

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA LA BODEGA DE LA EMPRESA PÚBLICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE IBARRA EMAPA-I”

Autora-Srta. Mindy Cristina Carvajal Ayala¹, Coautor-MSc. Yackleem Montero²

¹ Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería Industrial, FICA, Av. 17 de Julio, Ibarra, Ecuador

mccarvajala@utn.edu.ec, ymontero@utn.edu.ec

Resumen. *El presente trabajo de grado analiza la situación actual del departamento de bodega, con el objetivo de “Diseñar un sistema de gestión de inventarios para la bodega de la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Ibarra EMAPA-I”, mejorando los procesos internos realizados en el área de bodega relacionados con el almacenaje de materiales y herramientas, para de esta forma permitir la optimización de recursos.*

Al analizar la situación actual en el departamento de bodega de la empresa, se identificaron algunos problemas que pueden afectar no solo al departamento, sino también a las funciones de otras áreas, que en consecuencia impiden el correcto desarrollo de sus actividades y generan pérdidas económicas.

Dentro del desarrollo del Sistema de gestión de inventarios, se establecen procesos, procedimientos y fichas de evaluación, para medir la efectividad del sistema e identificar problemas fácilmente, plantear mejoras y retroalimentar el sistema, a manera de cumplir con la mejora continua, siempre con el fin de aumentar la productividad del departamento.

Palabras Claves

Gestión de inventarios, bodega, inventario.

Abstract. *The present research work analyzes the current situation of the warehouse department, with the objective of “Designing a management system of inventories for the warehouse at the Public Company of Sewage and Drinkable Water from Ibarra city EMAPA-I”, therefore improving the internal processes carried out in the warehouse area related to the storage of materials and tools, so optimizing resources.*

At analyzing the current situation at the warehouse department of the company, there were identified some problems that can affect not only the department, but also the functions of the other areas, which are consequently impeding the correct development of their tasks and generating economic losses.

Within the development of the Inventory Management System, processes, procedures and evaluation files are established, in order to measure the effectiveness of the system and easily identify problems, propose improvements and give immediate feedback to the system and therefore providing continuous improvement and increasing the productivity at such department.

Keywords

Inventory management, warehouse, inventory.

1. Introducción

Los inventarios están constituidos por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados (Muller, 2004). El inventario es dinero inmovilizado y afecta directamente a la liquidez de la empresa, por lo que si no se maneja bien puede afectar toda una organización (López y Otros, 2012).

Mora García, (2011) define al inventario como: “La relación que se hace como resultado de contar, pesar o medir las existencias de cualquier activo o bien tangible, o también a las existencias de los bienes destinados a la venta o la producción para su posterior venta”. El objetivo de la gestión de los inventarios es mantener una estabilidad en la disponibilidad de productos, lo cual no significa mantener

altos niveles de inventario, sino que se debe balancear el inventario para lograr bajos niveles que garanticen alto nivel de servicio al cliente (Hugos, 2003)

Debido a la importancia tanto financiera como operativa que tienen los inventarios se lleva a cabo su gestión para así lograr satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes mediante el equilibrio del mayor nivel de servicio prestado con el menor nivel de inventarios (Mora García, 2010)

Los inventarios surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos de ahí la necesidad de realizar un adecuado mantenimiento de inventarios (Vidal Holguín, 2005). El control de inventarios se refiere a todas las prácticas que se tienen en cuenta a la hora de almacenar el producto, entre las que se encuentran: cómo deben ser los registros en el manejo de inventarios, cómo se deben poner las ordenes de pedido, cómo se deben recibir las ordenes de despacho, cómo realizar la inspección de ordenes de recibo, cómo asegurar un adecuado almacenamiento (Mora García, 2011).

Las inversiones en los inventarios son cuantiosas y el control de capital asociado a las materias primas, los inventarios en proceso y los productos finales, constituyen una potencialidad para lograr mejoramientos en el sistema (Gutiérrez & Vidal, 2008). Los costos relacionados con la gestión de inventarios incluyen: costos de pedidos, costos de mantenimiento, costos de agotamiento y costos de adquisición (Mora García, 2011). Estos costos deben ser analizados para llevar a cabo un adecuado nivel de inventarios y lograr un desempeño eficiente de una organización.

2. Materiales y Métodos

Para direccionar la investigación se toma en cuenta un diagnóstico de la situación inicial de la empresa el uso de encuestas, entrevistas y el diagrama de Pareto para clasificar los materiales e identificar aquellos que tienen un mayor impacto económico, luego de esto se procedió a el cálculo de inventarios con una metodología adecuada con el fin de realizar una comparativa de métodos.

2.1 Encuestas y entrevistas.

La encuesta “se utiliza cuando la información puede ser obtenida a partir de la respuesta que una o varias personas puedan dar a un cuestionario pre elaborado, y las mismas están dispuestas a colaborar con la información” [1]. Se la aplicó para levantar la información relacionada con los inventarios, a los técnicos y personal de bodega.

Se define a la entrevista como: “Una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información. Su uso constituye un medio para el conocimiento cualitativo de los fenómenos o sobre características personales del entrevistado y puede influir en

determinados aspectos de la conducta humana por lo que es importante una buena comunicación” [1].

Se aplicó al personal de bodega de la empresa para levantar información relacionada con los procesos internos del manejo y control de inventarios que se realizan.

2.2 MÉTODO ABC GESTIÓN DE INVENTARIOS

La metodología ABC sigue un sistema de clasificación frecuentemente usado en la gestión de inventarios. Esta metodología es la resultante de la aplicación del principio de Pareto a los inventarios (Peral, 2011).

El análisis ABC permite identificar los productos de mayor importancia o que tienen un impacto importante en un valor global del inventario, ya sea este valor el representante de las ventas, los costes del mismo, etc. Además, este método permite la creación de categorías de productos, de manera que se pueda establecer niveles y métodos de control distintos para cada categoría. Siguiendo este principio de clasificación se presentan tres categorías para la clasificación de inventarios, a continuación, se presentan las mismas y sus características (Vilfredo Pareto & Alfaro Giménez, 2009; Peral, 2011):

- Clase A: en esta se incluirán generalmente artículos que representan el 80% en relación con el valor total del inventario y el 20% en relación con la cantidad total de artículos. En eso la clasificación ABC resulta directamente del principio de Pareto.
- Clase B representan el 15% en relación con el valor total del inventario y el 30% en relación con la cantidad total de artículos.
- Clase C: representan el 5% en relación con el valor total del inventario y el 50% en relación con la cantidad total de artículos.

Tabla 1 Clasificación ABC por participación de costos

PARTICIPACIÓN DE COSTOS	TIPO DE ARTÍCULO
0% - 80%	A
81% - 95%	B
96% - 100%	C

Fuente: [3]

Elaboración: La autora

2.3 Algoritmo Silver-Meal (SM)

Según [2], el algoritmo de Silver-Meal, es un método heurístico en el que se define tiempos y cantidades a pedir en función al costo promedio del periodo a calcular, en el que se incluyen los costos de ordenar y mantener el

inventario en stock. Sin embargo, el algoritmo no prevé el costo de faltantes, ni incluye descuentos por compras en grandes cantidades.

El método asume que en el primer período se emite una orden de pedido, de una cantidad tal que cubrirá los períodos siguientes, entonces se puede calcular el costo total de cubrir cada demanda en un período establecido, con un pedido emitido en el primer período y también se puede conocer el costo total por unidad de tiempo, esto se puede obtener al dividir el costo total por el período que se desea conocer.

Ecuación 1. Algoritmo Silver-Meal

$$CT_1 = S$$

$$CT_2 = (S + (D_2 * H * (T_2 - 1)))$$

$$CT_3 = (S + (D_3 * H * (T_3 - 1)))$$

$$CTUT_i = \frac{CT_i}{T_i}$$

Dónde:

- CT_1 = Costo total del periodo 1
- CT_2 = Costo total del periodo 2 (Costo de ordenar en el periodo 1 + Costo de mantener la demanda del periodo 2 durante $(T-1=1)$ periodo en inventario)
- $CTUT_i$ = Costo Total por unidad de tiempo.
- T_i = Periodo i
- S = Costo de ordenar
- D_i = Demanda del periodo i
- H = costo de mantener el inventario

En el cálculo de los CT_i y los $CTUT_i$ se lo deberá realizar repetidas ocasiones hasta observar que el $CTUT_i$ empieza a incrementar su valor de un período a otro, llegado a este punto se detendrá el cálculo y se definirá entonces la cantidad a ordenar en el período 1, que será la suma de las demandas de los períodos en los cuales no se observó un incremento del $CTUT_i$. El proceso se reinicia para el período siguiente, el cual se tomará el nombre de período uno en adelante, así se continuará hasta el final del horizonte de planeación.

2.4 Algoritmo Wagner-Within

Según [2], el algoritmo de Wagner Within es una metodología que hace uso de programación dinámica para calcular la opción óptima, es decir que genera menor costo

de inventario. En cada periodo se evalúa el costo de realizar un nuevo pedido, sumado al costo de la mejor opción del periodo pasado, esto se compara con las demás opciones restantes, hasta llegar a realizar un pedido por la demanda acumulada hasta el horizonte de planificación. Al contar con los costes de todas las opciones, se toma la opción con el menor costo y esta se guarda para las etapas siguientes.

En el último periodo, se plantea la estrategia de costo mínimo para los periodos analizados, normalmente suele realizarse la planificación para un año [2]. La ecuación para el cálculo del costo para cada opción en cada uno de los periodos es:

Ecuación 2. Algoritmo Wagner-Within

$$Costo_{m,i} = Costo_i * + Cp + Ca(D_m + D_{m-1} + \dots + D_{i+1}) + CaM \sum_{k=i+1}^m (k - i - 1)D_k$$

- $Costo_{m,i}$ = Costo para el periodo m con la mejor opción del periodo i
- $Costo_i *$ = Costo mínimo del periodo i

Conforme a la programación dinámica, de las opciones para el periodo m, se guarda la que resulte con el costo mínimo para pasar entonces al periodo siguiente. Este proceso se continúa hasta llegar al periodo final, momento en que se tendrá la política de pedidos del costo mínimo.

3. Resultados

3.1 Encuestas y entrevistas

En primera instancia se realizó una encuesta, para evaluar de manera superficial el actual modelo, además de obtener información de utilidad para posteriormente formular una entrevista a la persona que mayor enfoque a los problemas demuestre producto de los resultados obtenidos.

En la encuesta se presentó 11 preguntas, que varían entre respuestas de opción múltiple y de opinión, con las cuales se busca obtener información general del sistema de gestión de inventarios de la bodega de la EMAPA-I. La cual fue aplicada en tres funcionarios encargados de la bodega, estos funcionarios ocupan los siguientes cargos: Bodeguero, Guardalmacén y Auxiliar de bodega.

La entrevista por otra parte, fue realizada con el fin de profundizar en los temas de mayor importancia, además dicha entrevista tuvo el fin de extraer información que se clasifica en: características del sistema de gestión de

inventarios actual, los problemas existentes en dicho sistema y las posibles soluciones. Dicha entrevista fue realizada al bodeguero, quien es una persona que labora más de 20 años en la EMAPA-I y con una extensa experiencia ejerciendo dicho cargo en esta empresa, con una visión más profunda sobre los procesos, características y problemas existentes actualmente en el área de bodega de la empresa.

Con estas técnicas aplicadas se obtuvo las características actuales del sistema, los problemas y necesidades existentes en el departamento de bodega de la EMAPA-I.

3.1.1 Características del sistema actual

El sistema de gestión de los inventarios actualmente comparte responsabilidades entre varios departamentos, en los cuales se divide las funciones de adquisición, recepción, almacenamiento y egreso de materiales. Las funciones y responsabilidades se muestran en la tabla 3.

Tabla 2. Funciones y responsabilidades del departamento de bodega

Funciones	Departamento Responsable	Restricciones existentes
Recepción	Bodega Control de activos Contabilidad	Ingreso de facturas entre las fechas 10 y 25 de cada mes, fuera de estos días no puede ingresar los productos.
Almacenamiento	Bodega	Espacio limitado.
Egreso	Bodega Control de activos Contabilidad	Egresos según el sistema y bajo autorización de contabilidad, departamento que además se encuentra ubicado en las oficinas en el edificio matriz de la EMAPA-I.

Fuente: Empresa EMAPA-I

Elaboración: La Autora

3.1.2 Problemas del sistema de gestión de inventarios actual

El actual sistema de gestión de inventarios presenta varios problemas que repercuten en los procesos internos del manejo de inventarios, demostrando que los mismos se realizan de una manera inadecuada. Con el fin de hallar las causas que esto origina en la bodega, se muestra la entrevista realizada.

- **Falta de independencia de la bodega:** la bodega tanto para la recepción o egreso de materiales necesita de la autorización del departamento de contabilidad, por lo que depende del buen funcionamiento de este para ejercer sus actividades de manera óptima. Además de asumir las limitaciones de este departamento (tiempo limitado para la recepción de facturas entre las fechas 10 y 25 de cada mes).
- **Escasez de inventarios:** En la EMAPA-I no se cuenta con un sistema de pedidos establecido, de manera que realizan el abastecimiento de materiales de manera empírica y basándose en las necesidades que se

presenten en el momento, lo que ocasiona muchas veces escasez de materiales o sobre stock de los mismos.

- **Ausencia de control de seguridad:** la bodega de la EMAPA-I, comparte sus instalaciones con el departamento de mantenimiento por lo que no existe un control acceso a la bodega, dando así posibilidad al hurto de materiales, egresos no registrados, daños por manipulación de materiales, etc.
- **Información no definida:** no existe procedimientos definidos para el desarrollo de las actividades de bodega, por lo que los empleados realizan dichas actividades de manera empírica, ocasionando problemas y retrasos en sus actividades.

3.2 CLASIFICACIÓN ABC DE LOS INVENTARIOS

Siguiendo el Principio de Pareto se procede al análisis del inventario, para lo cual se muestran los siguientes pasos:

- Establecer el valor total de cada artículo; esto se lo obtiene con la multiplicación del valor unitario del artículo con la cantidad de artículos.
- Ordenar el inventario de mayor a menor con respecto al valor total de cada artículo.
- Obtener el porcentaje representativo de la participación de cada producto con respecto al valor total del inventario (valor producto de la suma del valor total de todos los artículos), además también representar el porcentaje acumulado de cada artículo.
- Con el valor del porcentaje acumulado, se realiza la clasificación de los inventarios de acuerdo con lo establecido en la tabla 2.

De acuerdo a esto se procedió con el análisis del inventario de las bodegas de la EMAPA-I, con lo que se calculó la distribución de productos siguiendo el principio de clasificación ABC.

Tabla 3. Clasificación ABC de inventarios - EMAPA-I

Clasificación ABC de Inventarios						
PARTICIPACIÓN DE COSTO	TIPO DE ARTICULO	Nº ARTICULOS	% ARTICULOS	VALOR	PARTICIPACIÓN EN COSTO	CONCLUSIÓN
0% - 80%	A	193	10%	\$ 1,207,850.15	80%	El 10% de los artículos en el inventario representan el 80% de su valor
81% - 95%	B	305	16%	\$ 227,183.30	15%	El 16% de los artículos representan el 15% del valor del inventario
96% - 100%	C	1402	74%	\$ 75,570.35	5%	El 74% de los artículos representan el 5% del valor del inventario
TOTALES		1900	100%	\$ 1,510,403.81	100%	

Fuente: EMAPA-I

Elaboración: La autora

Adicional a esto se realizó un diagrama de Pareto donde se muestra de una manera gráfica la distribución de artículos en la clasificación ABC.

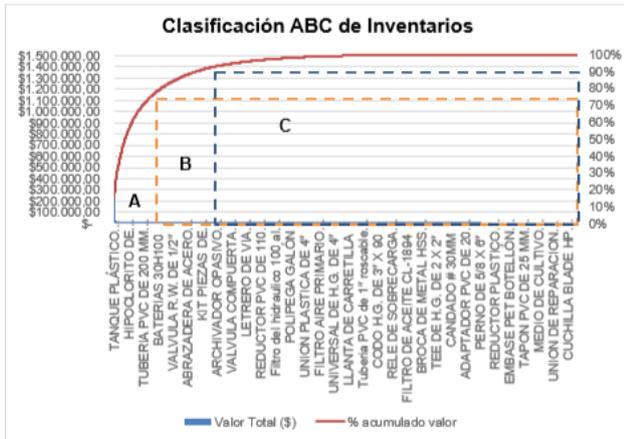


Ilustración 1. Diagrama de Pareto

Fuente: Empresa EMAPA-I

Elaboración: La Autora

De acuerdo con el Diagrama de Pareto podemos evidenciar que los artículos que pertenecen a la clasificación A, teniendo el 10% de la cantidad de total de los artículos que se mantienen en inventario, representan el 80% del costo total del inventario. Es por esto por lo que se trabajará en dichos artículos para lograr una minimización de costos del inventario

3.3 CALCULO DE INVENTARIO

Es de gran importancia tomar en cuenta la planificación de abastecimiento de materiales, puesto que el inventario genera demasiados costos, los cuales se reflejan como pérdidas para la empresa.

Para el cálculo de los inventarios se hará uso de la demanda anual de materiales, en los últimos tres años para el cálculo del coeficiente de variabilidad para así establecer la mejor metodología para su cálculo.

3.3.1 Coeficiente de variabilidad

Para el cálculo de este coeficiente se tomó el inventario promedio de tres años anteriores para comparar la variabilidad existente entre estos, con esto se obtiene un valor para determinar el mejor método a usar para el cálculo de inventarios, determinando así si es mejor usar un método heurístico o los conocidos métodos clásicos “P” o “Q”. Como se muestra una Tabla 6, con el cálculo de este coeficiente en algunos de los materiales que integran la categoría “A”.

Tabla 4. Cálculo del coeficiente de variabilidad

DESCRIPCION	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	INV. PROMEDIO	DEVIACION	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	MODELO S. DE INVENTARIO
TAPAS Y CEROS HF 2000 REVISION 200 LIB	\$39.490,00	\$39.490,00	\$33.952,50	\$ 36.716,40	3191,130408	0,0869129	Modelo EOQ o P
TAPAS CON CERCO NORMA NIEN 2496	\$ -	\$25.796,00	\$23.423,01	\$ 12.893,40	14254,72995	1,1055535	Método Heurístico
CAJA DE TOOL CON VENTANA DE VIDRIO	\$36.635,56	\$36.635,56	\$19.160,96	\$ 27.898,26	10088,96501	0,3616342	Método Heurístico
TOMA DE INDOCORPORACION PVC DE 20MM X 1/2"	\$ -	\$19.620,00	\$15.233,64	\$ 9.810,00	10297,67515	1,0497120	Método Heurístico
ABRAZADERA DE ACERO DE 3/4"	\$ -	\$16.660,00	\$14.563,22	\$ 9.330,00	9074,134147	1,0893315	Método Heurístico
TUBERIA PVC DE 110 MM 1.00 MPA	\$ 7.322,52	\$13.202,52	\$ 9.313,55	\$ 10.262,52	2990,50649	0,2914090	Método Heurístico
LLAVE DE CORTE Y CAPUCHON DE 1/2"	\$ -	\$22.330,00	\$13.361,20	\$ 11.165,00	11236,76955	1,0064251	Método Heurístico
TUBERIA PVC DE 40 MM 1.00 MPA METRO	\$ 5.799,60	\$ 6.843,60	\$ 6.811,20	\$ 6.321,60	593,6216977	0,0930037	Modelo EOQ o P
HIPOCLORITO DE CALCIO BRQUETAS KILO	\$ -	\$ 9.720,00	\$ 7.776,00	\$ 4.860,00	5143,40549	1,0593005	Método Heurístico
REDUCTOR PVC DE 90 X 63 MM	\$ 78,05	\$ 5.653,05	\$ 5.619,60	\$ 2.865,55	3209,115151	1,1196950	Método Heurístico

Fuente: EMAPA-I

Elaboración: La autora

Como se muestra en la tabla 4, se encuentra que la demanda varía según los años y el nivel de variabilidad establece que modelo se debería de usar, es decir que establece que metodología arrojará un resultado más exacto y confiable.

3.3.2 Calculo de pedidos

Tomando como referencia las salidas del inventario en cada mes del año 2017, se puede analizar los ahorros que se hubiesen generado en los costos de inventario, de haber sido aplicada una planificación de inventarios usando una metodología adecuada.

Para esto se tomó los 10 principales productos existentes actualmente en bodega y que representan el mayor costo del inventario, es decir los 10 principales productos que componen la categoría “A” y se extrajo la demanda de estos a lo largo del año 2017. Esto se ve representado en la Tabla 5.

Tabla 5. Demanda del año 2017

PRINCIPALES PRODUCTOS DE INVENTARIO	STOCK INICIAL	UNIDAD	DEMANDA REAL 2017												STOCK FINAL	DEMANDA TOTAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL DE LA DEMANDA ANUAL
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE				
TAPAS Y CEROS HF 2000 REVISION 200 LIB	150	U	0	0	7	2	6	6	0	1	0	2	0	2	124	26	\$ 283,20	\$ 6.843,20
TAPAS CON CERCO NORMA NIEN 2496	120	U	0	0	0	0	1	5	5	0	23	19	41	25	119	26	\$ 244,44	\$ 25.571,91
CAJA DE TOOL CON VENTANA DE VIDRIO	1508	U	21	61	150	100	330	53	0	701	0	14	0	52	26	1462	\$ 24,44	\$ 36.220,08
TOMA DE INDOCORPORACION PVC DE 20MM X 1/2"	8438	U	0	222	122	147	628	276	346	395	477	295	534	116	2574	3984	\$ 8,72	\$ 33.694,08
ABRAZADERA DE ACERO DE 3/4"	22029	U	510	980	143	95	2322	1313	985	1023	0	0	548	35	14177	7952	\$ 1,19	\$ 9.343,68
TUBERIA PVC DE 110 MM 1.00 MPA	2409	U	278	372	73	114	66	72	31	14	42	103	48	54	1134	1275	\$ 8,34	\$ 10.633,50
LLAVE DE CORTE Y CAPUCHON DE 1/2"	8621	U	0	17	51	11	1067	541	465	456	226	831	887	474	1732	4889	\$ 5,55	\$ 27.132,95
TUBERIA PVC DE 40 MM 1.00 MPA	6808	U	18	42	54	24	18	78	35	54	66	114	1965	1080	3524	3282	\$ 1,35	\$ 4.430,70
HIPOCLORITO DE CALCIO BRQUETAS KILO	2395	U	0	0	0	0	0	225	585	180	180	225	380	315	225	2070	\$ 5,40	\$ 11.178,00
REDUCTOR PVC DE 90 X 63 MM	592	U	3	3	4	9	14	16	2	3	3	9	1	4	511	71	\$ 11,15	\$ 791,65
TOTAL																		\$ 166.940,95

Fuente: EMAPA-I

Elaboración: La autora

En esta tabla se muestra que el ítem denominado “caja de tool con ventana de vidrio” tiene el mayor valor de demanda por lo que este ítem será usado como referencia en el cálculo de inventarios.

3.3.3 Cálculo de pedidos en el año

Para el cálculo del ítem denominado “Caja de Tool con Ventana de Vidrio” se hace uso de los métodos heurísticos según se determinó en el punto 3.3.1. Para esto se hizo el cálculo y comparación de los dos métodos conocidos bajo los nombres de Algoritmo de Silver Meal y el Algoritmo de Warner-Within. Adicionalmente también se explica la metodología actual y los costos que esta representa actualmente.

3.3.3.1 Algoritmo de Silver Meal

Para el cálculo de inventario con este método se hizo uso de la demanda en meses del año 2017, el costo unitario de la compra de este producto, el costo de ordenar y el costo mensual de mantener en inventario un producto.

Al realizar los cálculos se puede verificar que, según esta metodología, se sugiere realizar 5 pedidos al año en los meses de enero, febrero, marzo, mayo y agosto, con las cantidades indicadas, provocando así que el costo anual de inventario sea un total de 37410,15 dólares americanos. Los datos de los cálculos se encuentran resumidos en la tabla 6.

Tabla 6. Pedidos resultantes con el algoritmo Silver Meal

MES	COSTO DEL PEDIDO	CANTIDAD A PEDIR
ENERO	\$713.24	21
FEBRERO	\$1690.84	61
MARZO	\$6360.92	250
MAYO	\$9587.51	383
AGOSTO	\$19065.64	767
TOTAL	\$ 37,418.15	1482

Fuente: EMAPA-I

Elaboración: La autora

3.3.3.2 Algoritmo de Warner-Within

Para el cálculo de inventario con este método se hizo uso de los mismos datos utilizados en el método del algoritmo de Silver Meal.

Tabla 7. Pedidos resultantes con el algoritmo Warner-Within

MESES	COSTO DEL INVENTARIO	CANTIDAD A PEDIR (UNIDADES)
1	\$ 2235.14	82
3	\$ 6360.92	250
5	\$ 9587.51	383
8	\$ 19065.64	767
TOTAL	\$ 37249.21	1482

Fuente: EMAPA-I

Elaboración: La autora

Como se muestra en la tabla 7, se sugiere realizar cuatro pedidos correspondientes a los meses de enero, marzo, mayo y agosto muy similar al método anterior con la excepción de que con este modelo se reduce la cantidad de pedidos a 4 y dando un costo total anual del inventario de 37249.21 dólares americanos.

3.3.3.3 Comparativa de métodos (Silver Meal Vs Warner-Within Vs Método actual)

Ya calculado estas metodologías se puede realizar una comparativa entre estas y verificar cual es la mejor opción a elegir. En la tabla 8, se observa las tres metodologías, con sus costos totales anuales y el número de pedidos que sugiere realizar cada una de estas.

Tabla 8. Comparativa de métodos

Metodología	Costo total anual del inventario	Cantidad de ordenes al año
Algoritmo de Silver Meal	\$ 37,418.15	5
Algoritmo de Warner Within	\$ 37249.21	4
Metodología actual	\$ 38934.24	2

Fuente: EMAPA-I

Elaboración: La autora

Como se puede observar en la Tabla 16, la metodología con menor costo es el Algoritmo de Warner Within, que al aplicarse representaría un ahorro anual de 1685.03 dólares americanos, este valor es el ahorro de aplicarse solo en el ítem antes dicho. Al hacer una relación porcentual del ahorro, con el valor total de todo el inventario de la bodega de EMAPA-I arroja que existe la probabilidad de ahorrar hasta un 4.32% del costo del inventario actual.

Por lo que se sugiere la aplicación de las metodologías adecuadas para la planificación de pedidos puesto que existe una oportunidad de ahorro estimada de 65249,44 dólares americanos anuales.

4. Conclusiones

- El análisis de los lineamientos teóricos y legales vigentes, relacionados con el manejo de inventarios como son: el reglamento administración y control de bienes del sector público, las normas de control interno de los bienes públicos, normas ISO, entre otras; fueron de vital importancia para el desarrollo de la documentación del sistema de gestión de inventarios para la EMAPA-I. Además, el estudio de las metodologías utilizadas para la determinación de costos de inventarios permitió determinar la mejor opción para realizar los cálculos que generen mayores beneficios para la empresa.

- La situación actual en la que se encuentra la bodega de la EMAPA-I evidenció la existencia de problemas, como: inadecuada planificación en el abastecimiento de materiales, elevados costos de inventario, información no documentada para la gestión por procesos del manejo de materiales, lo cual evidenció la necesidad de desarrollar el proyecto de investigación. La clasificación ABC de los inventarios permitió determinar cuáles son los insumos que presentan un mayor costo dentro del presupuesto que maneja la empresa.
- El cálculo del coeficiente de variabilidad permitió determinar el mejor método de cálculo de los costos de inventarios para lograr una mejor optimización de los recursos de la empresa, se emplearon los métodos heurísticos Silver Meal y el Algoritmo de Wagner Within, los cuales lograron una disminución de los costos en un 4,32%. Adicional a esto, la documentación desarrollada para el sistema de gestión de inventarios de la bodega de la EMAPA-I se la realizó con el objetivo de mejorar la gestión por procesos del manejo de inventarios en bodega. Además de esto se plantearon fichas para la evaluación del sistema, obteniendo así una medición constante de los resultados lo que generará datos suficientes para una retroalimentación y posterior mejora del sistema propuesto.

Referencias Bibliográficas

- [1] R. A. Hernández León y S. Coello González, El proceso de investigación científica, La Habana: Editorial Universitaria, 2011.
- [2] H. Taha, Investigación de Operaciones, Mexico: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [3] Vilfredo Pareto y J. Alfaro Giménez, Economía de la Empresa 2, 2009.
- [4] M. Muller, Essentials of Inventory Management, Bogotá: Norma, 2004.
- [5] M. Hugos, «Essentials of Supply Chain Management,» 2003.
- [6] L. A. Mora García , Gestión Logística Integral. Las mejores prácticas en las cadenas de abastecimiento, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010.
- [7] C. J. Vidal Holguín, Fundamentos de gestión de inventarios, 3° Edición ed., Santiago de Cali, 2005.
- [8] L. A. Mora Garcia , Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes, 1° Edición ed., Bogotá: Ecoe Ediciones, 2011.
- [9] V. Gutiérrez y C. J. Vidal, «Modelos de Gestión de Inventarios en Cadenas de Abastecimiento: Revisión de la Literatura,» *Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, n° 43, Marzo 2008.
- [10] R. Peral, El modelo ABC, 2011.

Autores...

Autora Srta. MINDY CRISTINA CARVAJAL AYALA:
Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad
Técnica del Norte.

Coautor MSc. YACKLEEM MONTERO, actualmente
docente investigador de la Carrera de Ingeniería Industrial.