 referencias que generaron movimientos en las ventas a lo largo 3,5 años, son las que representan el 78,174% de los ingresos de la microempresa, y son los denominados tipo A. Por otro lado, observamos que de las 22 referencias 6 clasifican como ítems tipo B, los cuales aportan un 16,966% de los ingresos, y finalmente para las referencias tipo C, son el 54,54% de los ítems, estos reflejan ingresos por debajo de 5%. En la Tabla 2 se puede apreciar los cálculos realizados y las clasificaciones pertinentes a cada tipo de ítem.

Tabla 2. Datos para la clasificación de productos tipo ABC

Descripción	Cantidad.	Total	Porcentaje	Acumulado	Tipo
Bloque 14x19x39	24606	\$ 55.301.317	35,88%	35,881%	A
Bloque 10x19x39	16151	\$ 30.950.570	20,08%	55,962%	A
Bloque 12x19x39	10196	\$ 17.603.700	11,42%	67,384%	A
Bloque 19x19x39	5946	\$ 16.630.240	10,79%	78,174%	A
Bloque Split o piedra	4007	\$ 11.253.300	7,30%	85,476%	B
Chapa 20x40x2,5 coloreada	1395	\$ 4.291.834	2,78%	88,260%	B
Bloque Impreso	1312	\$ 3.522.200	2,29%	90,546%	B
Bloque Impreso piedra	1561	\$ 3.296.900	2,14%	92,685%	B
Adoquín peatonal 20x22x6	1542	\$ 2.092.898	1,36%	94,043%	B
chapa bisel	481	\$ 1.691.820	1,10%	95,140%	B
Chapa 20x40x2,5 sin color	660	\$ 1.502.655	0,97%	96,115%	C
Bloque conyco cara cóncava lisa	325	\$ 1.182.052	0,77%	96,882%	C
chapa piedra caliza	339	\$ 1.176.786	0,76%	97,646%	C
chapa orillo color calizo	212	\$ 712.560	0,46%	98,108%	C
Bloque conyco cara impresa	123	\$ 612.100	0,40%	98,505%	C
Gramoquin 41x41x5	64	\$ 448.000	0,29%	98,796%	C
Bordillo 40 liso	106	\$ 376.000	0,24%	99,040%	C
Adoquín vehicular 20x22x10	189	\$ 339.255	0,22%	99,260%	C
Placa 41x41x5	40	\$ 320.000	0,21%	99,468%	C
Madera orillo 20x40x2,5	92	\$ 305.275	0,20%	99,666%	C
bloque ladrillo	100	\$ 260.000	0,17%	99,835%	C
Bloque conyco ambas caras impresas	48	\$ 255.000	0,17%	100,000%	C
Total, general	69495	\$ 154.124.462	100,00%		

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Por otro lado, los análisis desarrollados en la tercera etapa reflejaron para los ítems tipo A, un tipo de demanda errática y para los tipos B y C un tipo de demanda estacionaria ver Tabla 3, así mismo se identificó que los ítems tipo A como el bloque de 14 presentan patrones de demanda estable versus referencias que pertenecen a esta misma clase como bloques de 10 y 19 con patrones crecientes como se puede observar en la Tabla 4. Respecto a los ítems tipo B, se evidenció que 6 referencias siguen un patrón decreciente ver Tabla 4. Por último, para los ítems tipo c se hallaron distintos patrones, los cuales están compuestos de la siguiente forma. 5 referencias decrecientes, 3 referencias crecientes, una sola referencia con tendencia estables y 3 sin tendencia. Las referencias sin tendencia, argumentan el comportamiento basado en una sola venta a lo largo de 3,5 años, por lo cual no hay representación de tendencia respectivamente, los resultados para los ítems tipo C se pueden apreciar en la Tabla 4.

Tabla 3. Coeficiente de variación por referencia y tipo de demanda

Descripción	Desviación	Promedio	CV	Tipo de Demanda
Adoquín peatonal 20x22x6	206,43	385,50	0,535	ESTACIONARIA
Bloque Split o piedra	311,49	333,92	0,933	ESTACIONARIA
Bloque 12x19x39	462,32	308,97	1,496	ERRATICA
Bloque 19x19x39	282,23	258,52	1,092	ERRATICA
Bloque Impreso piedra	165,20	223,00	0,741	ESTACIONARIA
Bloque 10x19x39	227,35	207,06	1,098	ERRATICA
Bloque 14x19x39	219,40	198,44	1,106	ERRATICA
Adoquín vehicular 20x22x10	0,00	189,00	0,000	ESTACIONARIA
chapa bisel	10,78	120,25	0,090	ESTACIONARIA
Chapa 20x40x2,5 coloreada	106,98	116,25	0,920	ESTACIONARIA
Chapa 20x40x2,5 sin color	104,24	110,00	0,948	ESTACIONARIA
bloque ladrillo	0,00	100,00	0,000	ESTACIONARIA
Bloque Impreso	81,82	87,47	0,935	ESTACIONARIA
Gramoquin 41x41x5	0,00	64,00	0,000	ESTACIONARIA
Bloque conyco cara impresa	30,50	61,50	0,496	ESTACIONARIA
chapa piedra caliza	28,15	56,50	0,498	ESTACIONARIA
chapa orillo color calizo	14,30	53,00	0,270	ESTACIONARIA
Madera orillo 20x40x2,5	6,18	30,67	0,202	ESTACIONARIA
Bloque conyco cara cóncava lisa	18,91	21,67	0,873	ESTACIONARIA
Bordillo 40 liso	13,66	21,20	0,644	ESTACIONARIA
Placa 41x41x5	16,00	20,00	0,800	ESTACIONARIA
Bloque conyco ambas caras impresas	4,32	16,00	0,270	ESTACIONARIA

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Tabla 4. Tendencias de referencias

Descripción	tipo	Patrón
Bloque 14x19x39	A	Perpetua
Bloque 10x19x39	A	Creciente
Bloque 12x19x39	A	Decreciente
Bloque 19x19x39	A	Creciente
Bloque Split o piedra	B	Decreciente
Chapa 20x40x2,5 coloreada	B	Decreciente
Bloque Impreso	B	Decreciente
Bloque Impreso piedra	B	Decreciente
Adoquín peatonal 20x22x6	B	Decreciente
chapa bisel	B	Decreciente
Chapa 20x40x2,5 sin color	C	Creciente
Bloque conyco cara cóncava lisa	C	Creciente
chapa piedra caliza	C	Decreciente
chapa orillo color calizo	C	Perpetua
Bloque conyco cara impresa	C	Decreciente
Gramoquín 41x41x5	C	-
Bordillo 40 liso	C	Decreciente
Adoquín vehicular 20x22x10	C	-
Placa 41x41x5	C	Decreciente
Madera orillo 20x40x2,5	C	Creciente
bloque ladrillo	C	-
Bloque conyco ambas caras impresas	C	Decreciente

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos respecto a los modelos de pronóstico acogidos para cada ítem A, B y C, partiendo de los resultados previos expuestos en el tipo y patrón de demanda. En este proceso se realizaron la comparación entre métodos para ítem tipo A, con el objetivo de garantizar y comprobar la fiabilidad del modelo recomendado de acuerdo a la teoría. Para los ítems B se realiza la comparación entre 3 métodos, excluyendo el modelo Croston, ya que dada las características de esta clase de ítems no aplica al modelo.

Ítems A

El modelo Croston para los ítems tipo A, ha demostrado ser el mejor según los expertos, respecto a los ítems con comportamientos de demanda erráticos, basado en las sugerencias del modelo Croston la constante de suavización α , se ha establecido en $0 \leq \alpha \leq 0.3$. A su vez se ha considerado para la inicialización del sistema simulado un N en $1 \leq N \leq 29$ datos que se obtienen a partir de la función solver que brinda Excel, a continuación, las Tablas 5, 6, 7 y 8 se relacionan los resultados para cada ítem respectivamente de la clase.

Tabla 5. Comparación método Croston y otros métodos para bloque de 10x19x39.

Método	Parámetro	MAD	ECM
Promedio móvil	N = 25	377,615	218142,385
Suavización expo. simple	$\alpha = 0,000113544$ N = 23	367,231	219534,923
Suavización expo. doble	$\alpha = 0,114970547$ $\beta = 0,299941948$	361,231	245866,000

	N = 20		
Croston	$\alpha = 0,3$ N = 14	357,171	184847,669

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos históricos.

Para este caso efectivamente el modelo Croston presenta menor error de pronóstico respecto a los demás métodos evaluados, como lo sugiere los indicadores MAD y ECM, con lo cual es el idóneo para adoptar los pronósticos arrojados por el mismo.

Tabla 6. Comparación método Croston y otros métodos para bloque de 12x19x39.

Método	Parámetro	MAD	ECM
Promedio móvil	N = 3	271,077	85907,846
Suavización expo. simple	$\alpha = 0,299573808$ N = 4	62,154	8405,692
Suavización expo. doble	$\alpha = 4,71164300E-06$ $\beta = 0,19161315$ N = 17	72,154	10985,846
Croston	$\alpha = 0,000001$ N = 3	78,462	8330,774

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos históricos.

En este caso se observa que el método suavización exponencial simple arroja menor valor en el indicador MAD, versus el método Croston que lo manifiesta en el ECM. Una de las recomendaciones que se sugieren, respecto a este tipo de situaciones, es decantarse por el indicador ECM, ya que, para la demanda errática, este indicador de pronósticos es más acertado, debido a que entre mayor es el valor más se aleja del modelo probabilístico normal. Con lo cual el método Croston es el correcto para este ítem.

Tabla 7. Comparación método Croston y otros métodos para bloque de 14x19x39.

Método	Parámetro	MAD	ECM
Promedio móvil	N = 2	318,538	175798,385
Suavización expo. simple	$\alpha = 0,000711375$ N = 27	347,538	189252,462
Suavización expo. doble	$\alpha = 0,000732422$ $\beta = 0,0000001$ N = 18	347,154	193006,385
Croston	$\alpha = 0,3$ N = 6	304,692	143280,516

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos históricos.

Para el caso de este ítem el modelo Croston es el más apropiado con una diferencia significativa respecto a los demás métodos valorados, este ítem presenta entre periodos de demanda poca intermitencia de acuerdo a los datos históricos.

Tabla 8. Comparación método Croston y otros métodos para bloque de 19x19x39.

Método	Parámetro	MAD	ECM
Promedio móvil	N = 6	194,385	126793,000
Suavización expo. simple	$\alpha = 0,0000001$ N = 10	195,231	119110,308
Suavización expo. doble	$\alpha = 0,298627739$ $\beta = 0,200965293$ N = 5	174,769	108966,000
Croston	$\alpha = 0,3$ N = 28	192,126	91750,284

Por último, este ítem clase A presenta una situación similar a la vista en la Tabla 6, el indicador ECM nos da la pauta para poder afirmar que el modelo de Croston es el adecuado por lo cual es el idóneo para aplicar.

Ítems B

De acuerdo a los ítems tipo B se establece una comparativa entre los métodos de suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y promedio móvil, los cuales son parte de las alternativas de control para esta clase de ítems. Basado en la teoría se ajusta una constante de suavización para el modelo base de α , en $0 \leq \alpha \leq 0.3$, de igual forma se establece el conjunto de datos entre $1 \leq N \leq 29$, a continuación, se reflejan los resultados.

Tabla 7. Indicadores de métodos aceptados para ítems tipo B.

Ítem	Método	Parámetro	MAD	ECM
Bloque Split o piedra	Suavización expo. simple	$\alpha = 0,000001$ N = 2	22,538	1599,769
Chapa 20x40x2,5 coloreada	Suavización expo. simple	$\alpha = 0,002345$ N = 2	7,000	637,000
Bloque impreso	Suavización expo. simple	$\alpha = 0,005456$ N = 2	3,077	46,769
Bloque impreso piedra	Suavización expo. simple	$\alpha = 0,089196608$ N = 16	10,077	114,692
Adoquín peatonal 20x22x6	Promedio móvil	N = 3	46,385	2407,615
chapa bisel	Suavización expo. simple	$\alpha = 0,0000001$ N = 11	33,846	2200,000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos históricos.

Como se aprecia en la Tabla 7, 5 de los 6 ítems que pertenecen a esta clase, han reflejado un mejor desempeño bajo el método de suavización exponencial simple, se puede corroborar en gran medida, la opinión de expertos acerca de los métodos que están dirigidos en gran parte a de los ítems tipo B. Por otro lado, el quinto ítem de la Tabla 7 mostró un comportamiento distinto, donde se evidencia que el promedio móvil es el mas adecuado en su caso. Al realizar el análisis de datos se pudo apreciar que tiene muy poca demanda., cuando se aplica el modelo de suavización exponencial simple este tiende a sobreestimar la predicción, a diferencia de el promedio móvil el cual se ajusta mas a la realidad de los datos históricos disminuyendo el error de ECM y MAD.

Ítems C

Finalmente se presenta en la Tabla 8 los indicadores obtenidos para los ítems tipo C, los cuales se trabajaron bajo el método de promedio móvil, aplicando el mismo lineamiento usado en las clases anteriores $1 \leq N \leq 29$, y con la ayuda de solver, se realizaron las iteraciones correspondientes para encontrar el parámetro N ideal.

Tabla 8. Método promedio móvil aplicado a ítems tipo C.

Ítem	Método	Parámetro	MAD	ECM
Chapa 20x40x2,5 sin color	Promedio móvil	N = 4	20,462	454,615
Bloque conyco cara cóncava lisa	Promedio móvil	N = 26	13,068	463,634
chapa piedra caliza	Promedio móvil	N = 7	34,154	4719,538
chapa orillo color calizo	Promedio móvil	N = 2	10,538	318,385
Bloque conyco cara impresa	Promedio móvil	N = 2	11,462	718,692
Gramoquin 41x41x5	Promedio móvil	N = 12	1,846	3,692
Bordillo 40 liso	Promedio móvil	N = 2	3,538	18,000
Adoquín vehicular 20x22x10	Promedio móvil	N = 4	6,462	45,231
Placa 41x41x5	Promedio móvil	N = 2	0,846	0,846
Madera orillo 20x40x2,5	Promedio móvil	N = 2	6,923	137,231
bloque ladrillo	Promedio móvil	N = 4	2,769	8,308
Bloque conyco ambas caras impresas	Promedio móvil	N = 1	1,846	3,692

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos históricos.

Estos ítems no fueron sometidos a comparación con otras técnicas ya que representan un valor económico muy bajo. Como se observa en los indicadores, se presentan errores de pronóstico muy mínimos, esto se debe a que hay muy poco movimiento de demanda reflejado en los datos históricos.

A continuación, se detalla la política respectiva de cada clase de ítem, partiendo de los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

Ítems A

Considerando su importancia y la necesidad de atender la demanda de manera más rápida, la tabla 9 muestra la política para el mes de junio de los cuatro ítems clase A.

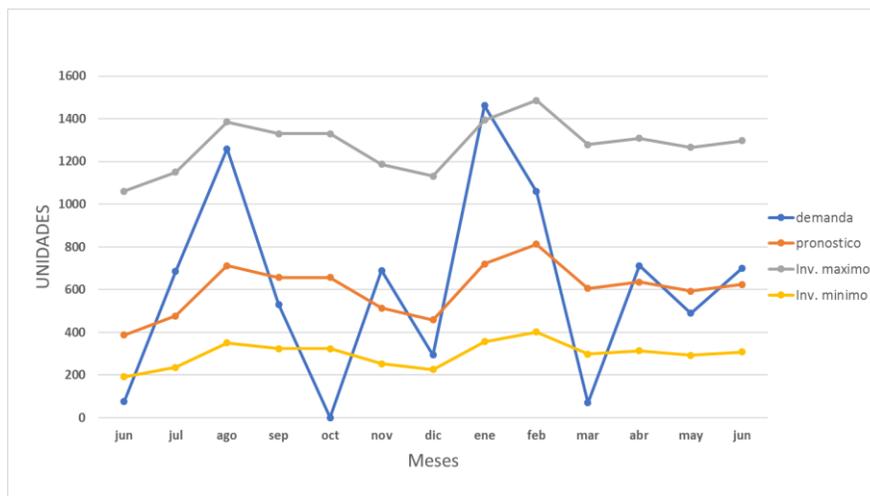
Tabla 9. Políticas de inventario para ítems A

Política de Inventario			Items clase A			
			Bloque 10	Bloque 12	Bloque 14	Bloque 19
Pronostico Demanda	d	Und/mes	489	334	440	110
Tiempo de reposicion	L	mes	0,49315	0,49315	0,49315	0,49315
Tiempo de revision	R	mes	0,328767	0,328767	0,328767	0,328767
Nivel de servicio	K	%	95	95	95	95
Inv. Maximo		Unidades	1238	765	1117	650
Inv. Mínimo		unidades	241	165	217	54

Fuente. Elaboracion propia.

Para este caso se establece un tiempo de reposición L de 15 días, de acuerdo a la información que brinda el gerente respecto a lo que tarda un producto de esta clase en estar disponible para entrega. Se ha considerado un periodo de revisión R de 10 días, dado las características de los productos tipo A. El nivel de confianza en respuesta al servicio se establece al 95%, con lo cual se considera que habrá un 5% de probabilidad de incurrir en faltantes. Por otro lado, en la gráfica 1 se observa el comportamiento de la política para el bloque de 14 en un horizonte de 13 meses, en esta se logra mantener un nivel de stock más alto, y de esta manera se asegura de tratar de cubrir los faltantes casi en su totalidad para los periodos simulados. Esto se debe a que se tiene en cuenta la desviación del error cuadrático medio del pronóstico.

Gráfica 1. Demanda vs pronóstico vs máximos y mínimos para Bloque 14x19x39



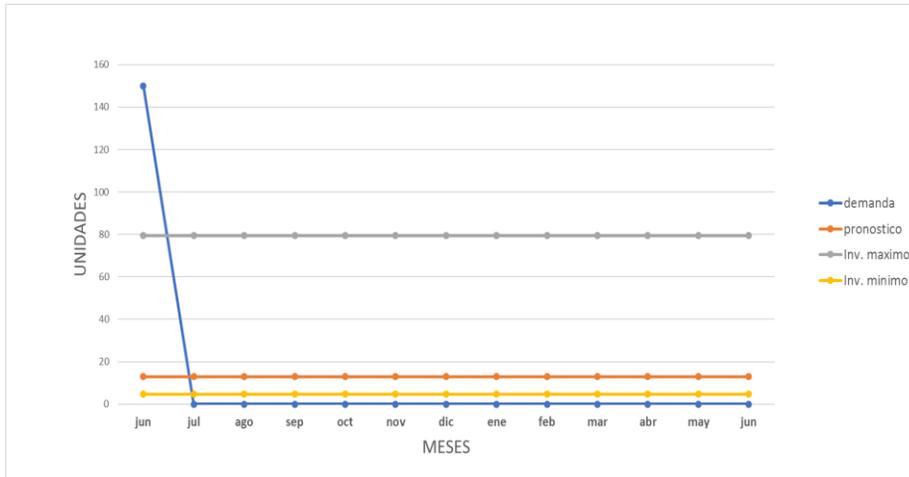
Fuente: Elaboración propia.

Ítems B

En este tipo de ítem se ha establecido un tiempo de reposición L de 11 días, ya que los productos que componen esta clase, permiten estar a disposición de entrega de manera más rápida. El periodo de revisión R, se ha definido en 20 días, y el nivel de confianza en respuesta al servicio se establece al 90%. Como se aprecia en la gráfica 2, no hay faltantes para ninguno de los periodos simulados, el comportamiento de la demanda, se debe a que hay muy poco movimiento por

parte de la misma para el periodo simulado y anteriores, por otro lado la cantidad de datos que se requieren para iniciar el sistema de acuerdo con solver, reflejan que solamente se requirieron 2 datos, ya que en esta proporción el error de pronóstico es el mínimo, y este basado en el comportamiento de la demanda. por lo cual para este tipo de ítems no se requiere tener un nivel de confianza elevado ya que si este aumenta de igual forma lo hace el inventario máximo, lo cual no es ideal, ya que se tendría un stock muy elevado respecto a pronóstico.

Gráfica 2. Demanda vs pronóstico vs máximos y mínimos Bloque Split o piedra.

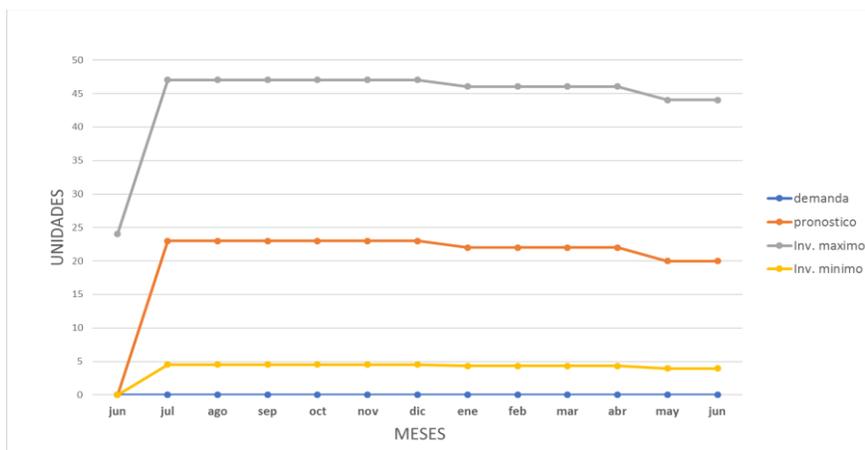


Fuente: Elaboración propia.

Ítems C

El gráfico 3 se establece la dinámica de la política para una de las referencias que componen este grupo. Como se observa, para el periodo simulado la demanda es cero, esto radica en que para este y la mayor parte de ítems de esta clase hay muy poco movimiento, lo que causa que las unidades pronosticadas sean bajas, de acuerdo a esto las políticas establecidas siguiendo este comportamiento son L de 5 días, ya que son productos que están disponibles de manera muy rápida, el periodo de revisión R, se ha definido en 30 días, y el nivel de confianza en respuesta al servicio se establece al 70%. Con estos parámetros se observa que no hay faltantes para ninguno de los periodos y que este nivel de confianza, permite tener un stock aceptable para esta clase de ítems dado su poco movimiento.

Gráfica 3. Demanda vs pronóstico y políticas de inventario Chapa 20x40x2,5 sin color



Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

- Por medio de la implementación del sistema de gestión de inventarios se logra dar una mayor organización al proceso en la microempresa, ya que como se puede apreciar en el SIPOC realizado con anterioridad, no existía una planeación de inventario, la cual está basada en elementos importantes como los son los registros, lo que genera desfases entre las demandas y las unidades disponibles en almacenamiento.
- A través de la aplicación del método de clasificación ABC se logró identificar los productos según su clase A, B, C, Se evidenció que solamente 4 de las 22 referencias que presentaron movimientos en las ventas a lo largo de los 3,5 años, son las que representan el 78,174% de los ingresos de la microempresa. Estos resultados que se lograron obtener son de gran importancia en la toma de decisiones ya que permite tener una imagen más clara sobre qué productos son de mayor importancia en la microempresa y su prioridad.
- Mediante los métodos de pronósticos se logra analizar la tendencia futura para cada producto, Los resultados encontrados en la tercera etapa permitieron determinar que, los ítems tipo A siguen un tipo de demanda errática y que para los tipos B y C se sigue un tipo de demanda estacionaria, gracias a la obtención de dichos pronósticos se tiene mayor claridad de las cantidades a producir para lograr satisfacer las demandas de los clientes en los tiempos deseados y evitando el almacenamiento innecesario de productos que no rotan tan frecuentemente, o que posiblemente no se soliciten por los clientes en comparación a lo que se produce.
- Por medio de la política de inventarios se logró establecer de acuerdo a el sistema periódico los lineamientos correspondientes a las características de cada clase permitiendo así definir los inventarios mínimos y máximos que aseguran la disponibilidad del producto terminado.
- Finalmente cabe recordar que la ejecución de los métodos mencionados anteriormente, generan un ahorro muy significativo en la microempresa, principalmente por que el sistema de inventarios, se encuentra en un formato Excel completamente gratuito, de fácil acceso y manejo, a diferencia de los gastos a los que se tendría que recurrir al invertir en un sistema por medio de un software el cual requiere licencias, contratación de terceros, capacitaciones, entre otras cosas que significa un costo más alto para la microempresa, además se logra reducir gastos innecesarios por almacenamiento, aumenta la productividad, mejora el servicio al cliente, se incrementa el cumplimiento de los logros y metas propuestos en la microempresa, entre otros factores que en conjunto conlleva al crecimiento empresarial.

REFERENCIAS

- Apras, S. (2011). application of inventory control practices within the sisters of mercy medical care supply chain. Proquest dissertations publishing.
- Banco interamericano de desarrollo. (8 de enero de 2003). bid. obtenido de bid: <https://www.iadb.org/es/noticias/hojas-informativas/2003-01-08/pymes-y-microempresa%2C2592.html>
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). administracion de operaciones. producción y cadena de suministros. mexico: mcgraw-hill.
- Cortés, J. A. (2014). fundamentos de la gestión de inventarios. Medellín: Esumer.
- Galindo, F.P. (2017). universidad autonoma de aguascalientes. Obtenido de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1347>
- Hurtado Salas, Á., & Ortiz Paz, J. (2018). biblioteca digital universidad san buenaventura. obtenido de <http://hdl.handle.net/10819/5547>
- Nold H., merging knowledge creation theory with the six-sigma model for improving organizations: the continuous loop model. international journal of management, 28(2), 469-477 (2011).
- Rubio Ferrer, J., & Villaroel Valdemoro, S. (2012). gestion de pedidos y stock. ministerio de educacion.
- Nemtajela, N., & Mbohwa, C. (2017). relationship between inventory management and uncertain demand for fast moving consumer goods organisations. procedia manufacturing.
- Rodríguez, E. C. (2015). modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. ingenierías universidad de medellín, 165
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). administración de operaciones. producción y cadena de suministros. mexico: mcgraw-hill.
- Salas, H. G. (2017). inventarios manejo y control. Bogota: ecoe.
- Vidal Holguín, C. (2009). fundamentos de control y gestion de inventarios. Cali: comité editorial – universidad del Valle.
- Jia, X., & Pingba, S. (2014). Research on Optimization of Inventory Management Based on demand forecasting. Applied mechanics and materials.
- López, C. E. (2 de febrero de 2017). repositorio del sistema bibliotecario universidad san carlos de guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/6196>
- Nallusamy, S., Balaji, R., & Sundar, S. (2017). Proposed model for inventory review policy through abc analysis in an Automotive Manufacturing Industry. International Journal of Engineering Research.
- Neeraj , N., & Rasshmi , N. (2010). Modern approach to maintenance in spinning. New Delhi: woodhead publishing India pvt ltda.
- Sipper, d., & Bulfin, R. (2003). Planeacion y control de la produccion. Mexico: McGraw-Hill.

Imagen 3. Facturacion electronica.



BLOQUES Y PISOS

CARMEN JULIA OCAMPO ESTRADA
NIT. 31.954.588-5 REGIMEN SIMPLIFICADO
CALLE 8 # 4-07 YUMBO
TEL: 6693323 – CEL: 314 611 3028 – 316 882 7593
Email: bloquesypisos@yahoo.es  **bloquesypisosyumbo**

CORREO		N° ITEMS	0	
CLIENTE		FECHA		
DIRECCION		COD FACTURA	9317	
C.C.O.NIT				
TELF				
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARI	VALOR TOTAL
			TOTAL	\$ 0