

Inventory management: Multi-criteria ABC based on AHP in the warehouse of a metalworking company

León Castro, Rocío¹. Caro Flores, Ramiro². Idme Medina, Ishel³. Pinto Valdiviezo, Angello⁴. Vallejos Márquez, María⁵.

¹Docente, Ingeniería industrial, Universidad Privada del Norte, Perú

²⁻⁵Estudiantes, Ingeniería industrial, Universidad Privada del Norte, Perú

Abstract– Inventory management is essential to maintain competitiveness and productivity in the metalworking sector. This study analyzes the problems associated with inefficient inventory management in the warehouse of a company located in Villa El Salvador, Peru, specialized in metal structures and construction. Deficiencies include duplicate inputs, frequent losses, and lack of organization, which generate additional costs and affect operational efficiency. To address these problems, it is proposed to implement the multi-criteria ABC method based on the Analytical Hierarchy Process (AHP), a multi-criteria decision-making technique that classifies and prioritizes critical materials according to criteria such as unit cost, quantity of units, inventory cost, and shortage. The analysis includes the use of Ishikawa diagrams and simulations that identify the root causes of the problems and key areas for improvement. The results show that multi-criteria ABC classification significantly improves warehouse organization, record accuracy, and operational efficiency. A manageable and acceptable implementation cost for the company is estimated, with stages of training, organization, and implementation. This solution allows for more efficient management aligned with market demands, contributing to the optimization of logistics processes and increasing business competitiveness.

Keywords– Inventory management, metalworking sector, multi-criteria ABC method, Analytical Hierarchy Process (AHP).

Gestión de inventarios: ABC multicriterio basado en AHP en el almacén de una empresa metalmecánica

Resumen– La gestión de inventarios es fundamental para mantener la competitividad y productividad en el sector metalmecánico. Este estudio analiza los problemas asociados con la gestión ineficiente de inventarios en el almacén de una empresa ubicada en Villa El Salvador, Perú, especializada en estructuras metálicas y construcción. Las deficiencias incluyen insumos duplicados, pérdidas frecuentes y falta de organización, lo que genera costos adicionales y afecta la eficiencia operativa. Para abordar estas problemáticas, se propone implementar el método ABC multicriterio basado en el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), una técnica de toma de decisiones multicriterio que clasifica y prioriza materiales críticos según criterios como costo unitario, cantidad de unidades, costo de inventario y escasez. El análisis incluye el uso de diagramas de Ishikawa y simulaciones que identifican las causas raíz de los problemas y las áreas de mejora clave. Los resultados muestran que la clasificación ABC multicriterio mejora significativamente la organización del almacén, la precisión de los registros y la eficiencia operativa. Se estima un costo de implementación manejable y aceptable por la empresa, con etapas de capacitación, organización e implementación. Esta solución permite una gestión más eficiente y alineada con las demandas del mercado, contribuyendo a la optimización de procesos logísticos y al incremento de la competitividad empresarial.

Palabras clave– Gestión de inventarios, sector metalmecánico, método ABC multicriterio, Proceso de Jerarquía Analítica (AHP).

I. INTRODUCCIÓN

En el sector metalmecánico, la gestión de inventarios tiene un papel clave en la competitividad empresarial. No obstante, estudios revelan que muchas empresas enfrentan desafíos críticos debido a la falta de sistemas adecuados [1]. En la empresa analizada, se presentan problemas como insumos duplicados, extraviados y desorganización, lo que afecta directamente su productividad y eficiencia operativa.

A nivel nacional, la falta de control en los inventarios sigue siendo uno de los principales retos empresariales, generando costos adicionales y tiempos de respuesta prolongados [2]. Frente a esta problemática, el análisis ABC multicriterio es una técnica ampliamente utilizada en la gestión de inventarios, ya que clasifica los artículos en clases prioritarias [3]. Así mismo, la clasificación ABC basada en la técnica multicriterio del proceso analítico jerárquico (AHP) permite categorizar correctamente los artículos [4]. Al implementar sistemas adecuados, las empresas pueden alinear su gestión de inventarios con las necesidades operativas, logrando mayor precisión y eficiencia [5].

La empresa, ubicada en Villa El Salvador, Perú, pertenece al sector metalmecánico y se especializa en el diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas livianas y pesadas. Además, se dedica a la construcción de edificaciones

y puentes estructurales, tanques de almacenamiento e instalaciones de tuberías para sistemas de procesamiento.

La gestión ineficiente de inventarios en el almacén de una empresa metalmecánica, caracterizada principalmente por la duplicidad de insumos, pérdidas frecuentes y desorganización, afecta directamente la eficiencia operativa y genera costos adicionales. El presente estudio tiene como objetivo principal identificar y reducir la duplicidad de insumos, ya que esta situación genera errores en los registros, decisiones inadecuadas de reposición y exceso de stock innecesario. Esta problemática impacta negativamente en la productividad y competitividad de la empresa, por lo que se plantea una solución basada en el método ABC multicriterio con el soporte del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), para mejorar el control, clasificación y gestión del inventario.

Asimismo, es de suma importancia desarrollar un Diagrama de Ishikawa, el cual se aplica habitualmente en un estudio de causa raíz para identificar el origen principal de un problema [6].

Además, las herramientas actuales carecen de precisión, lo que dificulta la trazabilidad y el control efectivo de materiales, reforzando la necesidad de modernizar los métodos tradicionales. Para superar estas limitaciones, se propone el uso del método ABC multicriterio basado en el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Este enfoque permite una clasificación más precisa y priorización de los insumos críticos, logrando no solo optimizar procesos internos, sino también mejorar la organización general del almacén y aumentar la competitividad de la empresa frente a las exigencias del mercado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La información fue recolectada mediante inspecciones sistemáticas al almacén, lo que permitió evaluar con detalle cada etapa del proceso logístico de almacenamiento y rotación de inventarios. Además, se llevaron a cabo consultas al encargado del departamento logístico para entender a fondo el procedimiento empleado en el almacenaje de los productos y los problemas específicos.

Esto se llevó a cabo mediante el uso de un diagrama de Pareto, el cual fue clave para identificar y priorizar las causas que originan una mala gestión de inventario. El principio de Pareto, también conocido como la regla 80/20, asume que el 80% de los resultados provienen del 20% de las causas. Como resultado de observaciones, recopilación y análisis de resultados, se pueden obtener correlaciones que se utilizan para mejorar el impacto de las causas adversas en resultados específicos de rendimiento [6].

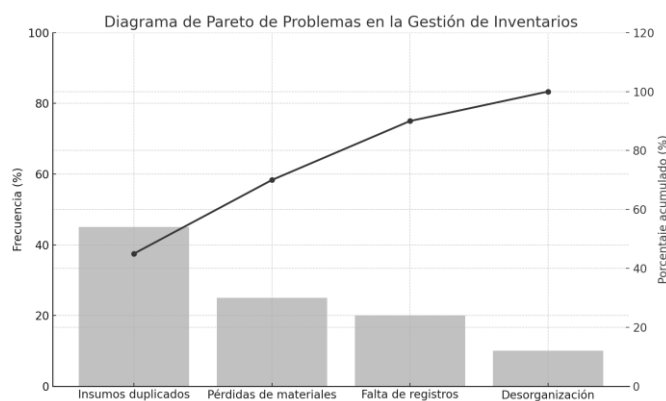


Fig.1 Diagrama de Pareto

En la Fig. 1 se presenta el diagrama de Pareto de los principales problemas que afectan la gestión de inventarios. Los problemas analizados son: insumos duplicados, pérdidas de materiales, falta de registros y desorganización.

Se observa que los "Insumos duplicados" representan el mayor impacto en el desorden y costos operativos, seguido de las pérdidas de materiales. La gráfica incluye la frecuencia de aparición de cada problema y el porcentaje acumulado, permitiendo identificar claramente que la duplicidad de insumos es el problema prioritario para solucionar.

La reducción de estos insumos duplicados contribuye directamente a optimizar la gestión de inventarios, mejorar la disponibilidad de materiales críticos, reducir costos innecesarios y fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa frente a la demanda del mercado.

Este hallazgo permitió enfocar los esfuerzos en la solución del problema principal, diseñando estrategias más efectivas para el control del inventario, lo cual se traduce en una mejora significativa en la eficiencia y rentabilidad del almacén.

Sumando a ello, en un almacén metalmecánico, la rotación de inventarios es alta, debido a la demanda en la elaboración de estructuras y por su uso único de muchos de los artículos en cuestión.

En el sector metalmecánico, la logística se enfoca en organizar y controlar todo el flujo de materiales, equipos y productos terminados para que estén disponibles en el lugar y momento necesarios, lo que es clave para mantener la producción sin interrupciones y, al mismo tiempo, reducir costos relacionados con el manejo y almacenamiento. En este mundo de engranajes y metales, las empresas de fabricación y servicios entienden que un buen manejo de los procesos logísticos, ya sea internos o a través de terceros, es fundamental para su éxito diario, y es por eso que los directivos se esfuerzan en elegir procesos que no solo sean eficientes, sino que también impulsen la rentabilidad y ayuden a controlar los gastos. Sin embargo, antes de tomar decisiones, es importante entender bien los procedimientos a implementar, y ahí es donde las simulaciones entran en juego, actuando

como un mapa que permite prever problemas y ajustar estrategias, asegurando que todo funcione correctamente [7].

En este escenario, un almacén que esté bien organizado, con un diseño que aproveche al máximo el espacio y procesos de entrada y salida de productos bien estructurados, es la pieza clave para que todo funcione correctamente, ya que, según lo investigado, la forma en la que se organiza el almacén y los parámetros que se usan afectan de manera importante la eficiencia del trabajo, lo que significa que un almacén que tenga un buen orden y procedimientos claros para manejar los productos no solo se ve bien, sino que también es capaz de manejar grandes cantidades de trabajo de forma ágil y efectiva, mejorando así el rendimiento general y reduciendo los tiempos de operación, por lo que un sistema bien estructurado permite que los productos se muevan rápidamente y sin inconvenientes, lo cual es vital para mantener la productividad y satisfacer las demandas del mercado [8].

El duplicado de insumos o materiales impacta negativamente la gestión de inventarios, afectando el costo unitario al generar inconsistencias en los precios, y la cantidad de unidades, al sobreestimar las existencias reales, lo que lleva a decisiones erróneas en compras y producción. Esto incrementa el costo de inventario, ya que se almacenan materiales innecesarios, aumentando los gastos de almacenamiento y manejo. Además, puede provocar escasez falsa, dando una falsa impresión de suficiencia que genera interrupciones operativas. Con base en estos hallazgos, se definieron cuatro criterios claves (costo unitario, cantidad de unidades, costo de inventario y escasez) para evaluar y clasificar los insumos.

Antes de proceder con la representación gráfica de la Fig. 2, es importante detallar los criterios seleccionados para la evaluación mediante el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Se definieron cuatro criterios principales que permiten priorizar los insumos críticos en la gestión de inventarios:

- **Costo unitario**, que hace referencia al valor individual de cada material almacenado.
- **Cantidad de unidades**, este criterio se refiere al número de unidades actualmente disponibles en stock en el almacén, así como a las cantidades requeridas por el área de producción para asegurar la continuidad de las operaciones sin interrupciones.
- **Costo de inventario**, que considera el costo total asociado al almacenamiento de dichos materiales.
- **Escasez**, la cual mide el riesgo de no disponibilidad de los insumos en el momento en que se necesiten para la producción.

Estos criterios fueron establecidos de acuerdo con la problemática detectada en el almacén, buscando optimizar la clasificación y priorización de los materiales.

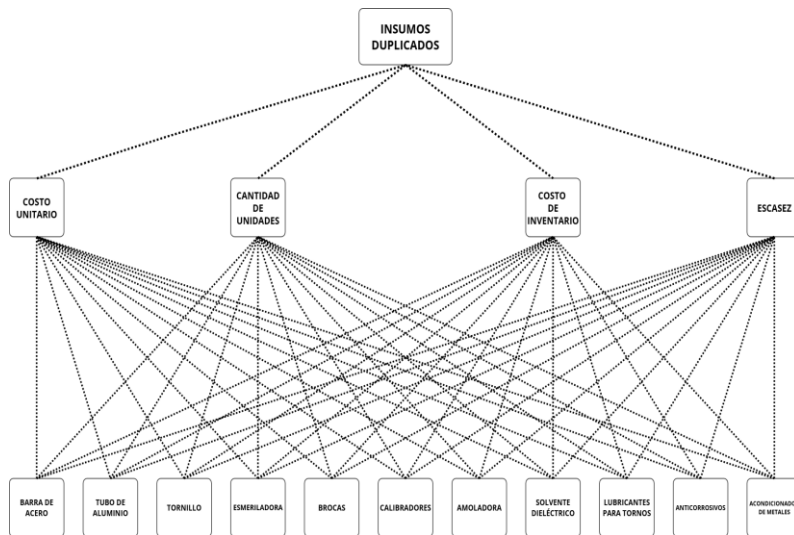


Fig. 2 Principio de construcción de la jerarquía

En la fig.2 se grafica el principio de construcción de jerarquía, utilizando 4 criterios y 11 alternativas. Criterios en base a los costos unitarios como de inventario, escasez y la cantidad disponible; como alternativas se toman en cuenta los artículos para su evaluación y posterior asignación de ponderaciones.

El Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) se ha establecido como uno de los más frecuentes y populares. La idea básica detrás del AHP es convertir evaluaciones subjetivas de importancia relativa en un conjunto de puntajes y pesos generales. [9]

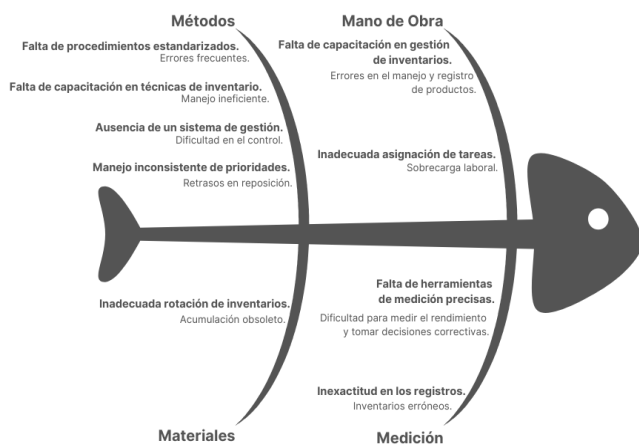


Fig. 3 Diagrama de Ishikawa

Por otro lado, en la fig. 3, se evidencia el diagrama de Ishikawa, producto de un meticuloso análisis dentro del área del almacén de una empresa metalmeccánica. Para identificar la causa principal del problema de duplicidad de materiales, se

empleó este diagrama, que permite listar y organizar de forma estructurada las posibles fuentes de conflicto [4]. Esto nos permitió identificar de manera estructurada las causas raíz del problema principal, agrupadas en categorías como métodos, mano de obra, materiales y medición. Además, facilitó la comprensión integral del origen del desorden y de las inconsistencias registradas.

Adicionalmente se presenta la matriz de criterios en la siguiente tabla, que ayuda a identificar y darle importancia a los aspectos más relevantes, como la precisión, el costo, la velocidad de rotación y lo fácil que es implementar una solución. Usando esta matriz junto con el método AHP, se asignan una escala de comparaciones pareada a cada criterio y se comparan las diferentes opciones según estos factores.

TABLA I
Matriz de Criterios

		1	2	3	4
	CRITERIOS	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE UNIDADES	COSTO DE INVENTARIO	ESCASEZ
1	COSTO UNITARIO	Igual de importancia a 1	Moderada importancia 3	Inverso 1/3	Inverso 1/5
2	CANTIDAD DE UNIDADES	Inverso 1/3	Igual de importancia a 1	Inverso 1/5	Inverso 1/7
3	COSTO DE INVENTARIO	Moderada importancia 3	Fuerte importancia 5	Igual de importancia a 1	Inverso 1/3
4	ESCASEZ	Fuerte importancia 5	Muy fuerte 7	Valores intermedios 2	Igual de importancia a 1

En la tabla 1, se realizó la ponderación entre criterios, cuantificándose un nivel de relevancia entre ellos, según el nivel de importancia es que se asignan los puntajes para evaluar las alternativas. La clasificación ABC multicriterio es una técnica eficaz que permite la organización rápida y automática de un número creciente de artículos de inventario en clases con diferentes niveles de gestión. La naturaleza multicriterio del problema de la clasificación ABC ha planteado varios desafíos que han sido abordados en varios trabajos recientes. Uno de estos desafíos es la priorización de criterios que intenta dar diferentes pesos a los criterios utilizados en función de su importancia. El método de Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) es un ejemplo de método que puede construir automáticamente diferentes pesos de características al resolver el problema de clasificación de inventario de múltiples criterios [10]

El AHP puede definirse como una herramienta dinámica y útil debido a las puntuaciones finales obtenidas de las evaluaciones de comparación por pares entre criterios y soluciones alternativas [11].

Se ha demostrado que AHP en combinación con otros métodos es eficaz, ya que, sus resultados se utilizan para la selección de indicadores clave utilizando el método ABC [12]

El AHP es una técnica de toma de decisiones multicriterio que puede incluirse en la teoría de utilidad multiatributo y cuya aplicación, ampliamente extendida en diversos campos, se utiliza también en la toma de decisiones grupal [4].

Se plantea que la implementación del Método ABC multicriterio, basado en el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), en la gestión de inventarios del almacén de una empresa metalmecánica, solucionará los problemas de desorden en el manejo de insumos, errores en los registros y falta de control en los inventarios, lo que mejorará la precisión en los registros, incrementará la eficiencia operativa y optimizará la distribución de materiales.

La Tabla 2 muestra la asignación de insumos duplicados a cada criterio del análisis multicriterio, lo que facilita su evaluación en el proceso de priorización usando el método AHP.

TABLA II
 Marco definitivo

Criterios	Objetivos Insumos Duplicados
Costo Unitario (1)	Barra de acero (1-4)
	Tubo de aluminio (1-4)
Cantidad de Unidades (2)	Tomillo (1-4)
	Esmerilado (1-4)
	Brocas (1-4)
Costo de inventario (3)	Calibradores (1-4)
	Amoladores (1-4)
	Solvente dieléctrica (1-4)
	Lubricantes para tornos (1-4)
Escasez (4)	Anticorrosivos (1-4)
	Acondicionar de Metales (1-4)

En la tabla 2, se muestra los objetivos seleccionados que se buscan alcanzar mediante el insumo duplicado en el almacén del sector metalmecánico junto con sus áreas correspondientes, cada una representada por un número asociada al criterio de cada objetivo: Costo unitario (1), Cantidad de unidades (2), Costo de inventario (3) y Escasez (4). Estos objetivos han sido meticulosamente delineados para abarcar desde el dominio de técnicas específicas hasta la optimización del proceso de fabricación. Cada uno de estos objetivos ha sido diseñado para fortalecer las habilidades del equipo, mejorar la calidad de producción y maximizar la eficiencia operativa. Estos puntos clave han sido cuidadosamente seleccionados para abordar las áreas de desarrollo críticas identificadas, con la finalidad de impulsar un rendimiento excepcional y alta calidad en producción.

Además, como se aprecia en la tabla, cada insumo ha sido relacionado estratégicamente con el criterio que mejor refleja su impacto en la gestión de inventarios, permitiendo un análisis más preciso y objetivo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las dificultades en la gestión de inventarios, se identificaron varios factores como los métodos, materiales, mano de obra y medición. En cuanto a los métodos, la falta de procedimientos estandarizados origina errores como la duplicidad y el extravío de materiales. Respecto a los

materiales, la desorganización en el almacén y el exceso de stock no crítico agravan la situación. Además, la falta de capacitación del personal en gestión de inventarios y el uso de herramientas de medición imprecisas dificultan el control, afectando la eficiencia operativa.

Se trabajó con cuatro matrices, cada una correspondiente a un criterio clave: costo unitario, escasez, cantidad de unidades y costo de inventarios. Estas matrices fueron construidas para evaluar 11 artículos del almacén, donde cada una reflejaba una dimensión específica de los elementos analizados. Al desglosar cada artículo bajo estos criterios, las matrices nos permitieron identificar relaciones y prioridades fundamentales, sentando las bases para clasificar los inventarios de manera objetiva y eficiente según el enfoque ABC multicriterio.

A continuación, se presenta un análisis detallado de las diferencias y similitudes observadas entre estas cuatro evaluaciones

TABLA III
 Matriz de comparación pareadas de las alternativas, con respecto al criterio 1 “Costo unitario”

CRITERIO 1 COSTO UNITARIO	Barra de acero	Tubo de aluminio	Tomillo	Esmeriladora	Brocas	Calibradores	Amoladora	Solvente dieléctrico	Lubricantes para tornos	Anticorrosivo	Acondicionador de metales	PROMEDIO
Barra de acero	1	1/5	2	5	4	6	1/3	1/5	1/4	1/6	1/8	0.0794
Tubo de aluminio	5	1	1/2	5	2	5	1/5	1/5	1/4	1/2	1/2	0.0693
Tomillo	1/2	2	1	3	1/3	4	3	2	5	4	6	0.1549
Esmeriladora	1/5	5	1/3	1	1/5	2	1/2	1/4	1/2	3	5	0.0806
Brocas	1/4	1/2	3	5	1	3	1/4	6	1/3	1/5	1/4	0.0842
Calibradores	1/6	1/5	1/4	1/2	1/3	1	1/5	8	1/4	2	1/3	0.0493
Amoladora	3	5	1/3	2	4	5	1	4	2	1/3	5	0.1159
Solvente dieléctrico	5	5	1/2	4	1/6	1/8	1/4	1	1/5	1/4	1/6	0.0530
Lubricantes para tornos	4	4	1/5	2	3	4	1/2	5	1	1/5	1/3	0.0805
Anticorrosivo	6	2	1/4	1/3	5	1/2	2	4	5	1	5	0.1209
Acondicionador de metales	8	3	1/6	1/5	4	3	1/5	6	3	1/5	1	0.0951
	33.1167	27.9000	8.5333	28.0333	24.0333	33.6250	8.4333	36.6500	17.7833	11.8500	23.7083	

En esta matriz, la cual se centra en el costo unitario como criterio de comparación. Este análisis es crucial en contextos donde se busca optimizar el costo de adquisición por unidad de insumo. Elementos como barras de acero y tubos de aluminio tienen un peso menor en comparación con herramientas más especializadas como la amoladora o las brocas, lo que refleja la menor inversión por unidad en materiales básicos frente a herramientas específicas.

TABLA IV
 Matriz de comparación pareadas de las alternativas con respecto al criterio 2 “Cantidad de unidades”

CRITERIO 2 CANTIDAD DE UNIDADES	Barra de acero	Tubo de aluminio	Tomillo	Esmeriladora	Brocas	Calibradores	Amoladora	Solvente dieléctrico	Lubricantes para tornos	Anticorrosivo	Acondicionador de metales	PROMEDIO
Barra de acero	1	1/2	5	1/3	5	1/3	1/4	1/5	1/3	1/7	1/5	0.0520
Tubo de aluminio	2	1	1/5	1/9	1/2	4	1/5	3	1/2	2	1/8	0.0600
Tomillo	1/5	5	1	3	5	4	2	1/5	1/3	1/4	1/2	0.0879
Esmeriladora	3	9	1/3	1	1/2	1/2	1/3	5	4	1/8	1/7	0.0841
Brocas	1/5	2	1/5	2	1	1/5	1/3	1/2	5	1/3	5	0.0672
Calibradores	3	1/4	1/4	2	5	1	2	1/5	2	1/5	2	0.0702
Amoladora	4	5	1/2	3	3	1/2	1	3	9	1/3	4	0.1264
Solvente dieléctrico	5	1/3	5	1/5	2	5	1/3	1	1/5	4	2	0.1092
Lubricantes para tornos	3	2	3	1/4	1/5	1/2	1/9	5	1	1/3	4	0.0798
Anticorrosivo	7	1/2	4	8	3	5	3	1/4	3	1	1/5	0.1434
Acondicionador de metales	5	8	2	7	1/5	1/2	1/4	1/2	1/4	5	1	0.1137
	33.4000	33.5833	21.4833	26.8944	25.4000	21.5333	9.8111	18.8500	25.8167	13.7179	19.1679	

La tabla 5, la cual se construye en torno al criterio de cantidad de unidades, un enfoque que da prioridad al volumen necesario de cada material o herramienta. En este caso, se nota un cambio en las prioridades relativas. Los elementos que se consumen en grandes cantidades, como tornillos y lubricantes para tornos, adquieren un mayor peso debido a la frecuencia con la que se requieren en el proceso de producción.

TABLA V
Matriz de comparación pareadas de las alternativas con respecto al criterio 3 “Costo de inventario”

CRITERIO 3 COSTO DE INVENTARIO	Barra de acero	Tubo de aluminio	Tornillo	Esmeriladora	Brocas	Calibradores	Amoladora	Solvente dieléctrico	Lubricantes para tornos	Anticorrosivo	Acondicionador de metales	PROMEDIO
Barra de acero	1	1/5	7	5	5	3	8	1/7	5	1/3	2	0.1202
Tubo de aluminio	5	1	2	3	3	3	8	1/7	5	1/3	2	0.1060
Tornillo	4	1/7	1	1/5	2	1/7	2	3	8	1/8	1/4	0.0663
Esmeriladora	5	1/5	5	1	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	7	3	0.0840
Brocas	2	1/5	1/2	2	1	2	3	8	1/8	1/2	3	0.0825
Calibradores	3	1/5	7	3	1/2	1	2	1/5	2	1/7	2	0.0658
Amoladora	8	1/8	1/2	3	3	1/2	1	7	1/5	1/3	3	0.0884
Solvente dieléctrico	9	7	1/3	3	1/8	5	1/7	1	3	1/2	4	0.1338
Lubricantes para tornos	5	1/5	1/8	3	8	1/2	5	1/3	1	4	1/2	0.0953
Anticorrosivo	3	3	8	1/7	2	7	3	2	1/4	1	1/3	0.1068
Acondicionador de metales	2	1/2	4	1/3	1/3	1/2	1/3	1/4	2	3	1	0.0509
	47.0000	12.9012	33.4383	25.6762	25.4583	22.9762	32.8095	22.4024	26.9083	17.2679	21.0833	

La matriz presentada, introduce el costo de inventario como criterio central. Es decir que combina tanto el costo unitario como la cantidad de unidades, considerando el impacto financiero de mantener estos materiales en inventario. Aquí se observa un cambio notable en las prioridades. Los elementos con mayores costos de inventario, como la barra de acero y los calibradores, empiezan a tener un peso más significativo.

TABLA VI
Matriz de comparación pareadas de las alternativas con respecto al criterio 4 “Escasez”

CRITERIO 4 ESCASEZ	Barra de acero	Tubo de aluminio	Tornillo	Esmeriladora	Brocas	Calibradores	Amoladora	Solvente dieléctrico	Lubricantes para tornos	Anticorrosivo	Acondicionador de metales	PROMEDIO
Barra de acero	1	4	5	3	2	4	4	1/3	4	2	2	0.1466
Tubo de aluminio	1/4	1	1/3	1/2	1/2	2	3	1/5	1/4	1/3	1/2	0.0379
Tornillo	1/5	3	1	1/4	3	1/4	1/2	1/2	1/4	1/5	3	0.0499
Esmeriladora	1/3	2	4	1	4	5	1/2	3	1/7	2	3	0.1104
Brocas	1/2	2	1/3	1/4	1	8	1/3	1/2	1/2	2	3	0.0479
Calibradores	1/4	1/2	4	1/5	3	1	8	5	2	1/2	1/3	0.1073
Amoladora	1/4	1/3	2	2	3	1/8	1	1/5	3	1/2	5	0.0803
Solvente dieléctrico	3	5	2	1/2	2	1/5	5	1	1/5	1/3	4	0.1176
Lubricantes para tornos	1/4	4	4	3	2	1/2	1/3	5	1	1/4	5	0.1080
Anticorrosivo	1/2	3	5	7	1/2	2	2	3	4	1	1/3	0.1337
Acondicionador de metales	1/3	2	1/3	1/2	1/3	3	1/5	1/4	1/5	3	1	0.0606
	6.8667	26.8333	28.0000	18.2000	21.3333	26.0750	24.5333	18.4833	15.0429	10.1167	24.1667	

Esta penúltima matriz incorpora el criterio de escasez como un factor clave en la toma de decisiones. Este enfoque no solo considera la dificultad para obtener ciertos insumos. Es decir que, los materiales con una alta criticidad operativa, como la barra de acero y el solvente dieléctrico, obtienen una mayor ponderación debido a su relevancia estratégica y la dificultad de sustitución en caso de desabastecimiento.

Como se visualiza a continuación se presenta la matriz de multiplicación de matrices que juega un papel clave para clasificar 11 artículos según cuatro criterios fundamentales: costo unitario, escasez, cantidad de unidades y costo de inventarios. Cada matriz refleja una dimensión específica de los criterios y artículos, pero al multiplicarlas, se integran estas perspectivas, revelando patrones y prioridades clave. Este proceso no solo traduce los datos en jerarquías claras, sino que permite tomar decisiones fundamentadas para optimizar los recursos y gestionar eficientemente el almacén, entendiendo sus necesidades y limitaciones [13]. Esto se realiza para identificar los promedios claves que impulsan a identificar lo más resaltante de los 11 artículos propuestos en los 4 criterios señalados.

TABLA VII
Multiplicación de matrices

Alternativas (Insumos)	Promedio de las alternativas con respecto al criterio 1 “Costo unitario”	Promedio de las alternativas con respecto al criterio 2 “Cantidad de unidades”	Promedio de las alternativas con respecto al criterio 3 “Costo de inventario”	Promedio de las alternativas con respecto al criterio 4 “Escasez”	FUNCION MMULT
Barra de acero	0.0794	0.0520	0.1202	0.1418	0.1240
Tubo de aluminio	0.0693	0.0600	0.1060	0.0369	0.0589
Tornillo	0.1569	0.0879	0.0663	0.0482	0.0679
Esmeriladora	0.0806	0.0841	0.0840	0.1057	0.0962
Brocas	0.0842	0.0672	0.0825	0.0795	0.0801
Calibradores	0.0493	0.0762	0.0658	0.1050	0.0872
Amoladora	0.1159	0.1264	0.0884	0.0768	0.0871
Solvente dieléctrico	0.0580	0.1092	0.1338	0.1150	0.1124
Lubricantes para tornos	0.0805	0.0798	0.0953	0.1047	0.0981
Anticorrosivo	0.1309	0.1434	0.1068	0.1308	0.1257
Acondicionador de metales	0.0951	0.1137	0.0509	0.0556	0.0625

Esta última matriz ilustra el resultado de la multiplicación de las matrices de criterios con los insumos, obteniéndose así el porcentaje, el cual permitirá clasificar a los insumos usando el método ABC multicriterio. Esto es crucial porque optimiza el almacén al priorizar materiales clave, mejorando la eficiencia y reduciendo costos operativos. La cual será presentada en las siguientes tablas.

TABLA VIII
Clasificación ABC multicriterio basado en el método de Proceso de Jerarquía Analítica (AHP)

MATERIALES	FUNCION MULTICRITERIO	PORCENTAJE ACUMULADO	RESULTADO
Anticorrosivo	13%	13%	A
Barra de acero	13%	25%	A
Solvente dieléctrico	11%	37%	A
Lubricantes para tornos	10%	47%	A
Esmeriladora	10%	57%	A
Amoladora	9%	66%	A
Calibradores	9%	74%	A
Tornillo	7%	81%	B

Acondicionador de metales	7%	88%	B
Brocas	6%	94%	B
Tubo de aluminio	6%	100%	C

La tabla 8 presenta una clasificación de materiales utilizando el análisis ABC multicriterio basado en el método de AHP, lo cual, indica que los materiales de categoría A, como anticorrosivos, barras de acero, solventes dieléctricos, lubricantes para tornos, esmeriladora, amoladora y calibradores, son los más críticos, representando el 74% del impacto total a pesar de ser pocos en número. Los de categoría B, como Tornillo, acondicionador de metales y brocas, tienen una importancia moderada, cubriendo hasta el 94% acumulado, mientras que los de categoría C, como los tubos de aluminio, son los menos prioritarios y abarcan el porcentaje restante. Este enfoque permite optimizar la gestión del almacén, enfocando los recursos en los insumos más esenciales. Y ayuda a ubicar estratégicamente los productos críticos, mejorar la eficiencia en el acceso y toma de decisiones, y evitar excesos de inventario en materiales menos relevantes.

Por consiguiente, mostramos la tabla del resumen total de la clasificación ABC multicriterio basado en el método de Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), que nos ayudará a ver lo general de la clasificación en contexto de cantidad y % de materiales.

TABLA IX
Resumen de la clasificación ABC multicriterio

Cantidad de materiales	% de materiales	Clasificación
7	64%	A
3	27%	B
1	9%	C

Así mismo, se realizó la evaluación del costo de implementación de la herramienta ABC multicriterio basado en el método AHP, para la empresa metalmecánica. Estos, son esenciales en la gestión de inventarios porque permiten tomar decisiones informadas y justificar las inversiones [14]. Por otro lado, al utilizar el método de Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), se pueden priorizar los criterios más importantes y comparar diferentes alternativas en términos de costos y beneficios. Esto ayuda a optimizar el uso de recursos, evaluar la viabilidad financiera de las estrategias y asegurar que la implementación de los sistemas de gestión de inventarios mejore la eficiencia operativa y reduzca costos a largo plazo. Además, permite identificar áreas de mejora continua y alinear la gestión de inventarios con los objetivos estratégicos de la empresa metalmecánica.

TABLA X
Evaluación y costo de implementación

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA (DÍAS)	VALOR (HORAS)	HORAS	UNIDAD
DISEÑO				
Capacitación inicial	3	2	6	hr
Identificación de materiales	5	2	10	hr
Separar materiales	4	1.5	6	hr
Evaluación del almacén	6	2.5	15	hr
Tiempo total		8	37	hr
MANO DE OBRA				
Supervisor		2	42	hr
Sueldo por hr		S/. 13.00	S/. 546.00	sol/hr
Operarios		5	37	hr
Sueldo por hr		S/. 5.33		hr
Costo subtotal		S/. 26.65	S/. 986.05	sol/hr
Costo total		S/. 39.65	S/. 1,532.05	sol
IMPLEMENTACIÓN				
Ordenar el almacén	3	3	9	hr
Clasificar materiales	3	2	6	hr
Elaboración de etiquetas	2	2	4	hr
Capacitación final	3	2	6	hr
TIEMPO TOTAL			25	hr
Costo			S/. 822.25	sol/hr
COSTO TOTAL		S/. 2,354.30		

El costo de implementación para la propuesta es de S/. 2354.30, considerando la participación constante de los operarios en todas las etapas de capacitación, identificación, organización e implementación; mientras que a los supervisores solo en las de capacitación y evaluación por sus respectivas funciones de cada uno según sus puestos.

IV.CONCLUSIONES

La implementación del Método ABC multicriterio basado en el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) ha demostrado ser una solución eficaz para los desafíos de gestión de inventarios en el sector metalmecánico. Este enfoque permitió organizar y priorizar los insumos más importantes, optimizando los procesos internos y reduciendo costos derivados de problemas como duplicidad, pérdidas y desorden en el almacén.

Por otro lado, el análisis del diagrama de Pareto permitió identificar que la duplicidad de insumos es el principal

problema que impacta el desorden y los costos operativos en la gestión de inventarios. Además, el análisis evidenció la necesidad de estructurar procedimientos claros y adaptarse a la alta rotación de inventarios y la complejidad operativa del sector metalmeccánico, contribuyendo así a mantener la competitividad en un mercado exigente.

El análisis jerárquico y el uso de herramientas como el Diagrama de Ishikawa permitieron identificar las causas raíz de la ineficiencia en el manejo de inventarios, como la falta de procedimientos claros, la desorganización del almacén y la poca capacitación del personal. Estas herramientas no solo facilitaron detectar problemas estructurales, sino que también ayudaron a definir acciones específicas para mejorar la eficiencia operativa.

Estas herramientas no solo facilitaron detectar problemas estructurales, sino que también ayudaron a definir acciones específicas para mejorar la eficiencia operativa.

La identificación de los principales problemas en la gestión de inventarios, especialmente la duplicidad de insumos, permite alinear las estrategias de clasificación ABC-AHP con los requerimientos reales de operación de la empresa. Al priorizar los materiales críticos, se garantiza la disponibilidad continua de insumos esenciales, se evita la interrupción de procesos productivos y se optimiza el uso de recursos logísticos, fortaleciendo así la competitividad y capacidad de respuesta de la empresa ante la demanda del mercado.

REFERENCIAS

- [1] Viktor, L., Ilia, T., & Ilia, D. (2023). Research on Influence of Tool Deformation in the Direction of Cutting and Feeding on the Stabilization of Vibration Activity during Metal Processing Using Metal-Cutting Machines. *Sensors*, 23(17), 7482. <https://dx.doi.org/10.3390/s23177482>
- [2] Porras, J. E. O., Erquínigo, A. M. B., Chávez, T. C. C., Palma, L. M. H., Torres, R. K. M., & Gomez, O. R. T. (2023). Green Lean Six Sigma model for waste reduction of raw material in a nectar manufacturing company of Lima, Peru. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(2), 169-185. <https://doi.org/10.3926/jiem.4916>
- [3] Zhang, Z., Li, K. W., Guo, X., & Huang, J. (2020). A probability approach to multiple criteria ABC analysis with misclassification tolerance. *International journal of production economics*, 229, 107858. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107858>
- [4] Pérez Vergara, I. G., Arias Sánchez, J. A., Poveda-Bautista, R., & DiegoMas, J.-A. (2020). Improving distributed decision making in inventory management: A combined ABC-AHP approach supported by teamwork. *Complexity*, 2020, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2020/6758108>
- [5] Lin, H. L., & Ma, Y. Y. (2021). A new method of storage management based on ABC classification: A case study in Chinese supermarkets' distribution center. *Sage Open*, 11(2). <https://dx.doi.org/10.1177/21582440211023193>
- [6] Michlowicz, E. (2024). Methodology of evaluating finished goods warehouse performance through lean methods. *Archives of Transport*, 70(2), 43-64. <https://doi.org/10.61089/aot2024.s9sq9q75>
- [7] Barsalou, M. (2023). ESTUDIO DE CASO DE PRIORIZACIÓN DE HIPÓTESIS CON DIAGRAMAS DE ISHIKAWA. *Sistemas de Gestión en Ingeniería de Producción*, 31 (4), 381– 388. <https://doi.org/10.2478/mspe-2023-0042>
- [8] Balogh, A., Gyenge, B., Szeghegyi, Á., & Kozma, T. (2020). Advantages of simulating logistics processes. *Acta Polytechnica Hungarica*, 17(1), 215-229. <https://dx.doi.org/10.12700/APH.17.1.2020.1.12>
- [9] Zhao, J., Liang, K., Wang, F., Liu, H., Yang, J., & Zhou, L. (2025). Warehouse layout optimization for fishbone robotic mobile fulfillment systems. *Expert Systems with Applications*, 259, 125166. <https://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2024.125166>
- [10] Katsiropoulos, C. V., & Pantelakis, S. G. (2020). A novel holistic index for the optimization of composite components and manufacturing processes with regard to quality, life cycle costs and environmental performance. *Aerospace*, 7(11), 157. <https://doi.org/10.3390/aerospace7110157>
- [11] Qaffas, A. A., Hajkacem, M. A. B., Ncir, C.-E. B., & Nasraoui, O. (2023). Interpretable multicriteria ABC analysis based on semi-supervised clustering and explainable artificial intelligence. *IEEE Access: Practical Innovations, Open Solutions*, 11, 43778–43792. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3272403>
- [12] Alqahtani, A. Y. (2023). Improving orderpicking response time at retail warehouse: a case of sugar company. *SN Applied Sciences*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05230-6>
- [13] Chen, J., Li, H., Hu, Z., Liu, K., & Hou, Y. (2022). Evaluation index for IVIS integration test under a closed condition based on the analytic hierarchy process. *Electronics*, 11(22), 3830. <https://doi.org/10.3390/electronics11223830>
- [14] Sharma, H., Sohani, N., & Yadav, A. (2023). Structural modeling of lean supply chain enablers: a hybrid AHP and ISM-MICMAC based approach. *Journal of engineering, design and technology*, 21(6), 1658-1689. [10.1108/JEDT-08-2021-0419](https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2021-0419)
- [15] Naseem, M. H., Yang, J., Zhang, T., & Alam, W. (2023). Utilizing fuzzy AHP in the evaluation of barriers to blockchain implementation in reverse logistics. *Sustainability*, 15(10), 7961. [10.3390/su15107961](https://doi.org/10.3390/su15107961)