



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA COMPAÑÍAS DE HARDWARE - CASO DE ESTUDIO

## *Inventory management system for hardware companies*

ANA MARÍA RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, TANIA A. SABOGAL CÁCERES<sup>2</sup>, EVER A. FUENTES ROJAS<sup>3</sup>

*Recibido:10 de junio de 2021. Aceptado:15 de julio de 2021*

DOI: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2021.v8.n16.a99>

### RESUMEN

Algunas empresas de ensamble y comercialización de hardware no hacen un adecuado manejo del inventario originando fallas en los registros de los productos, de tal forma que puede ocasionar faltantes si se presenta una demanda alta inesperada, afectando los costos de los libros contables y generando la necesidad de un sistema de gestión de inventarios. Para ello, se realizó un proceso metodológico que inicia con el diagnóstico, se identifica los factores principales que se tienen por mejorar con respecto al manejo de la mercancía como falta de políticas de inventario o puntos de reorden, encontrados a través de herramientas como la DOFA, Diagrama Ishikawa y Matriz Vester. Posteriormente, se realizó una clasificación ABC, a partir de ella se ordenan 1664 referencias y de estos 118 pertenecen a la categoría A, con los que se realizaron pruebas de bondad y ajuste. Luego, se caracteriza el sistema y se seleccionan los modelos matemáticos que se ajustan a las condiciones planteadas: CEP sin faltantes y descuento por proveedor, los cuales son validados con una simulación. Como resultado de este proceso, se establece la política y se evidencia una mejora en la calidad de la información en un 95%. Las variables que hacen parte de los modelos planteados y desarrollados en la simulación mejoran el sistema en un 20%, debido a que impacta en varios productos siendo los más esenciales para la empresa.

**Palabras clave.** Inventario; hardware; simulación; política; modelos; cantidad económica de pedido.

### ABSTRACT

Some hardware assembly and marketing companies do not apply proper inventory management, causing failures in the product records, which can lead to shortages if there is an unexpected high demand, affecting the costs of ledgers and generating the need for an inventory management system. For this purpose, a methodological process was carried out, starting with the diagnosis, identifying the main factors that need to be improved concerning the management of merchandise, such as lack of inventory policies or reorder level, found through tools such as the SWOT, Ishikawa Diagram and Vester Matrix. Subsequently, an ABC classification was made, in which 1664 products are ordered and 118 of them belong to category A and applying goodness-of-fit tests. Then, the system is characterized and the mathematical models that adjust to the proposed conditions are selected: CEP without shortages and discount by suppliers, which is validated with a simulation. As a result of this process, the policy is established and a 95% improvement in the information quality is observed as a result. Variables part of the models are proposed and developed in the simulation and improve the system by 20% because they impact several products which are the most essential for the company.

**Keywords.** Inventory; hardware; simulation; policies; models; economic order quantity.

- 1 Ingeniería Industrial, Universidad Libre Bogotá – Colombia. Correo electrónico: ana-rodriguez@unilibre.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0268-515X>
- 2 Ingeniería Industrial, Universidad Libre Bogotá – Colombia. Correo electrónico: taniaa-sabogalc@unilibre.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3286-5290>
- 3 MBA., profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad Libre Bogotá – Colombia. Correo electrónico: ever.fuentes@unilibre.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7504-5164>

## I. INTRODUCCIÓN

EN LOS últimos años en Colombia, las compañías que se encuentran en el mercado de la tecnología han visto un incremento en que los computadores usados de escritorio ocupan casi el 70% de las ventas [1] al establecer como mercado meta a las organizaciones, quienes han tenido que adquirir este tipo de artículos en mayor cantidad y buscando economía.

En el último boletín emitido por el DANE, en el año 2018 “se calcula los indicadores básicos de tendencia y uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en hogares y por individuos”, donde se observa que el porcentaje de hogares a nivel nacional que poseen computador de escritorio, portátil o tableta es de casi el 42%; en esta estadística se resalta que el porcentaje más alto lo tienen en computadores de escritorio y portátiles con 20,6% y 28,8% respectivamente, al ser los productos que más consumidores tiene [2], por consiguiente, se ratifican que las estadísticas suministradas por la empresa tienen la misma tendencia.

Según Silvia Aguilar [3] es importante conocer los intereses de los consumidores y a su vez estar informados sobre los avances que hay en la tecnología y el mercado para visualizar futuras tendencias, y de esta manera anticiparse a posibles cambios que pueda tener la demanda pues esto influye en el aumento o disminución del inventario.

Para que no se vea afectado de manera significativa el inventario debido al comportamiento variable de la demanda es importante implementar un sistema de gestión dado que, este ayuda a controlar y rotar el inventario [4], y a disminuir los costos [5], especialmente cuando la compañía está en crecimiento ya que requiere de más atención y organización. Esto da paso a mejorar las capacidades de las organizaciones como brindar un mejor servicio al cliente, además puede ser más eficiente en otros estudios como el pronóstico de la oferta y la demanda.

Por lo anterior, las compañías pueden tener un crecimiento basado en metodologías y estudios ideales partiendo del desarrollo de un sistema, en el que se establecen e identifican modelos matemáticos que contribuyen a la auditoría. Esto les ofrece un procedimiento eficiente para el manejo y

control [6] de los productos que se encuentren acopiados, permitiendo así que las empresas mejoren la aplicación de sus procesos de distribución, almacenamiento, alistamiento y despacho, en donde la implementación de este brinde un mejor servicio al cliente.

Todo ello ha impulsado la generación de modelos, al darle relevancia al manejo adecuado de bienes que se tienen en existencia [7]. Por esto, la pérdida de ventas por falta de producto o las negociaciones con el proveedor que no ofrece mayores beneficios [8][9] se atribuye a la aleatoriedad de la demanda de estas compañías y al desconocimiento del inventario existente.

Este problema se hace más evidente a medida que las empresas van creciendo, adicionalmente algunas no han tenido una gestión que les facilite saber con precisión ¿qué productos tienen en bodega?, ¿cuánta cantidad de un producto o de varios productos deben pedir?, ¿qué productos hacen falta? [10], entre otras preguntas, por consiguiente, afecta principalmente a las compañías por sobrecostos [11].

Para llevar a cabo un sistema de gestión, se requiere de los datos que posee la empresa, a fin de determinar la esencia del comportamiento de la demanda, al derivarse este en la formulación de modelos matemáticos [12] que ayuden a entender la situación del problema principal, de igual forma se definen las políticas que se ajustan en los requerimientos de las organizaciones [13].

De aquí nace la necesidad de un método de gestión que proporcione una mejor trazabilidad, en el que por medio de modelos como CEP sin faltantes y descuento por proveedor, conceda a las compañías tomar mejores decisiones en cuanto al inventario, al observar el resultado de la simulación de estos dos modelos.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología para este proyecto inicia con un análisis de las causas que están generando el problema, para esto se aplican 3 herramientas diagnósticas, una de ellas es el diagrama de Ishikawa. Como segundo paso se identifica el comportamiento de la demanda de cada referencia que se

pretenda considerar en el estudio; el tercer paso consiste en documentar, esto se hace al diseñar un proceso de auditoría pues es la manera más completa y eficaz de almacenar y disponer los registros o informes de acuerdo a cada proceso dentro del sistema de inventarios; el cuarto paso es tener claro el sistema de medición que se implementa por medio de indicadores; por último se desarrollan los modelos matemáticos y con estos la simulación con la cual se valida lo calculado.

## 2.1 Diagnóstico

Como primera herramienta, el análisis DOFA o FODA, fue creada por Albert Humphrey, se hizo con el fin de entender por qué la planificación a largo plazo de las organizaciones fracasaba, en donde se descubrió que “el presente sería lo satisfactorio, el futuro la oportunidad, lo que es malo en el presente es una falta y si el futuro es malo es una amenaza” y en 1964 se convirtió en SWOT, o FODA en español. La matriz DOFA consiste en dos elementos, los internos (fortalezas y debilidades) y los externos (oportunidades y las amenazas) [14].

Esta matriz ayuda a plantear estrategias, aquí se intensifica la búsqueda de soluciones en torno a la gestión de inventarios, según las fortalezas y debilidades, en el momento de completar algunas actividades referentes para su ejecución da lugar a determinar estrategias que servirán para el futuro de las oportunidades que se tienen en cuanto a la expansión del mercado [15].

Para dar seguimiento al análisis del problema, se realiza como segunda herramienta el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de causa y efecto o también conocido como Espina de pescado, “consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explica un determinado problema, así se convierte en una herramienta de Gestión de la calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente” [16].

Para identificar las causas y subcausas del problema identificado, se agrupa en 3 grupos principales que componen el análisis para la gestión de inventarios que son medio ambiente, método y materia prima o material en los que se encuentran causas como: no contar con una política, el tipo de

demanda no posibilita pronosticar lo que se debe pedir, no se realiza trazabilidad de los productos, entre otras.

Finalmente, se emplea la matriz Vester, una herramienta que fue creada por Frederic Vester que determina el grado de causa de los principales problemas relacionados a un tema, esta matriz es una serie de filas y columnas que muestran las posibles causas de una situación problema [17].

Para los fines de esta investigación, se analizó por medio de la matriz Vester los problemas que más afectan a una compañía en cuanto a la gestión del inventario, en donde se detectaron once dificultades teniendo en cuenta las variables que se pueden afectar al inventario, a fin de restablecer estos factores y darles un manejo eficiente a los productos en bodega.

El problema crítico encontrado en este primer paso es la falta de políticas puesto que es la que les da un mejor control a los productos y establece criterios conformes a los puntos de reorden y a la rotación.

## 2.2 Comportamiento de la demanda

Después de haber identificado el problema crítico, se realiza un análisis de los modelos que cumplen con las características que tiene una organización de hardware, frente a variables como la demanda, la rotación de productos, los costos, y demás. Allí se determinó que los modelos que más se ajustan son CEP sin faltantes y descuento por proveedor.

Debido al análisis elaborado, se realiza una clasificación ABC [18] para conocer el grupo de productos que generan mayor impacto en este tipo de empresas, enfocando el estudio en el 70% de participación en los ingresos de este mercado particular. A partir de este análisis se procede a efectuar pruebas de bondad de ajuste [19].

Una herramienta que facilita la aplicación de pruebas como Chi cuadrado y Kolmogorov es el Stat Fit de ProModel para validar que los datos se ajustan a alguna de las distribuciones (lognormal, normal, uniforme, exponencial, binomial y Poisson). Primero se registran los datos de la demanda de cada referencia en la herramienta, se verifica

con las pruebas de bondad que los datos se ajustan a al menos una distribución, se toman las gráficas de las distribuciones aceptadas por la aplicación con el fin de elegir los productos que tienen un comportamiento ideal (siendo en su totalidad 68 de los 118 clasificados como grupo A), y rechazar aquellos que no se ajustan a ninguna distribución.

### 2.3 Documentación del sistema

Según el enfoque de este artículo, toda organización debería tener un procedimiento de auditoría al conseguir un orden que registre la mejora del sistema desde su inicio. Asimismo, y con el objetivo de generar la política de la empresa, se tiene en mente la norma ISO 19011 "Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión", utilizada como guía para realizar el proceso de una auditoría e identificar los formatos requeridos, que dan seguimiento y control al cumplimiento de los requisitos de las actividades relacionadas a este.

El proceso de la auditoría debe tener claro cuáles son los procesos del sistema que deben ser evaluados, así como el almacenamiento, tipo de retención y disposición de los documentos relacionados al proceso que requiere ser auditado. Igualmente, se debe tener presente quiénes son los responsables de cada actividad, el diligenciamiento y el control de los cambios que se propongan para la siguiente auditoría.

La estructura que tiene el procedimiento de auditoría comprende los siguientes elementos: se define el objetivo que se pretende ejecutar, el alcance, la duración, el inicio y fin de los procesos a los que se va a auditar; se determina la terminología y definiciones que cada involucrado necesita conocer; en el procedimiento de la auditoría se describen, enumeran y definen los pasos con sus respectivos responsables, así como los formatos relacionados a cada paso; se realiza un diagrama de flujo del proceso de auditoría, este puede ser simple pues en este estudio, la mayoría de los responsables hacen su aporte en cada paso; se detallan los registros normativos y anexos para determinar su forma de almacenamiento, el tiempo de retención y la manera en que se disponen; por último, se identifican los cambios con el propósito de dar el seguimiento correspondiente para la próxima auditoría.

### 2.4 Sistema de medición

Una vez se tenga claro cada subproceso del método de gestión, se identifica y evalúa con la finalidad de reconocer las entradas, el mecanismo de procedimiento, las salidas y la retroalimentación. Del mismo modo, todos los documentos ya sean internos o externos quedan listados como los indicadores que se proponen para validar la funcionalidad de lo propuesto.

Los indicadores se determinaron teniendo en cuenta las necesidades de la compañía, los cuales son:

1. Rotación de productos: Verificar que la rotación que está teniendo cada producto cumpla con las políticas de la empresa puesto que, en ocasiones no se conoce la rotación que está teniendo los diferentes artículos.

$$\left( \frac{\text{Registro de unidades vendidas en el mes}}{\text{Unidades vendidas esperadas en el mes}} \right) \times 100_{(1)}$$

2. Tiempo de reparación: Establecer que el tiempo de reparación del producto con respecto a la cantidad de unidades para que sea de máximo ocho días con el fin de que quede disponible para la venta.

$$\left( \frac{\text{Tiempo de reparación}}{8 \text{ días}} \right) \times 100_{(2)}$$

3. Cantidad de producto en reparación: Establecer la cantidad de producto en reparación con respecto a un total de 10 artículos al mes, con el fin de que quede disponible para la venta.

$$\left( \frac{\text{Cantidad de producto en reparación}}{10} \right) \times 100_{(3)}$$

4. Tiempo de salida: Verificar que el tiempo máximo de producto dañado en bodega sea de máximo dos días para evitar sobre costos.

$$\left( \frac{\text{Tiempo de producto dañado en bodega}}{48 \text{ horas}} \right) \times 100_{(4)}$$

5. Stock de seguridad: Cumplir con el número pactado como política para el stock de seguridad con el fin de no sobrepasar el inventario acumulado en bodega.

$$\left( \frac{\text{Inventario real} - \text{Stock de seguridad}}{\text{Stock de seguridad}} \right) \times 100_{(5)}$$

6. Faltantes: Determinar el porcentaje de faltantes que se obtuvieron en el mes.

$$\left( \frac{\text{Cantidad de producto faltante}}{\text{Cantidad de productos entregados}} \right) \times 100_{(6)}$$

7. Devoluciones de garantía: Determinar que el porcentaje de devoluciones que se obtuvieron en el mes, realizados por el cliente, sea de máximo (3) días.

$$\left( \frac{\text{Cantidad de producto devuelto}}{\text{Cantidad de productos entregados}} \right) \times 100_{(7)}$$

8. Vida útil del lote: Establecer el tiempo de duración del lote en bodega para la determinación de su utilidad económica.

$$\text{Fecha de finalización} - \text{Fecha de inicio}_{(8)}$$

Estos indicadores son fundamentales para la validación de los modelos propuestos dado que, evalúan diferentes factores que se deben valorar para que el control de inventarios sea eficiente, cumpliendo con el objetivo de aminorar faltantes y sobrecostos. Las formulas pretenden contribuir a la visibilidad de los artículos, a la mejora de tiempos en la compra de pedidos, a anticipar los periodos de mayor demanda, a disminuir las inconformidades y a mejorar la calidad.

## 2.5 Modelos matemáticos

En el desarrollo de los modelos, se tuvieron en cuenta los artículos seleccionados por las pruebas de bondad, sus datos correspondientes y unas consideraciones sobre este tipo de empresas que delimitan el alcance de cada uno. Estos contemplan el costo de cada producto y la demanda para que después de las operaciones respectivas, den los valores del costo anual y el lote económico como información indispensable para la toma de decisiones al momento de hacer negociaciones con los proveedores.

Como se ha mencionado anteriormente, el estudio presenta 2 modelos matemáticos que aplican para las características principales de estas organizaciones:

- Demanda variable
- Reabastecimiento finito

- No permite faltantes
- Variedad productos/ referencias
- Rotación de producto
- Presupuesto
- Descuento por cantidad
- Productos obsoletos

Posteriormente, se describen los modelos CEP sin faltantes y descuento por proveedor, los cuales se explican a continuación.

### 2.5.1 CEP sin faltantes

Este modelo es uno de los más sencillos y fundamentales para la formulación de modelos más complejos puesto que, describe la importancia de los costos fijos, el stock de seguridad y los costos de mantener inventario [20][21][22]. En este modelo se calcula el punto de reorden, como una de las variables que lo caracteriza debido a su alto impacto en la decisión de negocio.

De acuerdo con las características mencionadas, el modelo CEP sin faltantes se escoge debido a que este tipo de compañías cuentan con una demanda variable, en la que se debe conocer el mercado para que de esta manera se eviten faltantes de producto. Esta situación se presenta en el momento en que un cliente no encuentre el producto que está buscando, este sencillamente va a ir a otra empresa a adquirirlo, por lo tanto, este modelo ayuda a reducir estos faltantes y cumplir con las necesidades del cliente previniendo pérdida de ventas.

Los supuestos de este modelo incluyen:

- La demanda es probabilística
- Lead time conocido y constante
- No permite faltantes
- No existen descuentos por lote de pedido
- Costo de mantener

Las variables son:

- Q: Cantidad óptima de pedido
- $\sigma$ : Desviación estándar de la demanda

$\sigma L$ : Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega  
 $\mu L$ : Demanda promedio durante el tiempo de entrega  
 $S_s$ : Stock de seguridad  
 $D$ : Demanda anual  
 $d$ : Demanda mensual  
 $Pr$ : Punto de reorden  
 $L$ : Tiempo de entrega  
 $L_r$ : Tiempo de entrega real dado  
 $C_p$ : Costo por pedido por unidad  
 $C_i$ : Costo unitario de inventario  
 $H$ : Costo de mantener  
 $S$ : Costo por pedir una orden

Las ecuaciones que se utilizan en este modelo son:

$$Q = \sqrt{\frac{(2 * S * D)}{H}} \quad (9)$$

$$CT = \frac{(c1 * D) + (Cp * D)}{Q} + \frac{(Ci * Q)}{2} \quad (10)$$

$$S_s = \sigma L * L \quad (11)$$

$$Pr = L * (d + L_r) \quad (12)$$

### 2.5.2 Descuento por proveedor

En este modelo, se obtiene un descuento conforme con la cantidad que se quiere comprar, de manera que se logra un equilibrio entre los costos de inventario y el descuento del proveedor. Este modelo es comúnmente conocido como Descuento por Cantidades, sin embargo, en este mercado, son los proveedores con quienes se establece una clasificación debido a que, se obtiene un descuento y no necesariamente por una cantidad determinada de un lote [23].

En consecuencia, este tipo de organizaciones suelen tener varios proveedores, con los que se puede clasificar de la siguiente manera: el minorista, el mayorista y el fabricante. Cada uno ofrece diferentes precios, por eso es importante evaluar los costos que generan y según los beneficios que ofrecen como tiempo de entrega o el costo de envío,

haciendo una comparación de costos y de esta manera determinar el mejor momento de adquirir un lote.

Los supuestos que incluye este modelo son:

1. Se hace descuento en el costo de compra.
2. Costo de mantenimiento.
3. El proveedor escogido se establece por las políticas de la empresa

Las variables que se emplean son:

$Q$ : Cantidad óptima de pedido  
 $d$ : Demanda mensual  
 $H$ : Costo de mantener  
 $S$ : Costo por pedir una orden  
 $C_i$ : Costo unitario de inventario  
 $c_{1i}$ : Costo unitario fabricante

Las ecuaciones son:

$$Q = \sqrt{\frac{(2 * S * D)}{H}} \quad (9)$$

$$CT = \frac{(c1 * D) + D}{Q * C_i} + \frac{Q}{2 * C_{1i}} \quad (10)$$

Luego de tener la información histórica recolectada de los productos, y de la demanda respectiva de cada uno de ellos, se procede a analizar las variables. Se realiza la simulación [24] de ambos modelos con el objetivo de analizar los datos obtenidos y de esta manera validar que esta propuesta suple las necesidades de la organización. A partir de esto, se puede analizar los diferentes escenarios que ofrecen los datos y predecir las posibles decisiones que tomarían las organizaciones para mejorar sus inventarios y así evitar tener acumulación de producto en bodega.

## III. RESULTADOS

Conviene destacar que los modelos anteriormente propuestos son el pilar de la simulación, al ser Microsoft Excel la herramienta utilizada para

visualizar todas las variables y cálculos hechos teóricamente incluyendo la información recolectada como la demanda y los costos en los que incurren las organizaciones.

El primer resultado que se generó en esta investigación es la simulación del modelo CEP sin faltantes (tabla I) el cual es fundamental para hacer un análisis del comportamiento que tendría cada uno de los productos teniendo en cuenta que este modelo no acepta faltantes y además la demanda es aleatoria, por lo tanto, los resultados de la cantidad óptima, el costo total, el stock de seguridad y el punto de reorden varían según la desviación de la demanda.

Como segundo resultado, se generó la simulación del modelo Descuento por proveedor (ta-

bla II) en el que se compara los costos unitarios que cada proveedor está dispuesto a aceptar en promedio en una negociación, esto se debe a que en este tipo de mercado son los clientes quienes ofrecen una cantidad de dinero por un lote determinado de producto, asimismo, estos lotes no solo se entregan con un único tipo de artículo, sino que pueden incluir accesorios, cables, entre otros bienes secundarios que no tienen casi rotación por su poca demanda. En este modelo se puede comparar tres cantidades óptimas de pedido de acuerdo con los costos de cada proveedor y los costos anuales que incurren en cada producto.

Los resultados obtenidos en ambos modelos permiten hacer una comparación teniendo en cuenta la simulación y los antecedentes desta-

**Tabla I.** Simulación del modelo CEP sin faltantes

Producto	$\sigma$ (Desviación estándar de la demanda)	$\sigma L$ (Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega)	$\mu L$ (Demanda promedio durante el tiempo de entrega)	Q (Cantidad óptima de pedido)	CT (Q)	Stock de seguridad	Punto de Reorden
1	7,2388	7,24	3	4	4.845.907	7,24	10,44
2	17,7704	17,77	13	8	6.546.976	17,77	30,47
3	26,0265	26,03	39	14	31.520.000	26,03	65,43
4	179,6440	179,64	287	37	143.550.000	179,64	466,74
5	24,8563	24,86	29	12	8.550.000	24,86	53,36
6	40,2405	40,24	56	16	33.300.000	40,24	95,74
7	10,6687	10,67	11	7	8.480.000	10,67	21,27
8	40,9242	40,92	63	17	50.560.000	40,92	104,12
9	17,5551	17,56	25	11	35.280.000	17,56	42,76
10	44,3466	44,35	27	11	81.600.000	44,35	71,55
11	38,7505	38,75	20	10	75.460.000	38,75	58,35
12	135,282	135,28	121	24	36.360.000	135,28	256,48
13	412,424	412,42	557	51	334.320.000	412,42	969,62
14	38,890	38,89	31	12	37.440.000	38,89	70,09

Fuente: Autores, 2021.

**Tabla II.** Simulación del modelo Descuento por proveedor.

Producto	Cantidad de productos (dañados)	Q1 (Cantidad óptima de pedido)	Q2 (Cantidad óptima de pedido)	Q3 (Cantidad óptima de pedido)	CT1 (Q)	CT2 (Q)	CT3 (Q)
1	0	14	13	13	5.856.320	6.733.820	7.406.570
2	0	95	89	84	8.728.696	10.037.446	11.040.821
3	10	232	216	206	40.804.696	46.924.696	51.616.696
4	292	2135	1991	1899	196.928.718	226.467.468	249.113.843
5	40	274	256	244	12.662.876	14.561.876	16.017.776
6	1	377	352	335	44.614.070	51.305.570	56.435.720
7	17	63	59	56	11.004.652	12.654.652	13.919.652
8	1	372	347	331	65.444.697	75.260.697	82.786.297
9	1	112	105	100	43.126.221	49.594.221	54.553.021
10	1	83	78	74	94.059.061	108.166.561	118.982.311
11	1	53	49	47	85.672.725	98.522.100	108.373.287
12	22	1164	1086	1035	53.822.879	61.895.879	68.085.179
13	39	3783	3528	3364	447.814.072	514.985.572	566.483.722
14	2	150	140	134	46.445.751	53.411.751	58.752.351

Fuente: Autores, 2021.

cando que el beneficio por aplicar los modelos supera el 60% ya que se logra disminuir los costos entre un 10 y 15 por ciento. En suma, estaría aumentando la cantidad de clientes en un 20% pues la organización ya no se verá afectada por los artículos faltantes en el inventario, al conocer todas las referencias que se encuentran tanto en los puntos de venta como en la zona de almacenamiento.

Se puede decir que este tipo de empresas manejan múltiples productos en donde se busca que los costos sean los mínimos que se puedan obtener al adquirir el lote. Por medio de estos modelos se identifica y se da solución a un problema importante para la administración y manejo de los inventarios, en el que se establecen fórmulas matemáticas gracias a que propicia un mejor control.

## IV. DISCUSIÓN

La ejecución de la simulación hace que las empresas puedan evidenciar el comportamiento que tiene cada uno de los productos en cuanto a sus costos, el stock de seguridad y la cantidad a pedir, ayudando así a que la organización mejore en la toma de decisiones referente al manejo y control del inventario y todo esto se da gracias a los resultados obtenidos, porque contribuye en establecer la política correcta.

Los resultados indican que el manejo de la información que tiene relación con el inventario puede mejorar en un 95%, por que se lleva una mejor trazabilidad de los productos aportando también en la disminución de costos y esto se debe a la comparación entre los costos obtenidos por cada

proveedor, dando lugar a que la empresa pueda decidir cuál le beneficia más.

En el artículo de Roberto García [25] se hace un paralelo y se evidencia que esta investigación pudo haber propuesto un modelo que tuviera como restricción el límite de espacio con el que cuenta la compañía, y de esta manera menguar el exceso de abastecimiento. No obstante, se observa que la aplicación de los modelos seleccionados y la ejecución de la simulación contribuyen con la acumulación de productos dado que, ya hay una política que determina cada cuánto pedir y cuál es la cantidad de unidades, haciendo así que los pedidos se realicen de manera más controlada sin exceder los límites del lugar.

## V. CONCLUSIONES

Con esta investigación se concluye que las empresas requieren implementar un sistema de gestión de inventarios debido a que, este permite tener un mejor control y manejo de la trazabilidad. Además de ayudar a predecir el posible comportamiento que tendrá la demanda y de esta manera ofrecer un mejor servicio al cliente cumpliendo con sus necesidades.

En este artículo se ha realizado una guía en Excel de dos modelos: cantidad económica de pedido sin faltantes y descuento por proveedores, logrando evidenciar el comportamiento de las variables como la demanda y los costos, ayudando así a que la empresa tome acciones considerando cada modelo y los resultados de la simulación.

## REFERENCIAS

- [1] Technology World Group S.A.S. "Ventas 2019". 2019.
- [2] Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Boletín técnico indicadores básicos de TIC en hogares, Disponible: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol\\_tic\\_hogares\\_2018.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_2018.pdf). 2018.
- [3] S. Aguilar Morales. De emprendedor a empresario, México: Grupo Editorial Patria, 2018.
- [4] A. Parga y J. Aranda. Políticas de inventario para demandas con tendencia y aleatoriedad. Caso comercializadora de lubricantes. *Inventum*, (24), 13. Disponible en: <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1678/1584>. 2018.
- [5] R. García. Modelo matemático para la gestión óptima de un inventario. *Revista de investigación en modelos matemáticos aplicados a la gestión y la economía* (5), 3. Disponible en: <http://www.economicas.uba.ar/wp-content/uploads/2016/04/Garc%C3%ADa-R.-Modelo-matem%C3%A1tico-para-la-gesti%C3%B3n-%C3%B3ptima-de-un-inventario.pdf>. 2011.
- [6] F. Liévano y J. Villada. "Un modelo de dinámica de sistemas para la administración de inventarios," *Revista soluciones de posgrado EIA*. Vol 6, no.11. pp 121. DOI: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/565/535>. 2013.
- [7] J.M. Izar, C.B Ynzunza, E. Zermeño. "Cálculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la demanda están correlacionados", *CyA*. Vol.60. no.4, 864-873. Disponible: <https://www.science-direct.com/%20science/article/pii/S0186104215000248#bbib0055>. 2015.
- [8] L. Delgado, H. Toro y J. Bravo. "Enfoque práctico para la determinación de políticas de inventario centralizadas en un sistema 1-Bodega/N-minoristas a través de simulación/optimización". *Revista EIA*. Vol. 14. No. 27. Pp 32. DOI: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/1159/1050>. 2017.
- [9] M. Izar, C.B Ynzunza, E. Zermeño. "Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario". *CyA*. Vol. 61. no. 3, 499-513. Disponible: <https://www-science-direct-com.sibulgem.unilibre.edu.co/science/article/pii/S0186104215001199>. 2016.
- [10] J. Cardona, J. Orejuela, C. Rojas. «Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados". *EIA*. Vol. 15.no. 30, pp 195 -208. 2018.
- [11] H. Guerrero, "Inventarios manejo y control". Colombia. Ecoe ediciones. 2017.
- [12] D. Betancourt, Cómo hacer el análisis FODA (matriz FADO) paso a paso + ejemplo práctico. <https://ingenioempresa.com/matriz-foda/>. 2018.
- [13] L. Delgado, H. Toro y J. Bravo. "Enfoque práctico para la determinación de políticas de inventario centralizadas en un sistema 1-Bodega/N-minoristas a través de simulación/optimización". *Revista EIA*. Vol. 14. No. 27. Pp 33. DOI: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/1159/1050>. 2017.
- [14] C. Nikulin, G. Becker, Una metodología sistemática y creativa para la gestión estratégica: Caso de estudio Región de Atacama-Chile. *Journal of*

- technology management & innovation (1), 129. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/jotmi/v10n2/art09.pdf>. 2015.
- [15] TUTORIALES GEO. Qué es el diagrama Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto. <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>. 2017.
- [16] D. Betancourt, Matriz de Vester para la priorización de problemas. <https://ingenioempresa.com/matriz-de-vester/>. 2016.
- [17] E. Rodríguez, "Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos "RIUM. Disponible: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a11.pdf>. 2015.
- [18] J.C. Loja, "Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para la empresa Femarpé Cía. Ltda". Tesis trabajo de grado. Dept. Contabilidad y contaduría. Unv. Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2015.
- [19] M. Romero, Pruebas de bondad y ajuste a una distribución normal. Revista enfermería del trabajo (6), 36-38. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043>. 2016.
- [20] F. Hillier y G. Lieberman. Introducción a la Investigación de Operaciones. 9na. México: Ed., Mac Graw Hill, pp. 807, 2010.
- [21] P. Aguilar Santamaria. Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. Pensamiento y Gestión (32). pp. 153. Disponible en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/viewFile/3428/2785>, 2012.
- [22] E. Causado. Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. Revista Ingenierías (27) 165-166. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/750/75045730012.pdf>. 2015.
- [23] F. Liévano y J. Villada, Un modelo de dinámica de sistemas para la administración de inventarios, Revista Soluciones de Posgrado EIA. Vol 6, no. 11. pp 132, DOI: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/565/535>, 2013.
- [24] A. Nail, "Propuesta de mejora para la gestión de inventarios de sociedad repuestos España Limitada", Tesis Ing. Civ Indust., Univ. Austral del Chile, Valdivia, 2016.
- [25] R. García. Modelo matemático para la gestión óptima de un inventario, Revista de investigación en modelos matemáticos aplicados a la gestión de la economía. Noviembre. Disponible: <http://www.economicas.uba.ar/wp-content/uploads/2016/04/Garc%C3%ADa-R.-Modelo-matem%C3%A1tico-para-la-gesti%C3%B3n-%C3%B3ptima-de-un-inventario.pdf>. 2017.