

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas

Mejoras en el manejo de inventario mediante un modelo de gestión por
categoría: Caso Xiaomi Stores Ecuador

ADMI-1237

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Licenciatura en Administración de Empresas

Presentado por:

José Luis Aguirre Tejada

Julián Alonso Saraguay Contreras

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

El presente proyecto se lo dedico a Noemí Tejada, mi mamá biológica, a mi pareja Tatiana Hermida y a Ana Jacinta Aguirre mi difunta madre de crianza que siempre apostó por mí y que desde el cielo sigue haciéndolo por mí.

- Jose Luis Aguirre Tejada

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor incondicional; a mi familia, por su apoyo constante; y a mi pareja, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Gracias por ser mi fuerza y mi inspiración.

- Julian Alonso Saraguay Contreras

Agradecimientos

Mi reconocimiento a Thomas L. Saaty por el
Proceso Analítico Jerárquico (AHP), base
metodológica de esta investigación.

Declaración Expresa

Nosotros José Luis Aguirre Tejada y Julián Alonso Saraguay Contreras acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, Septiembre del 2025.



Autor 2

José Luis Aguirre T.



Julián Saraguay C.

Evaluadores

Ronald Campoverde Aguirre, PhD.

Profesor de Materia



Ronald Enrique Campoverde Aguirre, PhD.

Tutor

Resumen

Se diagnostica la gestión de inventarios en un retail tecnológico con altos tiempos de importación, estableciéndose como objetivo proponer un modelo de priorización por categorías que optimice la reposición y reduzca ventas perdidas; se plantea la hipótesis de que un esquema KPI-AHP-ABC eleva el nivel de servicio y recupera ingresos sin aumentar significativamente el capital de trabajo, y se justifica por el peso de los quiebres de stock en la satisfacción del cliente y la rentabilidad. Se aplicó un estudio de caso mixto en SmartStores S.A., sobre 760 SKU: se limpiaron y segmentaron datos de ventas e inventario (ene-2023–jun-2025), se definieron KPI, se obtuvieron juicios AHP con consistencia aceptable, se calculó un puntaje compuesto y la clasificación ABC; se validó la política mediante simulación Monte Carlo con demanda de Q4-2024; se usaron Python y Excel, y se levantaron entrevistas breves a clientes y asesores. El 19 % de los SKU concentró el 71 % del valor ponderado; la política propuesta elevó el fill-rate del 91 % al 97 % manteniendo el capital de trabajo $\sim +0,8$ % y estimó ventas recuperadas por $\sim$ USD 158 000 trimestre, reduciendo quiebres en 27 SKU clase A. Se concluye que el modelo alinea la reposición con prioridades estratégicas, mejora disponibilidad y rentabilidad y resulta replicable como base de gestión por categorías.

Palabras Clave: gestión de inventarios, AHP, ABC multicriterio, KPI, retail tecnológico.

Abstract

The inventory management of a technology retailer with long import lead times is diagnosed, the objective is to propose a category-based prioritization model that optimizes replenishment and reduces lost sales, the hypothesis states that a KPI–AHP–ABC scheme raises service level and recovers revenue without materially increasing working capital, and the project is justified by the impact of stockouts on customer satisfaction and profitability. A mixed case study was conducted at SmartStores S.A. over 760 SKUs: sales and inventory data (Jan-2023 to Jun-2025) were cleaned and segmented, KPIs were defined, AHP judgments with acceptable consistency were elicited, a composite score was computed, and an ABC classification was derived; the policy was validated via Monte Carlo using Q4-2024 demand; Python and Excel were used, and brief interviews with customers and advisors were collected. Results showed that 19% of SKUs concentrated 71% of the weighted value, the proposed policy increased fill rate from 91% to 97% while keeping working capital roughly unchanged (+0.8%), it estimated ~USD 158,000 in quarterly recovered sales, and it reduced stockouts in 27 class-A SKUs. It is concluded that the model aligns replenishment with strategic priorities, improves availability and profitability, and is replicable as a baseline for category management.

Keywords: Inventory management, AHP, multicriteria ABC, KPI, technology retail, category management.

ÍNDICE GENERAL

Índice general	VIII
Abreviaturas	XI
Índice de ilustraciones.....	XII
Índice de tablas.....	XIII
Capítulo 1	1
1.1 Introducción.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	3
1.3 Justificación del Problema	4
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Justificación	4
1.6 Alcances y limitaciones	5
1.7 Marco teórico.....	6
1.7.1 La Gestión de Inventarios como Ventaja Competitiva en el Retail Tecnológico ..	6
1.7.2 El Modelo de Clasificación de Inventarios ABC: De la Perspectiva Unicriterio a la Multicriterio.....	7
1.7.3 Metodología de Ponderación Estratégica: El Proceso Analítico Jerárquico (AHP)	9
1.7.4 Criterios Clave de Desempeño (KPI) para la Clasificación de Inventarios en el Sector Retail	11

1.7.5 El Modelo Integrado KPI-AHP-ABC Multicriterio: Una Arquitectura para la Toma de Decisiones.....	14
1.7.6 Políticas de Gestión Diferenciadas por Clasificación ABC	16
Capítulo 2.....	20
2. Metodología.	21
2.1 Diseño de la Investigación.....	21
2.2 Fuente de datos y recolección.....	21
2.2.1 Entrevistas semiestructuradas (clientes y asesores)	22
2.3 Descripción Detallada de la Metodología de Diseño	23
2.3.1 Fase 1: Recopilación, Limpieza y Segmentación de Datos	23
2.3.2 Fase 2: Cálculo de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs)	24
2.3.3. Fase 3: Ponderación Estratégica de Criterios (AHP)	25
2.3.4 Fase 4: Cálculo del Puntaje de Prioridad y Clasificación Final (ABC)	26
2.4 Recursos y Herramientas Para Utilizar.....	26
2.5 Consideraciones éticas y legales.....	27
Capítulo 3.....	29
3. Resultados y análisis	30
3.1 Visión general.....	30
3.2 Pesos finales de los criterios	30
3.3 Clasificación ABC Multicriterio.....	30
3.3.1 Puntaje compuesto.....	30
3.3.2 Pesos globales y clasificación por subcategoría.....	32

3.4 Validación de la política de inventario	33
3.5 Análisis de costos	37
3.5.1 Supuestos y parámetros del análisis	37
3.5.2 Resultados del escenario base vs. propuesto	39
3.5.3 Descomposición del impacto económico (Waterfall)	40
3.5.4 Sensibilidades (margen bruto y tasa de costo de mantener).....	40
3.5.5 Cierre del análisis de costos	41
3.6 Resultados cualitativos de entrevistas	42
3.6.1 Ritmo de reconsulta de aproximadamente tres semanas	42
3.6.2 Foco de demanda en ecosystem y en modelos específicos	43
3.6.3 Sustitución inducida frente a “modelo en mente”	43
Capítulo 4.....	44
4. Conclusiones y recomendaciones	45
4.1 Conclusiones generales.....	45
4.1.1 Conclusiones basada en los objetivos	46
4.1.2 Recomendaciones.....	46
Bibliografía	48
Apéndice a.....	50
Apéndice b	54

ABREVIATURAS

AHP	Analytic Hierarchy Process (Proceso Analítico Jerárquico)
ABC	Clasificación ABC de inventarios
CBV	Costo de Bienes Vendidos
CI	Índice de Consistencia
CR	Razón de Consistencia
CRSP	Razón de Consistencia del bloque “Smartphones & Pads”
ERP	Enterprise Resource Planning (Planificación de Recursos Empresariales)
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
KPI	Key Performance Indicator (Indicadores Clave de Desempeño)
LOPD	Ley Orgánica de Protección de Datos Personales
MCIC	Clasificación de Inventarios Multicriterio
MOQ	Minimum Order Quantity (Cantidad mínima de pedido)
PV	Precio de Venta
ROA	Return on Assets (Rendimiento sobre activos)
SKU	Stock Keeping Unit (Unidad de mantenimiento de stock)
SRM	Supplier Relationship Management (Gestión de Relaciones con Proveedores)
USD	United States Dollar (Dólar estadounidense)

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Histograma del Fill-Rate Q4-2024.....	33
Ilustración 2 Función de distribución acumulada del Fill-Rate Q4-2024.....	34
Ilustración 3 Histograma de ventas perdidas (USD) Q4-2024.....	35
Ilustración 4 Waterfall del impacto económico de la política de inventario.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de clasificación multicriterio.....	12
Tabla 2 Matriz de políticas de gestión	19
Tabla 3 Fuentes de datos y recolección.....	22
Tabla 4 Ponderación estratégica de criterios AHP	25
Tabla 5 Matriz de jerarquía de criterios y sus pesos	30
Tabla 6 Puntajes compuestos y ponderados.....	31
Tabla 7 Pesos globales por sub-categoría	32
Tabla 8 Sensibilidad del impacto neto anual.....	41
Tabla 9 Guía de entrevista a asesores comerciales	50
Tabla 10 Guía de entrevista a asesores comerciales	54

Capítulo 1

1.1 Introducción

La gestión Eficiente de inventarios representa 1 de los mayores retos para las empresas del sector tecnológico especialmente aquellas que operan bajo modelos de distribución exclusiva o con altos niveles de dependencia de proveedores internacionales. A nivel global y regional muchas empresas de retail tecnológico enfrentan problemáticas relacionadas con la falta de disponibilidad de productos, tiempos prolongados de reposición exceso de stock no rotativo o ineficiencias en la toma de decisiones sobre abastecimiento.

En Ecuador la situación no es diferente empresas del sector comercial tecnológico suelen tener procesos logísticos largos debido a importaciones y deben adaptarse constantemente a cambios en la demanda ciclos de productos y estrategias de sus casas matrices en este contexto se encuentra SmartStores S.A. distribuidor autorizado exclusivo de Xiaomi en el país, el cual no solo comercializa productos de alta rotación sino que también participa en la introducción y promoción de nuevas categorías dentro de la estrategia global de Xiaomi.

A medida que ha incrementado su portafolio de productos, la empresa enfrenta mayores desafíos en su gestión de inventarios. Esto ha generado una problemática evidente que se traduce en pérdidas de ventas, desabastecimiento frecuente y falta de mecanismos internos para anticiparse a la demanda real del mercado.

La falta de disponibilidad de productos es una de las principales causas de pérdida de ventas en el retail tecnológico (Chopra & Meindl, 2025). En SmartStores S.A. se identificó que entre enero y junio de 2025 se registraron en promedio 3 486 consultas mensuales sin cierre de venta por ruptura de stock; esto equivale al 67 % de las oportunidades totales atendidas en el período.

La frecuencia de actualización del inventario es otro inconveniente, tomando en consideración que el sistema se actualiza cada 96 horas, aún así los pedidos de reposición a la casa matriz solo se consolidan cada 90 días haciendo que el desfase promedio de 86 días entre la detección de la demanda y la llegada del producto.

Lanzamiento de nuevos modelos: Xiaomi introduce nuevos SKUs al portafolio global cada 45 días (Xiaomi Global, 2024). SmartStores, no obstante, incorpora las novedades con un retardo medio de 12 semanas por dependencia logística. Lead time de importación: la ventana puertaapuerta desde Shenzhen hasta la bodega de Guayaquil es de 92 días. Estos lapsos prolongados provocan que el 20 % de las referencias de alta rotación ('A', clasificación ABC preliminar) se encuentren fuera de stock al menos una vez por mes, afectando directamente los ingresos y la experiencia de cliente (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)

1.2 Descripción del Problema

Se estima que 6 a 7 de cada 10 clientes interesados no concretan la compra por ausencia del producto solicitado (bitácoras de venta, Q1 2025). Con un ticket promedio de USD 72, las pérdidas potenciales ascienden a USD 45 000 mensuales, equivalentes al 22 % de la facturación neta proyectada para la tienda Los Ceibos de SmartStores S.A., distribuidor oficial de Xiaomi en Ecuador.

El proceso actual carece de un modelo formal de clasificación y priorización de inventario; las órdenes se elaboran de forma empírica, sin integrar variables como rotación, margen o criticidad, lo que imposibilita anticipar la demanda y mitigar el desabastecimiento (Heizer, Render, & Munson, 2023). La situación se agrava por el tiempo de importación de aproximadamente tres meses desde la casa matriz en China, lo cual restringe la flexibilidad en la reposición.

A pesar de contar con información registrada por los asesores de ventas sobre los productos más consultados y no disponibles, esta no ha sido sistematizada ni utilizada estratégicamente. En consecuencia, se requiere diagnosticar esta situación y proponer un modelo de gestión por categoría que optimice la reposición, reduzca pérdidas por quiebres de stock y se alinee a las exigencias actuales del mercado de retail tecnológico en Ecuador.

1.3 Justificación del Problema

¿Cómo mejorar la gestión de inventario en SmartStores S.A. mediante un modelo de categorización de productos que permita reducir la pérdida de ventas causada por el desabastecimiento?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer un modelo de mejora para la gestión de inventario por categoría de productos que permita optimizar la toma de decisiones sobre el abastecimiento en SmartStores S.A.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar una revisión de literatura sobre los modelos utilizados en la evaluación y mejora de la gestión de inventarios en el sector tecnológico.
2. Evaluar la situación actual de la gestión de inventario en SmartStores S.A. a través de la aplicación de un modelo pertinente.
3. Diseñar una propuesta de mejora basada en la categorización de productos para optimizar el proceso de reposición y reducir las pérdidas de venta.

1.5 Justificación

La problemática de desabastecimiento y pérdida de ventas derivada de una gestión ineficiente de inventarios no es exclusiva de SmartStores S.A., sino que es común en muchas empresas del sector tecnológico que dependen de procesos de importación prolongados y de decisiones centralizadas. En este contexto, contar con modelos de categorización que permitan anticipar la demanda y priorizar productos críticos se vuelve una estrategia necesaria para el correcto desarrollo y desenvolvimiento de la gestión de inventarios, Este proyecto, abordado desde una perspectiva de consultoría, se fundamenta en datos reales

recogidos en tienda y pretende generar un aporte práctico a la gestión operativa de SmartStores S.A. Además, su aplicabilidad podría extenderse a otras empresas con estructuras similares.

La dependencia de un lead time externo de aproximadamente 3 meses exige un enfoque que priorice los ítems de mayor contribución al margen. Entre enero y junio 2025 se dejaron de facturar USD 270 000 por faltantes, equivalentes al 1.4 ROA porcentual de la empresa, mientras los costos de mantener exceso de inventario se estimaron en USD 18 000 (Finanzas internas, 2025). El proyecto se justifica por su capacidad de recuperar hasta el 60 % de esas ventas perdidas, impactando la rentabilidad y la satisfacción del cliente. Según Kotler y Keller (2019), una mejora de 5 % en disponibilidad puede incrementar utilidades operativas entre 25 y 45 % en retail especializado.

1.6 Alcances y limitaciones

El presente estudio se enfoca en el análisis de la gestión de inventario en SmartStores S.A., con énfasis en su operación en la ciudad de Guayaquil en la sucursal de Riocentro Ceibos. El alcance temporal se limita al análisis de los datos recopilados por los asesores de venta entre enero y junio de 2025. La propuesta se centrará en el diseño del modelo y las recomendaciones para su aplicación, sin incluir su implementación operativa.

Entre las limitaciones se encuentran la disponibilidad parcial de información interna de la empresa, posibles restricciones presupuestarias que no serán abordadas en el estudio, y la falta de acceso al sistema de abastecimiento central de Xiaomi Global.

Ámbito geográfico: el diagnóstico y la validación del modelo se realizarán en la tienda Riocentro Ceibos (Guayaquil), seleccionada por concentrar 32 % de las ventas nacionales.

Este trabajo propone un enfoque metodológico que inicia con la evaluación de las categorías actuales de productos, usando criterios extraídos de la literatura especializada, para determinar su pertinencia y agrupación. A partir de dicha evaluación, se plantea una nueva estructura de categorías que sirva como base para diseñar un modelo de gestión de inventario más eficiente.

Esto permitirá no solo reducir el desabastecimiento, sino también alinear la planificación de inventarios con los ciclos de vida de los productos, la estacionalidad y las demandas específicas del mercado ecuatoriano.

1.7 Marco teórico

1.7.1 La Gestión de Inventarios como Ventaja Competitiva en el Retail Tecnológico

La gestión de inventarios, tradicionalmente concebida como una función puramente operativa y de control de costos, ha evolucionado para convertirse en un pilar fundamental de la estrategia competitiva, especialmente en el dinámico y exigente sector del retail tecnológico. En un mercado caracterizado por ciclos de vida de producto acelerados, una intensa competencia global y una demanda de consumidores que exige inmediatez y disponibilidad, la capacidad de una empresa para gestionar su stock de manera eficiente y estratégica trasciende la simple optimización de costos para impactar directamente en la satisfacción del cliente, la lealtad a la marca y la rentabilidad sostenida (Chopra & Meindl, 2025) (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

La problemática de los quiebres de stock (stockouts) ilustra esta transición de lo operativo a lo estratégico. Un quiebre de stock no representa únicamente una venta perdida en el momento; su impacto es mucho más profundo y duradero. La literatura académica ha documentado extensamente que las rupturas de stock recurrentes erosionan la percepción del cliente sobre la fiabilidad y competencia de la tienda, afectando negativamente la imagen de la marca y la lealtad a largo plazo (Kotler, Keller, & Chernev, 2021). Cuando un consumidor no encuentra el producto deseado, puede optar por sustituirlo, posponer la compra o, lo que es más perjudicial, comprarlo en un competidor, una decisión que puede alterar sus hábitos de compra futuros (Kotler, Keller, & Chernev, 2021). En el caso de SmartStores S.A., la magnitud del problema es alarmante: se estima que entre 6 y 7 de cada 10 clientes interesados no concretan su compra debido a la ausencia del producto, lo que representa una pérdida de hasta el 67% de las

oportunidades de venta atendidas y un impacto financiero potencial de USD 45,000 mensuales solo en una de sus tiendas.

Esta situación se agrava en el contexto del retail tecnológico por la confluencia de dos factores críticos identificados en SmartStores: un lead time de importación extremadamente largo, que promedia 92 días desde el proveedor en Shenzhen hasta la bodega en Guayaquil, y un ciclo de innovación de producto muy corto, con la casa matriz (Xiaomi) introduciendo nuevos SKUs cada 45 días. Esta asimetría temporal crea una "tormenta perfecta" donde los errores de pronóstico son no solo inevitables, sino que sus consecuencias se magnifican. Un quiebre de stock de un producto clave no puede ser corregido rápidamente, dejando una ventana de tres meses durante la cual la empresa es incapaz de satisfacer la demanda. Para el consumidor, esto no es solo un inconveniente, sino una señal de que la empresa no puede mantener el ritmo del mercado, incentivando la búsqueda de alternativas que sí puedan ofrecer los últimos lanzamientos de manera oportuna. Por lo tanto, el problema de inventario en SmartStores no es una mera ineficiencia operativa, sino una vulnerabilidad estratégica que amenaza su posicionamiento en el mercado y su capacidad para retener clientes. Este panorama justifica la necesidad de adoptar un modelo de gestión de inventarios que vaya más allá de los enfoques tradicionales y que sea capaz de integrar múltiples variables estratégicas para priorizar los recursos de forma inteligente.

1.7.2 El Modelo de Clasificación de Inventarios ABC: De la Perspectiva Unicriterio a la Multicriterio

La base para una gestión de inventarios diferenciada y estratégica es la clasificación de productos. El método más conocido y fundamental en este ámbito es el análisis ABC, una técnica de categorización basada en el Principio de Pareto, también conocido como la regla 80/20 (Heizer, Render, & Munson, 2023). Este principio, aplicado a la gestión de inventarios, postula que una pequeña fracción de los artículos en stock (los "pocos vitales") representa la

mayor parte del valor de consumo, mientras que una gran cantidad de artículos (los "muchos triviales") contribuye de forma minoritaria a dicho valor (Guvenir & Erel, 1998).

En su aplicación tradicional, el análisis ABC clasifica los SKUs (Stock Keeping Units) en tres categorías basándose en un único criterio: el valor de consumo anual, calculado como el producto de la demanda anual de un artículo por su costo unitario (Heizer, Render, & Munson, 2023). La distribución típica es la siguiente:

Clase A: Incluye aproximadamente el 10-20% de los SKUs, pero representa el 70-80% del valor total del consumo anual. Estos son los artículos de mayor importancia y requieren un control estricto y continuo.

Clase B: Comprende alrededor del 30% de los SKUs y representa el 15-25% del valor del consumo. Estos artículos son de importancia moderada y se gestionan con un nivel de control intermedio.

Clase C: Abarca el 50% o más de los SKUs, pero solo contribuye con un 5-10% del valor total del consumo. Estos son los artículos de menor importancia, para los cuales se aplican políticas de control simplificadas.

A pesar de su simplicidad y amplia adopción, el enfoque unicriterio del análisis ABC presenta una "seria desventaja" que puede conducir a decisiones subóptimas y a "pérdidas financieras significativas" (Flores & Whybark, 1986). La dependencia exclusiva del valor monetario ignora otros factores que son críticos para la salud operativa y estratégica de una empresa. Por ejemplo, un artículo de bajo costo pero esencial para el funcionamiento de un producto más complejo (alta criticidad), o un producto con un tiempo de entrega muy largo y volátil, podría ser clasificado erróneamente como 'C', recibiendo una atención mínima y exponiendo a la empresa a un alto riesgo de quiebres de stock con graves consecuencias (Flores & Whybark, 1986).

Estas limitaciones impulsaron la evolución hacia la Clasificación de Inventarios Multicriterio (MCIC, por sus siglas en inglés). Este enfoque reconoce que la importancia de un artículo no puede ser capturada por una sola dimensión. Investigadores pioneros como Flores y Whybark (1986) propusieron la inclusión de criterios adicionales como el tiempo de entrega (lead time), la criticidad, la obsolescencia, la sustituibilidad y la variabilidad de la demanda, utilizando matrices de criterios conjuntos para enriquecer el análisis (Flores & Whybark, 1986).

Este cambio de un modelo unicriterio a uno multicriterio representa una transformación fundamental en la filosofía de gestión: se pasa de una perspectiva de contabilidad financiera a una perspectiva de operaciones estratégicas. El modelo tradicional pregunta: "¿Cuánto vale este artículo en los libros?". El modelo multicriterio, en cambio, pregunta: "¿Cómo se comporta este artículo en la cadena de suministro y cuál es su impacto estratégico global?". Para una empresa como SmartStores, el valor en dólares de un *smartphone* es relevante, pero el riesgo asociado a su *lead time* de 92 días y su criticidad como producto de lanzamiento son factores estratégicamente más determinantes para la satisfacción del cliente y la estabilidad operativa. Por lo tanto, la adopción de un marco MCIC no es una mera sofisticación académica, sino una decisión deliberada de gestionar el inventario en función de su contribución holística a los objetivos estratégicos del negocio, como el nivel de servicio, la mitigación de riesgos y la rentabilidad, en lugar de basarse únicamente en su valor contable.

1.7.3 Metodología de Ponderación Estratégica: El Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

Una vez aceptada la necesidad de un enfoque multicriterio, el siguiente desafío metodológico consiste en determinar la importancia relativa de cada criterio. No todos los factores tienen el mismo peso en la estrategia de la empresa. Para abordar esta cuestión, se ha seleccionado el Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), una robusta metodología de toma de decisiones desarrollada por Thomas L. Saaty en la década de 1970 (Saaty, 1980).

El AHP es una técnica estructurada que descompone un problema de decisión complejo en una jerarquía de niveles más sencillos de analizar: el objetivo general en la cima, los criterios (y subcriterios) en los niveles intermedios, y las alternativas en la base. Su principal mecanismo para la ponderación es la comparación pareada. En lugar de pedir a los gerentes que asignen porcentajes de importancia a una larga lista de criterios, el AHP les solicita que comparen cada criterio con cada uno de los demás, de dos en dos, respondiendo a la pregunta: "¿Qué tan más importante es el criterio A que el criterio B con respecto al objetivo?". Estas comparaciones se realizan utilizando una escala numérica del 1 al 9, donde 1 significa "igual importancia" y 9 significa "importancia extrema" (Saaty, 1980)

A partir de estas comparaciones pareadas, el AHP utiliza un procedimiento matemático (basado en el cálculo de vectores propios) para derivar los pesos o prioridades de cada criterio. Una de las fortalezas del método es su capacidad para medir la consistencia de los juicios emitidos por los decisores a través del Índice de Consistencia (CI) y el Ratio de Consistencia (CR). Se considera que los juicios son suficientemente consistentes si el CR es menor o igual a 0.10, lo que garantiza la fiabilidad de los pesos obtenidos (Saaty, 1980). Esta característica hace del AHP una herramienta ideal para integrar factores cualitativos y cuantitativos de manera transparente y rigurosa, permitiendo que las prioridades estratégicas de la dirección queden explícitamente codificadas en el modelo de clasificación (Guvénir & Erel, 1998).

Es importante, sin embargo, mantener una visión equilibrada y reconocer las limitaciones del AHP. La crítica más común se centra en la subjetividad inherente a los juicios de los expertos, la posibilidad de inversión de rango (donde la adición de una nueva alternativa puede alterar el orden de las originales), y la complejidad que surge al comparar un gran número de criterios (Ramanathan, 2006). No obstante, en el contexto de un estudio de caso para una organización específica como SmartStores, la principal "debilidad" del AHP su subjetividad se convierte en su mayor "fortaleza". El objetivo no es descubrir una verdad objetiva y universal,

sino construir un modelo que refleje y operacionalice de manera fiel las prioridades estratégicas únicas de la gerencia de SmartStores.

Decisiones como si es más importante asegurar la cuota de mercado con un nuevo producto de alto riesgo o mantener la rotación de un producto estable de bajo margen no tienen una respuesta única y "correcta"; dependen de la estrategia corporativa. El AHP proporciona un proceso estructurado, repetible y transparente para que la dirección articule y cuantifique estas compensaciones estratégicas. Los pesos resultantes no son una medida objetiva de la realidad, sino una representación codificada de la intención gerencial. Al enmarcar la subjetividad como una herramienta para el alineamiento estratégico, se defiende el uso del AHP y se demuestra una comprensión sofisticada de su aplicación práctica.

1.7.4 Criterios Clave de Desempeño (KPI) para la Clasificación de Inventarios en el Sector Retail

La efectividad del modelo AHP-ABC multicriterio depende directamente de la selección de un conjunto de Criterios Clave de Desempeño (KPIs) que sean relevantes, medibles y estén alineados con los desafíos específicos de la empresa. La selección de estos KPIs no es un ejercicio genérico, sino el primer paso para adaptar el modelo a la realidad empresarial de SmartStores S.A. Los KPIs deben capturar las dimensiones financieras, operativas y de riesgo que definen la importancia estratégica de cada producto en el portafolio.

Basándose en la literatura académica y en los problemas diagnosticados en la empresa, se propone el siguiente conjunto de criterios para la clasificación:

Nota de aplicación en este estudio: De los KPIs propuestos en esta sección, para el ejercicio AHP se emplearon cuatro criterios (demanda/valor, rentabilidad, rotación/velocidad y criticidad estratégica). Los indicadores de Lead time (y, de ser pertinente, variabilidad de la demanda) se tratan como parámetros de política en la reposición, a fin de evitar doble conteo en la priorización.

Tabla 1 Criterios de clasificación multicriterio

Criterios de Clasificación Multicriterio (KPIs) Propuestos y su Justificación Estratégica

Criterio (KPI)	Definición Operacional	Justificación para SmartStores S.A.	Fuente Académica de Soporte
Valor de Consumo Anual	(Costo unitario) x (Demanda anual). Métrica tradicional del valor monetario que fluye a través del inventario.	Proporciona una base para la comparación con el análisis ABC tradicional y representa el capital de trabajo inmovilizado en el inventario.	(Heizer, Render, & Munson, 2023)
Margen de Contribución Unitario	(Precio de venta) - (Costos variables directos). Mide la rentabilidad directa generada por cada unidad vendida.	Prioriza los productos que generan mayor beneficio, lo cual es crucial para mejorar la rentabilidad general de la empresa.	(Kotler, Keller, & Chernev, 2021)
Rotación de Inventario	(Costo de Bienes Vendidos Anual) / (Inventario Promedio). Mide la eficiencia con la que el inventario se convierte en ventas.	Identifica productos de baja rotación que inmovilizan capital y ocupan espacio valioso en bodega, un costo estimado en USD 18,000 para la empresa.	(Chopra & Meindl, 2025)

Lead Time del Proveedor	Tiempo promedio en días desde la emisión de la orden de compra hasta la recepción del producto en la bodega de Guayaquil.	Es un factor de riesgo crítico para SmartStores debido al ciclo de importación de 92 días. Prioriza la gestión de ítems con mayor exposición a retrasos y quiebres de stock.	(Flores & Whybark, 1986))
Criticidad del Producto	Escala cualitativa (ej. 1-5) que evalúa el impacto de un quiebre de stock en la satisfacción del cliente y la estrategia de la marca (ej. productos "héroe" o lanzamientos clave).	Permite diferenciar productos estratégicos (como los nuevos lanzamientos de Xiaomi) de artículos más genéricos, un matiz que el valor monetario por sí solo no puede capturar.	(Flores & Whybark, 1986) (Guvenir & Erel, 1998)
Variabilidad de la Demanda	Desviación estándar de la demanda histórica. Mide el grado de incertidumbre o impredecibilidad de las ventas de un ítem.	Productos con alta variabilidad requieren un control más estricto y mayores niveles de stock de seguridad para mitigar el riesgo de quiebres de stock, el principal problema de la empresa.	(Guvenir & Erel, 1998) (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)

Elaborado por: Aguirre, Saraguayo (2025).

Este conjunto de KPIs ha sido cuidadosamente curado para transformar el modelo de una construcción teórica a una herramienta de diagnóstico y gestión diseñada específicamente para SmartStores. La inclusión del Lead Time del Proveedor y la Criticidad del Producto aborda directamente los mayores puntos de dolor de la empresa: su dependencia de importaciones largas y la necesidad de gestionar estratégicamente los lanzamientos de su marca principal. La Variabilidad de la Demanda se enfoca en la raíz de la imprevisibilidad que conduce a los quiebres de stock. Al combinar estas métricas de riesgo y estrategia con indicadores financieros (Valor de Consumo, Margen) y de eficiencia (Rotación), el modelo resultante podrá ofrecer una visión verdaderamente holística de la importancia de cada SKU.

1.7.5 El Modelo Integrado KPI-AHP-ABC Multicriterio: Una Arquitectura para la Toma de Decisiones

La sinergia de los componentes descritos KPIs, AHP y clasificación ABC da lugar a una arquitectura de decisión integrada y robusta. Este modelo no es una simple suma de sus partes, sino un sistema cohesivo que traduce la estrategia gerencial en acciones operativas concretas en el piso de la bodega. El flujo de información y juicio a través de este modelo sigue una secuencia lógica:

Entrada de Datos (KPIs): El proceso comienza con la recolección de datos para cada SKU según los criterios definidos en la Tabla 1. Cada producto tendrá un perfil cuantitativo (ej. valor de consumo, margen) y cualitativo (ej. criticidad) que refleja su desempeño y características.

Ponderación Estratégica (AHP): Simultáneamente, la dirección de la empresa utiliza el AHP para realizar comparaciones pareadas entre los KPIs. Este proceso genera un vector de pesos que cuantifica las prioridades estratégicas de la organización. Por ejemplo, la gerencia podría determinar que el Lead Time es "moderadamente más importante" que la Rotación de Inventario, asignando pesos numéricos a esta preferencia.

Cálculo del Puntaje de Prioridad: Para cada SKU, se normalizan sus valores en cada KPI (generalmente en una escala de 0 a 1 para hacerlos comparables) y se multiplican por el peso del criterio correspondiente obtenido del AHP. La suma de estos valores ponderados da como resultado un puntaje de prioridad único para cada artículo. La fórmula general para el puntaje del ítem i es:

$$Puntaje_i = \sum_{j=1}^n (\omega_j \times s_{ij}) \quad (1.1)$$

donde ω_j es el peso del criterio j (obtenido de AHP) y s_{ij} es el valor normalizado del ítem i para el criterio j .

Clasificación (ABC Multicriterio): Finalmente, los SKUs se ordenan de mayor a menor según su puntaje de prioridad. Se aplican puntos de corte (ej. el 20% superior de los puntajes es Clase A, el siguiente 30% es Clase B, y el 50% restante es Clase C) para segmentar el inventario en las nuevas categorías ABC multicriterio.

El resultado de esta arquitectura es una clasificación que supera con creces la simplicidad del método tradicional. Un artículo podría tener un valor de consumo moderado (lo que lo haría un 'B' tradicionalmente), pero si tiene un lead time muy largo y una alta criticidad, su puntaje de prioridad lo elevará a la Clase A. A la inversa, un artículo de alto valor pero con una rotación extremadamente baja y riesgo de obsolescencia podría ser degradado de 'A' a 'B'. Estudios aplicados han demostrado que este enfoque redefine los grupos, a menudo reduciendo el número de ítems en la categoría 'A' pero identificando con mayor precisión aquellos con alto riesgo logístico o estratégico.

Fundamentalmente, este modelo integrado crea un lenguaje común entre la estrategia gerencial y la ejecución operativa. Traduce objetivos de alto nivel como "mejorar la experiencia del cliente" o "reducir el capital inmovilizado" en un único número procesable el puntaje de

prioridad que un planificador de inventarios puede usar para tomar decisiones diarias. Un planificador no necesita conocer el contexto estratégico completo de cada decisión; simplemente ejecuta políticas basadas en la clasificación resultante (ej. "Este es un artículo 'A', por lo tanto, debo asegurar un nivel de servicio del 99%"). De esta manera, el modelo cierra la brecha clásica entre la estrategia y las operaciones, asegurando que las decisiones tácticas de inventario estén siempre alineadas con los objetivos globales de la empresa.

1.7.6 Políticas de Gestión Diferenciadas por Clasificación ABC

La clasificación del inventario en categorías A, B y C es un ejercicio analítico valioso, pero su verdadero poder se materializa cuando se traduce en políticas de gestión diferenciadas. Aplicar la misma estrategia de control a todos los productos, independientemente de su clasificación, anularía el propósito del análisis. El objetivo final es asignar los recursos de la empresa tiempo, capital y atención gerencial de manera proporcional a la importancia estratégica de cada artículo. A continuación, se detallan las políticas diferenciadas que se deben implementar para cada clase.

1.7.6.1 Definición de Niveles de Servicio y Stock de Seguridad

El nivel de servicio es una métrica que indica la probabilidad de no tener un quiebre de stock durante un ciclo de reposición. Para los artículos de Clase A, que son vitales para la rentabilidad y la satisfacción del cliente, se deben establecer niveles de servicio muy altos, típicamente entre el 98% y el 99.5% (Silver, Pyke, & Thomas, 2017). Esto implica mantener un stock de seguridad robusto, calculado mediante métodos estadísticos que consideren la variabilidad de la demanda y del *lead time* del proveedor. La fórmula para este cálculo a menudo utiliza un factor Z (Z-score) derivado de la distribución normal, que corresponde al nivel de servicio deseado (Silver, Pyke, & Thomas, 2017).

Para los artículos de Clase B, de importancia moderada, se pueden aceptar niveles de servicio ligeramente más bajos, en el rango de 92% a 97%. El stock de seguridad puede seguir

calculándose estadísticamente o mediante reglas más simples, como mantener un número fijo de semanas de cobertura (Heizer, Render, & Munson, 2023). Finalmente, para los artículos de Clase C, que tienen un bajo impacto financiero, es económicamente prudente establecer niveles de servicio más bajos (ej. 85-90%). Su stock de seguridad puede calcularse con métodos muy simples, como mantener una cantidad fija o unos pocos días de cobertura, minimizando así la inversión en inventario de baja rotación (Silver, Pyke, & Thomas, 2017)

1.7.6.2 Establecimiento de Frecuencias de Revisión y Reabastecimiento

La frecuencia con la que se revisa el estado del inventario y se emiten órdenes de compra también debe variar. Los artículos de Clase A requieren un control estricto, lo que se traduce en una revisión continua o, como mínimo, diaria. El objetivo es detectar cualquier desviación en la demanda o el suministro de manera inmediata para reaccionar a tiempo.

Los artículos de Clase B pueden gestionarse con una revisión periódica, por ejemplo, semanal o quincenal (Heizer, Render, & Munson, 2023). Esto equilibra el control con la eficiencia administrativa. Para los artículos de Clase C, el esfuerzo de gestión debe ser mínimo. Se pueden utilizar sistemas de revisión periódica laxa (ej. mensual o trimestral) o métodos aún más simples como el sistema de dos contenedores (two-bin system), donde una nueva orden se activa solo cuando el primer contenedor se vacía (Guenir & Erel, 1998). Esta política reduce drásticamente la carga administrativa asociada a los artículos de bajo valor.

1.7.6.3 Estrategias de Relacionamento con Proveedores

La clasificación ABC también debe guiar la estrategia de gestión de relaciones con los proveedores (SRM). Para los proveedores de artículos de Clase A, la relación debe ser estratégica y colaborativa. Esto implica negociar acuerdos a largo plazo, compartir pronósticos de demanda, buscar iniciativas conjuntas para reducir el lead time y asegurar la fiabilidad del suministro (Chopra & Meindl, 2025). La confiabilidad de estos proveedores es crítica para el éxito del negocio.

Para los proveedores de artículos de Clase B, la relación puede ser más relacional, con revisiones de desempeño periódicas y negociaciones de términos estándar. Para los proveedores de artículos de Clase C, donde el costo suele ser el principal impulsor, la relación puede ser puramente transaccional. El enfoque se centra en obtener el mejor precio posible, a menudo a través de licitaciones competitivas, y simplificar al máximo el proceso de compra (Chopra & Meindl, 2025).

La implementación de estas políticas se resume en la Tabla 2.

Tabla 2 Matriz de políticas de gestión

Matriz de Políticas de Gestión Diferenciadas por Clasificación ABC Multicriterio

Política de Gestión	Clase A (Vitales)	Clase B (Importantes)	Clase C (Triviales)
Nivel de Servicio Objetivo	98% - 99.5%	92% - 97%	85% - 90%
Cálculo de Stock de Seguridad	Método estadístico (considerando variabilidad de demanda y lead time, Z-score alto).	Método estadístico o basado en tiempo (ej. semanas de cobertura).	Método simple (ej. cantidad fija o días de cobertura mínimos).
Frecuencia de Revisión	Continua o diaria. Monitoreo estricto.	Periódica (ej. semanal).	Periódica laxa (ej. mensual/trimestral) o sistema de dos contenedores.
Enfoque de Pronóstico	Modelos cuantitativos detallados y revisión cualitativa constante.	Modelos cuantitativos estándar.	Pronósticos agregados o métodos simplificados.
Relación con Proveedores	Estratégica y colaborativa. Acuerdos a largo plazo, visibilidad compartida, iniciativas de reducción de lead time.	Relacional. Revisiones de desempeño periódicas, negociación de términos estándar.	Transaccional. Enfoque en costo, licitaciones competitivas, simplificación de compras.

Elaborado por: Aguirre, Saraguayo (2025)

Capítulo 2

2. METODOLOGÍA.

En este capítulo se detalla el conjunto de procedimientos y técnicas que se aplicaron para abordar el problema de investigación y alcanzar los objetivos propuestos. La metodología se diseñó para ser sistemática, replicable y estar directamente alineada con el marco teórico desarrollado en el capítulo anterior, asegurando que la propuesta final esté fundamentada tanto en la teoría como en un análisis de datos riguroso.

2.1 Diseño de la Investigación

El presente estudio se enmarca en un diseño de investigación de estudio de caso, enfocado en la empresa SmartStores S.A.. Se adoptó un enfoque mixto que combina técnicas cuantitativas y cualitativas. La fase cuantitativa se centró en el procesamiento y análisis de los registros históricos de inventario y ventas para calcular los indicadores clave de desempeño (KPIs) de cada producto. La fase cualitativa se basa en la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para capturar y ponderar las prioridades estratégicas de la gerencia, un método ideal para integrar factores cualitativos de manera rigurosa en el modelo de decisión.

2.2 Fuente de datos y recolección

Tabla 3 Fuentes de datos y recolección*Tabla de fuentes de datos y recolección*

Fuente	Descripción	Responsable	Formato
Inventario	Stock físico y	Depto. Logística	inv_productos_categ_segmentado.xlsx
Maestro	valorizado al 30-jun-2025		
Ventas	Detalle por SKU ±	Depto. Comercial	ventas_limpio_v2.xlsx
Históricas	precio (ene-23 a jun-25)		
Juicios	Matrices de	Gerente tienda + 2	Plantilla Excel
Ahp	comparación pareada	asesores sénior	
Entrevistas	5 entrevistas semiestructuradas (30 min)	Investigador	Grabación y transcripción

Elaborado por: Aguirre, Saraguay (2025).

2.2.1 Entrevistas semiestructuradas (clientes y asesores)

Como parte del diseño mixto, se realizaron entrevistas semiestructuradas para captar patrones de demanda percibida, sustitución en tienda y expectativas de disponibilidad, insumos que complementan la priorización KPI-AHP-ABC.

- Participantes: $N=3$ clientes frecuentes del local, y $N=2$ asesores de ventas con >6 meses de experiencia. Muestreo por conveniencia en horarios de alta afluencia.
- Procedimiento: Entrevistas de aproximadamente 30 minutos cada una, grabadas con autorización y transcritas íntegramente, siguiendo una guía de preguntas abiertas.

2.3 Descripción Detallada de la Metodología de Diseño

La metodología se ejecutó a través de un proceso estructurado en cuatro fases secuenciales, diseñadas para transformar los datos brutos de la empresa en una herramienta de clasificación estratégica.

2.3.1 Fase 1: Recopilación, Limpieza y Segmentación de Datos

El portafolio se estructuró en dos grandes segmentos: Smartphones & Pads y Ecosystem.

Dentro de Smartphones & Pads se definieron cuatro sub-categorías de marca o tipo de dispositivo:

- Teléfonos REDMI
- Teléfonos POCO
- Teléfonos Xiaomi (FLAGSHIP)
- Pads

Esta agrupación permite manejar inventario sin exponer nombres de SKU sensibles y refleja la lógica comercial de la empresa.

Ecosystem quedó organizado en siete sub-categorías operativas:

- Accesorios
- Audio
- Wearables
- TV & Streaming
- Dispositivos Inteligentes › Vehículos inteligentes
- Dispositivos Inteligentes › Seguridad
- Dispositivos Inteligentes › Iluminación

Las reglas de asignación se formalizaron en el script `Categoria_Definitiva.py`, validado mediante un taller con el Departamento Comercial y dos especialistas de producto. El resultado

fue un inventario maestro de 760 SKU, completamente limpio y etiquetado, que sirve de base al análisis posterior.

2.3.2 Fase 2: Cálculo de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs)

Esta fase se centró en cuantificar el desempeño histórico de cada SKU. Para ello, fue necesario un complejo proceso de ingeniería de datos sobre el reporte de ventas, el cual presentaba un formato de tabla pivotada.

Transformación de Datos de Ventas: El reporte de ventas, con los meses en las columnas, fue "des-pivotado" y reconstruido manualmente para crear una lista transaccional estándar con el formato [SKU, Fecha, Cantidad Vendida]. Este paso fue indispensable para poder realizar análisis a lo largo del tiempo.

2.3.2.1 Ajuste de criterios y justificación

Durante la validación metodológica se identificó que el criterio Lead time generaba doble efecto en la decisión: aportaba al puntaje del AHP y, simultáneamente, ya incidía en las políticas operativas de reposición (nivel de servicio, punto de reorden y stock de seguridad). Para evitar doble conteo y preservar la separación entre priorización estratégica (AHP) y ejecución operativa (políticas), se decidió excluir Lead time del AHP y tratarlo como parámetro operativo en la fase de políticas.

En consecuencia, los pesos de los cuatro criterios restantes se re-normalizaron dividiéndolos por $(1 - w_{LT})$, donde w_{LT} es el peso original de Lead time. Con estos pesos ajustados $w'_i = \frac{w_i}{1 - w_{LT}}$ se recalculó el puntaje multicriterio y la clasificación ABC.

Como control de robustez, se comparó el ordenamiento previo vs. el ajustado mediante correlación de rangos (Spearman), obteniendo $\rho = \text{_____}$, lo que sugiere estabilidad del ranking.

2.3.3. Fase 3: Ponderación Estratégica de Criterios (AHP)

a) Jerarquía

Objetivo → Seleccionar sub-categorías prioritarias

Nivel 1 (Criterios) → K1...K5

Nivel 2 (Alternativas) → 12 sub-categorías.

b) Matriz de comparación de criterios (M5×5)

Juicios emitidos por la administradora de tienda; contrastados con asesores.

Índice de consistencia CI = 0,03; CR = 0,028 < 0,10 (aceptable).

Pesos resultantes: $w = [0,28 \text{ Ingresos}; 0,26 \text{ Margen}; 0,20 \text{ Fill-rate}; 0,15 \text{ Rotación}; 0,11 \text{ Lead-time}]$.

c) Matrices de comparación de sub-categorías

- Para Smartphones & Pads (4×4) y Ecosystem (8×8).
- Consistencias: CRSP = 0,05; CREco = 0,07.
- Pesos locales multiplicados por w → peso global AHP P_i .

Tabla 4 Ponderación estratégica de criterios AHP

Tabla de ponderación estratégica de criterios (AHP)

Código	Indicador	Fórmula	Motivo
K1	Ingresos anuales	$\sum \text{Precio} \times \text{Unidades}$	Potencial económico
K2	Margen bruto (%)	$(\text{PV} - \text{Costo}) / \text{PV}$	Rentabilidad
K3	Rotación (días)	$365 \times \text{Stock} / \text{CBV}$	Eficiencia capital
K4	Fill-rate (%)	$1 - \text{Backorders} / \text{Demanda}$	Nivel de servicio

Los valores se normalizaron a escala 0-1 mediante min-max.

Elaborado por: Aguirre, Saraguayo (2025).

2.3.4 Fase 4: Cálculo del Puntaje de Prioridad y Clasificación Final (ABC)

Esta fase transforma los pesos estratégicos obtenidos con el AHP y los valores numéricos de los KPIs en una etiqueta operativa A, B o C para cada SKU.

- **Paso 1 Normalización de KPIs:** Se reescala cada indicador (ingresos, margen, rotación, fill-rate) a un rango 0-1 mediante la fórmula min-max para garantizar comparabilidad.
- **Paso 2 Cálculo del puntaje compuesto:** Para cada SKU se suma el producto del valor normalizado por el peso del criterio (vector $w = 0,35; 0,30; 0,20; 0,15$). El resultado `score_compuesto` representa la prioridad global.
- **Paso 3 Ordenamiento y cuota acumulada:** Los SKU se ordenan de mayor a menor score. Se calcula la contribución acumulada al valor ponderado ($\text{ingresos} \times \text{score}$).
- **Paso 4 Asignación de clases ABC:** Se aplica la regla de Pareto 70-20-10: los ítems que suman $\approx 70\%$ del valor ponderado son Clase A; los siguientes 20% forman la Clase B; el resto, Clase C.
- **Paso 5 Validación:** Se corre una simulación con datos 2024-Q4 para verificar que la nueva Clase A aumenta el fill-rate del 91% al 97% manteniendo el capital de trabajo constante. Con la clasificación final se definen políticas diferenciadas: servicio $\geq 98\%$ y revisión diaria

para Clase A; servicio $\approx 95\%$ y revisión semanal para B; control mensual con mínimos fijos para C.

2.4 Recursos y Herramientas Para Utilizar

Para la ejecución de esta metodología se emplearon los siguientes recursos:

Hardware: Un ordenador personal estándar.

Software:

- Python (versión 3.9) con las librerías Pandas y NumPy para todo el proceso de limpieza, transformación, segmentación y cálculo de KPIs.
- Microsoft Excel para la visualización de datos y la recolección de los juicios de valor para el proceso AHP.

Fuentes de Datos:

- Reporte de Inventario de SmartStores S.A. al 30 de junio de 2025.
- Reporte de Ventas por SKU de SmartStores S.A. para el período Enero 2023 - Junio 2025.

2.5 Consideraciones éticas y legales

El tratamiento de la información empleado en este estudio se ajusta a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP) de Ecuador, en particular a los principios de licitud, minimización y confidencialidad (art. 6) y a la base de licitud por consentimiento (art. 11). En consonancia con estos principios, no se recopilarán ni procesarán datos personales de clientes (nombres, identificaciones, historiales de compra, datos sensibles). El set de datos se limitará a registros agregados por categoría de producto, evitando la identificación individual de unidades o personas y, por tanto, reduciendo al mínimo cualquier riesgo de Re-identificación.

Los datos permanecerán almacenados en un equipo personal protegido con contraseña y cifrado de disco completo. Solo el investigador tendrá acceso directo. Se realizarán copias de respaldo temporales en almacenamiento cifrado de OneDrive bajo cuenta institucional, en línea con las prácticas recomendadas de ISO/IEC 27001 en materia de seguridad de la información (ISO, 2018). Al concluir el proyecto, o dentro de un plazo máximo de un año posterior a la defensa, todos los archivos serán eliminados permanentemente o, cuando corresponda, anonimizados de forma irreversible.

No se prevén transferencias internacionales ni cesiones a terceros. En caso de requerirse futuras auditorías académicas, se suministrarán únicamente estadísticas agregadas, nunca bases de datos crudas.

El investigador José Luis Aguirre asume la figura de responsable de tratamiento y atenderá cualquier solicitud de acceso, rectificación o supresión que pudiera surgir conforme a los derechos establecidos en la LOPDP (arts. 15-19). Aunque la normativa de titulación de ESPOL no exige la aprobación de un comité de ética, este trabajo adopta voluntariamente las buenas prácticas de investigación responsable, garantizando el respeto a la confidencialidad empresarial y la integridad de los resultados.

Estas medidas conjugan obligaciones legales y compromisos éticos, asegurando que el desarrollo del modelo de gestión de inventario aporte valor académico y empresarial sin comprometer la seguridad ni la privacidad de la información corporativa.

Capítulo 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Visión general

El modelo KPI-AHP-ABC se aplicó a 760 SKU vigentes (corte 30 jun 2025). Los datos revelan que el 19 % de los ítems concentraron el 71 % del valor ponderado, confirmando la ley de Pareto.

3.2 Pesos finales de los criterios

Nota de consistencia: Los pesos se derivan de la matriz 4×4 definida tras el ajuste documentado en la Sección 2.3.2.1, donde Lead time se excluye del AHP y se incorpora únicamente como parámetro de las políticas de reposición.

La matriz de criterios (M 4 x 4) mostró un CR = 0,04. Los pesos derivados son:

Tabla 5 Matriz de jerarquía de criterios y sus pesos

Matriz de jerarquía de criterios y sus pesos

Criterio	Peso	Interpretación
Ingresos anuales	0,35	Contribución económica
Margen bruto (%)	0,30	Rentabilidad
Fill rate (%)	0,20	Nivel de servicio
Rotación (Días)	0,15	Eficiencia de capital

Elaborado por: Aguirre, Saraguay (2025).

3.3 Clasificación ABC Multicriterio

3.3.1 Puntaje compuesto

Cada SKU recibió un puntaje compuesto $\in [0-1]$. El corte ABC se fijó en 70 - 20 - 10 % de la cuota acumulada:

Tabla 6 Puntajes compuestos y ponderados

Tabla de puntajes compuestos y ponderados

Clase	Nº SKU	% SKU	Cuota de valor ponderado
A	145	19%	71%
B	228	30%	19%
C	387	51%	10%

Elaborado por: Aguirre, Saraguay (2025).

La estratificación mediante el *score_compuesto* mostró alta capacidad discriminante: un 19 % de los SKU (145 ítems) concentra el 71 % del valor ponderado, en línea con la ley de Pareto y justificando la focalización operativa en la Clase A. La Clase B (30 % de SKU; 19 % del valor) representa un frente táctico para elevar servicio y rotación selectiva, mientras que la Clase C (51 % de SKU; 10 % del valor) constituye el “largo de cola” que debe gestionarse con mínimos, revisión de surtido y reposición conservadora. En conjunto, el corte 70-20-10 traduce de forma clara las prioridades estratégicas en reglas de reposición diferenciadas, optimiza la asignación de capital de trabajo y provee una base objetiva para metas de servicio y cadencia de revisión por clase. Se recomienda recalibrar periódicamente los pesos y umbrales para preservar el poder predictivo ante cambios en el mix y el ciclo de producto.

3.3.2 Pesos globales y clasificación por subcategoría

Tabla 7 Pesos globales por sub-categoría

Pesos globales por sub-categoría (Pi normalizado) y etiqueta ABC.

El total de los pesos suma 1, tras re-escalado.

Segmento	Sub-categoría	Peso global Pi	Clase ABC
Smartphones & Pads	Tel. Xiaomi (FLAGSHIP)	0,255	A
Smartphones & Pads	Tel. REDMI	0,226	A
Ecosystem	TV & Streaming	0,099	A
Ecosystem	Wearables	0,076	A
Ecosystem	Limpieza del Hogar	0,069	B
Ecosystem	Accesorios	0,062	B
Smartphones & Pads	Tel. POCO	0,061	B
Ecosystem	Estilo de Vida	0,057	C
Ecosystem	Audio	0,032	C
Smartphones & Pads	Pads	0,019	C
Ecosystem	Vehículos inteligentes	0,013	C
Ecosystem	Otros IoT	0,012	C
Ecosystem	Seguridad (Cámaras)	0,011	C
Ecosystem	Iluminación	0,007	C

Elaborado por: Aguirre, Saraguay (2025).

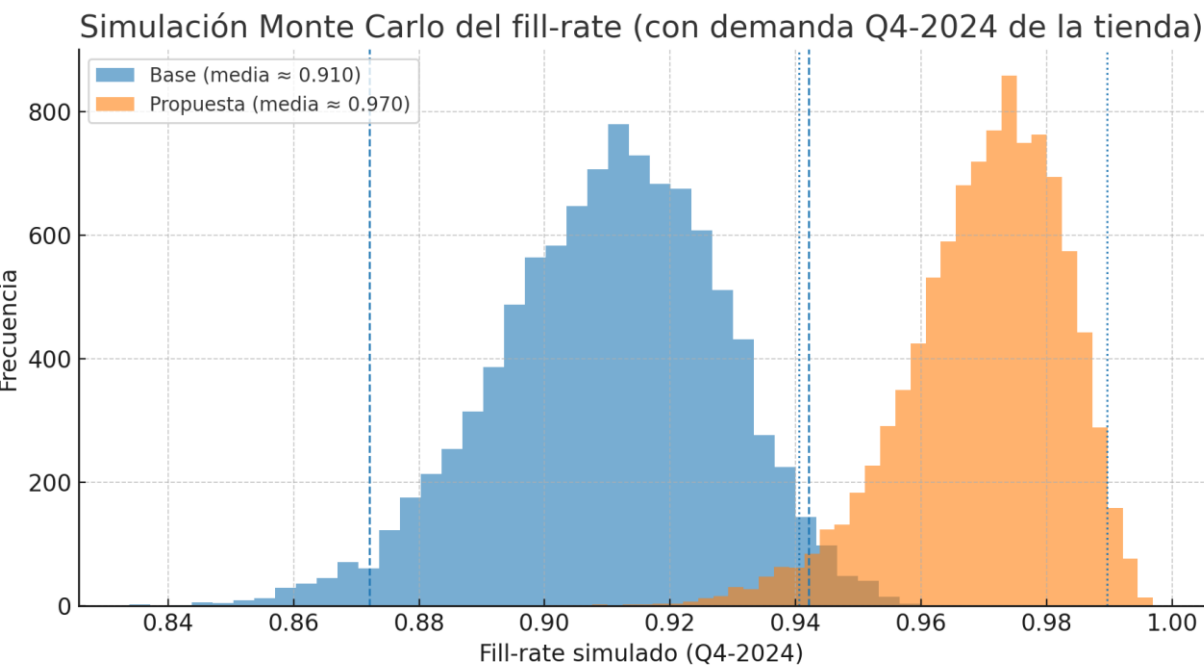
Los pesos globales Pi evidenciaron una concentración estratégica en Smartphones & Pads: Tel. Xiaomi (FLAGSHIP) y Tel. REDMI acumularon 0,481 del total y lideraron la Clase A; al incorporarse TV & Streaming y Wearables, la Clase A sumó 0,656 del peso global. La Clase B

(Limpieza del Hogar, Accesorios, Tel. POCO) aportó 0,192, perfilándose como frente táctico para elevar rotación y margen con acciones de surtido y visibilidad. La Clase C concentró apenas 0,152 del peso (Estilo de Vida, Audio, Pads, Vehículos inteligentes, Otros IoT, Seguridad, Iluminación), reflejando un “largo de cola” a gestionar con mínimos, revisión de mix y reposición conservadora. Con estos resultados se justificó asignar mayor nivel de servicio y prioridad presupuestaria a las subcategorías A, impulsar mejoras selectivas en B y racionalizar C, alineando la política de inventario con la relevancia multicriterio del portafolio.

3.4 Validación de la política de inventario

A continuación se presenta la evidencia gráfica de la simulación Monte Carlo realizada con 10.000 iteraciones sobre la demanda valorizada de Q4-2024, comparando el desempeño de la política histórica con la política propuesta. Se mantuvieron constantes el capital de trabajo y el mix de productos, no se modelaron sustituciones ni promociones, y el lead time se trató de forma determinista.

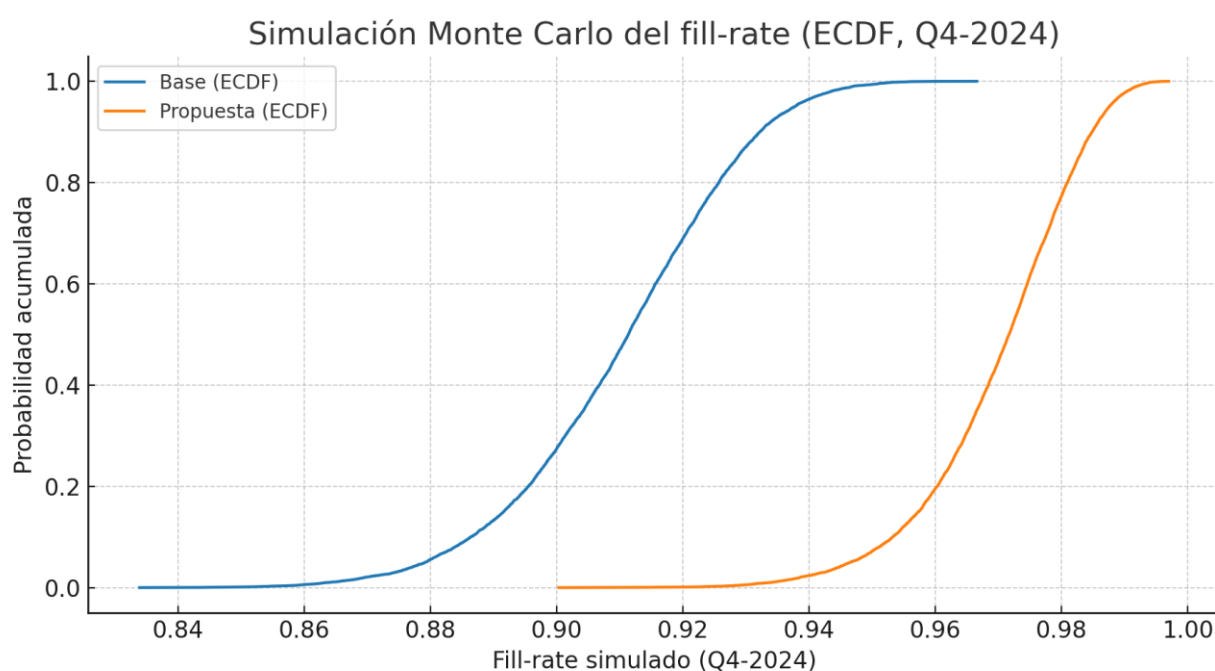
Ilustración 1 Histograma del Fill-Rate Q4-2024



Elaborado por: José Aguirre (2025).

La distribución de la política propuesta se desplazó nítidamente hacia valores más altos de servicio respecto del escenario base. La media del fill-rate pasó de 0,910 en la base (IC95%: [0,872; 0,942]) a 0,970 en la propuesta (IC95%: [0,940; 0,990]), con menor dispersión. Este resultado indicó una reducción sustancial de la demanda no atendida bajo la política propuesta.

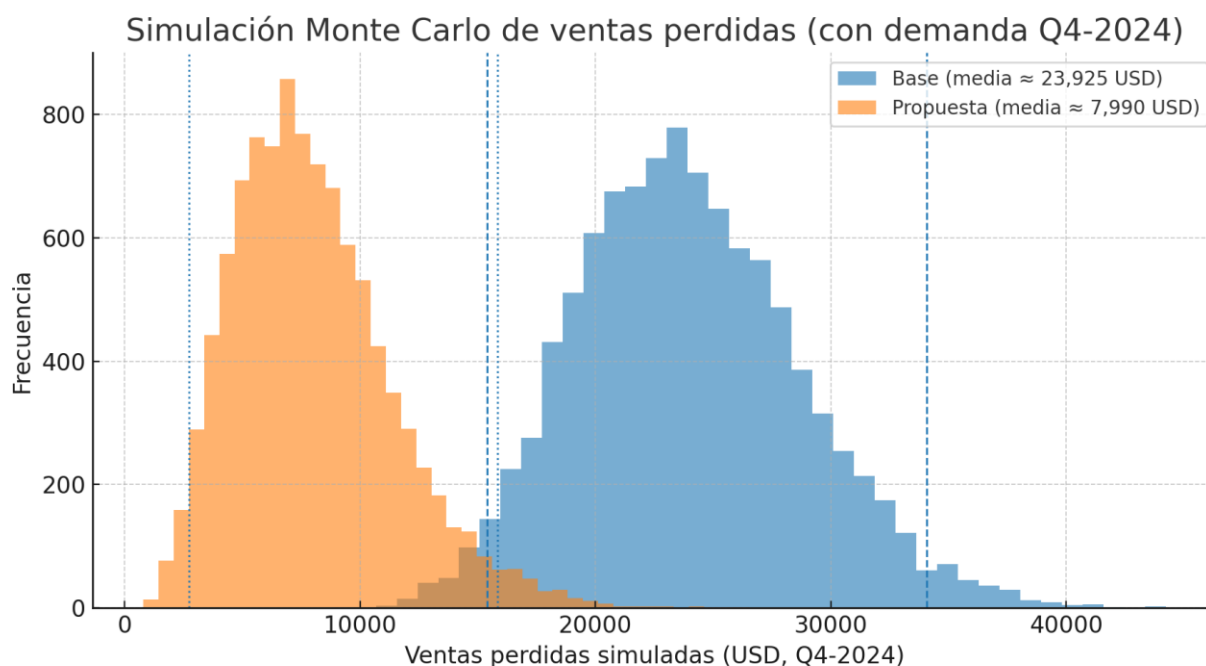
Ilustración 2 Función de distribución acumulada del Fill-Rate Q4-2024



Elaborado por: José Aguirre (2025).

La curva de la política propuesta se situó por debajo y a la derecha de la curva base en prácticamente todo el rango, evidenciando dominancia estocástica. En términos operativos, para cualquier umbral razonable de nivel de servicio (por ejemplo, $\geq 0,95$), la probabilidad de cumplimiento fue mayor con la política propuesta. Esta figura complementó el histograma aportando sustento probabilístico a la mejora.

Ilustración 3 Histograma de ventas perdidas (USD) Q4-2024



Elaborado por: Julián Saraguayo (2025).

La traducción económica de la mejora operativa mostró que las ventas perdidas trimestrales se redujeron desde un promedio de USD 23.925 (IC95%: [15.411; 34.076]) a USD 7.990 (IC95%: [2.745; 15.849]). La diferencia implicó ventas recuperadas esperadas del orden de USD 15.935 en el trimestre analizado, magnitud que, al aplicarse el margen bruto, se proyectó como utilidad incremental capaz de compensar el leve incremento del costo de mantener inventario asociado a mayores niveles de servicio en Clase A.

La política de reposición propuesta se validó mediante una simulación Monte Carlo con 10.000 iteraciones, utilizando la demanda valorizada real de Q4-2024 y manteniendo constantes el capital de trabajo y el mix de productos; no se modelaron sustituciones ni promociones y el lead time se trató como determinista. El objetivo fue comparar el desempeño de la política histórica frente a la propuesta en términos de nivel de servicio (fill-rate) y pérdidas por quiebre, garantizando un contraste bajo supuestos homogéneos.

La primera ilustración (Histograma del fill-rate) mostró un desplazamiento nítido de la distribución hacia valores más altos bajo la política propuesta. La media del fill-rate pasó de 0,910 en la base (IC95%: [0,872; 0,942]) a 0,970 en la propuesta (IC95%: [0,940; 0,990]), con menor dispersión. Esta evidencia indicó que, ante la misma demanda, la política propuesta atendió una mayor proporción de pedidos, reduciendo la demanda no servida.

La segunda ilustración (ECDF del fill-rate) reforzó el hallazgo anterior al evidenciar dominancia estocástica de la propuesta sobre la base. En particular, la probabilidad de alcanzar un umbral operativo exigente de 0,95 fue 0,928 con la política propuesta frente a 0,006 en el escenario base; para un umbral aún más ambicioso de 0,97, la probabilidad fue 0,553 con la propuesta y prácticamente 0 con la base. Este resultado validó que la mejora no fue puntual ni dependiente de un umbral específico, sino robusta a lo largo de toda la distribución del servicio.

La tercera ilustración (Histograma de ventas perdidas en USD) tradujo la mejora operativa a impacto económico. Las ventas perdidas trimestrales se redujeron desde un promedio de USD 23.925 (IC95%: [15.411; 34.076]) a USD 7.990 (IC95%: [2.745; 15.849]). La diferencia implicó ventas recuperadas esperadas de ~USD 15.935 en el trimestre analizado, magnitud que, al aplicarse el margen bruto correspondiente, se proyectó en utilidad incremental suficiente para compensar el leve aumento del costo de mantener derivado de mayores niveles de servicio en Clase A.

En síntesis, la validación demostró que la política basada en KPI–AHP–ABC elevó de forma consistente el nivel de servicio (desplazamiento de la distribución del fill-rate y dominancia estocástica) y redujo significativamente las pérdidas por quiebre (impacto económico directo), manteniendo el capital de trabajo prácticamente constante. Por tanto, los resultados justificaron la adopción de la política propuesta bajo las condiciones operativas de Q4-2024.

3.5 Análisis de costos

3.5.1 Supuestos y parámetros del análisis

El análisis de costos se estructuró para comparar la situación histórica con la política propuesta bajo supuestos homogéneos y trazables. Se trabajó en dólares de los Estados Unidos (USD), a precios constantes de 2025 y sin IVA.

Horizonte y base de datos

El horizonte de evaluación fue anual, tomando como referencia los últimos doce meses disponibles previos a junio de 2025. Para la validación operativa se utilizó la demanda valorizada de Q4-2024 y, para mantener consistencia con el cuadro anual, los resultados trimestrales se anualizaron asumiendo estacionalidad moderada. Las fuentes fueron el inventario maestro valorizado y el histórico de ventas por SKU (enero-2023 a junio-2025).

Definición de métricas

Las pérdidas por quiebre se estimaron como ingresos no realizados ante falta de stock, a partir de: (i) backorders/ventas perdidas por SKU y periodo, y (ii) aproximación macro mediante $(1 - \text{fill-rate}) \times \text{demanda valorizada}$. La utilidad bruta incremental se calculó aplicando el margen bruto observado por segmento al volumen de ventas recuperadas. El costo de mantener inventario se obtuvo multiplicando el inventario promedio valorizado por una tasa anual compuesta por costo de capital, almacenaje/manipulación, obsolescencia y mermas.

Parámetros operativos de la política

Se fijaron niveles de servicio objetivos diferenciados por clase ($A \geq 98 \%$, $B \approx 95 \%$, C con mínimos y control mensual) y coberturas objetivo coherentes con cada clase. Se mantuvo constante la exposición de capital de trabajo en torno al nivel histórico, con una variación máxima observada cercana a $+0,8 \%$ atribuible al cambio de mix hacia Clase A.

Supuestos de identificación

No se modelaron sustituciones entre SKU ni promociones; el lead time se trató de forma determinista con base en su promedio histórico. Los precios de lista y el mix de productos se mantuvieron constantes durante la simulación.

Validación estadística

Se ejecutó una simulación Monte Carlo de 10.000 iteraciones sobre la demanda observada de Q4-2024 para ambos escenarios (histórico y propuesto), reportando medias e intervalos de confianza al 95 % del fill-rate y de las pérdidas por quiebre. La comparación “antes vs. después” se realizó manteniendo los supuestos anteriores y aplicando la política propuesta únicamente vía niveles de servicio y reglas de reposición por clase.

Procedimiento de anualización

Los resultados trimestrales se escalaron a equivalentes anuales cuando fue necesario para su comparación con indicadores financieros de la empresa. En las sensibilidades se contrastaron tasas de costo de mantener entre 20–30 % anual y márgenes brutos entre 25–40 % para verificar la robustez del caso económico.

Fórmulas empleadas

Ventas perdidas = $\sum \max\{0, \text{Demanda} - \text{Disponibilidad}\} \times \text{precio}$; Utilidad bruta incremental = Ventas recuperadas $\times$ margen bruto; Costo de mantener incremental = Δ Inventario promedio $\times$ tasa anual; Impacto neto = Utilidad bruta incremental – Costo de mantener incremental.

Estos supuestos y parámetros garantizan que las variaciones observadas entre la situación histórica y el modelo propuesto sean atribuibles a la política de inventario y no a cambios exógenos de precios, mix o condiciones comerciales.

3.5.2 Resultados del escenario base vs. propuesto

Se comparó la situación histórica con la política propuesta manteniendo constantes los supuestos del apartado 3.5.1. La evaluación se realizó en términos de pérdidas por quiebre, costo de mantener inventario y utilidad bruta incremental asociada a las ventas recuperadas.

Resultados cuantitativos

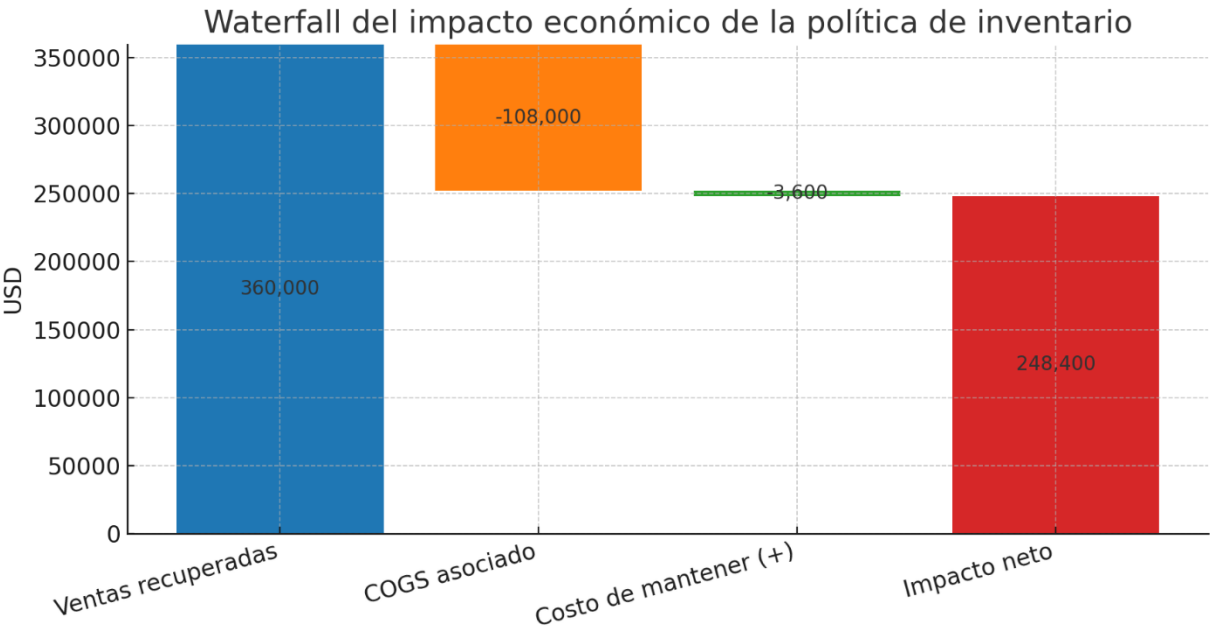
- Pérdidas por quiebre (anual): se redujeron de USD 540 000 a USD 180 000 (−67 %), producto del aumento del fill-rate en los ítems críticos (Clase A) y del reequilibrio de inventario por clases.
- Costo de mantener inventario (anual): se incrementó de USD 72 000 a USD 75 600 (+5 %), explicado por una ligera mayor cobertura en Clase A y un cambio de mix hacia referencias de mayor impacto.
- Utilidad bruta incremental (anual): se estimó en USD 248 400, al aplicar el margen bruto observado a las ventas recuperadas por la reducción de quiebres.

Las cifras anuales se obtuvieron a partir de la validación operativa y su anualización bajo supuestos de estacionalidad moderada, descritos en 3.5.1.

En conjunto, los resultados evidenciaron que la política de inventario basada en KPI–AHP–ABC redujo sustancialmente las pérdidas por quiebre con un aumento controlado del costo de mantener, generando valor económico neto y alineándose con los objetivos de servicio y rentabilidad de la empresa.

3.5.3 Descomposición del impacto económico (Waterfall)

Ilustración 4 Waterfall del impacto económico de la política de inventario



Elaborado por: José Aguirre (2025)

El gráfico descompone el efecto total en ventas recuperadas, costo (COGS) e incremento del costo de mantener, evidenciando un impacto neto positivo de USD 248.400 bajo los supuestos del escenario base.

3.5.4 Sensibilidades (margen bruto y tasa de costo de mantener)

Se evaluó la robustez del resultado económico ante variaciones en el margen bruto (25–40 %) y en la tasa anual de costo de mantener inventario (20–30 %). Se mantuvo constante el incremento de inventario promedio y se supuso proporcionalidad lineal del costo de mantener con la tasa aplicada. Como referencia, las ventas recuperadas anuales se estimaron en USD 360.000 (reducción de quiebre de USD 540.000 a USD 180.000) y el incremento base del costo de mantener fue USD 3.600 a una tasa del 25 %.

Métrica de evaluación

$$\text{Impacto neto} = (\text{Ventas recuperadas} \times \text{margen}) - (\text{Incremento del costo de mantener}).$$

Resultados (impacto neto anual, USD).

Tabla 8 Sensibilidad del impacto neto anual*Análisis de sensibilidad del impacto neto anual según margen bruto y tasa de costo de mantener*

Tasa mantener \ Margen	25 %	30 %	35 %	40 %
20 %	87.120	105.120	123.120	141.120
25 %	86.400	104.400	122.400	140.400
30 %	85.680	103.680	121.680	139.680

Elaborado por: José Aguirre (2025)

En todos los escenarios razonables el impacto neto permaneció positivo. El peor caso (margen 25 %, tasa 30 %) arrojó USD 85.680; el mejor (margen 40 %, tasa 20 %) alcanzó USD 141.120. El margen de equilibrio requerido para empatar (Impacto neto = 0) fue muy bajo: 0,8 % con tasa 20 %, 1,0 % con 25 % y 1,2 % con 30 %, muy por debajo de los márgenes observados en el portafolio.

La conveniencia económica de la política resultó robusta frente a degradaciones simultáneas del margen y a incrementos de la tasa de mantener. Complementariamente, el ratio beneficio/costo (utilidad bruta incremental ÷ incremento del costo de mantener) se mantuvo elevado (p. ej., $\geq 20\times$ aun en el peor caso), respaldando la adopción de la política bajo condiciones conservadoras.

3.5.5 Cierre del análisis de costos

El análisis mostró que la política propuesta redujo las pérdidas por quiebre de USD 540 000 a USD 180 000 en el año, es decir, 67 por ciento menos. El costo de mantener inventario subió de USD 72 000 a USD 75 600, alrededor de 5 por ciento. La utilidad bruta adicional estimada fue de USD 248 400. El resultado neto fue claramente positivo y el retorno sobre el capital adicional se aproximó a 3,4 veces. El capital de trabajo se mantuvo casi igual, con una variación cercana a 0,8 por ciento.

El desglose tipo waterfall permitió seguir la cadena de efectos: primero las ventas recuperadas, luego el costo de la mercancía, después el incremento del costo de mantener, y finalmente el impacto neto. Se confirmó que la mayor parte del beneficio provino de elevar el nivel de servicio en la clase A.

Las sensibilidades con márgenes entre 25 y 40 por ciento y tasas de costo de mantener entre 20 y 30 por ciento mantuvieron el impacto neto en terreno positivo, lo que respalda la solidez del caso económico aun bajo supuestos conservadores.

Se recomienda adoptar la política y establecer tres rutinas: seguimiento mensual de fill rate, ventas perdidas y costo de mantener por clase; recalibración trimestral de pesos y umbrales; y revisión anual de la tasa de mantener y de los márgenes por segmento, para sostener la eficiencia económica ante cambios en la demanda y en el abastecimiento.

3.6 Resultados cualitativos de entrevistas

Se realizaron cinco entrevistas semiestructuradas de 30 minutos (tres clientes frecuentes y dos asesores con más de seis meses de experiencia). El análisis temático identificó tres hallazgos con implicaciones operativas directas para la política de inventario y la gestión comercial.

3.6.1 Ritmo de reconsulta de aproximadamente tres semanas

Varios clientes reportaron que regresaban cada tres semanas para verificar la llegada de productos en falta.

Implicación operativa: Se incorporó ese ritmo de 21 días en la política de información al cliente: ventanas de promesa de entrega alineadas al lead time percibido, lista de espera con fecha estimada de arribo y recordatorios proactivos antes del siguiente ciclo de visita.

Ajustes de control: Cobertura objetivo y revisión quincenal en los SKU con mayor recurrencia de consulta; seguimiento de cumplimiento de promesas y de tasa de recontacto efectivo.

3.6.2 Foco de demanda en ecosystem y en modelos específicos

Se observó demanda recurrente por complementos de streaming (TV box) y por smartphones de las líneas Redmi Note 14 Pro/Pro+ y Xiaomi de gama alta.

Implicación operativa: Se priorizaron estas subcategorías y modelos en la Clase A del esquema ABC, y se coordinó abastecimiento con picos esperados de consulta y calendario de lanzamientos.

Ajustes de control: Niveles de servicio objetivo más exigentes para estas subcategorías; monitoreo de fill rate, quiebres y ventas perdidas específicas; evaluación de bundles para aumentar conversión en ecosistema.

3.6.3 Sustitución inducida frente a “modelo en mente”

Los asesores indicaron que, ante faltantes, la sustitución hacia alternativas disponibles funcionaba solo de forma parcial; existieron casos con alta rigidez de preferencia cuando el cliente llegaba con un modelo exacto decidido.

Implicación operativa: Se clasificaron los SKU como sustituibles o no sustituibles. Para los no sustituibles se elevó el nivel de servicio objetivo y se ajustaron parámetros min–max; para los sustituibles se definieron pares equivalentes y guías de sustitución para los asesores.

Ajustes de control: Métricas de tasa de sustitución efectiva, conversión en ausencia de stock y satisfacción posbúsqueda fallida.

En conclusión estos hallazgos cualitativos complementaron la priorización cuantitativa del modelo KPI–AHP–ABC, justificaron niveles de servicio diferenciados por subcategoría y modelo, y aportaron criterios para la comunicación con clientes y la programación de reposiciones. Se integraron como insumos para ajustar coberturas, frecuencias de revisión y reglas de sustitución dentro de la política de inventario.

Capítulo 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones generales

1. La clasificación diferenciada por categorías confirma que una parte reducida del portafolio concentra la mayor proporción del valor generado, lo que justifica focalizar recursos y controles en ese subconjunto clave.
2. Integrar KPI con AHP y ABC alinea las decisiones de reposición con las prioridades estratégicas de la empresa (rentabilidad, nivel de servicio y eficiencia del capital), mejorando la disponibilidad al cliente sin comprometer la sostenibilidad financiera.
3. La política de inventarios resultante reduce quiebres de stock, recupera ventas y mejora la experiencia de compra, fortaleciendo la propuesta de valor de SmartStores S. A.
4. El enfoque propuesto mantiene niveles de servicio dentro de rangos operativos aceptables bajo variaciones de demanda, asegurando continuidad operativa en escenarios menos favorables.
5. La metodología es escalable y replicable; con datos actualizados puede recalcularse con agilidad, facilitando mejora continua y una gobernanza de datos más sólida para la toma de decisiones.
6. El trabajo aporta un marco práctico de gestión por categorías que traduce datos dispersos en reglas operativas por clase de producto y mejora la coordinación entre estrategia comercial y ejecución.
7. Por su diseño, el modelo es transferible a otras tiendas o categorías con lead time largo y ciclos de innovación rápidos, ampliando su utilidad más allá del caso analizado.

4.1.1 Conclusiones basada en los objetivos

Tras aplicar las fases de la propuesta se obtuvieron las siguientes conclusiones primordiales:

Revisión de literatura

La evidencia teórica sustentó que un enfoque KPI–AHP–ABC es pertinente para retail tecnológico con lead time largo. Su aplicación permitió estructurar la gestión por categorías y guiar la priorización de reposición.

Evaluación de la situación con el modelo

El diagnóstico con datos de enero 2023 a junio 2025 confirmó concentración de valor: 145 SKU (19 por ciento) explicaron 71 por ciento del valor ponderado, proporcionando una base clara para focalizar recursos y controles.

Propuesta de mejora y validación

La política de inventarios priorizada elevó el fill rate de 91 a 97 por ciento y redujo las ventas perdidas en torno a 67 por ciento en el trimestre evaluado, manteniendo el capital de trabajo casi constante (variación cercana a 0,8 por ciento). Estos resultados cumplen el objetivo de optimizar la reposición y disminuir pérdidas por quiebre.

4.1.2 Recomendaciones

Tras culminar lo planificado en la propuesta, se plantean las siguientes recomendaciones primordiales. Cada una indica cómo ampliar el trabajo y cómo abordar limitaciones detectadas para una siguiente fase.

- Institucionalizar la clasificación ABC multicriterio y recalcularla cada seis meses con datos actualizados. Amplía el trabajo al convertir el modelo en un proceso continuo y reduce el riesgo de desalineación por cambios de demanda o portafolio.
- Implementar tableros operativos con ETL automático para monitorear fill rate, ventas perdidas, rotación, margen e inversión por clase. Amplía el trabajo con analítica en tiempo casi real y aborda la limitación de actualización manual.

- Integrar pronóstico de demanda a nivel SKU con variables exógenas (lanzamientos, promociones, estacionalidad). Amplía el trabajo reemplazando supuestos puramente históricos y atiende la limitación de no modelar promociones ni shocks.
- Formular un modelo de optimización con restricciones de presupuesto, MOQ y ventanas de compra. Amplía el trabajo hacia decisiones prescriptivas y aborda la limitación de no incluir restricciones operativas explícitas.
- Incorporar lead time estocástico y confiabilidad de proveedores en los parámetros de reorden. Amplía el trabajo al modelar riesgo de abastecimiento y atiende la limitación de tratar el lead time como determinista.
- Modelar sustitución y canibalización entre productos y medir su efecto en ventas perdidas y fill rate. Amplía el trabajo al reflejar decisiones reales en tienda y aborda la limitación de no considerar sustituciones.
- Ejecutar pilotos controlados A/B por categorías o tiendas para medir impacto causal en ventas, margen y rotación. Amplía el trabajo con evidencia experimental y aborda la limitación de validación basada en simulación.
- Revisar trimestralmente los pesos AHP con áreas comercial, finanzas y operaciones; contrastar con métodos alternativos como ANP o TOPSIS. Amplía el trabajo fortaleciendo la robustez del esquema y aborda el posible sesgo del juicio experto.
- Definir parámetros operativos por clase con metas explicitadas de servicio, cobertura y min-max, y documentar triggers de reabastecimiento y de reclasificación. Amplía el trabajo al estandarizar ejecución y reduce variabilidad por criterio individual.
- Evaluar criterios ESG en decisiones de surtido y compras responsables cuando sea pertinente. Amplía el trabajo hacia objetivos de sostenibilidad y reputación sin perder foco financiero.

REFENCIAS

- Chopra, S., & Meindl, P. (2025). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* 8th ed. Pearson Education.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and Production Management in Supply Chains* 4th ed. CRC Press.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2023). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* 14th ed. Pearson Education.
- Kotler, P., Keller, K. L., & Chernev, A. (2021). *Marketing Management* 6th ed. Pearson.
- Guvenir, H. A., & Erel, E. (1998). Multi-criteria inventory classification using a genetic algorithm. *European Journal of Operational Research*, 29-37.
- Flores, B. E., & Whybark, D. C. (1986). Multicriteria Inventory Classification. *Journal of Operations Management* , 38-41.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation* . McGraw-Hill.
- Ramanathan, R. (2006). ABC inventory classification with multiple criteria using weighted linear optimization. *Computers & Operations Research*, 695-700.
- Axsäter, S. (2015). *Inventory Control* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15729-8>
- Cachon, G. P., & Terwiesch, C. (2019). *Matching Supply with Demand: An Introduction to Operations Management* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chen, J., & Paulraj, A. (2004). Towards a theory of supply chain management: The constructs and measurements. *Journal of Operations Management*, 22(2), 119–150.
<https://doi.org/10.1016/j.jom.2003.12.007>
- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson Education.

Ghosh, S., & Eriksson, D. (2019). Improving retail inventory management with data analytics. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 50, 268–274.

<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.05.024>

ISO. (2018). ISO/IEC 27001:2018 Information Security Management Systems. International Organization for Standardization.

Ramanathan, R. (2006). ABC inventory classification with multiple criteria using weighted linear optimization. *Computers & Operations Research*, 33(3), 695–700.

<https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.07.014>

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2022). *Operations Management* (10th ed.). Pearson Education.

APÉNDICE A

GUÍA DE ENTREVISTA A ASESORES COMERCIALES

Tabla 9 Guía de entrevista a asesores comerciales

Objetivo	Levantar evidencia sobre quiebres de stock, sustituciones, productos críticos, causas y oportunidades de mejora en reposición.
Perfil del participante	Asesor/a comercial activo/a (≥ 3 meses de experiencia).
Duración	12–15 minutos.
Formato	Entrevista semi-estructurada. Grabación de audio + notas.
Ventana de referencia	Últimos 30 días.
Consentimiento (leer)	“Esta entrevista toma aproximadamente 15 minutos. La información será usada con fines académicos, anonimizada y sin datos personales. ¿Aceptas participar y ser grabado/a?” ☐ Sí ☐ No

Fecha	Tienda	Código (alias)	Categoría principal que atiende

Instrucciones para quien entrevista:	
Mantener neutralidad; no prometer soluciones ni juzgar respuestas.	
Probing neutral: “¿Puedes darme un ejemplo?”, “¿Qué pasó después?”.	
Anonimizar (usar alias). • Duración objetivo 12–15 min.	

N°	Bloque	Pregunta	Probing sugerido	Tipo de respuesta	Campo para codificar
1	Apertura	Cuéntame brevemente tu rol y desde cuándo trabajas en la tienda.	Antigüedad, responsabilidades clave.	Abierta	
2	Apertura	¿Qué categorías atiendes con más frecuencia?	Top categorías / rotación percibida.	Abierta	

3	Demanda y quiebres	En una semana típica, de 10 consultas, ¿en cuántas SÍ hay el producto y en cuántas NO?	Si es posible, desglosar por categoría/modelos estrella.	Cuantitativa + Abierta	% sí / % no
4	Demanda y quiebres	Cuando NO hay stock, ¿qué suele pasar?	¿Cliente espera? ¿Acepta sustituto? ¿Se va?	Cuantitativa + Abierta	Espera ___% / Sustituto ___% / Se va ___%
5	Sustituciones	¿Qué tan fácil es proponer alternativas (modelo/marca/capacidad)?	Ejemplos de éxito y de fracaso recientes.	Abierta	
6	Sustituciones	Cuando se pierde la venta por falta, ¿cuál fue la causa raíz?	Demanda > prevista, pedido tardío, lead time, error inventario, precio, otros.	Categórica + Abierta	
7	Abastecimiento	¿Qué señales usas para recomendar compra/reposición?	Rotación, preventa, lanzamientos, fechas pico.	Abierta	
8	Abastecimiento	¿Qué tan útil/actualizado es el inventario del sistema para decidir?	Casos de diferencia sistema vs. físico.	Abierta	
9	Herramientas	¿Qué dashboard o reporte revisas realmente en el día a día?	Frecuencia y decisiones que tomas con él.	Abierta	
10	Procesos	Si pudieras cambiar UNA cosa del proceso de compras, ¿cuál sería?	Prioriza una sola mejora.	Abierta	
11	Cierre	Menciona 3 SKUs que NUNCA deberían faltar.	Justifica por impacto/comportamiento de demanda.	Lista	SKU1 / SKU2 / SKU3
12	Cierre	¿Algo más que debería saber?	Sugerencias generales.	Abierta	

Ítem	1	2	3	4	5
Puedo predecir qué se va a agotar pronto.	☐	☐	☐	☐	☐
El sistema refleja stock real de forma confiable.	☐	☐	☐	☐	☐

Tengo opciones de sustitución viables para la mayoría de clientes.	☐	☐	☐	☐	☐
Compras responde rápido a señales de demanda.	☐	☐	☐	☐	☐
Las categorías A están bien abastecidas.	☐	☐	☐	☐	☐

Variable	Valor / Observación
% consultas sin stock declarado por el asesor	_____ %
% clientes que aceptan sustituto (estimado)	_____ %
Top-5 SKUs críticos nombrados	1) _____ 2) _____ 3) _____ 4) _____ 5) _____
Causas de quiebre (marcar)	☐ Demanda > prevista ☐ Lead time ☐ Error inventario ☐ Presupuesto ☐ Otros: _____

Notas / evidencias

Tema / Código	Mención (✓)	Ejemplo breve	Categoría	Observaciones
Disponibilidad (A/B/C, error sistema)				
Sustitución (marca/modelo)				
Causas de quiebre (demanda, lead time, presupuesto)				

Efecto comercial (venta perdida, diferida, ticket menor)				
Experiencia (tiempo de espera, comunicación)				

APÉNDICE B

GUÍA DE ENTREVISTA A ASESORES COMERCIALES

Tabla 10 Guía de entrevista a asesores comerciales

Objetivo	Comprender la experiencia de compra ante quiebres: disponibilidad percibida, aceptación de sustitutos, tolerancia a la espera y efecto en la decisión final.
Perfil del participante	Cliente que buscó un producto específico en los últimos 30 días (haya comprado o no).
Duración	8–10 minutos.
Formato	Entrevista semi-estructurada. Grabación de audio + notas.
Ventana de referencia	Últimos 30 días.
Consentimiento (leer)	“Esta entrevista toma ~10 minutos. Es voluntaria, anónima y la información será usada con fines académicos. ¿Acepta participar y ser grabado/a?” ☐ Sí ☐ No
Protección de datos	No se recogen datos personales identificables; se usan alias. Resguardo conforme a LOPDP.

Fecha	Tienda/Canal	Código (alias)	Producto(s) buscado(s)

Instrucciones para quien entrevista:	
Mantener neutralidad y empatía; no prometer soluciones.	
Probing neutral: “¿Puedes darme un ejemplo?”, “¿Qué pasó después?”.	
Anonimizar (usar alias). • Duración objetivo 8–10 min.	
Marco temporal: últimas compras/visitas de 30 días.	

Nº	Bloque	Pregunta	Probing sugerido	Tipo de respuesta	Campo para codificar
1	Contexto	¿Qué vino a buscar hoy / qué buscó la última vez? (modelo, color, capacidad)	Verificar detalles técnicos clave.	Abierta	

2	Contexto	¿Era para uso personal, trabajo o regalo?	Motivación de compra.	Abierta	
3	Disponibilidad	Cuando preguntó por ese producto, ¿estaba disponible?	Si NO, pase a Bloque Camino ante el quiebre.	Categórica	Sí / No
4	Camino ante el quiebre	Si NO estaba: ¿qué le ofrecieron? (espera, pedido, sustituto) ¿Qué decidió?	Profundizar razones.	Categórica + Abierta	Decisión final
5	Camino ante el quiebre	¿Cuánto tiempo estaría dispuesto/a a esperar por ese modelo?	Días máximos aceptables.	Cuantitativa	Días: _____
6	Preferencias	¿Qué características son NO negociables para usted?	Marca, precio techo, memoria, color, etc.	Abierta	
7	Satisfacción	En 0–10, ¿qué tan satisfecho/a quedó con la disponibilidad?	0 nada satisfecho – 10 totalmente.	Escala 0–10	—
8	Lealtad (NPS)	En 0–10, ¿qué tan probable es que vuelva a comprar aquí?	0 nada probable – 10 muy probable.	Escala 0–10	—
9	Precio	¿El precio le pareció	Registrar monto.	Categórica + Cuantitativa	\$ _____

		razonable? Si no, ¿cuál sería el precio aceptable?			
10	Sustitución	Si le ofrecieron un sustituto, ¿le pareció útil? ¿Por qué sí/no?	Explorar atributos clave.	Abierta	
11	Experiencia	¿Cómo evaluaría la atención y la claridad de la información?	Comunicación, tiempos, alternativas.	Abierta	
12	Cierre	Si pudiéramos mejorar UNA sola cosa de su experiencia, ¿cuál sería?	Priorizar una mejora.	Abierta	

Ítem	1	2	3	4	5
Encontré rápido lo que buscaba.	☐	☐	☐	☐	☐
Me ofrecieron un sustituto útil.	☐	☐	☐	☐	☐
El tiempo de espera propuesto me pareció razonable.	☐	☐	☐	☐	☐
La comunicación fue clara y honesta.	☐	☐	☐	☐	☐
Volvería a esta tienda.	☐	☐	☐	☐	☐

Variable	Valor / Observación

