



---

# **PROPUESTA DE MODELO PARA GESTIÓN DE INVENTARIO Y POLÍTICA DE COMPRA EN EMPRESA COMERCIALIZADORA DE BICICLETAS**

Fabrizio Antolini – Agustín Gomez – Natalia Zurita-Samuel Gonzalez- Manuel Peralta



[Agustinngomez98@gmail.com](mailto:Agustinngomez98@gmail.com)

[fabri99antolini@gmail.com](mailto:fabri99antolini@gmail.com)

[samuelgonzalez3434@gmail.com](mailto:samuelgonzalez3434@gmail.com)

[nataliazurita34@gmail.com](mailto:nataliazurita34@gmail.com)

[Licmanu04@gmail.com](mailto:Licmanu04@gmail.com)



---

## ÍNDICE

<b>Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>Situación Problemática .....</b>	<b>4</b>
<b>Objetivo General .....</b>	<b>5</b>
<b>Marco Metodológico .....</b>	<b>5</b>
<b>Marco Teórico .....</b>	<b>6</b>
<b>Aplicación .....</b>	<b>140</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>27</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>29</b>



---

## **Resumen**

El presente trabajo tiene como objetivo general desarrollar un modelo de proyección y optimización lineal que permita a Casanova Bikes prever la venta de diversas marcas y optimizar la gestión de inventarios y compras. Casanova Bikes, ubicada en Yerba Buena y dedicada a la comercialización de bicicletas y productos relacionados, enfrenta problemas en la gestión de inventarios debido a decisiones de compra basadas en la intuición, lo que provoca faltantes de los modelos más demandados.

El trabajo se centra en una investigación cuantitativa no experimental de tipo longitudinal, utilizando el análisis y organización de la base de datos de la empresa para la recolección de datos. Para abordar estos problemas, se procede a utilizar como herramientas de análisis la programación lineal y pronósticos.

**Palabras Clave:** Pronóstico– Programación Lineal – Ventas – Inventario – Datos

## **Introducción**

La empresa Casanova Bikes surgió de una idea familiar a finales del año 2019 y ha logrado sobrevivir y crecer a pesar de los desafíos impuestos por la pandemia del COVID-19. Ubicada en la zona de Yerba Buena, específicamente en la Av. Perón, esta empresa ha evolucionado desde sus inicios modestos hasta convertirse en un negocio más estructurado y profesional.

A partir de 2021, Casanova Bikes implementó un sistema de gestión que ha permitido llevar un control más ordenado del negocio y ha comenzado a profesionalizar diversos puestos dentro de la empresa.



---

Casanova comercializa una amplia gama de productos relacionados con el mundo de las bicicletas, incluyendo indumentaria, repuestos y servicios de reparación. Sin embargo, su principal enfoque está en la venta de bicicletas, un mercado que ha mostrado un crecimiento notable en los últimos años.

### **Situación Problemática**

La empresa cuenta con un almacén casi completo de bicicletas con un sistema de ingresos de datos donde se registran las entradas y salidas de stock. Sin embargo, a pesar de sus avances, enfrenta desafíos significativos en la gestión de su inventario. Las decisiones de compra aún se basan en la intuición y en el stock disponible en el momento, lo que ha resultado en frecuentes faltantes de bicicletas, especialmente de los modelos más demandados. Esto invita a estudiar y analizar la base de datos para ofrecer propuestas de mejora en cuanto al problema.

### **Preguntas de Investigación**

1. De todas las marcas de bicicletas ¿Cuáles representan mayor relevancia en cuanto a cantidades vendidas?
2. ¿Cuál es la demanda esperada de cada marca relevante para el próximo mes ?
3. Teniendo en cuenta la contribución marginal, ¿Cuál será la mezcla óptima de venta de bicicletas que maximice esa contribución total?
4. En base al stock actual. ¿Cuáles modelos propuestos por la mezcla óptima serán necesarios comprar y en qué cantidad?



---

## **Objetivo General**

Desarrollar un modelo de proyección y optimización lineal que permita prever las ventas de diversas marcas basados en datos históricos para proponer un modelo que permita optimizar la gestión de inventarios y compras.

## **Objetivos Específicos**

- Identificar las marcas con mayor demanda mediante el uso de tablas dinámicas
- Pronosticar la demanda del mes de mayo con técnicas de pronósticos
- Determinar la mezcla óptima de productos a vender que maximice la contribución marginal total
- Estimar la cantidad óptima de compra en base al stock actual

## **Marco Metodológico**

El enfoque del trabajo a realizar sería de tipo cuantitativo ya que se centrará en el análisis de datos numéricos históricos y en la aplicación de modelos matemáticos para la proyección y optimización de las ventas. Es una investigación no experimental ya que los datos se recopilan tal como se presentan en la realidad sin intervención directa ni manipulación de ninguna variable por parte del investigador. Es longitudinal porque analiza datos recopilados en distintos puntos de tiempo, en este caso mes a mes. Y es de panel ya que se estudia la misma unidad de análisis compuesta por el subrubro Bicicletas de la Suc. Y.B en los distintos instantes de tiempo.

Las herramientas a utilizar:

Para el presente trabajo utilizaremos 2 herramientas/métodos de análisis:



-Pronósticos

-Programación Lineal

Los pronósticos serán utilizados con el objetivo de poder proyectar la demanda de los distintos modelos de bicicletas para el mes de mayo

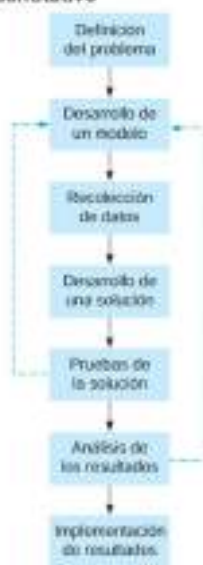
Y con respecto a la programación lineal será utilizada para encontrar aquella mezcla óptima de venta de aquellos modelos de bicicleta que maximicen la Cmg Total para el mes de Mayo.

## Marco Teórico

¿Qué es el análisis cuantitativo?

Render, Stair, Hanna (2013), definen al análisis cuantitativo como el “enfoque científico” de la toma de decisiones administrativas. Este enfoque trabaja con datos que transformará en información para producir conocimiento y tomar mejores decisiones.

**FIGURA 1.1**  
Enfoque del análisis cuantitativo





---

El enfoque del análisis cuantitativo consiste en los siguientes pasos:

- 1. Definición del problema:** se basa en desarrollar un enunciado claro y conciso acerca del problema, el cual, dará dirección y significado a los pasos siguientes. No se debe confundir causas de los síntomas.
- 2. Desarrollar un modelo:** Un modelo es una representación (casi siempre matemática) de una situación. Se define al modelo matemático como un conjunto de relaciones matemáticas, el cual contiene variables y parámetros. Una variable, como su nombre lo indica, es una cantidad medible que puede variar de una observación a otra, dichas variables pueden ser controlables o incontrolables. Una variable controlable también se conoce como variable de decisión, un ejemplo podría ser, cuántos artículos de inventario ordenar. Un parámetro, es una cantidad medible inherente al problema como el costo de colocar una orden. Las variables son cantidades desconocidas mientras que los parámetros si se conocen.
- 3. Adquisición de los datos de entrada:** Se deben rastrear los datos que se usarán en el modelo. Se debe estudiar y analizar el sistema de información que tenga la organización. Este paso es muy importante ya que datos inadecuados nos llevarán a resultados equivocados. Esta situación se conoce como entra basura, sale basura.
- 4. Desarrollo de una solución:** implica la manipulación del modelo para poder llegar a la solución óptima del problema. Para realizar problemas complejos se debe repetir una serie de pasos hasta encontrar la solución, denominado algoritmo.
- 5. Prueba de la solución:** Antes de analizar e implementar una solución, es necesario probarla. Probar los datos de entrada y el modelo incluye determinar la exactitud y la integridad de los datos usados por el modelo. Un método consiste en recolectar datos adicionales de una fuente



---

diferente. Si los datos originales se recolectaron empleando entrevistas, quizás algunos otros se pueden reunir con medición directa o muestreo. Los datos adicionales se compararían con los originales y, luego, se usarían pruebas estadísticas para determinar si hay diferencias entre ambos. Cuando haya diferencias significativas, se requerirá más esfuerzo para obtener datos de entrada precisos.

Si la exactitud es buena pero los resultados son incongruentes con el problema, tal vez el modelo no sea adecuado. El modelo se puede verificar para asegurarse de que sea lógico y represente la situación real.

**6. Análisis de resultados y análisis de sensibilidad:** los resultados deben analizarse en términos de cómo afectarán a la organización en su conjunto. El análisis de sensibilidad o análisis post óptimo determina cuánto cambiará la solución si hay un cambio en el modelo o en los datos de entrada. Cuando la solución es sensible a los cambios de los datos de entrada y las especificaciones del modelo, se deberían realizar más pruebas para asegurarse que los datos y el modelo sean precisos y válidos.

**7. Implementación de los resultados:** El paso final es implementar los resultados. Es el proceso de incorporar la solución a la organización y suele ser más difícil de lo que se imagina. Incluso si la solución es óptima y diera ganancias adicionales, si los gerentes se oponen a la nueva solución, todos los efectos del análisis dejan de tener valor.

Una vez que se implementa la solución, debería monitorearse. Con el tiempo, surgen cambios que necesitan modificaciones a la solución original. Una economía cambiante, la demanda fluctuante y las mejoras al modelo solicitadas por los gerentes y tomadores de decisiones son algunos ejemplos de cambios que quizá requieran que se modifique el análisis.





---

Se pone en manifiesto 3 paradigmas de la investigación:

Investigación positivista: cuando se busca medir la situación administrativa y aplicar un modelo con datos para obtener información.

Paradigma interpretativo.

Paradigma sociocrítico.

### **Introducción al modelado**

Un “modelo” es una abstracción cuidadosamente seleccionada de la realidad.

Modelo simbólico: todos los conceptos están representados por variables cuantitativamente definidas y todas las relaciones tienen una representación matemática. Es un modelo intangible, su comprensión es más difícil, el modelo se puede duplicar y compartir, se pueden modificar con facilidad y tiene un amplio alcance de utilización.

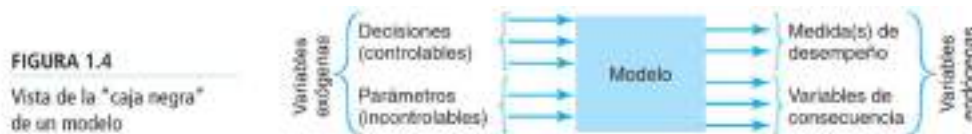
### **Modelos de decisión**

En este trabajo nos enfocaremos en los modelos de decisión: modelos simbólicos en los cuales algunas de las variables representan decisiones que deben tomarse.

Las decisiones suelen tomarse para alcanzar un objetivo en particular. Así, además de las variables de decisión, los modelos de decisión incluyen una medida explícita del desempeño que permite determinar el grado en que se ha alcanzado ese objetivo y también variables de consecuencia. Por esta razón, a las medidas de desempeño se les llama a menudo funciones objetivo. Algunos ejemplos son: los ingresos, la participación en el mercado, el costo total, la moral del trabajador, la satisfacción del cliente y el rendimiento sobre la inversión. Entre los



ejemplos de variables de consecuencia podemos citar: la subdivisión de los ingresos, el número de artículos embarcados, y otras cantidades que “es deseable conocer”.



La figura 1.4 presenta el primer paso en la formulación de un modelo de decisión, la identificación de sus principales componentes.

- Variables de decisión: variables que usted controla como gerente.
- Parámetros: variables que están bajo el control de otras personas o de la Naturaleza.
- Medidas de desempeño: variables que permiten medir el grado en el cual se han alcanzado las metas.
- Variables de consecuencia: muestran otras consecuencias que ayudan a entender e interpretar los resultados del modelo.

### **Modelos matemáticos clasificados según el riesgo**

**Modelos determinísticos:** no implican riesgo o azar. Se supone que se conocen con total certeza todos los valores utilizados en el modelo. Una compañía quizá busque minimizar los costos de manufactura y mantener cierto nivel de calidad. Si se conocen todos estos valores con certidumbre, el modelo es determinístico.

**Modelos probabilísticos o estocásticos:** incluyen el riesgo o el azar (probabilidades). Por ejemplo, el mercado de un nuevo producto puede ser “bueno” con probabilidad del 60% o “no bueno” con probabilidad del 40%.



---

### **Modelos de Programación Lineal**

Render, Stair, Hanna (2013) menciona que muchas decisiones administrativas implican tratar de hacer un uso más eficaz de los recursos de una organización. Estos recursos pueden ser maquinaria, mano de obra, dinero, tiempo, espacio de almacenamiento y materia prima. Éstos se utilizan para elaborar productos (como maquinaria, mobiliario, alimentos o ropa) o servicios (como horarios para aerolíneas o producción, políticas de publicidad o decisiones de inversión). La programación lineal (PL) es una técnica de modelado matemático ampliamente utilizada, que está diseñada para ayudar a los gerentes en la planeación y toma de decisiones respecto a la asignación de recursos.

- **Función objetivo:** todos los problemas de PL buscan maximizar o minimizar alguna cantidad, por lo general, la utilidad o el costo.
- **Restricciones:** todos los problemas de PL poseen recursos limitados que acotan el grado en que se puede alcanzar el objetivo. Por ejemplo, la decisión de cuántas unidades de cada producto fabricar en la línea de productos de una empresa está restringida tanto por el personal como por la maquinaria disponibles.
- Tienen que existir cursos de acción alternativos para elegir
- La función objetivo y las restricciones se deben expresar en términos de ecuaciones o desigualdades lineales.
- Se supone que existen condiciones de certeza, es decir, se conocen con certeza el número en el objetivo y en las restricciones, y no cambia durante el periodo de estudio.



- Por último, se supone que todas las variables son no negativas. Los valores negativos de las cantidades físicas son imposibles.

En los problemas de PL se quiere satisfacer todas las restricciones al mismo tiempo.

### **Pronósticos**

Render, Stair, Hanna (2013) destaca que para reducir la incertidumbre y hacer mejores estimaciones de lo que pasará en el futuro, es recomendable la elaboración de pronósticos. Esto permitirá que los gerentes de compañías puedan tomar decisiones no solamente basados en la intuición y en los años de experiencia, sino también por medio de modelos cuantitativos.

### **Tipos de pronósticos**

**Series de tiempo:** intentan predecir el futuro usando datos históricos. Estos modelos suponen que lo que ocurra en el futuro es una función de lo que haya sucedido en el pasado.

### **Componentes de una serie de tiempo**

- **Tendencia (T):** movimiento gradual hacia arriba o hacia abajo de los datos en el tiempo.
- **Estacionalidad ( S):** es el patrón de fluctuación de la demanda arriba (picos) o abajo (valles) de la línea de tendencia que se repite a intervalos regulares.
- **Ciclos (C):** son patrones en los datos anuales que ocurren cada cierto número de años.
- **Variaciones aleatorias ( R):** son saltos en los datos ocasionados por el azar y por situaciones inusuales, no siguen un patrón claro.

Los modelos de series de tiempos se clasifican en:

### **Promedios móviles**



Son útiles si podemos suponer que las demandas del mercado permanecerán estables en el tiempo. Un promedio móvil de cuatro meses, por ejemplo, se encuentra simplemente sumando la demanda durante los últimos cuatro meses y dividiéndola entre 4. Con cada mes que pasa, los datos del mes más reciente se suman a los datos de los tres meses anteriores y se elimina el mes más lejano. Esto tiende a suavizar las irregularidades de corto plazo en la serie de datos.

- **Promedio móvil simple (PMS):** da el mismo peso ( $\frac{1}{n}$ ) a cada observación pasada que se usa para desarrollar el pronóstico.
- **Promedio móvil ponderado (PMP):** asigna diferentes pesos a las observaciones previas. Este método suele asignar mayor peso a las observaciones más recientes, por lo tanto es más sensible a cambios que ocurran en los datos.

### **Suavizamiento exponencial**

Es un método de pronóstico de uso sencillo y se maneja con eficiencia en la computadora.

Necesita llevar un registro de datos pasados. La fórmula básica es:

$$\text{Nuevo pronóstico} = \text{Pronóstico del último período} + \alpha (\text{demanda real del último período} - \text{pronóstico del último período})$$

La última estimación de la demanda es igual a la estimación previa ajustada por una fracción del error (la demanda real del último periodo menos la estimación anterior).

donde  $\alpha$  es un peso (o constante de suavizamiento) que tiene un valor entre 0 y 1, inclusive.

La constante de suavizamiento, alfa, se puede modificar para dar más peso a los datos recientes con un valor alto o a los datos pasados cuando es bajo.



---

### **Medidas de exactitud del modelo**

Para saber qué tan bien un modelo se ajusta a la realidad, se debe tomar aquel que tenga el menor valor del DMA. A continuación se detalla la fórmula:

$$DMA = \frac{\sum |Error\ del\ pronóstico|}{n}$$

se calcula tomando la suma de los valores absolutos de los errores de pronósticos individuales y, luego, dividiendo entre el número de errores (n).

Error del pronóstico = Valor real - Valor pronosticado

### **Aplicación**

Para realizar el trabajo utilizamos la base de datos proporcionada por el sistema de gestión que posee la empresa. Aunque la base de datos original abarca todos los artículos vendidos en el establecimiento que comprenden varios rubros, el trabajo se centró exclusivamente en el rubro de bicicletas, ya que es el rubro responsable de generar la mayor parte de ingresos por venta. La base de datos comprende un período de 13 meses, desde abril de 2023 hasta abril de 2024, lo cual nos proporciona una visión completa y detallada de las tendencias de ventas a lo largo de poco más de un año.

#### **1. Análisis ABC y Diagrama de Pareto**

En primer lugar, se realizó un análisis ABC utilizando la cantidad de bicicletas vendidas por marca a lo largo del período analizado. El análisis ABC permitió clasificar las marcas en tres categorías (A, B y C) basadas en su participación en las ventas totales. Para visualizar estos resultados, se elaboró un diagrama de Pareto, que mostró que seis marcas abarcan casi el 85% de las ventas totales en el rubro de bicicletas. Las marcas identificadas y sus respectivas participaciones en las ventas totales son:



---

Zion: 35,01%

Volta: 11,30%

Scott: 12,27%

Top Mega: 11,10%

Teknial: 7,65%

Benelli: 6,48%

Estas marcas representan la clase A de nuestro inventario, debido a su participación en cuanto a cantidades vendidas anuales en el negocio. Por lo tanto, requieren un control más cuidadoso y una gestión eficiente para maximizar su contribución.

Nota: La base de datos utilizada presenta un pico de crecimiento en ventas exagerado para el comportamiento promedio en el mes de Octubre 2023. Se estima que este pico se debió a especulaciones financieras del periodo ya que se llevaban adelante elecciones presidenciales donde una de las propuestas era la suba del dólar y una creciente devaluación del peso argentino. Por este motivo el mes de Octubre fue tratado, en aquellas marcas que presentaban saltos exagerados en ventas,(Volta; Teknial y Benelli) como el promedio de ventas del mes de Septiembre y Noviembre para no alterar los datos a pronosticar.

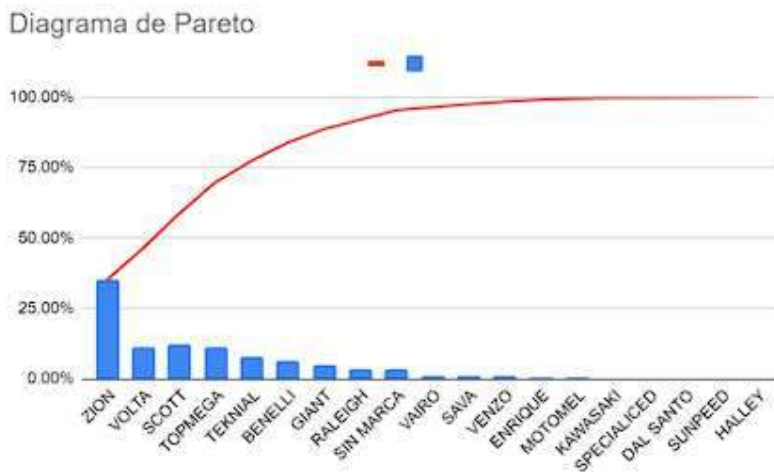


Figura 1. Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia

## 2. Pronóstico de Ventas

Después de identificar las marcas más importantes, se procedió a realizar el pronóstico de ventas para el próximo período de cada una de ellas teniendo presente el tratamiento especial que debíamos tener con los datos de Octubre para las marcas: Volta; Teknial y Benelli

. Para estos pronósticos, se emplearon varios métodos, incluyendo:

Promedio Móvil Simple (PMS): Este método calcula el promedio de las ventas pasadas durante un período específico.

Promedio Móvil Ponderado (PMP): Similar al PMS, pero asigna un peso diferente a cada período, en este caso, ponderaciones de 8 y 2.

Suavizamiento Exponencial (SE): Este método asigna un peso exponencialmente decreciente a las ventas pasadas, utilizando un factor de suavizado (alfa) de 0,8.





Cada método fue evaluado en función de su Error Medio Absoluto (MAD), eligiendo finalmente el método con el menor MAD como el más preciso. Este pronóstico no solo proporciona una visión anticipada de las ventas esperadas de bicicletas de primeras marcas, sino que también establece una restricción clave en nuestro modelo de programación lineal. Todos los resultados se encuentran en el Anexo.

Tabla 1. Pronóstico por marca y Error Medio Absoluto

Marca	PMS		PMP		SE	
	Pronostico	MAD	Pronostico	MAD	Pronostico	MAD
Zion	22	21,727	23,2	23,273	23,345	21,821
Volta	24	10,091	23,4	7,909	22,843	10,355
Scott	13	10,773	11,8	10,364	11,558	9,711
Benelli	4	5,545	2,8	6	2,808	5,55
Top Mega	10	8,045	12,4	8,109	12,392	8,657
Teknial	1	9,318	1	7,927	0,975	8,414

Tabla 1. Pronostico por marca. Fuente: Elaboración propia.

### 3. Ranking y Selección de Modelos Más Vendidos

Posteriormente se realizó un ranking de los modelos más vendidos para cada una de las seis marcas elegidas, con el propósito de seleccionar aquellos modelos que hayan vendido en promedio al menos una bicicleta por mes durante el período analizado. Modelos seleccionados a continuación:

Tabla 2 Modelos seleccionados



ZION	VOLTA
BICICLETA MTE ZION ASPRO GR R29 S (GRIS Y ROJO)	BIC MTE BAZZ ALUMINIO NEGRO OVR OVO/ HAR ALTUS 24V EL 29ER M
BICICLETA MTE ZION ASPRO GR R29 M (GRIS Y ROJO)	BIC MTE BAZZ ALUMINIO NEGRO AZUL/RODA ALTUS 24V EL 29ER M
BICICLETA MTE ZION QVANTA VERDE R29 L CYO1	BIC MTE BAZZ ALUMINIO GRIS ROJO/NEGRO ALTUS 24V EL 29ER M
BICICLETA MTE ZION ASPRO AB R29 L (AZUL Y BLANCO)	BIC MTE BAZZ ALUMINIO GRIS ROJO/NEGRO ALTUS 24V EL 29ER S
ZION STRIX AZUL 24X1 V TALLE M	SCOTT
BICICLETA MTE ZION QVANTA AZUL/NEG R29 M CYO2	SCOTT- ASPECT 360 R20 M 2022
ZION STRIX ROJA 24X1 V TALLE M	SCOTT SCALE 970 DARK GREY M 2022
BICICLETA MTE ZION QVANTA VERDE R29 M CYO2	BENEILI
BICICLETA MTE ZION ASPRO GR R29 L (GRIS Y ROJO)	M22 1.0 ADV AL 29 M - DARK GREY BLACK
ZION STRIX AZUL 24X1 V TALLE S CUAD NEGRO/GRIS	M22 1.0 ADV AL 29 L - DARK GREY BLACK
BICICLETA MTE ZION QVANTA AZUL/NEG R29 S CYO1	TOP MEGA
BICICLETA MTE ZION QVANTA GR R29 M (GRIS Y NEGRO)	BIC NEÏO 2022 DARK BIC AZUL
ZION STRIX ROJA 24X1 V TALLE S	BIC ELECTRICA TOPHRESA URBANA ALUMINIO 250W 36V CYO1 NEGRO
BICICLETA MTE ZION ASPRO AB R29 M (AZUL Y BLANCO)	TERNIAL
BICICLETA MTE ZION QVANTA VERDE R29 S	TARFAM 2100R M NEGRO VERDE
BICICLETA MTE ZION ASPRO AB R29 S (AZUL Y BLANCO)	TARFAM 2000R L NEGRO-NEGRO 21
BICICLETA MTE ZION QVANTA AB R29 S (AZUL Y BLANCO)	

Tabla 2. Modelos seleccionados. Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados los modelos de bicicletas, se procedió a realizar un pronóstico de la demanda para el próximo mes de cada uno de ellos. Este pronóstico ayudará a determinar las variables de decisión en nuestro modelo de programación lineal; los modelos con una demanda pronosticada de cero no serán considerados como variables de decisión. Esta demanda pronosticada de cero no serán considerados como variables de decisión. Esta demanda estimada también servirá como restricción para nuestra programación lineal. En las tablas a continuación se muestra cada uno de los modelos con su respectiva demanda pronosticada, el MAD y el método que tiene el menor error medio absoluto, además de clasificarlas para ver si son una variable de decisión para nuestra programación lineal.

Tabla 3: Modelos Zion y sus pronósticos de venta



Marca	Modelos	Demanda Pronosticada	MAD	Método	¿Es una variable de decisión?	Nombre de variable
ZION	BICKETA MTR ZION ASPRO-GR R2H Y ZORRA Y BOIDE	8	2.955	PMS	Si	Z1
	BICKETA MTR ZION ASPRO-GR R2H M ZORRA Y BOIDE	7	2.527	PMP	Si	Z2
	BICKETA MTR ZION OVANTA VERDE R2H L EROE	0	2.408	SE	No	-
	BICKETA MTR ZION ASPRO-GR R2H L OJALA Y BLANCO	5	2.518	PMS	Si	Z3
	ZION STRADA XLII Y TALLA M	0	1.564	PMP	No	-
	BICKETA MTR ZION OVANTA AZUL/NEG R2H M CYOJ	0	2	PMS	No	-
	ZION STRADA XLII Y TALLA M	0	0.818	PMS	No	-
	BICKETA MTR ZION OVANTA VERDE R2H M CYOJ	0	1.485	SE	No	-
	BICKETA MTR ZION ASPRO-GR R2H L ZORRA Y BOIDE	4	1.274	PMS	Si	Z4
	ZION STRADA XLII Y TALLA 5 OMO NEGRO/GRIS	0	1	SE	No	-
	BICKETA MTR ZION OVANTA AZUL/NEG R2H 5 CROJ	0	1.515	SE	No	-
	BICKETA MTR ZION OVANTA GR R2H M GRIS Y NEGRO	2	1.136	PMS	Si	Z5
	ZION STRADA XLII Y TALLA S	0	0.927	PMP	No	-
	BICKETA MTR ZION ASPRO-GR R2H M OJALA Y BLANCO	0	0.727	PMP	No	-
	BICKETA MTR ZION OVANTA VERDE R2H L	0	1.301	SE	No	-
	BICKETA MTR ZION ASPRO-GR R2H L OJALA Y BLANCO	0	1.274	PMS	No	-
BICKETA MTR ZION OVANTA GR R2H L OJALA Y BLANCO	1	1.021	SE	Si	Z6	

Tabla 3. Modelos Zion con pronósticos. Fuente: Fabricación propia.

Tabla 4: Modelos Volta y sus pronósticos de venta

Marca	Modelos	Demanda Pronosticada	MAD	Método	¿Es una variable de decisión?	Nombre de variable
VOLTA	BE MTR RAZZ AJUMBRIO NEGRO/NEGRO/NEGRO ALTAZ 24V6L ZORR M	2	1.091	PMP	Si	V1
	BE MTR RAZZ AJUMBRIO NEGRO R2H/ROSA AZUL 24V6L ZORR M	2	1.278	PMS	Si	V2
	BE MTR RAZZ AJUMBRIO GRIS NEGRO/NEGRO ALTAZ 24V6L ZORR M	6	0.864	PMS	Si	V3
	BE MTR RAZZ AJUMBRIO GRIS NEGRO/NEGRO ALTAZ 24V6L ZORR S	4	0.636	PMP	Si	V4

Tabla 4. Modelos volta con pronósticos. Fuente: Fabricación propia.

Tabla 5: Modelos Scott y sus pronósticos de venta

Marca	Modelos	Demanda Pronosticada	MAD	Método	¿Es una variable de decisión?	Nombre de variable
SCOTT	SCOTT-ERECT MAG RED M 2023	1	2.069		Si	S1
	SCOTT SCALE ONE DARK GRAY M 2023	1	1.778		Si	S2

Tabla 5. Modelos Scott con pronósticos. Fuente: Fabricación propia.

Tabla 6: Modelos Benelli y sus pronósticos de venta

Marca	Modelos	Demanda Pronosticada	MAD	Método	¿Es una variable de decisión?	Nombre de variable
BENELLI	MOJ 1.6 ADV BL 1700 - DARK GREY BLACK	0	1.863	SE	No	-
	MOJ 1.6 ADV BL 1701 - DARK GREY BLACK	0	1.529	SE	No	-

Tabla 6. Modelos Benelli con pronósticos. Fuente: Fabricación propia.

Tabla 7: Modelos Top Mega y sus pronósticos de venta



Marca	Modelos	Demanda Pronosticada	MAD	Método	¿Es una variable de decisión?	Nombre de variable
TDP MEGA	SEC NINIO YFERRINANE PISA REDD	0	2.109	SE	No	-
	SEC ELECTRICA TOPMEGA URSANR NUBENFORD ZURF ERY AVEL NEGRO	0	1.19	SE	No	-

Tabla 7. Modelos Top Mega con pronóstico. Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Modelos de Teknial y sus pronósticos

Marca	Modelos	Demanda Pronosticada	MAD	Método	¿Es una variable de decisión?	Nombre de variable
TEKNIAL	TURBINA JAMES BI NEGRO VENT	0	1.109	FMP	No	-
	TURBINA JAMES I NEGRO NEGRO 21	0	1.466	SE	No	-

Tabla 8. Modelos Teknial con pronóstico. Fuente: Elaboración propia

Como resultado se puede observar que quedaron 12 modelos que serán tenidos en cuenta como variable de decisión debido a su demanda mayor a 0. Los detalles de cada pronóstico se encuentran en el anexo.

#### 4. Programación Lineal: Modelo y Restricciones

Una vez realizados todos los pronósticos, se utilizó la programación lineal para determinar la mezcla óptima de ventas bicicletas que maximizaría nuestra contribución marginal. La función objetivo (FO) se formuló de la siguiente manera:

$$FO = \sum_{i=1}^2 Cmg_i * S_i + \sum_{j=1}^4 Cmg_j * V_j + \sum_{k=1}^6 Cmg_k * Z_k$$

siendo S, V y Z modelos más vendidos de la marca Scott, Volta y Zion

$$FO = 29242.37 \times S_1 + 61638 \times S_2 + 18514.67 \times V_1 + 18514.67 \times V_2 + 18514.67 \times V_3 + 18514.67 \times V_4 + 13319.$$

$$21 \times Z_1 + 13319.21 \times Z_2 + 13319.21 \times Z_3 + 13319.21 \times Z_4 + 18785.11 \times Z_5 + 18785.11 \times Z_6$$

#### Restricciones:

Restricciones de presupuesto: La empresa destina mensualmente un 60% del presupuesto para la compra de las marcas incluidas en la programación lineal.



---

$$R1=42136 \times S1 + 103211.7 \times S2 + 29226.03 \times V1 + 29226.03 \times V2 + 29226.03 \times V3 + 29226.03 \times V4 + 29226.03 \times Z1 + 29226.03 \times Z2 + 29226.03 \times Z3 + 29226.03 \times Z4 + 29226.03 \times Z5 + 29226.03 \times Z6$$

$$R1 = \sum_{i=1}^n (cto. \text{unt}_i * S_i + cto \text{ unit}_j * V_j + cto \text{ unit}_k * Z_k)$$

Restricciones de demanda por marca: Estas restricciones aseguran que la demanda de bicicletas por marca no exceda la demanda pronosticada más un stock mínimo de 5 unidades por modelo para su futura aplicación en gestión de inventarios.

$$R2: S1 + S2 \leq 22 \quad (\text{Demanda de Scott})$$

$$R3: V1 + V2 + V3 + V4 \leq 43 \quad (\text{Demanda de Volta})$$

$$R4: Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6 \leq 52 \quad (\text{Demanda de Zion})$$

Restricciones de demanda por modelo: Estas restricciones aseguran que la demanda de cada modelo específico cumpla con las expectativas mínimas basadas en los pronósticos más un stock mínimo de 5 unidades por modelo

$$R5: S1 \geq 6$$

$$R6: S2 \geq 6$$

$$R7: V1 \geq 8$$

$$R8: V2 \geq 7$$

$$R9: V3 \geq 11$$

$$R10: V4 \geq 9$$

$$R11: Z1 \geq 8$$



$$R12: Z2 \geq 12$$

$$R13: Z3 \geq 10$$

$$R14: Z4 \geq 9$$

$$R15: Z5 \geq 7$$

$$R16: Z6 \geq 6$$

Restricciones de capacidad: Tras una exhaustiva observación física del lugar, se constató que la empresa puede gestionar hasta 1000 bicicletas de manera ordenada y eficiente. Actualmente, el stock es de 700 bicicletas. Las instalaciones incluyen un amplio depósito para bicicletas sin armar y un salón de ventas para modelos armados.

$$R17: S1+S2+V1+V2+V3+V4+Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6 \leq 300$$

### 5. Solución Óptima y Resultados

Una vez planteado el modelo, se utilizó el solver para encontrar la solución óptima de acuerdo a las condiciones mencionadas. El Solver entregó una solución única con una contribución marginal de \$2.015.436,03. Los resultados detallados se resumen a continuación:

Tabla 9: Solución de mezcla óptima entregada por Solver

	S1	S2	V1	V2	V3	V4	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
VD	3	6	8	7	11	9	8	12	10	9	7	6

Fuente: Elaboración propia



---

## **Análisis de Sensibilidad**

### 1. Restricciones No Vinculantes:

Las restricciones no vinculantes son aquellas que si se modifican, el beneficio no se vería afectado, siempre y cuando el cambio permanezca dentro de los límites de incremento y disminución permisibles indicados en el reporte de sensibilidad.

Podemos considerar que la Restricción de Capacidad (R17) no es un factor limitante en la solución óptima actual, lo que significa que no restringe la solución optimizada. La empresa posee suficiente capacidad para manejar su inventario actual y potencialmente expandirlo sin comprometer la eficiencia operativa

Otras restricciones no vinculantes son Dem Scott(R2) y Dem Volta( R3) y Dem Zion (R4), ya que tampoco están restringiendo activamente la región factible del modelo, las ventas de estas marcas de bicicletas no están limitadas por la demanda actual. La empresa debe enfocarse en estrategias de marketing y ventas para aumentar la demanda de esas marcas.

Es recomendable revisar periódicamente estas restricciones para evaluar oportunidades de expansión o ajuste.

### 2. Restricciones Vinculantes:

Las restricciones vinculantes son aquellas que limitan directamente la solución óptima del modelo. Modificar estas restricciones afectará directamente el resultado de la función objetivo. El efecto de estas modificaciones se refleja a través de los valores de precio sombra, tal como se muestra en el reporte de sensibilidad.



- Precio Sombra: El precio sombra indica el aumento o disminución en el resultado final de la Función Objetivo por unidad de cambio en la restricción, siempre y cuando el cambio se mantenga dentro de los límites permisibles donde se puede asumir una relación lineal. Por ejemplo:
- Si la demanda de S2 (R6) aumenta en una unidad, la contribución marginal disminuirá en \$9990.88
- Si la demanda de V4 (R10) aumenta en una unidad, la contribución marginal disminuirá en \$1768.18
- Presupuesto: por \$1 que aumente el presupuesto, la Cmg total aumentará \$0.693

Es importante señalar que el precio sombra analiza el impacto de cambios en una variable a la vez sobre el Valor final de la Función Objetivo.

Se adjunto imagen del análisis de sensibilidad entregado por el programa Solver para poder así observar lo antes mencionado

Tabla 11: Análisis de sensibilidad

Microsoft Excel 16.0 Informe de sensibilidad  
 Hoja de cálculo: [nueva base (trabajo) (1).xlsx]PL + 5 MIN de 5 unidades  
 Informe creado: 17/6/2024 17:58:16

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible	Limite	Limite
						Reducir	Inferior	Superior
\$B\$2	VD S1	8	0	29242,37	1E+30	2159,34179	27083,0282	1E+30
\$C\$2	VD S2	6	0	61638	9990,885507	1E+30	-1E+30	71628,8855
\$D\$2	VD V1	8	0	18514,67	1768,185109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$E\$2	VD V2	7	0	18514,67	1768,185109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$F\$2	VD V3	11	0	18514,67	1768,185109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$G\$2	VD V4	9	0	18514,67	1768,185109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$H\$2	VD Z1	8	0	13319,21	6963,645109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$I\$2	VD Z2	12	0	13319,21	6963,645109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$J\$2	VD Z3	10	0	13319,21	6963,645109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$K\$2	VD Z4	9	0	13319,21	6963,645109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$L\$2	VD Z5	7	0	18785,11	1497,745109	1E+30	-1E+30	20282,8551
\$M\$2	VD Z6	6	0	18785,11	1497,745109	1E+30	-1E+30	20282,8551





Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible	Limite	Limite
						Reducir	Inferior	Superior
SN\$20	R17 Capac	101,0231913	0	300	1E+30	198,9768087	101,023191	1E+30
SN\$4	R1 PRESUP	3500000	0,693999668	3500000	336110,81	85249,19	3414750,81	3836110,81
SN\$5	R2 Dem Scott	14,02319133	0	22	1E+30	7,976808667	14,0231913	1E+30
SN\$6	R3 Dem Volta	35	0	43	1E+30	8	35	1E+30
SN\$7	R4 Dem Zion	52	0	52	1E+30	0	52	1E+30
SN\$8	R5 dem S1	8,023191333	0	6	2,023191333	1E+30	-1E+30	8,02319133
SN\$9	R6 Dem S2	6	-9990,885507	6	0,825964401	5,503183918	0,49681608	6,8259644
SN\$10	R7 Dem V1	8	-1768,185109	8	2,916892578	8	0	10,9168926
SN\$11	R8 Dem V2	7	-1768,185109	7	2,916892578	7	0	9,91689258
SN\$12	R9 Dem V3	11	-1768,185109	11	2,916892578	11	0	13,9168926
SN\$13	R10 Dem V4	9	-1768,185109	9	2,916892578	9	0	11,9168926
SN\$14	R11 Dem Z1	8	-6963,645109	8	0	8	0	8
SN\$15	R12 Dem Z2	12	-6963,645109	12	0	11,50039229	0,49960771	12
SN\$16	R13 Dem Z3	10	-6963,645109	10	0	10	0	10
SN\$17	R14 Dem Z4	9	-6963,645109	9	0	9	0	9
SN\$18	R15 Dem Z5	7	-1497,745109	7	0	7	0	7
SN\$19	R16 Dem Z6	6	-1497,745109	6	0	6	0	6

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
SN\$20	R17 Capac	101,0231913	SN\$20<= \$P\$20	No vinculante	198,9768087
SN\$4	R1 PRESUP	3500000	SN\$4<= \$P\$4	Vinculante	0
SN\$5	R2 Dem Scott	14,02319133	SN\$5<= \$P\$5	No vinculante	7,976808667
SN\$6	R3 Dem Volta	35	SN\$6<= \$P\$6	No vinculante	8
SN\$7	R4 Dem Zion	52	SN\$7<= \$P\$7	Vinculante	0
SN\$8	R5 dem S1	8,023191333	SN\$8>= \$P\$8	No vinculante	2,023191333
SN\$9	R6 Dem S2	6	SN\$9>= \$P\$9	Vinculante	0
SN\$10	R7 Dem V1	8	SN\$10>= \$P\$10	Vinculante	0
SN\$11	R8 Dem V2	7	SN\$11>= \$P\$11	Vinculante	0
SN\$12	R9 Dem V3	11	SN\$12>= \$P\$12	Vinculante	0
SN\$13	R10 Dem V4	9	SN\$13>= \$P\$13	Vinculante	0
SN\$14	R11 Dem Z1	8	SN\$14>= \$P\$14	Vinculante	0
SN\$15	R12 Dem Z2	12	SN\$15>= \$P\$15	Vinculante	0
SN\$16	R13 Dem Z3	10	SN\$16>= \$P\$16	Vinculante	0
SN\$17	R14 Dem Z4	9	SN\$17>= \$P\$17	Vinculante	0
SN\$18	R15 Dem Z5	7	SN\$18>= \$P\$18	Vinculante	0
SN\$19	R16 Dem Z6	6	SN\$19>= \$P\$19	Vinculante	0

### Modelo de gestión de inventario y política de compra

De acuerdo a la mezcla óptima y las correspondientes cantidades que entregó el modelo de

Programación Lineal se procedió a hacer una comparación con el stock actual para analizar:



las cantidades a comprar por modelo para responder ante un eventual incremento de la demanda o estar preparados para cualquier problema de entrega que pudiera surgir de parte del proveedor y por otro lado se ofrece la cotización de esta orden de compra

Tabla 10: Modelo de gestión de inventarios y políticas de compra.

VD	DESCRIPCION	STOCK	MEZCLA ÓPTIMA	AVISO DE COMPRA	CANT. A COMPRAR	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
21	BICICLETA MTB ZION ASPRO GR R29 S (GRIS Y ROJO)	21	8	no compra	0	\$21,024.79	\$0.00
22	BICICLETA MTB ZION ASPRO GR R29 M (GRIS Y ROJO)	41	12	no compra	0	\$21,024.79	\$0.00
23	BICICLETA MTB ZION ASPRO AB R29 L (AZUL Y BLANCO)	4	18	no compra	0	\$21,024.79	\$128,148.74
24	BICICLETA MTB ZION ASPRO GR R29 L (GRIS Y ROJO)	0	9	no compra	0	\$21,024.79	\$189,223.91
25	BICICLETA MTB ZION OVANTA GN R29 M (GRIS Y NEGRO)	2	7	no compra	0	\$29,652.89	\$148,264.85
26	BICICLETA MTB ZION OVANTA AB R29 S (AZUL Y BLANCO)	22	6	no compra	0	\$29,652.89	\$0.00
y1	BIC MTB RAZZ ALUMINIO NEGRO/ROJO/MAR ALTUS 24VEL 29ER M	9	8	no compra	0	\$29,226.93	\$233,888.24
y2	BIC MTB RAZZ ALUMINIO NEGRO AZUL/ROSA ALTUS 24VEL 29ER M	9	7	no compra	0	\$29,226.93	\$264,582.21
y3	BIC MTB RAZZ ALUMINIO GRIS ROJO/NEGRO ALTUS 24VEL 29ER M	6	11	no compra	0	\$29,226.93	\$148,138.16
y4	BIC MTB RAZZ ALUMINIO GRIS ROJO/NEGRO ALTUS 24VEL 29ER S	4	9	no compra	0	\$29,226.93	\$148,138.16
81	SCOTT ASPECT 880 RED M 2022	7	8	no compra	0	\$42,136.90	\$42,138.00
82	SCOTT SCALE 870 DARK GREY M 2022	9	8	no compra	0	\$193,211.70	\$819,278.26
<b>COTIZACIÓN PLAN DE COMPRA</b>							<b>\$1,855,662.26</b>

Se ofrece este modelo donde se puede registrar el stock y la venta óptima por modelo de bicicleta que resulte de la Programación Lineal como variables de entrada e inmediatamente el programa realizará una comparación en simultáneo entre la demanda , las cantidades en stock y la política de stock mínimo, así se obtendrá las variables de salida buscada que serán las cantidades a comprar por modelo y el importe total a pagar por modelo y por la orden de compra.



---

Para la semaforización que se utilizó para indicar la necesidad de comprar se aplicó la función:

=SI(C4>D4,"no compra","si compra") donde C4 es el stock actual; D4 es la cantidad de venta óptima por modelo.

Para que el modelo devuelva las cantidades a comprar se utilizó la función: =SI(C2-D2>0,0,D2-C2).

Para el importe a pagar por modelo se multiplicó la cantidad a pedir por el costo unitario

=G2\*F2

donde G es el costo unitario y F la cantidad a comprar.

Este modelo de gestión de inventario y política de compras se ofrece a la empresa para de esta manera cumplir con el objetivo general de este trabajo de investigación.

### **Recomendaciones**

Es esencial seguir utilizando métodos cuantitativos, como los pronósticos de demanda y la programación lineal, para la toma de decisiones en la gestión de inventarios y políticas de compras.

Estos métodos han demostrado ser altamente efectivos para prever la demanda futura y optimizar la mezcla de productos a vender, lo que resultará como guía para una gestión más eficiente y rentable del inventario y de las compras.

Se propone para implementar una política de inventarios, utilizar el modelo anteriormente propuesto, fijando un stock mínimo de 5 unidades de cada modelo de bicicletas y establecer una alarma en el sistema cuando se llegue a este límite para que se active un aviso de compra e inmediatamente el modelo calculará la cantidad a comprar y el importe de compra.



---

La aplicación continua de estos métodos permite a la empresa anticipar las necesidades del mercado y planificar adecuadamente sus recursos.

Además, es crucial que los modelos de pronóstico y programación lineal sean revisados y ajustados regularmente. Este proceso de revisión y ajuste permite que la empresa se adapte de manera ágil a los cambios en el mercado y en la demanda de los clientes, asegurando que las decisiones de inventario se basen siempre en datos actualizados y precisos. De este modo, se minimizan los riesgos de sobrestock o desabastecimiento, y se maximiza la eficiencia operativa.

Es especialmente recomendable enfocar los esfuerzos en políticas de gestión de inventarios en las principales marcas que representan una mayor proporción de las ventas. Esto incluye ajustar las compras de manera estratégica y mantener un nivel adecuado de stock para prevenir desabastecimientos y garantizar que los productos más demandados estén siempre disponibles para los clientes. Esta estrategia no solo ayuda a maximizar las ventas, sino que también mejora la satisfacción del cliente y fortalece la lealtad hacia la empresa.

Al entender mejor los comportamientos del mercado la empresa puede tomar decisiones más informadas y estratégicas, asegurando un crecimiento sostenible y una mejor respuesta a las necesidades del mercado.

## **Conclusiones**

La combinación de métodos cuantitativos, revisión continua de modelos y un enfoque estratégico en las marcas principales, junto con el análisis detallado de datos históricos, constituye una estrategia integral y efectiva para la gestión de inventarios y políticas de compra. Esta estrategia no solo mejora la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa,



sino que también contribuye a una mejor satisfacción del cliente y a una mayor competitividad en el mercado.

Con el uso del modelo para gestión de inventario y políticas de compra, la empresa podrá adoptar un enfoque proactivo y basado en datos, y con esto anticipar y responder a las necesidades del mercado de manera más efectiva, minimizando los costos a través de la gestión de inventarios, asegurando su éxito a largo plazo.

### Bibliografía

- Eppen, G. D., Gould, F. J., Schmidt, C. P., Moore, J. H., & Weatherford, L. R. (2016). Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. Pearson.
- Render, B., Stair, R. M. Jr., Hanna, J. E., & Hale, T. S. (2016). Métodos Cuantitativos para los Negocios. Pearson.
- Sampieri, R. H. (2014). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill.

### Apéndice

Mes/año	2019										Total 2019	Total 2018	Variación	Ponderación	Índice		
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre						noviembre	diciembre
DIC/18	31	30	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	328	328	0.000	100.00%	A
ENE/19	31	30	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	328	328	0.000	100.00%	A
FEB/19	28	28	29	28	29	28	29	28	29	28	29	28	288	288	0.000	100.00%	A
MAR/19	31	30	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	328	328	0.000	100.00%	A
ABR/19	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	288	288	0.000	100.00%	A
MAY/19	31	30	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	328	328	0.000	100.00%	A
JUN/19	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	288	288	0.000	100.00%	A
JUL/19	31	30	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	328	328	0.000	100.00%	A
AUG/19	31	30	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	328	328	0.000	100.00%	A
SEP/19	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	288	288	0.000	100.00%	A
OCT/19	31	30	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	328	328	0.000	100.00%	A
NOV/19	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	288	288	0.000	100.00%	A
DIC/19	31	30	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	328	328	0.000	100.00%	A
Total	328	328	328	328	328	328	328	328	328	328	328	328	328	328	0.000	100.00%	A

Tabela 1. Análisis de la variación de los datos de la muestra.

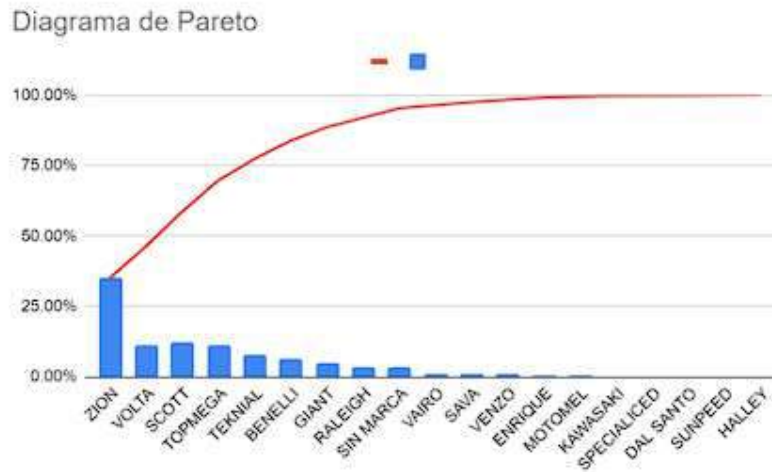


Figura 1. Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia

Año	ZION	Ventas en unidades
2023	Abril	32
	Mayo	40
	Junio	20
	Julio	58
	Agosto	79
	Septiembre	33
	Octubre	54
	Noviembre	45
	Diciembre	22
	2024	Enero
Febrero		15
Marzo		20
Abril		24

Tabla 2. Ventas Zion. Fuente: Elaboración propia

Año	VOLTA	Ventas en unidades
2023	Abril	41
	Mayo	4
	Junio	3
	Julio	2
	Agosto	11
	Septiembre	24
	Octubre	13
	Noviembre	1
	Diciembre	0
	2024	Enero
Febrero		13
Marzo		25
Abril		23

Tabla 3. Ventas Volta. Fuente: Elaboración propia



Año	SCOTT	Ventas en unidades
2023	Abril	10
	Mayo	6
	Junio	21
	Julio	49
	Agosto	17
	Septiembre	8
	Octubre	9
	Noviembre	11
	Diciembre	2
	2024	Enero
Febrero		9
Marzo		15
Abril		11

Tabla 4. Ventas Scott. Fuente: Elaboración propia

Año	BENELLI	Ventas en unidades
2023	Abril	0
	Mayo	0
	Junio	0
	Julio	5
	Agosto	19
	Septiembre	9
	Octubre	12
	Noviembre	15
	Diciembre	5
	2024	Enero
Febrero		4
Marzo		6
Abril		2

Tabla 5. Ventas Benelli. Fuente: Elaboración propia

Año	TOPMEGA	Ventas en unidades
2023	Abril	21
	Mayo	7
	Junio	5
	Julio	5
	Agosto	31
	Setiembre	8
	Octubre	22
	Noviembre	22
	Diciembre	6
	2024	Enero
Febrero		5
Marzo		6
Abril		14

Tabla 6. Ventas Top Mega. Fuente: Elaboración propia

Año	TEKNIAL	Ventas en unidades
2023	Abril	12
	Mayo	26
	Junio	2
	Julio	0
	Agosto	1
	Septiembre	19
	Octubre	22
	Noviembre	25
	Diciembre	1
	2024	Enero
Febrero		0
Marzo		1
Abril		1

Tabla 7. Ventas Teknial. Fuente: Elaboración propia



PMS (n=2)		PMP (8,2)		SE (α=0.8)	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures					
Bias (Mean Error)	-2	Bias (Mean Error)	-1,678	Bias (Mean Error)	-902
MAD (Mean Absolute Deviation)	21,727	MAD (Mean Absolute Deviation)	28,278	MAD (Mean Absolute Deviation)	21,821
MSE (Mean Squared Error)	688,409	MSE (Mean Squared Error)	747,484	MSE (Mean Squared Error)	684,06
Standard Error (denom=n-2=9)	27,988	Standard Error (denom=n-2=9)	30,226	Standard Error (denom=n-2=10)	28,651
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	71,88%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	76,96%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	71,37%
Forecast					
next period	22	next period	23,2	next period	23,545

Tabla 2.1. Pronóstico Zion. Fuente: Elaboración Propia

PMS (n=2)		PMP (8,2)		SE (α=0.8)	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures					
Bias (Mean Error)	1	Bias (Mean Error)	1,436	Bias (Mean Error)	-1,891
MAD (Mean Absolute Deviation)	10,091	MAD (Mean Absolute Deviation)	7,909	MAD (Mean Absolute Deviation)	10,355
MSE (Mean Squared Error)	141,636	MSE (Mean Squared Error)	86,665	MSE (Mean Squared Error)	191,401
Standard Error (denom=n-2=9)	13,337	Standard Error (denom=n-2=9)	10,292	Standard Error (denom=n-2=10)	15,159
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	265,03%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	199,42%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	259,60%
Forecast					
next period	24	next period	23,4	next period	22,843

Tabla 3.1. Pronóstico Volta. Fuente: Elaboración Propia

PMS (n=2)		PMP (8,2)		SE (α=0.8)	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures					
Bias (Mean Error)	682	Bias (Mean Error)	545	Bias (Mean Error)	162
MAD (Mean Absolute Deviation)	10,773	MAD (Mean Absolute Deviation)	10,364	MAD (Mean Absolute Deviation)	9,711
MSE (Mean Squared Error)	228,477	MSE (Mean Squared Error)	205,135	MSE (Mean Squared Error)	193,474
Standard Error (denom=n-2=9)	16,711	Standard Error (denom=n-2=9)	15,834	Standard Error (denom=n-2=10)	14,838
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	102,59%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	97,31%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	93,86%
Forecast					
next period	13	next period	11,8	next period	11,558

Tabla 4.1. Pronóstico Scott. Fuente: Elaboración Propia





PMS (n=2)		PMP (8,2)		SE (α=0.8)	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures					
Bias (Mean Error)	455	Bias (Mean Error)	291	Bias (Mean Error)	292
MAD (Mean Absolute Deviation)	5,545	MAD (Mean Absolute Deviation)	6	MAD (Mean Absolute Deviation)	5,55
MSE (Mean Squared Error)	48,182	MSE (Mean Squared Error)	57,258	MSE (Mean Squared Error)	53,265
Standard Error (denom=n-2=9)	7,674	Standard Error (denom=n-2=9)	8,366	Standard Error (denom=n-2=10)	7,995
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	79,82%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	90,28%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	84,84%
Forecast					
next period	4	next period	2,8	next period	2,808

Tabla 5.1. Pronóstico Benelli. Fuente: Elaboración Propia

PMS (n=2)		PMP (8,2)		SE (α=0.8)	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures					
Bias (Mean Error)	-0,045	Bias (Mean Error)	0,364	Bias (Mean Error)	-0,897
MAD (Mean Absolute Deviation)	8,045	MAD (Mean Absolute Deviation)	8,109	MAD (Mean Absolute Deviation)	8,657
MSE (Mean Squared Error)	115,796	MSE (Mean Squared Error)	131,556	MSE (Mean Squared Error)	136,758
Standard Error (denom=n-2=9)	11,897	Standard Error (denom=n-2=9)	12,68	Standard Error (denom=n-2=10)	12,811
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	81,37%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	78,60%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	90,04%
Forecast					
next period	10	next period	12,4	next period	12,392

Tabla 6.1. Pronóstico Top Mega. Fuente: Elaboración Propia

PMS (n=2)		PMP (8,2)		SE (α=0.8)	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures					
Bias (Mean Error)	-2,773	Bias (Mean Error)	-2,473	Bias (Mean Error)	-1,148
MAD (Mean Absolute Deviation)	9,318	MAD (Mean Absolute Deviation)	7,927	MAD (Mean Absolute Deviation)	8,414
MSE (Mean Squared Error)	149,386	MSE (Mean Squared Error)	132,371	MSE (Mean Squared Error)	135,795
Standard Error (denom=n-2=9)	13,512	Standard Error (denom=n-2=9)	12,72	Standard Error (denom=n-2=10)	12,765
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	415,45%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	380,02%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	344,21%
Forecast					
next period	1	next period	1	next period	975

Tabla 7.1. Pronóstico Teknial. Fuente: Elaboración Propia

Tabla: Programación Lineal Continua



	S1	S2	V1	V2	V3	V4	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6		
VD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CD	29142,37	01638	18514,67	18514,67	18514,67	18514,67	13319,21	13319,21	13319,21	13319,21	18785,11	18785,11	2031496,03	
R1 PRESUP	42136	101211,7	29226,03	29226,03	29226,03	29226,03	29226,03	29226,03	29226,03	29226,03	29226,03	29226,03	3499922,81	1600000
R2 Dem Scott	1	1											10	22
R3 Dem Wolfe			1	1	1	1							35	48
R4 Dem Zion							1	1	1	1	1	1	52	92
R5 Dem YI	1												8	6
R6 Dem Y2		1											6	6
R7 Dem V1			1										8	8
R8 Dem V2				1									7	7
R9 Dem V3					1								11	11
R10 Dem V6						1							9	9
R11 Dem Z1							1						8	8
R12 Dem Z2								1					13	13
R13 Dem Z3									1				10	10
R14 Dem Z4										1			9	9
R15 Dem Z5											1		7	7
R16 Dem Z6												1	6	6
R17 Capac	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	331	300