



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**GUIA PARA LA SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE
PROVEEDORES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR RETAIL
UBICADA EN MEDELLIN**

Autor(es)

Yesika Vanessa Ramírez Cano
Sebastian Graciano Ochoa

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería industrial

Medellín, Colombia

2021



Guía para la Selección y Evaluación de Proveedores en una Empresa del Sector Retail
Ubicada en Medellín

Yesika Vanessa Ramírez Cano

Sebastián Graciano Ochoa

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Logística Integral

Asesores (a):

Mónica Jhanet Gallego Duque

Especialista en Logística Integral, Ingeniera de Producción

Gloria Milena Osorno Osorio

Magister en ingeniería, Profesora Universidad de Antioquia

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería industrial.

Medellín, Colombia

2021

GUIA PARA LA SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PROVEEDORES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR RETAIL UBICADA EN MEDELLIN¹

Yesika Vanessa Ramírez². Sebastian Graciano Ochoa³.

Resumen:

Dentro del sector del retail los proveedores juegan un papel fundamental en la cadena de abastecimiento, encontrar los productos adecuados para ofrecer en el mercado y que estos tengan aceptación por parte del consumidor es el principal objetivo del negocio. Para garantizar un buen producto, no solo se debe tener en cuenta la calidad del mismo, sino también se considera precio, marca, diseños y más a fondo se encuentran características muy importantes dentro de la cadena de suministro como los tiempos de entrega y la calidad de las mismas. Para lograr esto el departamento de compras debe seleccionar los proveedores que mejor se ajusten a todos estos requerimientos, allí es donde se hace necesario contar con una herramienta que permita analizar todas estas variables de manera práctica y objetiva.

Se propone como metodología la aplicación de un método de selección multicriterio – MCDM por medio del cual se desarrolla una guía para la selección y evaluación de proveedores, dicho método requiere de varios parámetros para evaluar cada una de sus variables que en este caso corresponden a los proveedores, para la selección de los parámetros se realiza una encuesta para determinar los proveedores más influyentes e incluirlos en la guía propuesta.

Como resultado se presenta una plantilla basada en la metodología TOPIS, la cual permite realizar los cálculos de manera ágil obteniendo así una evaluación completa de los proveedores para la correcta toma de decisiones dentro de la compañía, sin incurrir en grandes inversiones.

¹ Monografía Especialización en Logística Integral. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia. Asesor Temático: Mónica Jhanet Gallego Duque.

Asesor Metodológico: Gloria Osorno. Profesora, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia

² Estudiante Especialización en Logística Integral. Universidad de Antioquia. Administración en Logística

³ Estudiante Especialización en Logística Integral. Universidad de Antioquia. Ingeniero Industrial

Palabras Clave: Selección de proveedores, Retail, Métodos de selección multicriterio (MCDM), compras, Guía.

1. Introducción

En el entorno actual, las organizaciones están buscando nuevas prácticas comerciales y soluciones que puedan brindarles éxito, como generar una recordación de marca y crecimientos dentro del mercado, buscar crear productos que compitan y generen resultados óptimos por la compañía mediante los objetivos propuestos, por esto se ven obligadas en fortalecer sus procesos y adaptarse al mercado tan dinámico que se vive en la actualidad, teniendo en cuenta la fuerte competencia las empresas se ven enfrentadas a vender productos que participen con calidad y costos competitivos para la compañía, para este trabajo se evaluará una empresa comercial, dedicada a la venta al por menor desde hace 65 años y especializada en las categorías de calzado, ropa y electrodomésticos; inició sus ventas en canales tradicionales y en la actualidad también ha incursionado en el comercio electrónico la cual se ha visto afectada al no tener las herramientas para la correcta selección y evaluación de proveedores en el área de compras.

La gestión de la cadena de abastecimiento tiene como función unir los procesos dentro de las compañías incluyendo todas las actividades tanto logísticas, como los métodos que son requeridos para la integración, en la actualidad se busca crear vínculos donde se mejoren las prácticas realizadas por la compañía buscando que la relación proveedor-cliente se fortalezca y sea competitiva para el mercado. La figura 1 muestra las relaciones necesarias dentro de las áreas estratégicas afines con los proveedores.



Figura 1: Actividades estratégicas relacionadas con proveedores a llevar a cabo por una organización [1]

Sin embargo, es importante contar con una base de proveedores donde se puedan evaluar de manera permanente, teniendo en cuenta los diferentes criterios que hagan que el proceso de elección sea más efectivo, buscando construir relaciones comerciales a largo plazo. En la Figura 2 se muestran los actores que intervienen dentro del proceso de compras de forma directa.



Figura 2: Actores y procesos involucrados en la gestión de compras

El no disponer de una base de proveedores estratégicos que ofrecen a la empresa productos con precios competentes para los diferentes nichos de mercado y dificultad en la toma de decisiones para la adquisición de nuevos productos. Estos problemas generan consecuencias no solo en el área de gestión de compras sino en toda la cadena de abastecimiento que se ve reflejado en la problemática de la logística inversa ocasionando reprocesos, que se traducen en pérdidas económicas, mala rotación de la mercancía, sobre stock, además puede incidir en el ambiente laboral. En la figura 3 se representa mediante diagrama de causa y efecto todos los problemas anteriormente mencionados

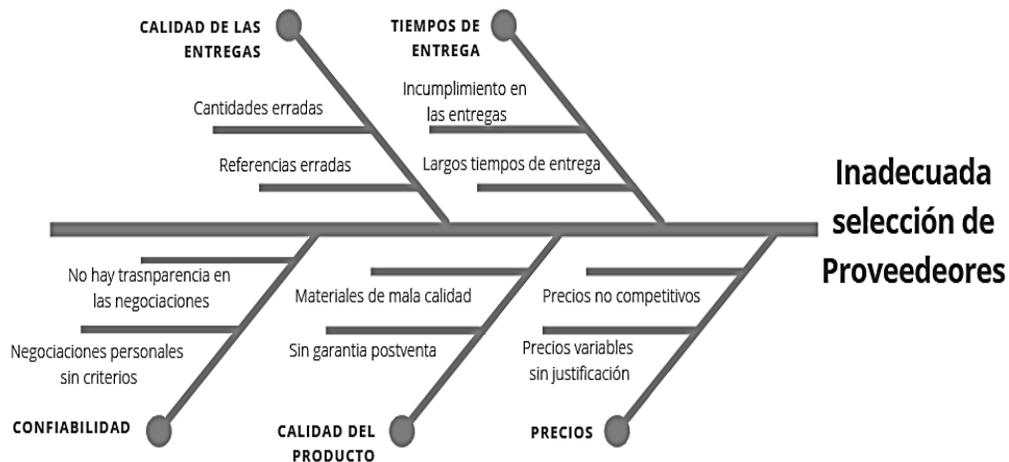


Figura 3: Diagrama causa efecto en la selección de proveedores

La selección de proveedores se caracteriza como una actividad fundamental, ya que contribuye a hacer eficientes los gastos operacionales de la compañía. [2] Una de las opciones más influyentes en el proceso de compras es el desarrollo de una red de proveedores competentes [3].

Para contar con proveedores estratégicos que permitan un desarrollo de la cadena de abastecimiento dentro de una compañía, se debe establecer un criterio de selección que permita examinar cada proveedor y cuantificar sus ventajas y/o desventajas respecto a los demás existentes en el mercado. Para esto se propone diseñar una guía para la selección y evaluación de proveedores con el fin de apoyar la toma de decisiones de manera ágil y confiable, la cual requiere de la identificación de variables y parámetros críticos que intervienen en el proceso, dicha guía se establece dentro de un análisis cualitativo-cuantitativo.

Al implementar una guía basada en metodologías de análisis de decisión multi criterio se obtendrán mejores resultados a la hora de seleccionar un proveedor, ya que al cuantificar los parámetros o

critérios necesarios para tomar dicha decisión se visualiza con mayor claridad. Al cuantificar las ventajas y desventajas de los proveedores se lograría tener una mayor precisión en la toma de decisiones respecto a los diferentes requerimientos que sean fundamentales para el proceso. La guía permitirá visualizar la información de manera precisa e imparcial, evitando enfoques equivocados que conllevan a pérdidas, retrasos y fallas durante el proceso. Estos resultados se verán reflejados en la reducción de los reprocesos, sobre stock, costo de materia prima, rotación de la mercancía y reducción de los efectos de la logística inversa.

Con la aplicación de la guía, desde el área de compras el proceso mejorará en lo económico, en lo social, con un cambio positivo en el ambiente laboral y garantizará la elección del mejor proveedor para cada suministro, además se aplicarán las estrategias que permitan convocar y atraer a los mejores proveedores, y de este modo asegurar su permanencia en la cadena de suministros.

De acuerdo con el proyecto que tiene un plazo de creación de un año se diseñará una guía que podrá ser adaptada a cualquier empresa del sector Retail. Dicha guía permitirá disponer de una herramienta matemática para la toma de decisiones teniendo en cuenta las variables críticas para este proceso como lo son: tiempo de entrega, calidad, precio, reconocimiento de marca y nivel de servicio y de esta manera tomar la elección acertada para la compañía teniendo en cuenta el costo beneficio de la implementación de esta.

2. Revisión de la literatura

2.1. Selección y evaluación de proveedores

El manejo integral de los proveedores es uno de los procesos fundamentales en la compañía, debido a que impulsa y mantiene la competitividad de la misma, se define como una necesidad de la compañía la elaboración de perfiles de proveedores requeridos, identificación de proveedores potenciales y competitivos mediante seguimiento, evaluación y determinación de indicadores de gestión. Para esto es importante el desarrollo integral y proactivo, el cual se logra a compartiendo información con proveedores, promoviendo relaciones abiertas, ciclos metódicos de mejora y aplicando el involucramiento temprano del proveedor (Early Supplier Involvement o ESI). Es importante como compañía que nuestros proveedores se encuentren alineados con nuestros objetivos mediante la visión y misión que ayudaran al crecimiento por medio de la innovación y

desarrollo (I&D), siempre en búsqueda de cumplir con los objetivos del cliente, creando una mejora continua-discontinua. [4]

Una tendencia marcada en la actualidad es el uso de modelos matemáticos que permitan cuantificar las ventajas y capacidades de cada proveedor, para poder responder de la manera más acertada a las necesidades de cada compañía. De esta manera es posible evaluar y aplicar un método de decisión que permita elegir los mejores proveedores que respondan a las necesidades de la empresa, no hay un método único capaz de resolver todas las variables que se presentan en el proceso. No obstante, es clara la tendencia de primero aplicar un método de aproximación y luego refinar la decisión final con un método más exacto. [4]

2.2. Mediciones de mejora en la elección y evaluación de proveedores

Luego de evaluar los productos que suministra cada proveedor, así como su impacto en el negocio se procede a evaluar las variables de desempeño que son:

Sistemas de calidad: calidad en sus procesos, estrategias y procedimientos de aseguramiento de la calidad, procesos de capacitación y entrenamiento.

Fabricación: programas de mantenimiento, planificación de producción y su programación, ambientes de trabajo y el sistema de indicadores de productividad.

Medio ambiente: cumplimiento de normas ambientales, control de manejo de residuos.

Aspectos comerciales: nivel y calidad del servicio al cliente, competitividad, investigación y desarrollo, alternativas de negociación.

Aspectos logísticos: cumplimiento en las entregas, políticas de devoluciones y atención de quejas, manejo correcto de la documentación y capacidad de atención. [4]

2.4 Métodos de análisis de decisión de criterios múltiples

En los métodos de análisis de selección múltiple la decisión orientada a la selección de un proveedor es conducida por varios objetivos o criterios [5]; este proceso se puede definir como MCDM debido a la caracterización de los criterios y la participación de una variedad de personal, este se refiere a la toma de decisiones teniendo en cuenta una variedad de objetivos enfrentados

entre sí, y que ayudan a los decisores a aproximarse a la mejor solución, teniendo en cuenta el problema, los juicios del decisor y de los demás involucrados. [6]

A continuación, se describen los métodos de análisis de decisión de criterios múltiples que más aplicables a la evaluación de proveedores y hacen referencia a la evaluación de criterios que nos permita identificar al proveedor que más se ajusta a las necesidades requeridas por la compañía.

2.4.1. Definición breve de cada modelo propuesto

2.4.1.1 AHP (Analytic Hierarchy Process)

El proceso de análisis jerárquico fue desarrollado por Tomas Saaty en 1980, este modelo ha sido aplicado a numerosos problemas de toma de decisiones de alto nivel, permite definir las prioridades en el proceso de toma de decisiones teniendo claridad sobre los objetivos, el conocimiento y las experiencias. Tiene una amplia base teórica y empírica y la metodología provee una medición cuantitativa de los juicios, de modo que los aspectos de una decisión pueden ser medidos cuantitativamente.

Los pesos o prioridades no se asignan de una manera arbitraria, sino que se derivan de una serie de juicios que pueden ser verbales o numéricos, como lo es: ¿Por qué es bueno?, Tiene una sólida base matemática y se han realizado cientos de estudios para probar su validez.

El uso del AHP para la solución del problema de toma de decisiones puede representarse en cuatro pasos:

- Descomponer el problema de decisión en una jerarquía de los criterios de decisión/medición
- Recolección de datos.
- Establecer las prioridades que conciernen a los elementos de la jerarquía mediante la comparación de las alternativas para cada criterio y de los criterios entre sí.
- Sintetizar los resultados. Combinar las prioridades desarrolladas en el paso anterior y calcula las prioridades totales de cada alternativa con respecto al objetivo general. [7]

2.4.1.2 Técnica De Grupo Nominal NGT (Nominal Group Technique)

El NGT es una técnica grupal para la caracterización de problemas, creación de soluciones y toma de decisiones [8]. Inicialmente cada participante da su punto de vista sobre la solución, el método

pide a todos que participen y no permite que los protagonistas emerjan y tomen el control del proceso. Todas las ideas tienen el mismo peso y el grupo las juzgará con imparcialidad. El proceso NGT se puede representar mediante los siguientes cuatro pasos: [9].

- Generación de ideas
- Compartir ideas
- Discusión de ideas
- Votar y clasificar las ideas

2.4.1.3. TOPSIS (Técnica para el Orden de Preferencia por Similitud con la Solución Ideal)

Esta técnica fue desarrollada por Hwang y Yoon en 1981, es un método sencillo de clasificación en la creación y aplicación. Este elige alternativas que presenten, de forma paralela, la distancia euclidiana menor desde la solución ideal positiva y la distancia mayor a la solución ideal negativa. La solución ideal positiva maximiza los criterios de beneficio y minimiza los criterios de costo, mientras que la solución ideal negativa maximiza los criterios de costo y minimiza los criterios de beneficio [10].

Este método se ha utilizado en gran cantidad de procesos para la toma de decisiones en cuanto a presupuestos de proyectos, selección de tecnologías a implementar y modos de operación de sistemas como sistemas de posicionamiento global – GPS. [11].

2.4.1.4. TOPSIS Difuso

En la vida real, realizar la toma de decisiones en muchas ocasiones no puede realizarse de manera exacta y suficiente porque la información disponible es vaga e incierta [12]. La técnica difusa para la preferencia de orden por similitud con una solución ideal (TOPSIS) es uno de los métodos MCDM más conocidos, y se fundamenta en el concepto de que la alternativa elegida debe ser la distancia más corta de la solución ideal positiva y la más lejana. distancia de la solución ideal negativa [13]. Para solucionar algunos problemas de incertidumbres no estadísticas, se presentó la teoría de conjuntos difusos para definir términos lingüísticos en el proceso de selección de alternativas [9, p. 688].

2.4.1.5. MCGP

La programación de objetivos (GP) es un enfoque analítico de toma de decisiones de objetivos múltiples para resolver problemas de optimización de objetivos. A veces, determinar el valor óptimo de cada objetivo no es fácil, porque solo se puede adquirir información limitada en una situación incierta. Por ejemplo, al analizar una decisión puede considerarse como de máxima prioridad la maximización de las ganancias y la reducción del costo operativo, el aumento de los servicios por tamaño de lote o el aumento de la calidad del servicio, etc. Estos problemas no se pueden resolver con un enfoque de GP.

Además, los conflictos de recursos empresariales animan a los DM (Decision Maker) a generar una formulación de modelo matemático creíble para delinear sus preferencias [14]. En 2007 y 2008 Chang propuso un método de programación de objetivos de elección múltiple (MCGP) para resolver este problema [15]. El modelo puede tener en cuenta muchos objetivos simultáneos, ya que un DM selecciona la mejor solución de un conjunto de soluciones factibles [9].

3. Metodología

Para el desarrollo de la investigación no experimental se revisan los procesos actuales de la empresa donde se identifican las posibles fallas al momento de realizar la selección de un proveedor, mediante diagramas de flujo se establecen los actores que influyen en cada uno de los procesos, posteriormente mediante diagramas de causa-efecto se establecen los primeros criterios y posibles parámetros a tener en cuenta dentro de la evaluación de un proveedor.

Para confrontar estos parámetros se recopila información del área de compras de la empresa como: bases de datos de proveedores, registros de ventas, registros de compras, entre otros, esta información permite identificar los proveedores, productos, cantidades, garantías y características de las negociaciones y/o producto, recopiladas en los años 2018, 2019 mediante archivos internos de la empresa en Excel y luego de recopilar la información obtenida en los archivos, se procede a seleccionar los datos necesarios o requeridos para realizar el diagnóstico del área.

Además, se crea también una encuesta dirigida al personal con experiencia en el área de compras con el fin de complementar la información del paso anterior. Con los resultados obtenidos se busca evaluar cuáles son los parámetros que consideran más importantes al momento de realizar el

proceso de selección y evaluación de proveedores, los cuales ayudaran a dar un enfoque en resultados más eficientes por el conocimiento y experiencia de los encuestados y teniendo en cuenta los parámetros más importantes a evaluar.

Después de clasificar la información obtenida, se procede a investigar en la literatura los posibles métodos matemáticos que se pueden utilizar en la guía para la selección y evaluación de proveedores. La revisión de literatura se enfoca en los métodos Análisis de Decisión Multi-Criterio - MCDA, para esto se utilizan las bases de datos bibliográficas disponibles en el sistema de bibliotecas de la Universidad de Antioquia.

De acuerdo con los diferentes modelos MCDA se eligieron 5 de ellos que se adaptan a la guía para la selección y evaluación de proveedores, donde se quiere dar solución al problema mediante la identificación de variables influyentes en el proceso y dando como fin una solución al modelo propuesto. Luego, de estos 5 modelos investigados, se elige el que más se adapte a las necesidades de la guía propuesta y del área de compras de la empresa, al seleccionar el modelo se profundiza en la literatura para definirlo y posteriormente adaptarlo a la guía.

Para conocer los costos y beneficios de la implementación de la guía para la selección y evaluación de proveedores dentro de la empresa se deben calcular los posibles costos que intervienen, estos pueden ser la capacitación de personal para el manejo y aplicación de la guía o invertir en un software especializado en caso de ser necesario. Los beneficios se verán reflejados en el mejoramiento de los parámetros o criterios evaluados como pueden ser: precio, calidad del producto, tiempos de entrega y confiabilidad.

3.1 Diagnóstico del área de compras de la compañía

3.1.1 Descripción de productos, grupos, líneas, sublíneas y proveedores.

Esta empresa se dedica a la comercialización y distribución de ropa, calzado en general y electrodomésticos, estos se agrupan en 3 grupos los cuales son Textil, Deportivo y Electro-hogar los cuales tienen las siguientes características:

Textil: Este grupo incluye ropa de dama, hombre, niño, niña, calzado hombre, calzado mujer y accesorios.

Deportivo: Se comercializan tenis deportivos, morrales, accesorios deportivos y ropa deportiva.

Electro-hogar: Venta de productos línea blanca, tecnología, muebles y electrodomésticos.

Después de analizar los antecedentes de la empresa, se dio inicio a un diagnóstico con el cual se pretende identificar los puntos a mejorar en el área de compras, específicamente en el proceso de selección y evaluación de proveedores, con esto se pretende identificar los parámetros más significativos para los proveedores a la hora de realizar una negociación, los cuales permitan mejorar el proceso de compras y tener una guía para el área en general.

El estudio se centró en el grupo Textil debido a la experiencia de los autores y disponibilidad de la información para realizar un análisis completo. Dentro de este grupo se encuentra el subgrupo calzado que corresponde a la comercialización de calzado formal e informal, dentro del cual se encuentran los géneros y líneas mostrados a continuación.

Tabla 1: Tabla de Géneros y Líneas

GENEROS	LINEAS
Bebita	Botas
Dama	Clásico
Hombre	Colegial
Jrdama	Informal
Jrhombre	Playera
Niña	Sandalia
Niño	Tenis Casual
Unisexo	Tenis Colegial

3.1.2 Descripción de bases de datos de la compañía

Mediante bases de datos suministradas por la empresa, se da inició al procesamiento de la información, se encuentran datos de compras, ventas, garantías y nivel de servicio para cada género y línea en el periodo comprendido entre los años 2017 y 2019. Se toman como datos más recientes los correspondientes al año 2019, debido a que el año 2020 comprende datos atípicos por la pandemia del COVID-19.

Tabla 2: Formato de los datos en la base de datos de ventas suministrada

Grupo	Genero	Línea	Marca	2017	2018	2019	Proveedor
Calzado	Hombre	Botas	Marca 1	272	420	230	Proveedor 1
Calzado	Hombre	Informal	Marca 1	1.077	1.248	552	Proveedor 1
Calzado	Niño	Informal	Marca 1	5	2	3	Proveedor 1
Calzado	Dama	Botas	Marca 2	2.784	2.468	2.263	Proveedor 2
Calzado	Dama	Clásico	Marca 3	877	478	127	Proveedor 3
Calzado	Dama	Informal	Marca 3	3.785	4.676	3.216	Proveedor 3
Calzado	Niña	Informal	Marca 3	1.478	1.776	970	Proveedor 3

3.1.3. Análisis de datos

A partir de la información obtenida se procede a calcular las ventas de cada género durante los periodos seleccionados y así determinar los datos más representativos.

Tabla 3: Porcentaje de las ventas por Género

Genero %Ventas	2017	2018	2019	Promedio
Dama	57,1%	51,2%	46,5%	51,6%
Hombre	16,9%	23,2%	31,2%	23,7%
Niño	11,7%	13,3%	12,0%	12,3%
Niña	14,3%	12,4%	10,0%	12,2%
Jrhombre	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%
Jrdama	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Unisexo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Bebita	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	100%	100%	100%	100%

Después de tener la información de ventas se realiza un análisis de Pareto, donde se establece que los géneros Dama y Hombre representan el 75,3% de las ventas durante estos periodos, debido a la falta de información suministrada por la empresa acerca de los proveedores del género Hombre, se decide tomar solo Dama, el género más representativo en ventas (51,6%).

Para los géneros Jrdama, Jrhombre y Bebita no se cuenta con un porcentaje de participación representativo, ya que se evidencia que el ingreso de ventas inició solo en el 2019 incursionando como una prueba piloto para identificar mejor la rotación de producto de este género y por otro lado el género Unisexo comprende muy pocos productos, debido a esto no es representativo para la muestra.

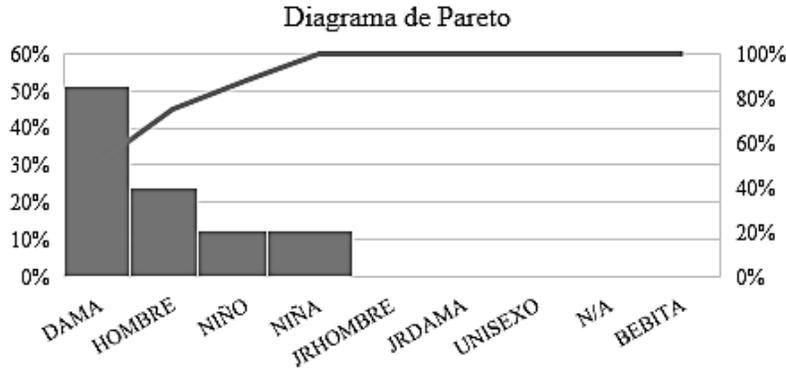


Figura 4: Diagrama de Pareto para las ventas acumuladas por Género

Para el género dama se cuenta con 8 líneas donde se tiene diferenciado el producto de acuerdo al estilo o sus características principales y así poder realizar una caracterización de cada uno de ellos. Es importante resaltar que al realizar el Pareto 80/20 las líneas más vendidas son sandalias e informal con el 76% del total de las ventas y esta última a su vez está integrada por Tenis casual, ya que durante los años 2017-2018 se encontraban sus ventas dentro de este grupo, pero a partir del 2019 por la alta demanda y rotación del producto se procedió a separarla para tener información más completa.

Al integrar las líneas Sandalia, Informal y Tenis Casual se tiene el 84% de las ventas, por lo que se decide continuar el análisis teniendo en cuenta estas 3 líneas y dejar por fuera la línea Botas que, aunque tuvo una participación importante queda por fuera frente a la fusión de Informal y Tenis Casual.

Tabla 4: Porcentaje de las ventas por Líneas

Línea\ %Ventas	2017	2018	2019	Promedio
Sandalia	45%	45%	37%	42%
Informal	40%	35%	24%	33%
Tenis Casual	0%	0%	24%	8%
Botas	11%	15%	12%	13%
Clásico	4%	4%	2%	3%
Tenis Colegial	0%	0%	0%	0%
Playera	0%	0%	0%	0%
Colegial	0%	0%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%

3.1.4 Análisis de datos por proveedor

Finalmente, después de seleccionar las principales líneas se procede a examinar cada una de ellas y se hallan en total 55 proveedores activos para las líneas Sandalia, Informal y Tenis Casual, pero para analizar su participación en las ventas nuevamente se procede a aplicar un análisis de Pareto donde se encuentra que al seleccionar el 80% del acumulado de ventas esta está situada en 11 proveedores.

En la siguiente tabla se muestra la participación en las ventas de los 11 proveedores más representativos de las líneas de producto evaluadas, los cuales representan el 80,6% de las ventas totales en los años 2017-2019.

Tabla 5: Ventas acumuladas por proveedor

Proveedor	Promedio Ventas Acumulado	Ventas Unds
Proveedor 1	14,9%	24732
Proveedor 2	10,9%	17451
Proveedor 3	9,7%	16133
Proveedor 4	9,7%	15792
Proveedor 5	9,4%	15427
Proveedor 6	7,5%	12114
Proveedor 7	6,4%	10385
Proveedor 8	4,1%	7896
Proveedor 9	3,2%	6127
Proveedor 10	2,9%	4669
Proveedor 11	1,9%	3011

Al tener los 11 proveedores que hacen el 80,6% de las ventas para las líneas evaluadas (Sandalia, Informal y Tenis Casual) de genero Dama, se toma el promedio de ventas acumulados en los años 2017-2019 para cada uno de estos, así como el porcentaje acumulado de ventas entre ellos para determinar su participación dentro de los 11 proveedores seleccionados.

Luego se procede a evaluar los parámetros que más representan para la compañía y que son importantes en la selección y evaluación de los proveedores como lo es: calidad del proveedor, porcentaje acumulado de ventas, cumplimiento en las entregas y costo promedio unitario de los

productos que ofrecen a la compañía, es importante tener en cuenta que la participación de los proveedores seleccionados es activa.

Tabla 6: Parámetros medidos por proveedor

Proveedor	Promedio Ventas Acumulado Por Líneas	Acumulado Ventas	Calidad	Cumplimiento Entregas	Precio Un
Proveedor 1	14,9%	18,2%	99,9%	62,6%	\$ 10.286
Proveedor 2	10,9%	13,8%	99,0%	61,1%	\$ 32.215
Proveedor 3	9,7%	12,3%	99,3%	63,9%	\$ 19.630
Proveedor 4	9,7%	12,1%	99,4%	56,6%	\$ 35.763
Proveedor 5	9,4%	11,4%	98,8%	65,6%	\$ 29.745
Proveedor 6	7,5%	9,3%	99,8%	100,0%	\$ 22.328
Proveedor 7	6,4%	8,0%	99,1%	98,1%	\$ 19.685
Proveedor 8	4,1%	4,9%	99,9%	100,0%	\$ 41.341
Proveedor 9	3,2%	3,8%	100,0%	100,0%	\$ 28.271
Proveedor 10	2,9%	3,7%	99,9%	100,0%	\$ 17.546
Proveedor 11	1,9%	2,4%	99,0%	99,7%	\$ 31.833

Según la información hallada de los proveedores, las ventas corresponden al principal parámetro de selección, ya que con esto se calcula la rentabilidad del producto, la cual es fundamental dentro de la toma de decisiones.

La calidad de los productos se mide como las garantías por proveedor sobre las ventas del mismo periodo, dentro de los proveedores seleccionados se encuentra un promedio del 99,5% en calidad del producto. El cumplimiento por proveedor se calcula como lo entregado en el CEDI versus la orden de compra enviada, en este caso se evidencia un cumplimiento muy bajo de los primeros 5 proveedores, estos son los que manejan mayor cantidad de venta por lo que la diferencia en las cantidades entregadas afecta drásticamente su indicador. En el costo unitario de producto por proveedor se tiene el proveedor 8 como el más costoso y el proveedor 1 como el más económico.

Resumiendo, de los procesos anteriores se obtienen los siguientes datos, los cuales son los más representativos para la elaboración del diagnóstico:

Grupo: Dentro del grupo textil se toma CALZADO

Género: De los 8 géneros del grupo se toma DAMA

Líneas: De las 8 líneas del género se toman 3 (Sandalia, Informal, Tenis Casual).

Proveedores: De los 53 proveedores del grupo se toman 11.

3.1.5 Encuesta para el área de compras de la compañía

Para obtener más información respecto a la manera de evaluación de la empresa, se ve la necesidad de complementar el diagnóstico de la compañía con más información que permita determinar los parámetros más importantes para realizar dicha tarea. Para esto se envía la encuesta directamente al personal del área de compras donde se obtienen 9 respuestas de los 12 encuestados, la encuesta se realizó vía correo electrónico mediante la aplicación Google Forms, ver Apéndice 1.

3.1.6 Identificación de parámetros para la selección de proveedores

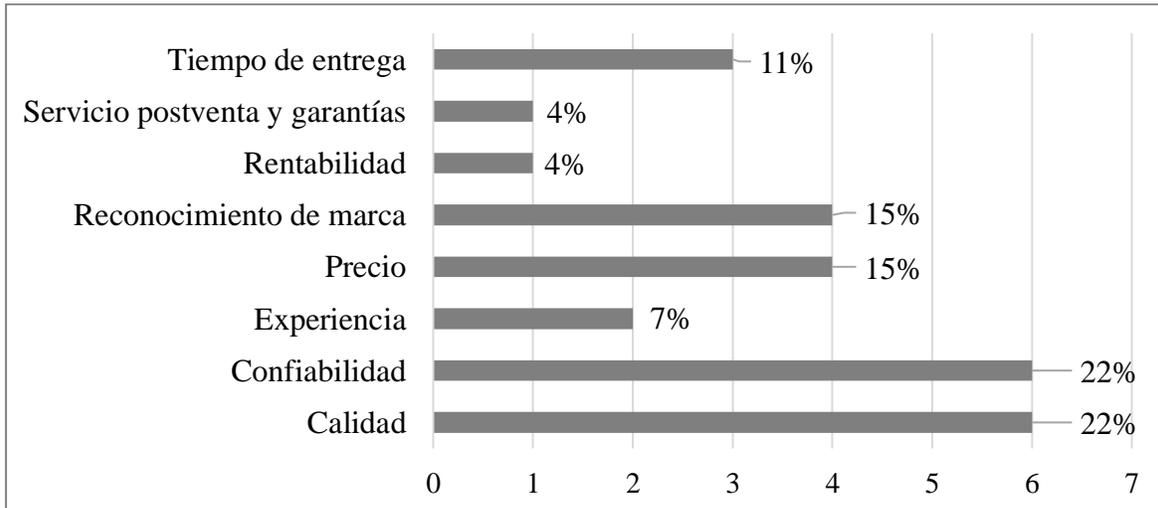


Figura 5: Parámetros encuesta área compras

Según los datos obtenidos de la encuesta realizada al área de compras (figura 5), se pudieron determinar los parámetros más importantes a la hora de evaluar a un proveedor; según estos la calidad del producto y la confiabilidad son decisivos, la calidad del producto tiene mayor importancia debido que puede afectar la compañía en varios aspectos, primero elevando los costos de operación al presentarse devoluciones por garantía, creando una logística inversa para este, segundo al perder credibilidad por la marca cuando no se cumplen las expectativas del cliente. La confiabilidad implica tener un respaldo por parte de este proveedor tanto en el producto como en la documentación para el ingreso.

Después de los parámetros mencionados anteriormente se localizan con el mismo puntaje el reconocimiento de marca y el precio, ambos intervienen en la rentabilidad del producto, el primero es importante ya que va ligado a las ventas, un producto de una marca reconocida representa mayor rotación en el inventario y por lo tanto mayor rentabilidad. En cuanto al precio, determina su margen de utilidad.

Finalmente, el tiempo de entrega es el quinto parámetro más importante según la encuesta realizada, los reprocesos generados por incumplimiento pueden acarrear para la compañía pérdidas de ventas por falta de stock en sus almacenes, costo de oportunidad al invertir en un producto que finalmente no podrá ser vendido y se llevará parte del presupuesto.

Actualmente, aunque se miden estos parámetros, al momento de realizar una negociación con el proveedor se toma la decisión según los criterios de cada negociador primando la rentabilidad del producto sobre cualquier indicador o historial del proveedor. Al presentarse un incumplimiento en la entrega se le da una penalidad al proveedor, la cual consiste en un 2% pie de factura o en algunos casos se realiza una devolución del pedido y el proveedor asume los costos.

Con la información obtenida mediante el diagnóstico se definieron los siguientes parámetros para la selección y evaluación de proveedores: Calidad del producto, confiabilidad, reconocimiento de marca, precio y tiempo de entrega.

3.3 Métodos de análisis de decisión de criterios múltiples (MCDM)

3.3.1 Formulación de cada modelo propuesto

Después de seleccionar los 3 modelos que se adaptan con la metodología seleccionada, y teniendo los parámetros a evaluar se estudia cada modelo para definir cuál es más viable para la guía.

3.3.1.1 MCGP

La programación multiobjetivo es la capacidad de resolver problemas de programación matemática con más de un objetivo, añadiendo a estos obstáculos extras, añadiendo al problema más de un objetivo a optimizar [16]. Este establece un enfoque multicriterio de gran capacidad cuando el

contexto decisional se define por una serie de objetivos a optimizar que deben compensar un determinado conjunto de restricciones [17].

Para el caso bajo estudio una programación multiobjetivo no sería la más adecuada debido a la necesidad específica de la compañía de conocer cuáles son los mejores proveedores para las líneas seleccionadas, sin tener un objetivo ideal para cada parámetro evaluado por proveedor.

3.3.1.2 AHP

Para evaluar el siguiente modelo es importante realizar los siguientes pasos:

- Definir los criterios de la matriz de decisión en forma de objetivos escalonados. Teniendo en cuenta la organización en diferentes niveles: Se inicia con la definición del principal objetivo a evaluar, luego se evalúa cada uno de los tributos continuando con las categorías intermedias (criterios y subcriterios a evaluar) y para finalizar, en la categoría más baja se describen las alternativas a ser confrontadas.
- Valorar (pesar) los criterios, subcriterios y alternativas según su importancia correspondiente en cada categoría. Para obtener los pesos y las prioridades, los criterios cualitativos y cuantitativos pueden ser comparados usando juicios informales.

Tabla 7: Escala de Saaty [18]

Importancia	Preferencia
1	Igual
3	Moderada
5	Fuerte
7	Muy fuerte
9	Extremadamente preferida

- Elaboración de una matriz pareada para comparar cada dimensión a nivel general y local.

$$A = [a_{ij}] \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{1n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

- Solución del sistema matricial a través del uso de los valores y vectores establecidos, con el objetivo de obtener los pesos establecidos de las variables en cada grupo y subgrupo.

$$W = \begin{bmatrix} \frac{W_1}{W_1} & \frac{W_1}{W_2} & \cdots & \frac{W_1}{W_n} \\ \frac{W_2}{W_1} & \frac{W_2}{W_2} & \cdots & \frac{W_2}{W_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{W_n}{W_1} & \frac{W_n}{W_2} & \cdots & \frac{W_n}{W_n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$A \times K = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{1n2} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W'_1 \\ W'_2 \\ \vdots \\ W'_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\lambda_{max} = \left(\frac{1}{m}\right) \times \left(\frac{w'1}{w_1} + \frac{w'2}{w_2} + \cdots + \frac{w'n}{w_n}\right) \quad (4)$$

- Implementación del índice de consistencia, tasa y tasa de aleatoriedad, para el análisis de la congruencia de las evaluaciones otorgadas por los expertos.

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, TC = \frac{IC}{IA} \quad (5)$$

- Utilización de la media geométrica para agrupar y suavizar las calificaciones, teniendo en cuenta las diferentes perspectivas empresariales [19].

$$a_{ij}^{Global} = \prod_{k=1}^m (a_{ij}^k)^{a_k} \quad (6)$$

Para los diferentes criterios, la técnica AHP utiliza diferentes comparaciones para determinar los valores (pesos) y evaluarlos. Así quien evalúa la decisión puede concentrarse en sólo dos criterios al mismo tiempo. La técnica AHP está basada en la suposición de que el decisor puede fácilmente elegir un valor de comparación a cambio de un valor absoluto. Los juicios no numéricos o no

medibles por si solos, son trasladados a una escala de puntuación y luego, a una matriz de prioridades calculada y usada para comparar los elementos de la misma [20].

Realizando la evaluación del modelo anteriormente propuesto con la técnica AHP, logramos evidenciar que el modelo implica crear una matriz con los parámetros que seleccionamos como lo es precio, nivel de servicio, confiabilidad, ventas y calidad, luego a cada uno se le da una calificación de 1 a 9 mediante un puntaje en la escala de Saaty y con este dar un peso o valor a cada criterio con respecto a los demás, dentro del caso de estudio se cuenta con información cuantitativa para cada parámetro (debido a la información histórica por proveedor) esto nos permite tener un valor real para cada criterio, por lo que al usar la técnica AHP se tendría que evaluar la importancia de cada parámetro frente a los demás, creando un paso más en el proceso que se podría omitir, por tal motivo se encuentra más eficiente el uso de la metodología TOPSIS.

3.3.1.3 TOPSIS

Construir la matriz de decisión se plantean un conjunto de alternativas A_i $i=1, 2, \dots, m$ calificada a través de un conjunto de criterios C_j , $j = 1, 2, \dots, n$ construyendo la matriz de decisión.

	w_1	w_2	.	w_n
	C_1	C_2	.	C_n
A_1	α_{11}	α_{12}	.	α_{1n}
A_2	α_{21}	α_{22}	.	α_{2n}
...
A_i	α_{m1}	α_{m2}	.	α_{mn}

Figura 6: Matriz de decisión

Donde: α_{ij} = Es la valoración de la alternativa A_i con respecto al criterio C_j .
 $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ es el vector de pesos asociados a los criterios.

Se define la normalización de la matriz de decisión, la norma que se usa se describe mediante la ecuación (7).

$$n_{ij} = \alpha_{ij} / \sqrt{\sum_{j=1}^m (\alpha_{ij})^2}, j = 1, \dots, m \quad (7)$$

Luego los elementos de decisión de la matriz de decisión normalizada ponderada v_{ij} se obtiene con la ecuación (8).

$$v_{ij} = w_j \cdot n_{ij}, j = 1, \dots, n, i = 1, \dots, m \quad (8)$$

Dónde:

w_j = Es el valor de la preferencia del j -ésimo criterio, de tal suerte que $\sum w_j$ deben ser igual a 1, si hablamos del caso general que verifica la igualdad.

La solución ideal positiva y solución anti-ideal (T^+ y T^-) se establecen usando la ecuación (9) y (10) respectivamente.

$$T^+ = \{t_1^+, \dots, t_n^+\} = \{(max_i t_{ij}, j \in j)(min_i t_{ij}, j \in j')\} \quad (9)$$

$$T^- = \{t_1^-, \dots, t_n^-\} = \{(min_i t_{ij}, j \in j)(max_i t_{ij}, j \in j')\} \quad (10)$$

Dónde:

j = describe con los criterios de beneficios y j' está relacionado con los criterios de costos.

La distancia euclidiana a cada alternativa a la solución ideal positiva z_i^+ , y a la solución ideal negativa z_i^- , está dada por (11) y (12) respectivamente.

$$z_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_j^+)^2}, i = 1, \dots, m \quad (11)$$

$$z_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_j^-)^2}, i = 1, \dots, m \quad (12)$$

Se calcula la cercanía conexa a la solución absoluta, la cercanía relativa R_i se deriva mediante la ecuación:

$$R_i = \frac{z_i^-}{(z_i^+ + z_i^-)}, i = 1, \dots, m \quad (13)$$

Si $R_i = 1$, A_i entonces es igual a T^+ . Si $R_i = 0$, entonces A_i es igual a T^- . Por ende, cuanto más próximo es el valor del radio a 1, indica una mayor prelación de la alternativa i -ésima.

Establecer la jerarquía y ordenar en sentido decreciente las alternativas, iniciando con aquella que más se aproxime a la solución ideal R_i (mayor proximidad relativa) [21].

3.3.2. Selección del Modelo Adecuado

Después de realizar la evaluación de las diferentes metodologías, se selecciona el modelo TOPSIS debido a su versatilidad a la hora de realizar cambios en las alternativas y/o variables lo cual permite ajustar las necesidades de la compañía y la información disponible a la hora de crear la guía de selección de proveedores.

3.3.3 Aplicación del modelo MCDM elegido

TOPSIS

Para la aplicación del modelo se seleccionan los 11 proveedores más representativos y los 5 parámetros más relevantes para la selección de los proveedores, obtenidos a partir de las bases de datos analizadas y las encuestas realizadas. De allí se procede a formar la matriz de decisión, se introducen los datos de los proveedores para crear las alternativas y los parámetros de cada uno de ellos para los criterios.

Según los parámetros establecidos anteriormente en el numeral 3.1.6 se tiene calidad del producto, confiabilidad, reconocimiento de marca, precio y tiempo de entrega. En el análisis de datos de la información suministrada por la compañía se encuentra valores de cada proveedor para cada uno de estos parámetros excepto confiabilidad y reconocimiento de marca, para estos se procede a evaluar los parámetros de la siguiente manera: para tener un valor aproximado a la realidad en el reconocimiento de marca se toma el promedio de ventas acumulado como valor equivalente al parámetro. Para medir la confiabilidad se toma una tabla de puntaje para cada proveedor de 0 a 5 para medir su confiabilidad como empresa y respaldo en las negociaciones que se puedan generar.

Tabla 8: Puntaje de confiabilidad

Puntaje	Requisito
0	No cuenta con ningún tipo de documentación vigente.
1	Capacidad Legal
2	Capacidad económica, financiera
3	Capacidad técnica
4	Estrategias para el presente año
5	Todas las anteriores más certificación de calidad

Tabla 9: Criterios de evaluación para cada proveedor

Proveedor	Promedio Ventas Acumulado	Calidad	Cump Entregas	Costo Un	Confiabilidad
Proveedor 1	14,9%	99,9%	62,6%	\$ 10.286	4
Proveedor 2	10,9%	99,0%	61,1%	\$ 32.215	5
Proveedor 3	9,7%	99,3%	63,9%	\$ 19.630	3
Proveedor 4	9,7%	99,4%	56,6%	\$ 35.763	3
Proveedor 5	9,4%	98,8%	65,6%	\$ 29.745	2
Proveedor 6	7,5%	99,8%	100,0%	\$ 22.328	1
Proveedor 7	6,4%	99,1%	98,1%	\$ 19.685	4
Proveedor 8	4,1%	99,9%	100,0%	\$ 41.341	4
Proveedor 9	3,2%	100,0%	100,0%	\$ 28.271	5
Proveedor 10	2,9%	99,9%	100,0%	\$ 17.546	2
Proveedor 11	1,9%	99,0%	99,7%	\$ 31.833	2

Teniendo los criterios asignados a cada proveedor se procede a la aplicación de todos los pasos de la metodología TOPSIS, especificados en el apéndice 2.

1. Normalización de la matriz
2. Matriz normalizada ponderada (por el peso de cada criterio)
3. La solución ideal y solución anti-ideal
4. Distancia euclidiana, distancia de cada alternativa a la solución ideal positiva y a la solución ideal negativa.
5. Cercanía relativa
6. Jerarquía de las preferencias

En la tabla 10 podemos observar el resultado final de la aplicación observada en la metodología el cual nos arroja el ranking de proveedores. Siendo así el Proveedor 1 el más acertado a la hora de elegir un proveedor del género Dama para las líneas Sandalia, Formal y Tenis casual, según los datos obtenidos por la compañía.

Tabla 10: Ranking de proveedores

PROVEEDOR	Alternativa Ideal
Proveedor 1	0,960
Proveedor 3	0,801
Proveedor 2	0,788
Proveedor 5	0,762
Proveedor 4	0,748
Proveedor 6	0,730
Proveedor 7	0,705
Proveedor 10	0,625
Proveedor 9	0,622
Proveedor 8	0,619
Proveedor 11	0,595

4. Resultados

4.1 Guía para la selección y evaluación de proveedores bajo el modelo MCDM elegido

Mediante una plantilla en Excel se integran todos los pasos anteriormente vistos para la aplicación del modelo TOPSIS en la selección y evaluación de proveedores dentro de la compañía en el apéndice 3 podemos ver la interfaz inicial de dicha plantilla, en estas solo se introducen los parámetros para cada proveedor y esta nos arroja el ranking de los proveedores para tomar la mejor alternativa, para la aplicación de esto se plantea un nuevo proceso para el área de compras definido en la figura 7. Se propone además la implementación de un software especializado con más herramientas y funcionalidades para el seguimiento e integración con el proveedor.

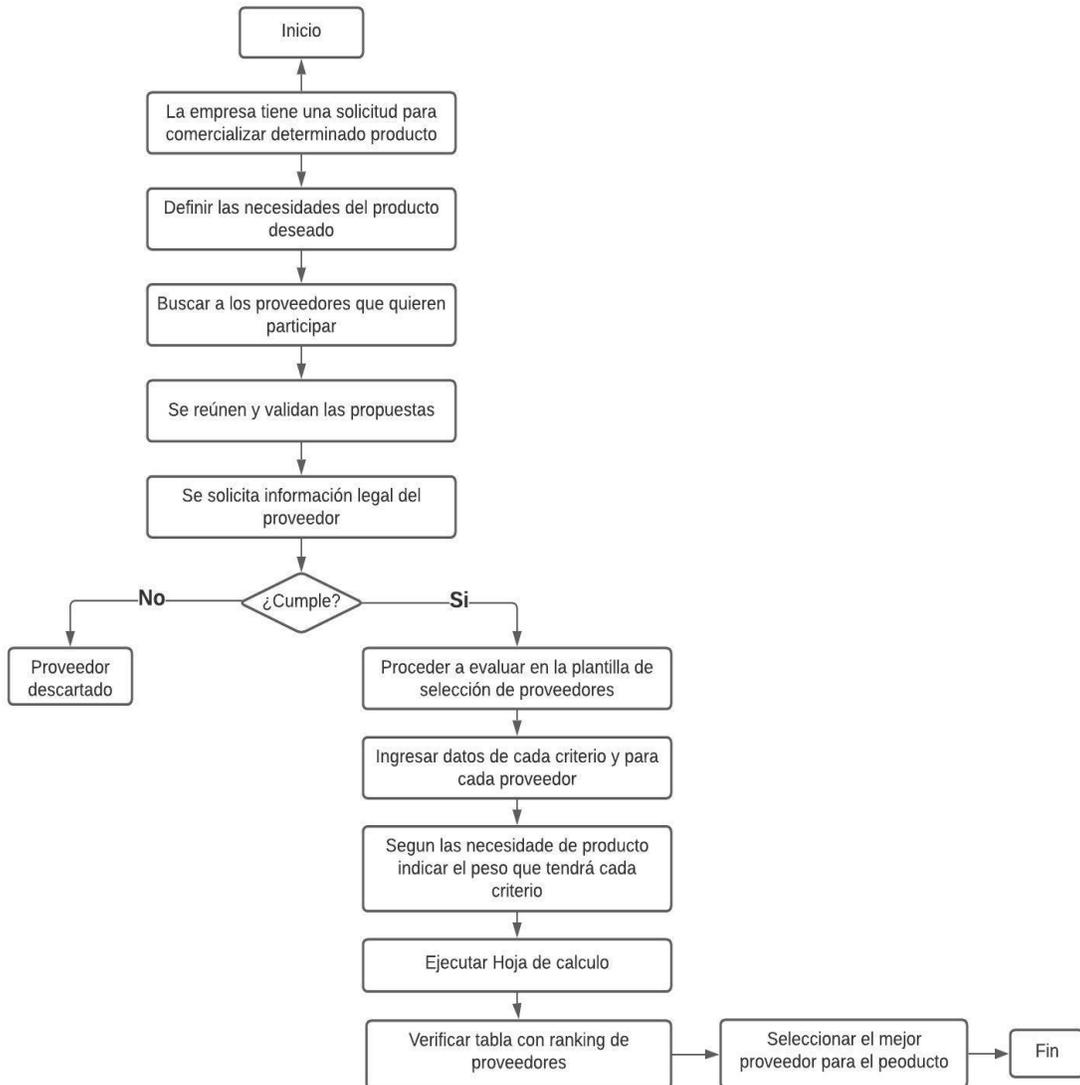


Figura 7: Proceso de selección de proveedores mediante la guía

4.2 Plantilla y manual de usuario para la evaluación y selección de proveedores

Al momento de tener una solicitud de búsqueda de un proveedor para determinado producto, el usuario debe contar con al menos 2 proveedores para poder evaluar y seleccionar el mejor de estos. Teniendo los datos necesarios de cada uno para llenar los 5 criterios tenidos en cuenta para su calificación se procede a la plantilla en Excel “Guía Selección Proveedores”. En el apéndice 4 se encuentra el manual de usuario para la plantilla creada.

El valor de cada parámetro para cada proveedor se debe incluir en las mismas unidades y en el mismo formato, pero los parámetros pueden tener el valor en diferentes cifras (número entero, decimal, porcentaje, moneda, etc.), toda esta información se transmite al personal en un tiempo de 2 a 3 semanas, para su adaptación y reconocimiento.

4.3 Evaluación costo-beneficio de la implementación de la guía

Para la implementación de la guía no se tienen inversiones o costos muy elevados, solo se deben realizar capacitaciones al personal para el correcto uso de la herramienta inicialmente en Excel, en total se deben capacitar 12 personas que comprenden el área de compras, dentro de dicha capacitación se debe no solo explicar la herramienta y su funcionamiento, sino también los parámetros necesarios para la evaluación de cada proveedor, se tienen parámetros con valores a maximizar como calidad, cumplimiento, reconocimiento de marca y confiabilidad, y valores a minimizar como lo es el precio. Posterior a esto se tiene un tiempo estimado de 1 mes para retroalimentar y hacer pruebas al personal sobre los conocimientos de la guía.

Dicha capacitación consta de 2 horas diarias por 2 semanas y se aplica a las 12 personas del área de compras, el costo que puede representar para la compañía se muestra en las Tabla 11. Para la retroalimentación del personal se tienen costos adicionales mostrados en la Tabla 12.

Tabla 11: Costos capacitación

Horas	Personal	Costo \$/h	Costo Total
20	12	\$ 18.229	\$ 4'376.960

Tabla 12: Costos retroalimentación

Horas	Personal	Costo \$/h	Costo Total
8	12	\$ 18.229	\$ 1'749.984

Los costos totales en que se incurren para la implementación de la guía son de \$ 6'126.944 con una duración total de 336 horas/hombre que incluye la capacitación y retroalimentación a todo el personal del área de compras que realizaría la tarea

Después de tener implementada la guía es importante evaluar cual es el nivel de servicio de la guía en el área de compras mediante la optimización de los tiempos de entrega, retorno por garantías y costos en los que se incurren en el proceso, lo que nos ayudaría a tener trazabilidad de la información y un historial de los proveedores que pueden participar en el proceso de selección para la compañía, brindando información verídica al proceso y minimizando los tiempos de gestión.

El montaje de la guía en Excel se plantea como una herramienta inicial para que la compañía pueda realizar la evaluación de sus proveedores de forma más completa a la que actualmente se ejecuta, pero se ofrece la alternativa que a futuro se implemente un software especializado en la selección y evaluación de los proveedores, se propone el aplicativo **visto bueno** ya que cuenta con funciones que se deben de tener en cuenta para que la herramienta sea más efectiva.

- Creación de evaluaciones
- Comunicación de resultados de los proveedores en línea
- Historial de auditorias
- Planes de mejoramiento propuestos al proveedor y seguimiento
- Segmentación de la información de acuerdo a cada usuario
- Generación de reportes en Excel y PDF

Este software cuenta con varios planes que se adaptan a la capacidad de personas que requieren realizar la gestión en la compañía, en la Tabla 13 se observan los planes actuales del aplicativo.

Tabla 13: Inversión y características del software especializado

Plan Básico		Plan Avanzado		Plan Premium	
Valor mensual:	\$ 300.000 COP	Valor mensual:	\$ 1.000.000 COP	Valor mensual:	\$ 1.800.000 COP
Ingreso 3 usuarios de los cuales, sean distribuidos por evaluadores y auditores.		ingreso 10 usuarios de los cuales sean distribuidos por evaluadores y auditores.		Ingreso a 20 usuarios de lo cuales sean distribuidos por evaluadores y auditores.	
Inducción personalizada al personal		Inducción personalizada al personal		Inducción personalizada al personal	
Notificación Email y Backup semanal		Notificaciones mail y Backup semanal		Notificaciones mail y Backup semanal	
Valor por año:	\$ 3.300.000 COP	Valor por año:	\$10.000.000 COP	Valor por año:	\$19.800.000 COP usuario adicional: \$70.000
		Al pagar el valor total permite la opción de consultoría en definición de evaluaciones		Al pagar el valor total permite la opción de consultoría y asesoría en desarrollo a proveedores	

Fuente: Productos, Visto bueno 2021 [22]

Según la Tabla 13, la opción que se plantea para la compañía es adquirir el plan Avanzado ya que su valor anual es \$10.000.000 COP y tiene acceso para 10 personas lo que la compañía dispone de 12 colaboradores y dos de ellos pueden delegar la tarea a sus auxiliares del equipo.

Los beneficios percibidos inicialmente son agilidad en la toma de decisiones, estandarización de procesos y mejoramiento en la relación con los proveedores; todo esto conlleva a la satisfacción del cliente final, mejorando la calidad de los productos ofrecidos, precios competitivos y tiempos de entrega ajustados a las necesidades.

5. Conclusiones

Con este proyecto se logró crear una guía bajo el modelo de selección multicriterio TOPSIS para evaluar a proveedores sobre los cuales la compañía necesite tomar decisiones de mejoramiento, lo cual estandarizaría los procesos y tiempos en la gestión del proceso.

En el diagnóstico de la compañía se encuentran las variables más representativas para la compañía en cuanto a ventas; debido a la disponibilidad de información se toma inicialmente el grupo Calzado y dentro de este el género Damas, posterior a esto realizando un análisis de Pareto se toman dentro de este género las líneas Sandalia, Informal y Tenis Casual. Finalmente se toman los proveedores más representativos para estas líneas, arrojando 11 proveedores como los más representativos. Con esto se determina la cantidad de proveedores a evaluar en la guía.

Según el tipo de compañía y sus requerimientos hacia los proveedores se pueden determinar varios tipos de parámetros a evaluar, en este caso en particular al realizar la encuesta especializada al área de compras se logran identificar que para la empresa intervenida los parámetros más importantes a evaluar los cuales son: Ventas (reconocimiento de marca), Nivel de Servicio, Calidad del producto, Precio y Confiabilidad. La relación costo beneficio representa la mayor ventaja de la guía propuesta debido a los bajos costos al inicio de su aplicación y el gran beneficio de la herramienta para la rápida toma de decisiones dentro de la compañía.

Como base para la guía creada se analizaron las metodologías MCDM, AHP y TOPSIS las cuales se podrían ajustar a las necesidades de la guía, pero finalmente se elige TOPSIS por su flexibilidad en cuanto a alternativas y criterios dentro de la guía. Se realiza inicialmente una plantilla en Excel con todos los cálculos de la metodología lo cual simplifica su aplicación y nos permite ver los resultados rápidamente. Posteriormente con la implementación del software especializado en la evaluación y selección de proveedores se crean nuevas posibilidades como avanzar a un manejo integral de proveedores, donde se tenga un proceso completo que comprenda: búsqueda, selección, negociación, contratación, desarrollo de proveedores, evaluación y certificación.

Se obtiene con el modelo anterior información individual de cada uno de sus proveedores identificando que su selección se realiza de acuerdo con la información que ofrezcan al momento de ser evaluados, para este nuevo modelo se ofrece la alternativa de evaluar conjuntamente todos los criterios que son importantes para la compañía mediante la metodología MCDM.

Como estudio futuro se desea realizar una evaluación de los beneficios reales en cuanto a reducción de costos con la implementación de la guía, teniendo como referencia todos los procesos donde se puede intervenir con la implementación de esta.

La guía presentada puede ser aplicada para evaluar proveedores de cualquier tipo no solo dentro de esta compañía, si no en cualquier otra sin importar el tipo de negocio, basta con modificar los nombres de las alternativas a evaluar y los criterios junto con sus funciones de maximización o minimización, así sin mayor esfuerzo se puede modificar la guía y adaptarla a cualquier tipo de proceso de evaluación y selección de proveedores.

Bibliografía

- [1] M. Gil Torrijos, *La selección de proveedores, elemento clave en la gestión de aprovisionamiento*, España: Universidad de Oviedo, 2018.
- [2] S. Yin, T. Nishi y I. E. Grossmann, «Optimal quantity discount coordination for supply chain optimization with one manufacturer and multiple suppliers under demand uncertainty,» *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 76, n° 5-8, p. 1173–1184, 2015.
- [3] R. Handfield y E. Nichols, «Key issues in global supply base management,» *Industrial Marketing Management*, vol. 33, n° 1, pp. 29-35, 2004.
- [4] L. A. Mora García, *Principios y Máximas de la Cadena de Abastecimiento*, Publi Logística, 2016.
- [5] R. Dulmin y V. Minnino, «Supplier Selection using a multicriteria decision aid method,» *Purchasing & Supply Management*, pp. 177-187, 2003.
- [6] M. Zeleni, «Multiple criteria decision making: eight concepts of optimality,» *Human Systems Management*, pp. 97-107, 1998.
- [7] G. M. Osorno Osorio, *"Modulo de Abastecimiento - Introducción a la Logística"*, notas de clase, Departamento de Ingeniería Industrial, Medellín: Universidad de Antioquia, 2015.
- [8] A. L. Delbecq y A. H. VandeVen, «A group process model for problem identification and program planning,» *The Journal of Applied Behavioral Science*, vol. 37, n° 5, pp. 466-491, 1971.
- [9] Y.-K. Fu, W. Huang y C.-N. Liao, «The selection model for horizontal alliances between hotels and airlines: an integrated application of NGT, fuzzy TOPSIS and MCGP methods,» *TOURISM REVIEW*, vol. 75, n° 4, pp. 681-698, 2020.
- [10] M. Behzadian, S. K. Otaghsara, M. Yazdani y J. Ignatius, «A state-of-the-art survey of Topsis applications,» *Expert Systems with Applications*, vol. 39, n° 17, pp. 13051-13069, 2012.
- [11] A. Mendoza-Mendoza , E. Delahoz-Dominguez y D. Mendoza-Casseres, «Localización de locales comerciales:un enfoque de selección multicriterio,» *Revista Escuela de Administración de Negocios*, vol. 87, n° 87, pp. 207-219, 2019.

- [12] M. Sarami, S. F. Mousavi y A. Sanayei, «TQM consultant selection in SMEs with TOPSIS under fuzzy environment,» *Expert Systems with Applications*, vol. 36, n° 2, pp. 7331-7342, 2009.
- [13] H. Zhang, C. L. Chao-Lin, L. W. Gu y Y. Zhang, «The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy - a case in the Yangtze river Delta of China,» *Tourism Management*, vol. 32, pp. 443-451, 2011.
- [14] C. N. Liao y H. P. Kao, «An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management,» *Expert Systems with Applications*, vol. 38, n° 9, pp. 10803-10811, 2011.
- [15] C. T. Chang, «Revised multi-choice goal programming,» *Applied Mathematical Modelling*, vol. 32, n° 12, pp. 2587-2595, 2008.
- [16] S. Soler Morales, «Programación Multiobjetivo: Caso práctico aplicado a una compañía aérea,» Universidad de Murcia, Murcia, 2014.
- [17] C. Romero, «ANÁLISIS DE LAS DECISIONES MULTICRITERIO,» *ISDEFE*, vol. 14, p. 36, 1996.
- [18] T. L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw-Hill, 1980.
- [19] D. A. López Cadavid, J. G. Vanegas López y J. J. Baena Rojas, «Aplicación de un método multicriterio en la enseñanza de la investigación de mercados internacionales,» *Información Tecnológica*, vol. 31, n° 1, p. 117, 2020.
- [20] A. TAOUFIKALLAH, «Selección del sistema de gestión de la producción mediante la metodología AHP,» ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA - UNIVERSIDAD DE SEVILLA, SEVILLA.
- [21] L. Pérez Domínguez, J. L. Macías García, K. Y. Sánchez Mojica y D. Luviano Cruz, «Comparación Método multi-criterio TOPSIS y MOORA para la optimización de un proceso de inyección de plástico,» *Mundo Fesc*, n° 14, pp. 98-105, 2017.
- [22] InnovaSuppliers, «Visto bueno,» InnovaSuppliers, [En línea]. Available: <https://vistobueno.co/vb/software/>. [Último acceso: 23 05 2021].

8. Apéndices

Apéndice 1. Encuesta especializada para el área de compras

Para esto se envía la encuesta directamente al personal del área de compras donde se obtienen 9 respuestas de los 12 encuestados, donde se realizaron las siguientes preguntas:

<p>Encuesta selección y evaluación de proveedores para el área de compras</p> <p>*Obligatorio</p>	<p>¿Qué metodologías usa para la selección y/o evaluación de proveedores? *</p> <p>Tu respuesta</p> <hr/>
<p>Nombre *</p> <p>Tu respuesta</p> <hr/>	<p>¿Cuáles parámetros considera usted que son mas importantes para su compañía a la hora de seleccionar un proveedor? *</p> <p><input type="checkbox"/> Precio</p> <p><input type="checkbox"/> Servicio postventa y garantías</p> <p><input type="checkbox"/> Calidad</p> <p><input type="checkbox"/> Tiempo de entrega</p> <p><input type="checkbox"/> Experiencia</p> <p><input type="checkbox"/> Reconocimiento de marca</p> <p><input type="checkbox"/> Confiabilidad</p> <p><input type="checkbox"/> Otro:</p>
<p>¿Cuál considera usted que es el principal problema con los proveedores de su compañía? *</p> <p><input type="checkbox"/> Calidad del producto o servicio</p> <p><input type="checkbox"/> Incumplimiento en tiempo de entrega</p> <p><input type="checkbox"/> Cantidades faltantes o excedidas</p> <p><input type="checkbox"/> Errores en los precios</p> <p><input type="checkbox"/> Otro:</p>	

Figura 8: Encuesta

La encuesta se realizó vía correo electrónico mediante la aplicación Google Forms. Para cada una de las preguntas exceptuando “Nombre” se obtuvieron las siguientes respuestas:

Pregunta 2

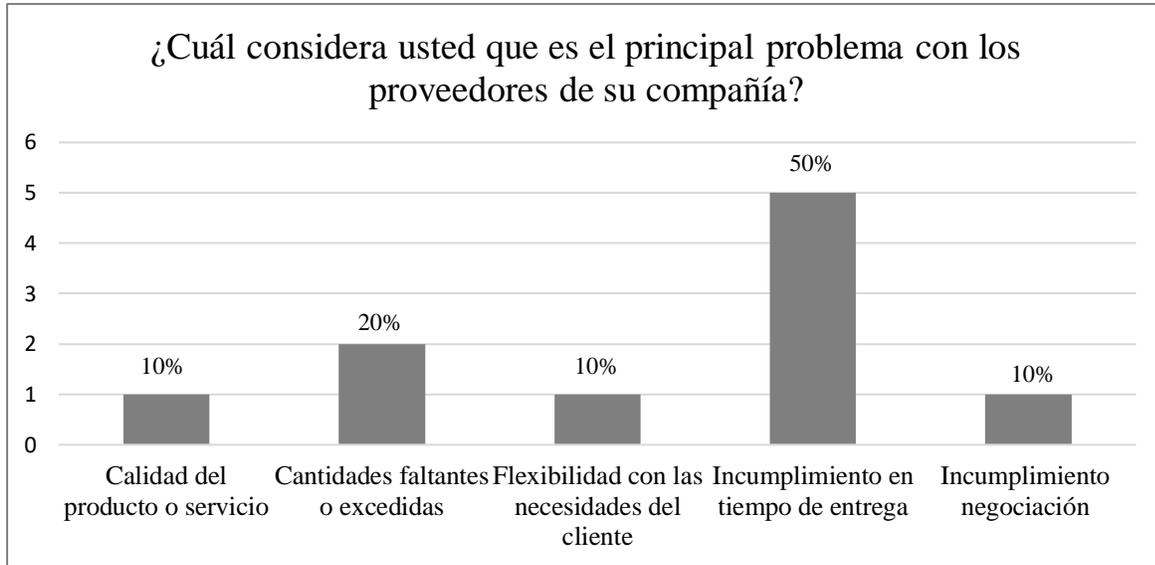


Figura 9: Resultados pregunta 2

El 50% de los encuestados eligieron “Incumplimiento en tiempo de entrega” como el principal problema con los proveedores, seguido de “Cantidades faltantes o excedidas”

Pregunta 3

Tabla 14: Resultados pregunta 3

¿Qué metodologías usa para la selección y/o evaluación de Cantidad proveedores?	
Para categorías nuevas una especie de licitación, para evaluación de proveedores resultados en venta y rentabilidad	1
Rentabilidad de la marca	1
Seguimientos numéricos, análisis de empresa y relaciones	1
Correo electrónico con la información de la propuesta del producto, si es viable se realiza contacto con el proveedor para conocer el producto y conocer más de la marca y su rentabilidad.	1
Ninguna	2
Nivel de servicio	1
Evaluación rentabilidad	1
Presencia de marca en mis referentes del mercado, rentabilidad igual o superior a la de la categoría, plazo de pago, rebate.	1
Total	9

Al ser una pregunta abierta cada encuestado manifiesta sus metodologías las cuales son variadas en su modo de aplicación, pero se encuentra que la rentabilidad de la marca o del producto de esta, es el principal parámetro de evaluación en las diferentes metodologías mencionadas.

Pregunta 4

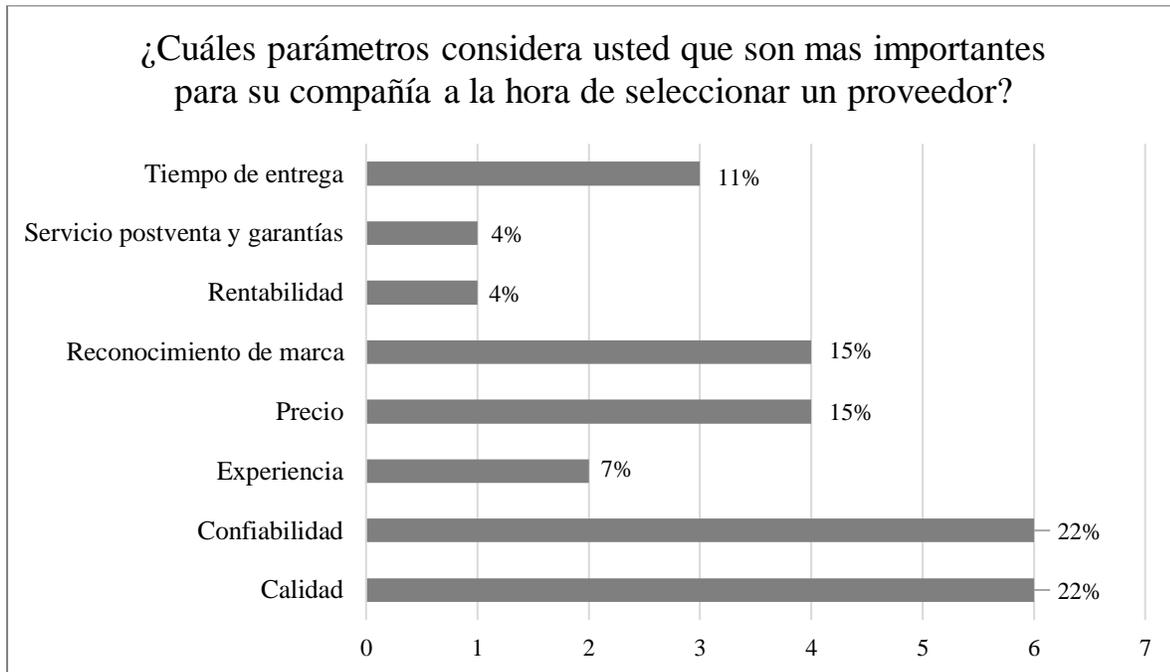


Figura 10: Resultados pregunta 4

Los parámetros más importantes a la hora de seleccionar un proveedor según los encuestados son “Confiabilidad” y “Calidad” con un 22% cada uno. Seguidos de “Reconocimiento de marca” y “Precio” con un 15%.

Apéndice 2. Aplicación del Proceso TOPSIS

Normalización de la matriz

Tabla 15: Matriz normalizada

Proveedor	Promedio Ventas Acumulado	Calidad	Cump Entregas	Costo Un	Confiabilidad
Proveedor 1	0,54	0,30	0,22	0,11	0,35
Proveedor 2	0,40	0,30	0,22	0,35	0,44
Proveedor 3	0,35	0,30	0,23	0,21	0,26

Proveedor 4	0,35	0,30	0,20	0,39	0,26
Proveedor 5	0,34	0,30	0,23	0,32	0,18
Proveedor 6	0,27	0,30	0,36	0,24	0,09
Proveedor 7	0,23	0,30	0,35	0,21	0,35
Proveedor 8	0,15	0,30	0,36	0,45	0,35
Proveedor 9	0,12	0,30	0,36	0,31	0,44
Proveedor 10	0,11	0,30	0,36	0,19	0,18
Proveedor 11	0,07	0,30	0,36	0,35	0,18

Matriz normalizada ponderada (por el peso de cada criterio)

Tabla 16: Matriz normalizada ponderada

Proveedor	Promedio Ventas Acumulado	Calidad	Cump Entregas	Costo Un	Confiabilidad
Proveedor 1	0,163	0,091	0,022	0,022	0,04
Proveedor 2	0,119	0,090	0,022	0,070	0,04
Proveedor 3	0,106	0,090	0,023	0,043	0,03
Proveedor 4	0,106	0,090	0,020	0,078	0,03
Proveedor 5	0,102	0,090	0,023	0,065	0,02
Proveedor 6	0,082	0,091	0,036	0,049	0,01
Proveedor 7	0,070	0,090	0,035	0,043	0,04
Proveedor 8	0,045	0,091	0,036	0,090	0,04
Proveedor 9	0,035	0,091	0,036	0,062	0,04
Proveedor 10	0,032	0,091	0,036	0,038	0,02
Proveedor 11	0,020	0,090	0,036	0,069	0,02
Peso Criterios	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1

La solución ideal y solución anti-ideal

Tabla 17: Alternativas Ideal y Anti-ideal

	Promedio Ventas Acumulado	Calidad	Cump Entregas	Costo Un	Confiabilidad
Función Objetivo	Max	Max	Max	Min	Max
Alternativa Ideal	0,163	0,091	0,036	0,022	0,04
Alternativa Anti Ideal	0,020	0,090	0,020	0,090	0,01

Distancia euclidiana, distancia de cada alternativa a la solución ideal positiva y a la solución ideal negativa

Tabla 18: Distancia euclidiana

Proveedor	Distancia Alternativa Ideal	Distancia Alternativa Anti Ideal
Proveedor 1	0,013	0,319
Proveedor 2	0,066	0,245
Proveedor 3	0,062	0,249
Proveedor 4	0,081	0,241
Proveedor 5	0,075	0,239
Proveedor 6	0,085	0,229
Proveedor 7	0,095	0,226
Proveedor 8	0,136	0,221
Proveedor 9	0,134	0,220
Proveedor 10	0,132	0,220
Proveedor 11	0,150	0,221

Cercanía relativa

Tabla 19: Cercanía relativa

PROVEEDOR	Distancia Alternativa Ideal
Proveedor 1	0,960
Proveedor 2	0,788
Proveedor 3	0,801
Proveedor 4	0,748
Proveedor 5	0,762
Proveedor 6	0,730
Proveedor 7	0,705
Proveedor 8	0,619
Proveedor 9	0,622
Proveedor 10	0,625
Proveedor 11	0,595

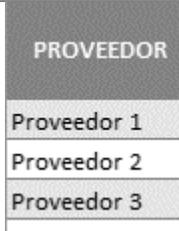
Apéndice 3. Plantilla

PROVEEDOR	PROMEDIO VENTAS ACUMULADO	CALIDAD	CUMPLIMIENTO ENTREGAS	COSTO UN	CONFIABILIDAD		PROVEEDOR	Alternativa Ideal
Proveedor 1								
Proveedor 2								
Proveedor 3								
Proveedor 4								
Proveedor 5								
Proveedor 6								
Proveedor 7								
Proveedor 8								
Proveedor 9								
Proveedor 10								
Proveedor 11								
Peso Criterios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Suma de pesos debe ser igual a 1		

Figura 11: Plantilla en Excel para la guía

Apéndice 4. Manual de usuario para la Plantilla

Tabla 20: Manual de usuario par la guía

#	Descripción	Ilustración
1	Abrir Hoja “Usuario”.	
2	En la columna “Proveedor” ingresar mínimo 2 proveedores que se quieran evaluar.	
3	Para cada proveedor ingresar los datos según los criterios de evaluación.	
4	Para ingresar los datos tener en cuenta para el promedio en ventas, calidad, confiabilidad y cumplimiento entrega son valores objetivos para maximizar (se pueden representar en \$ o en %) y costo a minimizar (en \$).	
5	Para cada criterio de evaluación ingresar el peso o importancia que se desea dar, con un número entre 0,0 y 1,0 (la suma de pesos debe ser igual a 1).	
6	Ejecutar, en este punto la plantilla realiza los cálculos bajo el modelo TOPSIS.	EJECUCIÓN
7	Seleccionar el mejor o mejores proveedores según el ranking presentado en la tabla “Alternativa Ideal”.	