
Modelo de decisión multicriterio basado en TOPSIS para la selección de proveedores de elementos de protección personal

A TOPSIS-based multi-criteria decision-making model for selecting suppliers of personal protective equipment

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.8.1.2026.04>

Fecha de recepción: 01/05/2026. Fecha de Publicación: 12/05/2026

Carvajal Coavas, Rossany; Mercado Diaz, Adriana; Herrera Vidal, German

Autor de correspondencia: herreravg@tecnocomfenalco.edu.co

Resumen

La selección de proveedores de elementos de protección personal constituye una decisión crítica dentro de la gestión logística del aprovisionamiento, especialmente en empresas metalmeccánicas donde la calidad, disponibilidad y oportunidad de estos insumos inciden directamente en la seguridad laboral y la continuidad operativa. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un modelo de decisión multicriterio basado en el método TOPSIS para priorizar proveedores de EPP en una empresa del sector metalmeccánico ubicada en Cartagena de Indias. Metodológicamente, el estudio se desarrolló en cinco etapas: caracterización del proceso actual de aprovisionamiento, definición y validación de criterios técnicos y logísticos, construcción de la matriz de decisión, aplicación del método TOPSIS y validación del modelo mediante juicio experto e indicadores logísticos. Los resultados evidenciaron un bajo nivel de madurez del proceso actual, asociado a decisiones centradas en precio y disponibilidad, ausencia de criterios técnicos formalizados y limitada evaluación del desempeño de proveedores. La aplicación del modelo permitió identificar al proveedor técnico-especializado en EPP industrial como la mejor alternativa, con un coeficiente de cercanía de 0,64. Se concluye que TOPSIS fortalece la objetividad, trazabilidad y pertinencia técnica de la selección de proveedores, contribuyendo a mejorar el cumplimiento de entregas, optimizar costos y aumentar la disponibilidad de EPP.

Palabras claves: TOPSIS, aprovisionamiento, proveedores, elementos de protección personal, logística, decisión multicriterio.

Abstract

The selection of personal protective equipment suppliers is a critical decision within logistics procurement management, especially in metalworking companies where the quality, availability, and timely supply of these materials directly affect occupational safety and operational continuity. This study aimed to develop a multicriteria decision-making model based on the TOPSIS method to prioritize PPE suppliers in a metalworking company located in Cartagena de Indias. Methodologically, the research was developed in five stages: characterization of the current procurement process, definition and validation of technical and logistics criteria, construction of the decision matrix, application of the TOPSIS method, and validation of the model through expert judgment and logistics performance indicators. The results revealed a low level of maturity in the current process, associated with decisions mainly based on price and availability, the absence of formalized technical criteria, and limited supplier performance evaluation. The application of the model identified the technical-specialized supplier of industrial PPE as the best alternative, with a closeness coefficient of 0.64. It is concluded that TOPSIS strengthens the objectivity, traceability, and technical relevance of supplier selection, contributing to improved delivery compliance, optimized costs, and increased availability of protective equipment.

Keywords: Procurement logistics, SCOR model, supply chain, frozen foods, logistics performance.

Introducción

La logística constituye un componente fundamental para el funcionamiento eficiente de las organizaciones, ya que permite coordinar y controlar de manera integrada las actividades necesarias para el desarrollo de los procesos productivos y operativos. En este sentido, la logística se orienta al control y articulación de recursos, flujos y actividades dentro de la organización con el propósito de garantizar el cumplimiento de los objetivos operacionales (Boero, 2020). Dentro de este marco, la logística de aprovisionamiento adquiere un papel estratégico, puesto que se encarga de prever las necesidades de materiales, identificar proveedores adecuados y asegurar la recepción de los insumos en condiciones óptimas de calidad, tiempo y costo (Colomé & Del Pozo, 2017). No obstante, diversos estudios señalan que esta función continúa siendo una de las áreas menos atendidas dentro de muchas organizaciones, a pesar de su impacto directo en el desempeño de la cadena de suministro y en la eficiencia de los procesos productivos (Sánchez et al., 2021). En efecto, la gestión de aprovisionamiento no solo implica la adquisición de materiales, sino también la planificación, implementación y control de las actividades logísticas asociadas al suministro de los productos requeridos por la operación empresarial (Lara, 2018). En este sentido, el subsistema de aprovisionamiento debe encargarse de prever las necesidades de materiales, establecer relaciones con proveedores, evaluar las ofertas disponibles y garantizar el suministro oportuno hacia las diferentes áreas de la organización (González-García & García-Gómez, 2025). Esta función resulta particularmente relevante en sectores manufactureros, donde el costo de materias primas y componentes puede representar hasta el 70% del costo total del producto final, lo que evidencia la importancia estratégica de las decisiones de compra y selección de proveedores dentro de la gestión logística (Alcaraz et al., 2013).

En este contexto, la selección de proveedores se convierte en una de las decisiones más complejas dentro del proceso de abastecimiento, ya que implica la evaluación simultánea de múltiples criterios relacionados con calidad, costo, confiabilidad y desempeño logístico del proveedor (Ghodsypour & O'Brien, 1998; Barla, 2003; Aksoy & Öztürk, 2011). Frente a esta complejidad, los métodos de decisión multicriterio se han consolidado como herramientas analíticas que permiten apoyar la toma de decisiones en entornos caracterizados por la presencia de múltiples variables y alternativas de evaluación. Entre estos métodos destaca el Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), desarrollado por Hwang y Yoon (1981), el cual permite clasificar alternativas en función de su cercanía a una solución ideal positiva y su distancia respecto a una solución ideal negativa. Gracias a estas características, el método ha sido ampliamente aplicado en diferentes contextos de análisis multicriterio, facilitando la evaluación simultánea de criterios cuantitativos y cualitativos y permitiendo establecer rankings de alternativas que apoyan la selección de la mejor opción disponible (Behzadian et al., 2012; Ayala et al., 2021; Álvarez & Espín, 2023; Arrazola & Romero, 2023). En el ámbito de la logística de aprovisionamiento, la aplicación de este enfoque permite fortalecer los procesos de selección de proveedores mediante la incorporación de criterios técnicos y operacionales que contribuyen a mejorar la eficiencia del sistema logístico y la confiabilidad del abastecimiento dentro de las organizaciones.

El presente estudio se desarrolla en una empresa del sector metalmecánico ubicada en la ciudad de Cartagena de Indias, dedicada a la fabricación, reparación y mantenimiento de componentes industriales mediante procesos de mecanizado, soldadura, rectificado y fabricación de estructuras metálicas. La organización cuenta con aproximadamente 35 trabajadores, de los cuales cerca del 70% corresponde a personal operativo que desarrolla actividades en taller metalmecánico. La empresa opera bajo un sistema productivo make to order, en el cual la producción se realiza principalmente bajo pedido de clientes industriales pertenecientes a los sectores naval, energético y de mantenimiento industrial. En promedio, la organización atiende entre 40 y 60 órdenes de trabajo mensuales que implican operaciones de mecanizado, corte, soldadura y ensamble de piezas metálicas. En este contexto productivo, el uso de elementos de protección personal (EPP) resulta indispensable para garantizar condiciones adecuadas de seguridad durante la ejecución de las actividades operativas. Entre los principales equipos utilizados se encuentran cascos de seguridad, guantes industriales resistentes al corte, gafas de protección, protectores auditivos, mascarillas para soldadura, caretas de seguridad y ropa de trabajo especializada. De acuerdo con los registros internos de seguridad industrial, el consumo promedio mensual de estos insumos supera las 120 unidades entre diferentes tipos de equipos de protección, lo que representa una inversión anual aproximada entre 25 y 30 millones de pesos colombianos destinados al abastecimiento de estos elementos.

A pesar de la importancia de estos equipos para garantizar la seguridad laboral, el proceso de selección de proveedores de EPP dentro de la empresa se realiza actualmente con base en criterios empíricos asociados principalmente a la disponibilidad inmediata y al precio de adquisición. La ausencia de procedimientos estandarizados para la evaluación de proveedores ha generado variabilidad en la calidad de los equipos

suministrados y diferencias en la durabilidad de algunos elementos críticos, como guantes industriales y protectores auditivos. Según registros del área de seguridad industrial, aproximadamente el 22% de los EPP adquiridos requiere reposición anticipada debido a desgaste prematuro o baja resistencia, lo cual genera incrementos en los costos de reposición y dificultades en la gestión logística del abastecimiento. Con el fin de abordar esta problemática, el presente estudio propone el desarrollo de un modelo de apoyo a la toma de decisiones para la selección de proveedores de elementos de protección personal mediante la aplicación del método multicriterio TOPSIS. La implementación de este enfoque permitirá evaluar de manera estructurada diferentes alternativas de proveedores considerando criterios relevantes como calidad del producto, cumplimiento de certificaciones de seguridad, tiempo de entrega, confiabilidad del proveedor, disponibilidad de inventario y costo de adquisición. En este sentido, el objetivo del presente estudio es desarrollar un modelo de gestión logística del aprovisionamiento para la selección de proveedores de elementos de protección personal mediante el método multicriterio TOPSIS en una empresa del sector metalmeccánico, con el propósito de fortalecer la toma de decisiones en el proceso de abastecimiento y mejorar la eficiencia del sistema logístico de la organización.

Estado del arte

La selección de proveedores se ha consolidado como uno de los procesos estratégicos dentro de la gestión logística del aprovisionamiento, debido a su influencia directa en el desempeño de la cadena de suministro, la calidad de los insumos y la eficiencia operativa de las organizaciones. En este sentido, la literatura reciente ha abordado el desarrollo de modelos de decisión orientados a apoyar la evaluación y clasificación de proveedores bajo múltiples criterios. En concordancia, [Shahriar et al. \(2026\)](#) proponen un marco integrado AHP-TOPSIS para evaluar proveedores sostenibles en la industria del comercio electrónico, destacando la necesidad de considerar simultáneamente criterios económicos, sociales y ambientales en los procesos de selección. De manera similar, [Menon y Ravi \(2022\)](#) aplican un enfoque híbrido AHP-TOPSIS para la selección de proveedores sostenibles en una cadena de suministro electrónica, demostrando que la integración de métodos multicriterio permite estructurar de manera objetiva los procesos de evaluación de alternativas. En esta misma línea, [Liu et al. \(2023\)](#) desarrollan un modelo basado en fuzzy-BWM, entropía y grey relational TOPSIS que permite evaluar proveedores bajo el enfoque de sostenibilidad del Triple Bottom Line. En conjunto, estos estudios evidencian que los modelos multicriterio constituyen herramientas fundamentales para abordar la complejidad inherente a la selección de proveedores dentro de sistemas logísticos contemporáneos.

Desde la perspectiva de los problemas abordados por la literatura, diversos autores coinciden en que la evaluación de proveedores implica desafíos asociados a la incertidumbre, la subjetividad en la valoración de criterios y la presencia de múltiples variables de decisión. En este sentido, [Kampalasisiri et al. \(2026\)](#) señalan que la selección de proveedores se vuelve particularmente compleja cuando la información disponible es incompleta o imprecisa, lo que dificulta la comparación objetiva entre alternativas. De manera complementaria, [Sun et al. \(2024\)](#) argumentan que la subjetividad presente en las evaluaciones de expertos puede afectar la consistencia de las decisiones cuando se analizan proveedores resilientes en entornos industriales. Asimismo, [Ameen et al. \(2025\)](#) destacan que muchos problemas de selección de proveedores involucran información compleja e incierta que requiere modelos capaces de integrar lógica difusa y técnicas avanzadas de agregación de información. Otros estudios han evidenciado limitaciones en los enfoques tradicionales de evaluación, particularmente en contextos donde existe complementariedad o sustitución entre proveedores dentro de la cadena de suministro, situación analizada por [Wang et al. \(2024\)](#) al proponer métodos que consideran la similitud entre proveedores para optimizar la selección de portafolios de abastecimiento.

En cuanto a los contextos de aplicación, la literatura muestra que los modelos basados en TOPSIS han sido implementados en una amplia variedad de sectores industriales y logísticos. Dado lo anterior, [Shahriar et al. \(2026\)](#) aplican este enfoque en la industria del comercio electrónico en Bangladesh, mientras que [Kampalasisiri et al. \(2026\)](#) lo utilizan en el sector de materiales de construcción en Tailandia para seleccionar proveedores resilientes bajo condiciones de incertidumbre. De manera similar, [Sun et al. \(2024\)](#) desarrollan un modelo aplicado a la industria automotriz para evaluar proveedores en contextos de resiliencia logística. Otros estudios han explorado su aplicación en entornos de manufactura sostenible, como el trabajo de [de Nafei et al. \(2024\)](#), quienes proponen un modelo denominado Smart TOPSIS basado en redes neuronales y lógica neutrosófica para la selección de proveedores verdes en sistemas productivos. Asimismo, [Kahraman et al. \(2022\)](#) aplican el método TOPSIS con conjuntos difusos intuicionistas intervalares para la selección de proveedores logísticos 3PL en la industria farmacéutica, donde los procesos de transporte y almacenamiento requieren altos niveles de seguridad y confiabilidad. Estos estudios demuestran la versatilidad del método TOPSIS para abordar problemas de decisión en diferentes configuraciones de cadenas de suministro.

Finalmente, la literatura reciente evidencia una tendencia hacia el desarrollo de modelos híbridos que integran TOPSIS con otras técnicas de decisión multicriterio y herramientas analíticas avanzadas para mejorar la precisión en los procesos de evaluación de proveedores. Dado lo anterior, [Chen \(2021\)](#), propone un modelo híbrido ANP-Entropy TOPSIS que combina ponderaciones subjetivas y objetivas para reducir sesgos en la evaluación de criterios dentro de la selección de proveedores de materiales de construcción. De manera similar, [Sun et al. \(2024\)](#) desarrollan un modelo probabilístico basado en términos lingüísticos para manejar la incertidumbre en la selección de proveedores resilientes. Paralelamente, [Nafei et al. \(2024\)](#) integran técnicas de aprendizaje automático y lógica neutrosófica con el método TOPSIS para mejorar la precisión de las decisiones en procesos de selección de proveedores sostenibles. En conjunto, estos avances evidencian que los métodos multicriterio, y particularmente este enfoque, continúan evolucionando como herramientas analíticas robustas para apoyar la toma de decisiones en sistemas logísticos complejos, permitiendo evaluar proveedores bajo múltiples criterios y condiciones de incertidumbre. No obstante, a pesar del amplio desarrollo metodológico reportado en la literatura, aún existe la necesidad de aplicar estos enfoques en contextos organizacionales específicos que permitan fortalecer los procesos de selección de proveedores dentro de la gestión logística del aprovisionamiento en entornos industriales particulares.

Metodología

La metodología del presente estudio se estructura en cinco etapas orientadas al diagnóstico del proceso logístico de aprovisionamiento de elementos de protección personal (EPP), la definición de criterios de evaluación y la aplicación del método multicriterio TOPSIS para priorizar proveedores dentro de la empresa metalmeccánica objeto de estudio. Este enfoque metodológico permite analizar el funcionamiento del sistema de abastecimiento, identificar variables relevantes en la selección de proveedores y establecer un procedimiento analítico para apoyar la toma de decisiones en el proceso de aprovisionamiento. Las etapas que conforman la propuesta metodológica son: (i) caracterización del proceso logístico de aprovisionamiento de EPP (AS-IS); (ii) definición y validación de criterios logísticos y técnicos de selección de proveedores; (iii) construcción de la matriz de decisión y recolección de datos de proveedores; (iv) aplicación del método multicriterio TOPSIS y priorización de proveedores; y (v) validación del modelo y evaluación del impacto en la gestión logística del aprovisionamiento. La secuencia metodológica utilizada para el desarrollo del estudio se presenta de forma esquemática en la [Figura 1](#).

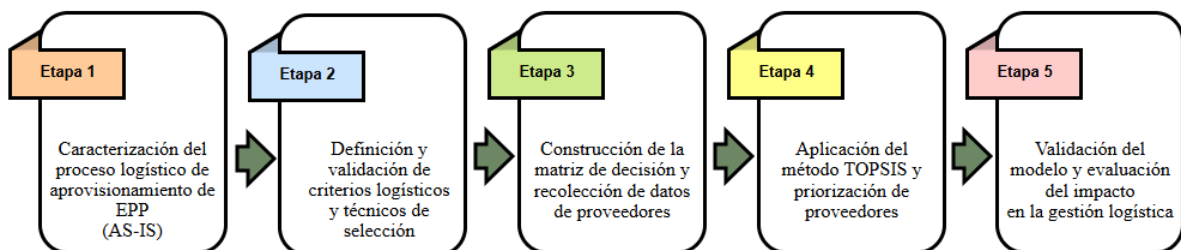


Figura 1. Propuesta metodológica

Desarrollo

La primera etapa corresponde a la caracterización del proceso logístico de aprovisionamiento de EPP (AS-IS), en la cual se documentan las actividades relacionadas con la solicitud, compra, recepción, almacenamiento y entrega de los elementos de protección personal dentro de la organización, identificando los actores involucrados, los puntos de control y las principales debilidades del proceso actual. En la segunda etapa se desarrolla la definición y validación de criterios logísticos y técnicos de selección de proveedores, estableciendo el conjunto de criterios que permiten evaluar las alternativas de suministro y clasificándolos según su naturaleza como criterios de beneficio o costo, así como las escalas de medición correspondientes. Posteriormente, en la tercera etapa se realiza la construcción de la matriz de decisión y la recolección de datos de los proveedores, mediante el levantamiento de información relacionada con el desempeño de cada proveedor y la estructuración de la matriz de evaluación que relaciona alternativas y criterios. En la cuarta etapa se aplica el método multicriterio TOPSIS, el cual permite determinar la alternativa más adecuada mediante el cálculo de la cercanía relativa de cada proveedor respecto a una solución ideal positiva y su distancia frente a una solución ideal negativa, facilitando así la priorización de proveedores dentro del proceso de abastecimiento ([Hwang & Yoon, 1981](#)). Finalmente, en la quinta etapa se realiza la validación del modelo y la evaluación del impacto en la gestión logística del aprovisionamiento, contrastando los resultados obtenidos con el equipo interno de la organización y analizando el efecto potencial de la priorización de proveedores sobre el desempeño logístico del suministro de EPP.

Resultados

Los resultados se presentan conforme a las cinco etapas metodológicas definidas para el estudio: (i) caracterización del proceso actual de aprovisionamiento de EPP; (ii) definición y validación de criterios técnicos y logísticos; (iii) construcción de la matriz de decisión a partir de la información recolectada; (iv) aplicación del método TOPSIS para priorizar proveedores; y (v) validación del modelo y evaluación del impacto esperado en la gestión logística. Esta secuencia permite mostrar cómo un proceso inicialmente empírico se transforma en un modelo multicriterio trazable para apoyar la selección de proveedores de elementos de protección personal en una empresa metalmeccánica.

Etapa 1. Caracterización del proceso logístico de aprovisionamiento de EPP

La caracterización del proceso actual permitió identificar que el aprovisionamiento de elementos de protección personal se desarrolla bajo un esquema operativo y poco formalizado. El proceso inicia con la identificación de necesidades por parte del área operativa o de Seguridad y Salud en el Trabajo, a partir del consumo histórico, las condiciones de trabajo y las reposiciones requeridas. Posteriormente, se genera una solicitud interna y se verifica la disponibilidad en inventario. Cuando no existen existencias suficientes, la solicitud se remite al área de compras, donde se realiza la búsqueda de proveedores y se selecciona la alternativa principalmente con base en precio y disponibilidad inmediata. Una vez emitida la orden de compra, los productos son recibidos en almacén, donde se verifica de forma básica la cantidad entregada, sin aplicar controles técnicos estandarizados de calidad, certificaciones o fichas normativas. Finalmente, los EPP se almacenan y se entregan a los trabajadores según los requerimientos operativos. Este comportamiento evidencia que el proceso tiene una lógica funcional, pero no cuenta con mecanismos suficientes para asegurar trazabilidad, evaluación técnica y retroalimentación del desempeño de proveedores. La [Tabla 1](#) presenta el checklist aplicado al proceso de aprovisionamiento, el cual permitió contrastar las prácticas actuales frente a aspectos básicos de selección, calidad, inventarios, compras, logística y gestión.

Tabla 1. Checklist de cumplimiento del proceso de aprovisionamiento de EPP

Categoría	Práctica evaluada	Cumplimiento	Observación principal
Selección	Existen criterios técnicos definidos	No	Selección basada en precio y disponibilidad
Selección	Se evalúa desempeño histórico de proveedores	No	No hay registros ni indicadores
Calidad	Se validan certificaciones de EPP	No	No se revisan fichas técnicas ni normas
Calidad	Se realiza inspección de calidad en la recepción	No	Solo se verifica cantidad
Inventarios	Existe control y trazabilidad de inventarios	Parcial	Control básico sin sistema estructurado
Inventarios	Se manejan niveles de stock definidos	No	No hay políticas de inventario
Compras	Existe proceso estandarizado de compras	Parcial	Hay procedimiento, pero no formalizado
Compras	Se comparan múltiples proveedores	Parcial	Se hace de forma empírica
Logística	Se mide el tiempo de entrega de proveedores	No	No existen registros
Logística	Se evalúa cumplimiento de entregas	No	No hay indicadores
Gestión	Existen KPIs logísticos definidos	No	No se mide desempeño
Gestión	Se realiza seguimiento a proveedores	No	No hay evaluación continua

Como se observa en la [Tabla 1](#), las principales brechas se concentran en la ausencia de criterios técnicos definidos, la falta de evaluación histórica de proveedores, la no validación de certificaciones y la inexistencia de indicadores logísticos. Considerando las prácticas parciales como cumplimiento intermedio, el proceso alcanza un nivel

aproximado de cumplimiento del 12,5%, lo cual refleja un bajo grado de madurez en la gestión del aprovisionamiento de EPP. Este resultado confirma que la problemática no se limita a la compra de productos, sino a la ausencia de un sistema estructurado para decidir, controlar y evaluar el desempeño de los proveedores.

Etapa 2. Definición y validación de criterios técnicos y logísticos

A partir del diagnóstico se definieron seis criterios de evaluación: calidad/certificación, tiempo de entrega, confiabilidad, disponibilidad, servicio postventa y costo total. Estos criterios fueron establecidos mediante revisión documental, análisis de requisitos asociados a Seguridad y Salud en el Trabajo y consenso de expertos de las áreas de compras, operaciones y SST. La selección respondió a la necesidad de incorporar variables que reflejaran tanto el desempeño técnico del EPP como la capacidad logística del proveedor. La [Tabla 2](#) presenta los criterios incorporados al modelo, su naturaleza y escala de evaluación. Esta clasificación es fundamental para la aplicación de TOPSIS, dado que permite diferenciar los criterios de beneficio, donde se prefiere un mayor desempeño, de los criterios de costo, donde se privilegia un menor valor relativo.

Tabla 2. Criterios de evaluación de proveedores de EPP

Criterio	Tipo	Descripción
Calidad - Certificación	Beneficio	Cumplimiento de normas técnicas y calidad del EPP
Tiempo de entrega	Costo	Días promedio de entrega del proveedor
Confiabilidad	Beneficio	Cumplimiento en entregas y consistencia del proveedor
Disponibilidad	Beneficio	Capacidad de suministro inmediato
Servicio postventa	Beneficio	Atención, soporte y respuesta a reclamos
Costo total	Costo	Precio total de adquisición de los EPP

La [Tabla 2](#) evidencia que el modelo propuesto amplía el enfoque tradicional de selección, al no limitarse al precio de adquisición. En el caso de los EPP, criterios como calidad/certificación y confiabilidad adquieren especial importancia porque están asociados con la protección efectiva del trabajador, la durabilidad de los elementos y la reducción de reposiciones anticipadas. Por tanto, la decisión de compra se plantea como un problema multicriterio en el que deben equilibrarse aspectos económicos, técnicos y logísticos. Para garantizar uniformidad en la valoración, se empleó una escala de 1 a 5; En los criterios de beneficio, los valores más altos representan mejor desempeño; en los criterios de costo, la interpretación se orienta a identificar la menor carga relativa asociada al tiempo o al costo total. Esto permitió estandarizar el juicio experto y reducir la ambigüedad en la evaluación de proveedores, especialmente en criterios cualitativos como calidad, confiabilidad, disponibilidad y servicio postventa. Esta estandarización fue necesaria para transformar información operativa en valores comparables dentro del modelo TOPSIS.

Etapa 3. Construcción de la matriz de decisión

Con los criterios definidos, se construyó la matriz de decisión considerando tres proveedores de EPP. Para preservar la confidencialidad comercial y evitar una codificación puramente abstracta, las alternativas se denominaron según su perfil operativo observado en el trabajo de campo: proveedor local de suministro inmediato (PA), proveedor comercial de abastecimiento general (PB) y proveedor técnico-especializado en EPP industrial (PC). Estas denominaciones no corresponden a razones sociales reales, sino a una forma descriptiva de identificar las alternativas evaluadas a partir de sus características de desempeño. La información utilizada provino de registros históricos, cotizaciones y evaluación por juicio experto en aquellos criterios donde no existían datos cuantitativos directos. [La Tabla 3](#) presenta los puntajes asignados a cada proveedor en los seis criterios evaluados.

Tabla 3. Matriz de decisión de proveedores de EPP

Proveedor	Calidad	Tiempo	Confiabilidad	Disponibilidad	Servicio	Costo
PA	4	3	4	5	4	3
PB	3	2	5	4	3	5
PC	5	4	5	3	4	2

La [Tabla 3](#) muestra diferencias relevantes entre las alternativas. El proveedor técnico-especializado en EPP industrial (PC) presenta el mayor desempeño en calidad y confiabilidad, además de una valoración más favorable en costo. El proveedor local de suministro inmediato (PA) se destaca por su disponibilidad y mantiene un comportamiento equilibrado en los demás criterios. Por su parte, el proveedor comercial de abastecimiento general (PB) alcanza una valoración alta en confiabilidad, pero presenta menor desempeño relativo en calidad y servicio, además de una valoración menos favorable en costo total.

Esta configuración confirma que ningún proveedor domina todos los criterios, lo cual justifica el uso de un método multicriterio para establecer una priorización más objetiva. Posteriormente, se definió la naturaleza de cada criterio y su peso relativo dentro del modelo. La [Tabla 4](#) muestra la ponderación asignada por consenso de expertos, donde calidad y confiabilidad reciben los mayores pesos por su incidencia directa en la seguridad laboral y la continuidad del abastecimiento.

Tabla 4. Tipo y ponderación de criterios

Criterio	Tipo	Peso
Calidad	Beneficio	0,25
Tiempo	Costo	0,15
Confiabilidad	Beneficio	0,2
Disponibilidad	Beneficio	0,15
Servicio	Beneficio	0,1
Costo	Costo	0,15

Como se observa en la [Tabla 4](#), el costo no fue considerado el criterio dominante del modelo. Aunque mantiene relevancia en la decisión, su peso es equivalente al tiempo y la disponibilidad, y menor que calidad y confiabilidad. Esta distribución resulta coherente con la naturaleza crítica de los EPP, debido a que una decisión centrada únicamente en precio podría generar efectos negativos posteriores, como menor durabilidad, mayor reposición anticipada o incumplimiento de requisitos técnicos.

Etapas 4. Aplicación del método TOPSIS y priorización de proveedores

La aplicación del método TOPSIS permitió establecer un ranking de proveedores a partir de la cercanía relativa de cada alternativa frente a la solución ideal positiva y su distancia respecto a la solución ideal negativa. Para ello, se normalizó la matriz de decisión, se ponderaron los valores normalizados con los pesos definidos, se determinaron las soluciones ideales considerando la naturaleza de cada criterio y se calcularon las distancias S^+ , S^- y el coeficiente de cercanía C_i . La [Figura 2](#) presenta los resultados finales del modelo. El coeficiente de cercanía permitió ordenar las alternativas de mayor a menor conveniencia.

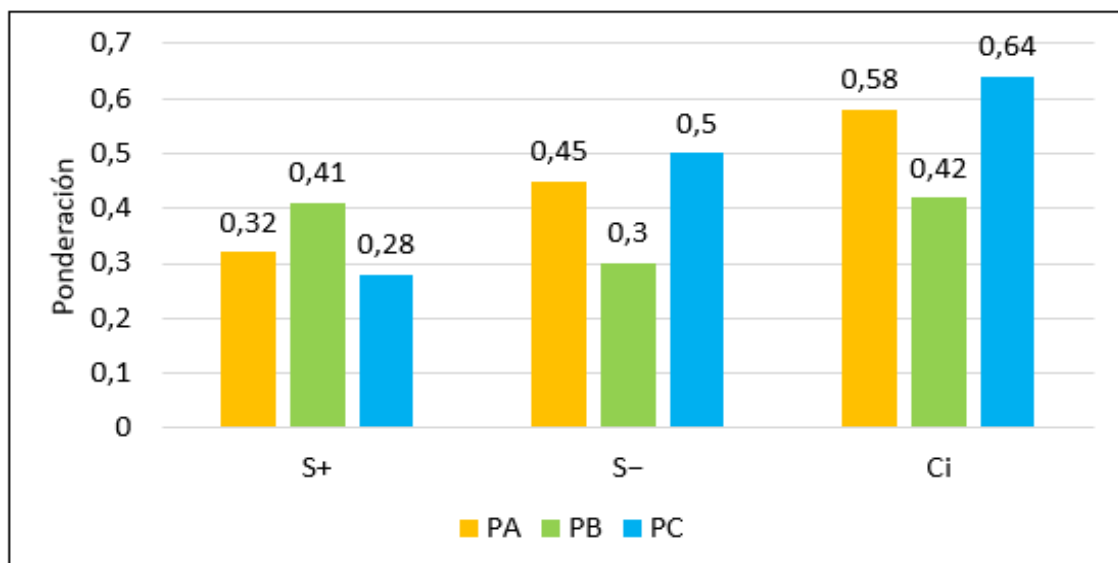


Figura 2. Resultados del método TOPSIS

Los resultados evidencian que el proveedor técnico-especializado en EPP industrial (PC) obtuvo el mayor coeficiente de cercanía ($C_i=0,64$), por lo que se posiciona como la alternativa más conveniente para el abastecimiento de EPP. Este resultado se explica por su desempeño superior en calidad y confiabilidad, así como por su comportamiento favorable en el criterio costo. El proveedor local de suministro inmediato (PA) ocupó la segunda posición ($C_i=0,58$), con un desempeño equilibrado y una ventaja particular en disponibilidad. Por su parte, el proveedor comercial de abastecimiento general (PB) obtuvo el menor coeficiente ($C_i=0,42$), lo que indica una menor cercanía relativa a la solución ideal, pese a su buena valoración en confiabilidad. Estos hallazgos muestran que la selección óptima no corresponde necesariamente al proveedor con mejor desempeño aislado en un único criterio, sino a la alternativa que logra el mejor equilibrio global. En este sentido, TOPSIS permitió estructurar una decisión que antes se basaba principalmente en precio y disponibilidad, incorporando ahora criterios técnicos y logísticos con efecto directo sobre la eficiencia del aprovisionamiento y la seguridad del personal operativo.

Etapa 5. Validación del modelo y evaluación del impacto en la gestión logística

La validación del modelo se realizó mediante juicio experto con participación de personal de compras, Seguridad y Salud en el Trabajo y operaciones. En este proceso se socializó el ranking obtenido y se revisó su coherencia con la experiencia operativa de la empresa. El resultado fue considerado consistente con las condiciones reales del proceso, especialmente porque el proveedor mejor clasificado presentó un desempeño favorable en criterios críticos como calidad, confiabilidad y costo. Adicionalmente, se evaluó el impacto esperado de la implementación del modelo sobre indicadores logísticos asociados al aprovisionamiento de EPP. La [Tabla 5](#) compara la situación actual con el escenario propuesto.

Tabla 5. Evaluación del impacto esperado del modelo TOPSIS

Indicador	Situación actual	Modelo propuesto	Mejora esperada
Cumplimiento de entrega	70%	90%	20%
Reposición anticipada	22%	10%	-12%
Tiempo de reabastecimiento	7 días	4 días	-3 días
Costo de abastecimiento	\$2.500.000 COP/mes	\$2.100.000 COP/mes	-16%
Disponibilidad de EPP	75%	95%	20%

Es evidente que el modelo propuesto tiene potencial para mejorar indicadores clave del proceso logístico. El cumplimiento de entrega pasaría de 70% a 90%, mientras que la reposición anticipada se reduciría de 22% a 10%, lo cual resulta especialmente relevante porque una menor reposición implica mejor calidad percibida, mayor durabilidad de los EPP y menor presión sobre el proceso de compras. Asimismo, el tiempo de reabastecimiento se reduciría de 7 a 4 días, fortaleciendo la capacidad de respuesta ante requerimientos operativos. En términos económicos, el costo mensual de abastecimiento disminuiría de \$2.500.000 a \$2.100.000 COP, equivalente a una reducción esperada del 16%. Estos resultados deben entenderse como una evaluación del impacto esperado del modelo, derivada de la comparación entre la situación actual y el escenario propuesto tras la aplicación de TOPSIS. Su aporte principal consiste en mostrar que la formalización de la selección de proveedores puede generar beneficios simultáneos en cumplimiento, disponibilidad, reposición anticipada y costos logísticos. De esta manera, el modelo no solo permite seleccionar una alternativa de suministro, sino que también contribuye a fortalecer la gestión integral del aprovisionamiento de EPP.

Síntesis de los resultados

En síntesis, los resultados evidencian que el proceso actual de aprovisionamiento de EPP presenta un bajo nivel de madurez, reflejado en un cumplimiento aproximado del 12,5% frente a prácticas logísticas deseables. Las principales debilidades se relacionan con la ausencia de criterios técnicos de selección, la falta de evaluación histórica de proveedores, la inexistencia de controles formales de calidad en recepción y la carencia de indicadores logísticos. La aplicación del método TOPSIS permitió transformar este proceso en un modelo de decisión estructurado, capaz de integrar criterios de calidad, tiempo, confiabilidad, disponibilidad, servicio y costo. El proveedor técnico-especializado en EPP industrial fue identificado como la mejor alternativa, con un coeficiente de cercanía de 0,64, seguido del proveedor local de suministro inmediato con 0,58 y del proveedor comercial de abastecimiento general con 0,42. Finalmente, la evaluación del impacto esperado sugiere que el modelo puede contribuir a mejorar el cumplimiento de entregas, reducir la reposición anticipada, disminuir el tiempo de

reabastecimiento, optimizar los costos mensuales y aumentar la disponibilidad de EPP para el personal operativo.

Conclusiones

La investigación permitió fortalecer la selección de proveedores de elementos de protección personal en una empresa metalmecánica de Cartagena de Indias, donde el proceso de aprovisionamiento presentaba baja formalización, decisiones centradas en precio y disponibilidad, ausencia de criterios técnicos y limitaciones en la evaluación del desempeño logístico. Mediante la caracterización del proceso AS-IS, la definición de criterios por consenso experto y la aplicación del método TOPSIS, se estructuró un modelo multicriterio que integró calidad/certificación, tiempo de entrega, confiabilidad, disponibilidad, servicio postventa y costo total. Los resultados identificaron al proveedor técnico-especializado en EPP industrial como la mejor alternativa, con un coeficiente de cercanía de 0,64, evidenciando que la decisión más conveniente no depende únicamente del menor costo, sino del equilibrio entre desempeño técnico y capacidad logística. Asimismo, la evaluación del impacto esperado mostró mejoras en cumplimiento de entregas, reposición anticipada, tiempo de reabastecimiento, disponibilidad y costo mensual de aprovisionamiento. Como línea futura, se recomienda ampliar el modelo a un mayor número de proveedores, incorporar análisis de sensibilidad más robustos y comparar TOPSIS con otros métodos multicriterio para validar la estabilidad de los resultados en diferentes contextos industriales.

Referencias

- [1] Aksoy, A., & Öztürk, N. (2011). Supplier selection and performance evaluation in just-in-time production environments. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 6351–6359. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.11.104>
- [2] Alcaraz, J. L. G., Iniesta, A. A., & Macías, A. A. M. (2013). Selección de proveedores basada en análisis dimensional. *Contaduría y Administración*, 58(3), 249–278. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(13\)71228-7](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(13)71228-7)
- [3] Álvarez, N. D. S., & Espín, G. R. N. (2023). Estudio TOPSIS sobre estrategias de ventas para el mejoramiento de los ingresos en centros agrícolas. *Universidad y Sociedad*, 15(1), 259–266.
- [4] Ameen, Z. A., Salih, H. F. M., Alajlan, A. I., Mohammed, R. A., & Asaad, B. A. (2025). Enhanced MCDM Based on the TOPSIS Technique and Aggregation Operators Under the Bipolar pqr-Spherical Fuzzy Environment: An Application in Firm Supplier Selection. *Applied Sciences*, 15(7), 3597.
- [5] Arrazola, E. R., & Romero, M. C. (2023). Reducción de reclamaciones por deformación y desuerado de queso ranchero de alta demanda a través de enfoques de toma de decisiones multicriterio. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 1344–1358. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4497
- [6] Ayala, J. M. B., Benítez, J. E. O., & Galindo, J. B. P. (2021). Análisis TOPSIS de las competencias profesionales en la junta cantonal de protección de derechos de las niñas, niños y adolescentes del cantón La Concordia. *Universidad y Sociedad*, 13(1), 291–300.
- [7] Barla, S. B. (2003). A case study of supplier selection for lean supply by using a mathematical model. *Logistics Information Management*, 16(6), 451–459. <https://doi.org/10.1108/09576050310503381>
- [8] Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051–13069. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.056>
- [9] Boero, C. (2020). *Introducción a la logística*. Universitas. <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/172313?page=14>
- [10] Colomé, R., & Del Pozo, B. (2017). *Aprovisionamiento*. Universidad Abierta de Cataluña.
- [11] Ghodspour, S. H., & O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*, 56–57, 199–212. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(97\)00009-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(97)00009-1)

- [12] González-García, R., & García-Gómez, D. A. (2025). Gestión de aprovisionamiento de materiales para la recuperación de viviendas en Sancti Spiritus, Cuba. *Noesis*, 7(13), 88–102.
- [13] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Springer.
- [14] Kahraman, C., Cebi, S., Onar, S. C., & Öztayşi, B. (2022). Pharmaceutical 3PL supplier selection using interval-valued intuitionistic fuzzy TOPSIS. *Proceedings of the 25th Jubilee Edition*, 28(3), 361-374.
- [15] Kampalasisiri, C., Pitiruek, K., & Sureeyatanapas, P. (2026). An enhanced TOPSIS method for resilient supplier selection under data uncertainty. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 21(1), 36-51.
- [16] Lara, R. (2018). *Creación de un modelo de aprovisionamiento en empresas de desarrollo de proyectos tecnológicos* (Tesis de maestría). Universidad Militar Nueva Granada.
- [17] Liu, B., Chen, T., Yang, H., & Segerstedt, A. (2023). Supplier evaluation and selection in a sustainable supply chain based on fuzzy-BWM, entropy method and grey relational TOPSIS. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 44(6), 9919-9932.
- [18] Menon, R. R., & Ravi, V. (2022). Using AHP-TOPSIS methodologies in the selection of sustainable suppliers in an electronics supply chain. *Cleaner Materials*, 5, 100130.
- [19] Nafei, A., Azizi, S. P., Edalatpanah, S. A., & Huang, C. Y. (2024). Smart TOPSIS: a neural Network-Driven TOPSIS with neutrosophic triplets for green Supplier selection in sustainable manufacturing. *Expert systems with applications*, 255, 124744.
- [20] Parra Peña, J., Niño Villamizar, Y. A., & Suárez Serrano, M. (2022). Reflexiones en torno a la logística de aprovisionamiento: Antecedentes y tendencias. *Ingeniería*, 27(2). <https://doi.org/10.14483/23448393.17043>
- [21] Sánchez Suárez, Y., Pérez Castañeira, J. A., Sangroni Laguardia, N., Cruz Blanco, C., & Medina Nogueira, Y. E. (2021). Retos actuales de la logística y la cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, 42(1), 169–184.
- [22] Shahriar, K. A., Mural, H., & Hridoy, M. W. (2026). Sustainable Supplier Selection of E-Commerce Industry in Bangladesh: An Integrated TOPSIS-AHP Approach. *Engineering Reports*, 8(2), e70636.
- [23] Sun, J., Liu, Y., Xu, J., Zhu, F., & Wang, N. (2024). A probabilistic uncertain linguistic decision-making model for resilient supplier selection based on extended TOPSIS and BWM. *International journal of fuzzy systems*, 26(3), 992-1015.
- [24] Wang, C., Shi, J., Yang, Y., & Wang, R. (2024). Two methods with bidirectional similarity for optimal selections of supplier portfolio and supplier substitute based on TOPSIS and IFS. *IEEE Access*, 12, 1761-1773.