Maestría en Administración de Empresas

Proyecto Integrador Caso de Negocio

Título de la propuesta o iniciativa: Estrategias de optimización de espacios físicos en supermercados: Impacto en la rentabilidad y competitividad.

Victor, MERCHAN FU[a] y Roberto, ZAVALA HERAS[b] bajo la dirección de Mayra Liuviana Vega Chica[c]

a Ingeniero en Logística y Transporte. E-mail victor.merchan@uees.edu.ec
b Ingeniero en Negocios Internacionales. E-mail rzavala@uees.edu.ec
c PhD en Administración Estratégica de Empresas. E-mail mvegach@uees.edu.ec

SÍNTESIS: Este proyecto aborda un desafío estratégico clave en la industria de supermercados: la necesidad de optimizar el uso del espacio físico en tienda para incrementar la rentabilidad por metro cuadrado. En un contexto altamente competitivo, marcado por la entrada de nuevos formatos de *hard discount*, se vuelve fundamental rediseñar la forma en que se asigna y gestiona el espacio comercial. El enfoque propuesto se basa en un modelo predictivo que relaciona la elasticidad de la demanda con el espacio asignado, permitiendo tomar decisiones informadas que maximicen el retorno económico y mejoren la experiencia del cliente.

DESCRIPCIÓN: La empresa objeto de estudio es una cadena nacional de supermercados con más de 250 tiendas en todo el país y ventas anuales superiores a los $1.000 millones. En los últimos años, su expansión física ha superado el crecimiento del margen bruto, provocando una caída sostenida en la rentabilidad por m². Las decisiones de distribución de espacio han sido históricamente empíricas, sin herramientas analíticas que permitan asignarlo estratégicamente en función del comportamiento real del

	cliente. Esta situación ha motivado el desarrollo de una propuesta basada en datos, con el fin de revertir esta tendencia y asegurar una ventaja competitiva sostenible.
DEFINICIÓN DE LA OPORTUNIDAD:	La oportunidad radica en replantear por completo el modelo de asignación de espacios dentro de las tiendas. Ante la caída del indicador GMROS y la presión del mercado, se vuelve indispensable implementar un modelo que permita aprovechar al máximo cada metro cuadrado, enfocando los recursos en categorías de alta rentabilidad. A esto se suma la posibilidad de mejorar la experiencia del cliente al facilitar una distribución más lógica, accesible y alineada con sus hábitos de compra. La implementación de este modelo representa una oportunidad de transformación estratégica, con alto impacto económico y organizacional.
OBJETIVO RELEVANTE DEL NEGOCIO:	Incrementar la rentabilidad del metro cuadrado en las tiendas de la compañía mediante un uso eficiente, estratégico y basado en datos del espacio físico disponible, fortaleciendo así la posición competitiva de la empresa frente a los competidores y la creciente sensibilidad al servicio por parte del consumidor.
ALTERNATIVAS DE ANÁLISIS ELEGIDA:	Luego de evaluar seis propuestas y ponderarlas bajo criterios estratégicos, operativos, financieros y tecnológicos, se seleccionó como alternativa principal la implementación de un **modelo predictivo basado en la elasticidad de la demanda respecto al espacio asignado**. Esta solución destaca por su alta relación costo-beneficio, bajo riesgo tecnológico, posibilidad de implementación modular y alineación directa con los objetivos del proyecto. A partir de datos históricos de ventas y distribución de espacio, el modelo permite tomar decisiones más precisas, optimizar el uso del *layout* y mejorar los indicadores clave como el margen bruto por m², rotación de inventarios, satisfacción y tráfico del cliente.

1. Oportunidad o problema

1.1. Identificar la oportunidad/problema

La cadena nacional de supermercados analizada cuenta con más de 250 locales distribuidos estratégicamente en prácticamente todas las principales ciudades del país. Cada establecimiento tiene una superficie comercial que varía entre los 500 y 1000 metros cuadrados, y en conjunto generan ingresos anuales cercanos a los mil millones de dólares. A pesar de su sólido posicionamiento en el mercado y una oferta que supera las 600 categorías de productos, la compañía enfrenta actualmente serios desafíos que amenazan su rentabilidad y viabilidad en el mediano plazo.

Si bien la expansión de tiendas en los últimos años ha impulsado un aumento en las ventas, como lo evidencia la Tabla 1, también ha generado un efecto negativo en el indicador GMROS (margen bruto por metro cuadrado). Este descenso se explica por un crecimiento acelerado en superficie disponible que no ha sido compensado proporcionalmente con un incremento en el margen bruto, lo cual evidencia un uso menos eficiente del espacio en las nuevas aperturas.

Tabla 1

Margen Bruto por m2 del 2016 al 2024

Año	Metros² Adicionales	Total Metros²	Margen Bruto Acumulado	Margen Bruto/m² (GMROS)	Tiendas Nuevas	Total Tiendas
2016	7.099	98.452	$ 28.910.958	$ 293,66	10	130
2017	5.275	103.727	$ 30.040.786	$ 289,61	7	137
2018	8.646	112.373	$ 31.918.647	$ 284,04	11	148
2019	9.892	122.265	$ 34.087.300	$ 278,80	14	162
2020	12.667	134.932	$ 36.888.127	$ 273,38	17	179
2021	5.494	140.426	$ 38.131.778	$ 271,54	7	186
2022	13.363	153.789	$ 41.175.745	$ 267,74	18	204

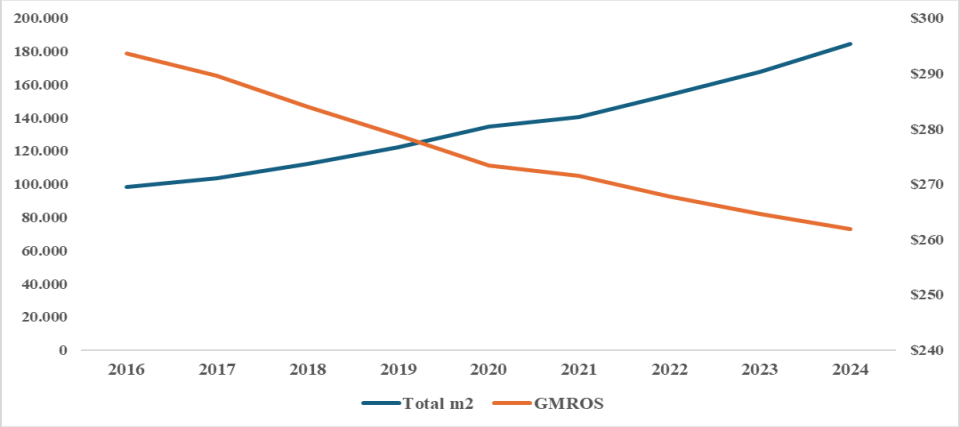
2023	14.067	167.856	$ 44.421.329	$ 264,64	21	225
2024	16.831	184.687	$ 48.364.402	$ 261,87	25	250

Nota. Información del margen bruto por m2 de los últimos 10 años.

A nivel interno, la compañía presenta evidentes deficiencias en la manera en que distribuye el espacio comercial dentro de sus tiendas, lo que ha repercutido en una disminución de la rentabilidad por metro cuadrado en comparación con años anteriores como se observa en la Figura 1. Tradicionalmente, las decisiones sobre la asignación de espacio para las distintas categorías de productos han estado basadas más en la experiencia empírica y percepciones del equipo operativo que en estudios analíticos o modelos predictivos formales. Como consecuencia, se observan desequilibrios importantes: categorías con bajo margen ocupan superficies amplias, mientras que aquellas con mayor potencial de rentabilidad quedan relegadas en visibilidad y exposición. Este problema se torna aún más relevante considerando estudios recientes, como el de (Flamand et al., 2017), que demuestran cómo la asignación eficiente y estratégica del espacio puede maximizar el beneficio total de una tienda mediante la selección conjunta y óptima del surtido y del espacio asignado.

Figura 1

Relación entre metros cuadrados y el indicador GMROS

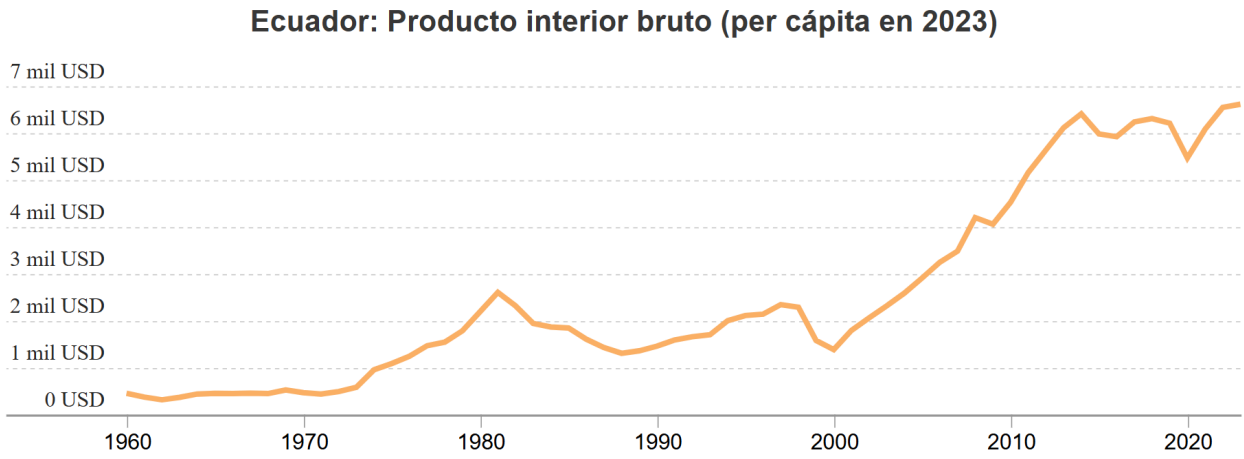


Nota. Evolución anual del incremento de metros cuadrados versus el GMROS por año.

Desde una perspectiva externa, el contexto competitivo se ha incrementado notablemente con el reciente ingreso agresivo de formatos "*hard discount*" al mercado nacional. Estos formatos, conocidos por estructuras operativas muy eficientes y precios significativamente más bajos, han distorsionado el entorno competitivo tradicional, generando una profunda guerra de precios en diversas categorías. Tal fenómeno ha obligado a múltiples competidores a replantear sus estructuras de costos y estrategias comerciales, aumentando la presión para reducir precios, costos operativos y lograr rentabilizar cada metro cuadrado disponible. De acuerdo con estudios específicos realizados en América Latina por (D´Andrea et al., 2006), los formatos más pequeños y eficientes han probado ser altamente rentables y adaptados a las necesidades específicas del consumidor en contextos de competencia agresiva y sensible a los precios.

Figura 2

PIB anual del Ecuador de 1960 a 2023



Nota. Producto interno bruto per capita desde 1960 a 2023, por *Banco Mundial*, 2023.

Adicionalmente, las recientes crisis económicas recurrentes han reducido significativamente el poder adquisitivo del consumidor, aumentando aún más su sensibilidad al precio y generando una exigencia creciente en términos de eficiencia operativa y asignación estratégica del espacio físico. Estudios empíricos como el de (Campo et al., 2000), indican que factores relacionados con la ubicación, el tráfico interno, y la distribución del espacio comercial pueden impactar considerablemente la rentabilidad global de las tiendas, lo que hace aún más crucial implementar decisiones basadas en análisis rigurosos y modelos predictivos avanzados.

En un entorno altamente competitivo como el sector retail latinoamericano, especialmente en supermercados, resulta fundamental disponer de indicadores que vayan más allá de lo operativo y capturen la experiencia y lealtad del cliente. El Net Promoter Score (NPS) ha emergido como una herramienta clave para este propósito. Esta métrica, desarrollada por Bain & Company, se basa en una pregunta simple pero estratégica: *¿Qué probabilidad hay de que*

recomiende esta empresa a un amigo o colega? (Bain & Company, 2025). A partir de esta pregunta, se clasifica a los consumidores en tres grupos: promotores, pasivos y detractores, permitiendo una segmentación valiosa y accionable (Medallia, 2025).

El NPS se ha relacionado de manera directa con indicadores estratégicos como la retención, la recomendación boca a boca y el crecimiento orgánico (Retently, 2025). Su simplicidad y claridad lo han convertido en una métrica ampliamente adoptada a nivel global, con particular relevancia en contextos donde la recurrencia de compra es alta, como en supermercados. No obstante, uno de los principales desafíos identificados en el uso del NPS en Latinoamérica es la falta de datos comparativos públicos y agregados para el sector de supermercados, situación que contrasta con mercados como el estadounidense, donde los *benchmarks* son más accesibles.

Por estas razones, en el marco de esta investigación se ha decidido incorporar el *Net Promoter Score* como métrica central para medir y comparar el impacto de las alternativas propuestas en la optimización del *layout* de tienda y experiencia del cliente.

En consecuencia, la compañía tiene frente a sí una clara y urgente oportunidad estratégica: optimizar la asignación de sus espacios físicos en los puntos de venta que no solo permitirá una mejora inmediata en términos económicos y de rentabilidad por metro cuadrado, sino también potenciará la experiencia general del consumidor, fortaleciendo así su posición competitiva frente a la presión generada por los formatos agresivos de los competidores y la guerra de precios resultante.

1.2. Formalizar la declaración de la O/P

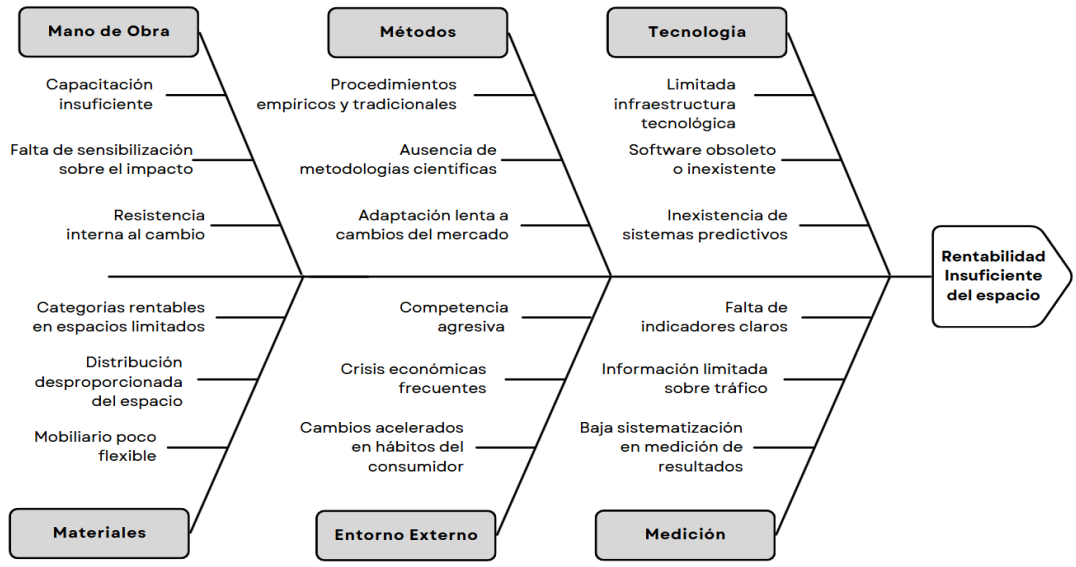
La empresa enfrenta una situación crítica debido a la ineficiente rentabilización del espacio en sus puntos de venta. La presión creciente del mercado tras la entrada de formatos agresivos de descuento ha generado una guerra de precios que ha erosionado considerablemente los márgenes comerciales. Esto obliga a la empresa a tomar acciones inmediatas para optimizar la rentabilidad por metro cuadrado disponible en sus tiendas, así como maximizar la experiencia del consumidor. Para formalizar claramente esta problemática se aplicarán dos herramientas clave como el Diagrama de Ishikawa (Cotton, 2016, pp. 64-66) y el Análisis de Campo de Fuerza (Cotton, 2016, pp. 120-122).

1.3. Diagrama de Ishikawa

Este diagrama nos permite identificar exhaustivamente y categorizar todas las causas posibles que generan una rentabilidad insuficiente del espacio en los puntos de venta.

Figura 3

Diagrama de Ishikawa



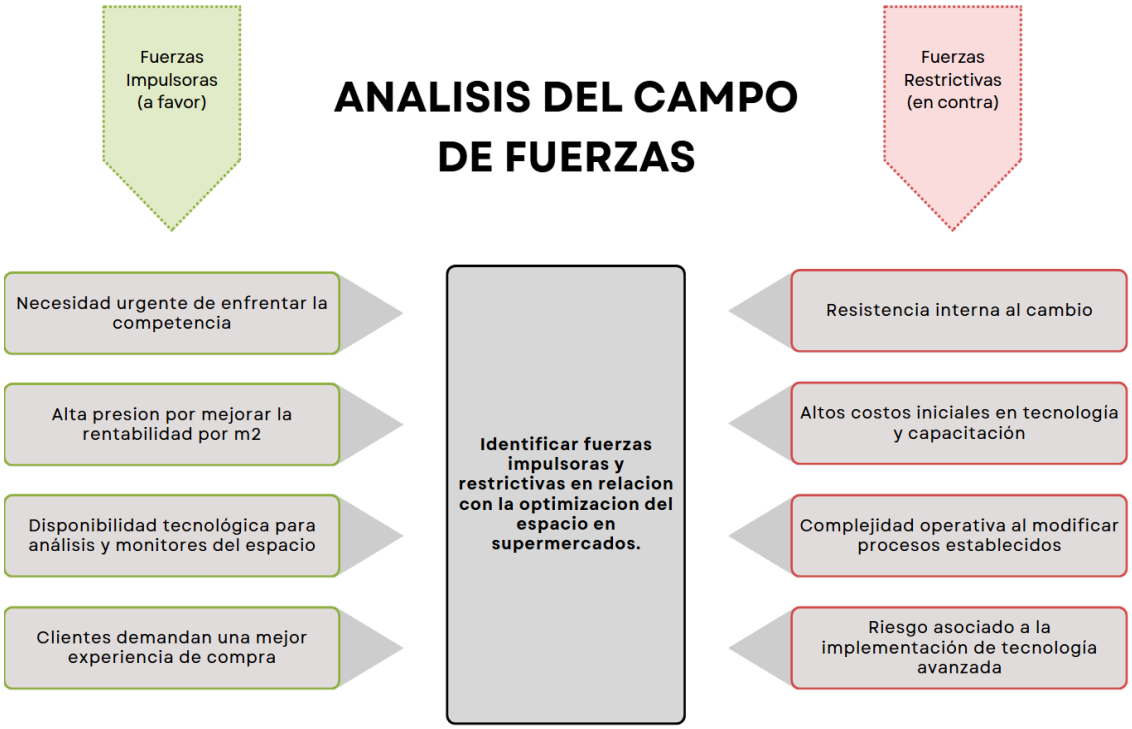
Este análisis evidencia que la baja rentabilidad del espacio tiene múltiples causas, que requieren soluciones integrales desde el factor humano (personal de los puntos de venta), tecnológicos, metodológicos y de factores externos.

1.4. Diagrama de Campo de Fuerzas

Este diagrama nos permite identificar exhaustivamente y categorizar todas las causas posibles que generan una rentabilidad insuficiente del espacio en los puntos de venta.

Figura 4

Análisis del Campo de Fuerzas



Aunque existen fuerzas restrictivas importantes, el peso de las fuerzas impulsoras (competencia, rentabilidad potencial, disponibilidad tecnológica) justifica plenamente la

implementación de una solución, debiendo acompañar el desarrollo de este proyecto con planes específicos con los que se pueda reducir cualquier tipo de riesgo identificado.

1.5. Identificar objetivos a partir de la O/P

A partir del análisis exhaustivo realizado sobre la situación actual, las causas identificadas mediante el Diagrama de Ishikawa y el de Fuerzas Impulsoras y Restrictivas se han planteado los siguientes objetivos específicos:

Objetivo General:

Incrementar la rentabilidad del metro cuadrado comercial en las tiendas, asegurando un uso eficiente del espacio disponible y fortaleciendo la posición competitiva de la empresa frente a las presiones actuales del mercado.

Objetivos Específicos:

- Incrementar en un 2% el margen bruto por metro cuadrado en las 50 tiendas con menor desempeño, durante el segundo semestre del año 2025, utilizando modelos analíticos de asignación óptima de espacios.
- Incrementar el Índice *Net Promoter Score* (NPS) en al menos 5 puntos, en las tiendas intervenidas con nuevo *layout*, en un periodo de 12 meses posterior a la implementación.
- Aumentar en un 8% el tráfico de clientes en las tiendas con rediseño durante el primer año de ejecución del proyecto, utilizando tecnologías de medición como sensores de conteo o mapas de calor.
- Aumentar en un 12% la rotación promedio de inventarios en las 10 categorías clave, en las tiendas piloto, al finalizar el primer ciclo completo de implementación (diciembre 2025).

1.6. Establecer prioridades en sus objetivos

Con el fin de asegurar una asignación efectiva de recursos y esfuerzos en la búsqueda de soluciones, se ha definido la siguiente jerarquización de los objetivos específicos en función de su impacto potencial en el negocio y la urgencia estratégica derivada de la situación competitiva actual:

1. Aumentar la productividad del espacio físico en los puntos de venta, tiene un impacto directo y significativo en resultados económicos y rentabilidad general del negocio.
2. Incrementar el tráfico de clientes dentro de las tiendas, algo esencial para mantener competitividad y crecimiento sostenible frente a formatos agresivos.)
3. Mejorar la experiencia de compra del consumidor en las tiendas, clave para fidelizar clientes, aumentar la frecuencia de compra y fortalecer la posición competitiva.

1.7. Asignar indicadores de seguimiento y control para las opciones, además de los criterios o indicadores para comparar las opciones.

Estos indicadores de la Tabla 2 permitirán medir continuamente si los objetivos estratégicos definidos anteriormente se cumplen y en qué grado:

Tabla 2

Indicadores Principales (KPI's)

#	Indicador	Indicador SMART
1	Margen bruto por metro cuadrado (USD/m²)	Lograr un aumento del 2% en el margen bruto por metro cuadrado en las tiendas piloto antes de finalizar diciembre de 2025, mediante una redistribución

		estratégica del espacio enfocada en potenciar las categorías y productos con mayor rentabilidad.
2	Tráfico promedio mensual de clientes por tienda	Incrementar en un 8% el flujo mensual promedio de clientes en las tiendas intervenidas, durante los primeros 12 meses tras la implementación del proyecto de rediseño del espacio comercial.
3	Índice de Satisfacción del Cliente (NPS)	Elevar en al menos 5 puntos el índice Net Promoter Score (NPS) en las tiendas que implementen el nuevo diseño de layout, dentro de un plazo de 12 meses tras la intervención, mediante la mejora de la experiencia general de compra del cliente.
4	Rotación promedio de inventarios	Aumentar en un 12% la rotación media de inventario en las diez categorías estratégicas dentro de las tiendas intervenidas, durante el primer año de ejecución del proyecto, con el fin de optimizar la eficiencia en el aprovechamiento del espacio comercial.

A continuación, en la Tabla 3 se detallan los indicadores clave de desempeño (KPI) definidos para el monitoreo del proyecto. Estos indicadores permiten evaluar de forma continua el impacto de las acciones implementadas sobre la rentabilidad del espacio comercial, la experiencia del cliente y la eficiencia operativa.

Tabla 3

Objetivos e Indicadores del proyecto

Indicador	**Unidad**	**Fuente**	**Frecuencia**	**Responsable**	**Línea base**	**Plazo de cumplimiento**

Margen bruto por m²	$	ERP / Finanzas	Mensual	Finanzas	$ 261.87	Alcanzar 2% adicional antes de dic. 2025
Tráfico promedio	Clientes / mes	Contadores	Semanal	Marketing	160k clientes promedio por tienda	Aumentar a 180k antes de dic. 2025
NPS	Índice NPS	Encuestas	Trimestral	Calidad y Marketing	42 puntos	Subir a 47 puntos en 12 meses
Rotación promedio inventarios	# veces	ERP Logística	Mensual	Logística	3.2 rotaciones / categoría	Elevar a 3.6 antes de nov. 2025

Entre los principales criterios presentados en la Tabla 4 que servirán para comparar claramente las alternativas exploradas, que nos permitirán una evaluación objetiva tenemos:

Tabla 4

Definición de criterios de evaluación

Estratégicos	Financieros	Operativos	Tecnológicos	Riesgo
Alineación con objetivos estratégicos de la empresa	Costo total de inversión requerido	Complejidad operativa de la implementación	Nivel tecnológico requerido (inversión tecnológica inicial)	Nivel de riesgo asociado a la implementación

Impacto esperado sobre la posición competitiva frente a otros supermercados	Rentabilidad esperada (Retorno sobre la inversión - ROI)	Tiempo necesario para la implementación completa	Compatibilidad con tecnologías y procesos actuales	Capacidad de ajuste rápido ante resultados no esperados
Facilidad o dificultad de implementación operativa	Impacto proyectado en margen bruto por metro cuadrado	Requerimientos de capacitación y cambio organizacional		

Estos indicadores y criterios brindaran herramientas objetivas y precisas para comparar las diferentes alternativas de solución, facilitando la decisión en base a datos sólidos.

2. Explorar, limitar y formalizar las alternativas

En la búsqueda continua de incrementar la rentabilidad por metro cuadrado disponible en los supermercados, resulta fundamental evaluar diversas alternativas estratégicas que permitan utilizar el espacio físico de manera más eficiente, rentable y adaptativa a las condiciones del mercado. Considerando el contexto actual marcado por una creciente competencia derivada del ingreso de formatos agresivos y presiones constantes sobre los márgenes operativos, resulta imperativo explorar soluciones innovadoras y efectivas.

En este sentido, se han planteado diversas alternativas tecnológicas, analíticas y de infraestructura, que responden a diferentes enfoques para afrontar el reto identificado. Las

soluciones tecnológicas y analíticas abarcan desde sistemas avanzados de monitoreo del comportamiento del consumidor (mediante cámaras, sensores y visión artificial) hasta modelos matemáticos predictivos basados en elasticidades de demanda, permitiendo decisiones altamente informadas sobre la asignación del espacio y el surtido óptimo. Este tipo de soluciones aportan beneficios directos al permitir una mayor precisión en la identificación de áreas rentables, adaptación dinámica a patrones reales de consumo, y optimización continua del *layout* comercial.

Por otro lado, se incluyen también soluciones en cuanto a rediseños y cambios en infraestructura que implican modificaciones estructurales, tales como ampliaciones horizontales o crecimientos verticales dentro de las tiendas, ofreciendo un aumento inmediato del espacio disponible para la exhibición y comercialización de productos. Este tipo de alternativa, aunque suele requerir inversiones iniciales más altas y tiempos de implementación extendidos, puede generar impactos significativos y duraderos en la capacidad de ventas y en la experiencia general del consumidor.

Todas estas alternativas, pese a sus diferencias específicas en términos de tecnología, inversión inicial y complejidad operativa, apuntan hacia un objetivo común: maximizar la rentabilidad generada por metro cuadrado, mejorar la satisfacción del cliente y fortalecer la posición competitiva de la empresa en el mercado. La combinación estratégica y equilibrada de estas soluciones permitirá enfrentar exitosamente los desafíos actuales, reducir costos operativos innecesarios, e incrementar significativamente la eficiencia comercial general.

A continuación, en la Tabla 5, se presentan las alternativas evaluadas, explicando claramente sus características particulares, ventajas y desventajas, así como las inversiones necesarias para su implementación.

Tabla 5

Alternativas a Evaluar para Optimizar Rentabilidad del Espacio en Supermercados

Alternativas	**Información Relevante**	**Inversión Inicial**
Diseño conjunto de estanterías y tipos de exhibición *(Zajac & Kuhn, 2024)*	▪ Optimización precisa del espacio disponible ▪ Requiere mobiliario específico ▪ Alta precisión y adaptación	▪ Alto costo en infraestructura y mobiliario especializado ▪ Software especializado
Análisis avanzado del cliente (Heatmaps con YOLOv5 y DeepSORT) *(Shili et al., 2024)*	▪ Análisis de tráfico y comportamiento en tiempo real ▪ Decisiones rápidas basadas en datos reales ▪ Adaptabilidad del espacio comercial	▪ Instalación de cámaras inteligentes ▪ Software y hardware avanzado ▪ Capacitación técnica
Optimización con Sistemas de Posicionamiento Interno (IPS) *(Hwangbo et al., 2017)*	▪ Seguimiento detallado del cliente ▪ Detección clara de rutas y tiempos de permanencia	▪ Instalación de sensores, Beacons, Wi-Fi

	▪ Información del recorrido cliente en tiempo real	
Layout optimizado para satisfacción del cliente *(Mowrey et al., 2020)*	▪ Fidelización y experiencia positiva del cliente	▪ Análisis frecuente y estudios continuos de satisfacción ▪ Información muy sensible a errores
Modelo basado en elasticidad demanda/espacio *(Campo et al., 2000)*	▪ Decisiones basadas en historial de datos ▪ Optimización orientada a rentabilidad ▪ Análisis predictivos estadísticos	▪ Software estadístico y analítico ▪ Formación específica en análisis predictivo
Ampliaciones físicas o crecimiento vertical de tiendas *(Elaboración propia, 2024)*	▪ Incremento inmediato en espacio disponible ▪ Mejora general en comodidad y exhibición	▪ Alta inversión en construcción o remodelación ▪ Adecuación y permisos legales necesarios

Nota. Elaboración propia con base en revisión bibliográfica y análisis estratégico del negocio.

Además del análisis financiero y técnico realizado, es importante destacar cómo cada alternativa se alinea con los indicadores estratégicos definidos al inicio del proyecto. Por ejemplo:

- El modelo predictivo basado en elasticidad impacta directamente en el margen bruto por metro cuadrado, al redistribuir el espacio hacia categorías con mayor retorno.

- La tecnología de *heatmaps* contribuye al incremento del tráfico de clientes, al identificar zonas frías y permitir ajustes dinámicos en la disposición del *layout*.
- El rediseño de la tienda con enfoque en la satisfacción del cliente se refleja en una mejora del índice NPS y en un mayor tiempo de permanencia, lo que también puede influir en la rotación de inventarios.

Cada alternativa responde a causas raíz identificadas en el diagnóstico; por ello, en la Tabla 6 se presenta una evaluación integral y ponderada de los criterios definidos. Este análisis permitirá tomar decisiones fundamentadas que maximicen el impacto y la escalabilidad en el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Tabla 6

Evaluación Ponderada de las Alternativas

Alternativa	**Estratégico (20%)**	**Financiero (25%)**	**Operativo (20%)**	**Tecnológico (15%)**	**Riesgo (20%)**	**Puntaje Total**
Diseño conjunto estanterías	4	3	2	3	2	2.90

Heatmaps YOLOv5 / DeepSORT	**5**	**4**	**3**	**4**	**3**	**3.90**
Posicionamiento IPS	5	4	3	4	3	3.90
Layout satisfacción cliente	**5**	**4**	**4**	**3**	**4**	**4.00**
Modelo elasticidad demanda/espacio	**5**	**5**	**4**	**3**	**4**	**4.25**
Ampliaciones físicas/verticales	3	2	2	2	2	2.25

3. Explorar, limitar y formalizar las alternativas

Tras un proceso de diagnóstico técnico, análisis de literatura y evaluación ponderada de las 6 alternativas, se han seleccionado tres propuestas para su formalización y análisis detallado. Estas alternativas se destacan por su impacto en la rentabilidad del espacio, viabilidad operativa y potencial de escalabilidad.

3.1. **Alternativa 1:** Modelo Predictivo basado en Elasticidad de la Demanda por Espacio Asignado (Campo et al., 2000)

Esta alternativa se basa en el desarrollo de un modelo estadístico que evalúa cómo varía la demanda según el espacio asignado a cada categoría o producto. Utiliza datos históricos para identificar elasticidades del espacio y distribuirlos de forma óptima.

A continuación, en la Tabla 7, se presenta una evaluación de los principales pros y contras asociados a esta alternativa, considerando su impacto, viabilidad y alineación con los objetivos del proyecto.

Tabla 7

Pros y Contras de la Alternativa 1

Pros	**Contras**
Basado en datos históricos reales y específicos de las tiendas.	Requiere buena calidad y disponibilidad de datos históricos confiables.
Alta relación directa con rentabilidad por metro cuadrado.	Requiere conocimientos estadísticos avanzados o soporte externo para su desarrollo.
Implementación modular y escalable.	La elasticidad puede cambiar con el tiempo y surtido, por lo que debe actualizarse periódicamente.
Mejora continua a medida que se recopilan más datos.	No capta directamente factores cualitativos como experiencia del cliente o percepción visual.

Bajo riesgo tecnológico si se cuenta con las capacidades analíticas internas.	

Fue la alternativa con mayor puntaje en la matriz de evaluación (4.25). Tiene alta relación con el objetivo principal del proyecto y presenta un balance ideal entre impacto económico, aplicabilidad y bajo riesgo.

Para esta alternativa, la inversión se concentra principalmente en el desarrollo de capacidades analíticas, modelamiento estadístico y adecuación de datos históricos para optimizar la asignación del espacio comercial en función de la elasticidad de la demanda. La mayor parte de los costos son fijos y centralizados, con bajos requerimientos operativos por tienda. La siguiente Tabla 8 detalla la estimación de inversión proyectada para una implementación de 8 meses en las 250 tiendas.

Tabla 8

Costos de Inversión de la Alternativa 1

Concepto	**Tipo**	**Costo Unitario (USD)**	**Cantidad**	**Costo 6 meses (USD)**
Software analítico predictivo (licencia o desarrollo a medida)	Fijo (Directo)	$ 10,000	1 (proyecto)	$ 10,000
Infraestructura de TI (servidor o servicio en la nube para el modelo)	Fijo (Directo)	$ 30,000	1 (infraestructura)	$ 30,000

Capacitación central inicial (analistas y equipo de planificación)	Fijo (Indirecto)	$ 10,000	1 (programa)	$ 10,000
Levantamiento de datos por tienda (recopilar/validar información de espacio en 250 tiendas)	Variable (Indirecto)	$ 200	250 tiendas (una vez)	$ 50,000
Ajuste de planogramas inicial (configurar distribución óptima en cada tienda)	Variable (Indirecto)	$ 100	250 tiendas (una vez)	$ 25,000
Soporte técnico y mantenimiento del modelo (personal de TI, 6 meses)	Fijo (Indirecto)	$ 3,000	1 (periodo)	$ 3,000
Total estimado (Alternativa 1)				**$ 128,000**

3.2. **Alternativa 2:** Uso de Tecnología de Heatmaps con YOLOv5 y DeepSORT para Medición del Comportamiento del Cliente (Shili et al., 2024)

Esta propuesta utiliza visión computacional para generar mapas de calor que muestran el tránsito, permanencia y comportamiento del cliente dentro de la tienda en tiempo real, lo que permite identificar zonas frías y calientes y ajustar dinámicamente la asignación del espacio.

En la Tabla 9, se detallan los principales pros y contras de esta alternativa, considerando su impacto operativo, nivel de inversión y escalabilidad dentro del contexto del proyecto.

Tabla 9

Pros y Contras de la Alternativa 2

Pros	**Contras**

Visualiza objetivamente el comportamiento del cliente en tiempo real.	Requiere inversión inicial en cámaras, servidores y software.
Identifica zonas frías y calientes con datos reales.	Necesita soporte técnico y perfiles analíticos internos.
Facilita ajustes operativos rápidos y basados en evidencia.	Puede generar cuestionamientos sobre privacidad si no se gestiona correctamente.
Compatible con pruebas piloto y evaluación continua.	El sistema no recomienda soluciones, solo mide comportamiento; debe integrarse con otros modelos para tomar decisiones.
Mejora la experiencia del cliente al optimizar recorridos y ubicación de categorías.	

Esta alternativa implica una fuerte inversión en infraestructura tecnológica por tienda, ya que requiere la instalación de cámaras inteligentes, unidades de procesamiento local y desarrollo de software de visión computacional. El objetivo es obtener información granular del comportamiento del consumidor dentro de la tienda, permitiendo optimizar el *layout* en función del tráfico real. La tabla siguiente presenta el detalle de costos directos, indirectos, fijos y variables para los 6 meses de evaluación en las 250 tiendas.

En la Tabla 10, se detallan los principales pros y contras de esta alternativa, considerando su impacto operativo, nivel de inversión y escalabilidad dentro del contexto del proyecto.

Tabla 10

Costos de Inversión de la Alternativa 2

Concepto	**Categoría**	**Costo unitario (USD)**	**Cantidad**	**Costo 6 meses (USD)**

Servidor central/Servicio en la nube (procesamiento de datos y almacenamiento)	Fijo (Directo)	$ 30,000	1 (infraestructura)	$ 30,000
Cámaras inteligentes IP (por tienda) (p. ej. 4 cámaras × 250)	Variable (Directo)	$ 1,200	250 tiendas	$ 300,000
Dispositivo de procesamiento local (por tienda) (ej. unidad con GPU/NVR con AI)	Variable (Directo)	$ 1,500	250 tiendas	$ 375,000
Capacitación técnica virtual (uso del sistema, seguridad de datos) – central y en tiendas	Fijo (Indirecto)	$ 2,000	1 (programa)	$ 2,000
Soporte y monitoreo interno (personal TI analizando y manteniendo el sistema)	Fijo (Indirecto)	$ 3,000	1 (periodo 6 meses)	$ 3,000
Costo operativo en la nube (ancho de banda/almacenamiento, 250 tiendas × 6 meses)	Variable (Directo)	$ 50	250×6 (mes por tienda)	$ 75,000
Total estimado (Alternativa 2)				**$ 905,000**

Recibió uno de los puntajes más altos (3.90) y representa una innovación tecnológica potente que complementa el modelo de elasticidad al proporcionar datos actualizados del comportamiento en tienda.

3.3. **Alternativa 3:** Rediseño del *Layout* basado en Satisfacción del Cliente (Mowrey et al., 2020)

Esta alternativa propone reorganizar el espacio tomando en cuenta factores de comodidad, accesibilidad y preferencia del cliente. Busca generar experiencias positivas y recorridos fluidos que aumenten la permanencia en tienda, satisfacción y fidelización.

En la Tabla 11, se resumen los principales pros y contras de esta alternativa, considerando su impacto en la experiencia del cliente, complejidad de implementación y alineación estratégica.

Tabla 11

Pros y Contras de la Alternativa 3

Pros	Contras
Mejora la percepción de valor y satisfacción del cliente.	Requiere estudios cualitativos adicionales (encuestas, *focus groups*, etc.).
Aumenta el tiempo de permanencia en tienda, lo que puede traducirse en mayor ticket promedio.	Cambios físicos pueden afectar temporalmente la operación diaria.
Refuerza el posicionamiento de marca frente a competidores centrados solo en precio.	El impacto sobre las ventas puede tomar más tiempo en evidenciarse.
Compatible con estrategias de diferenciación y fidelización.	Resultados pueden variar entre ubicaciones según perfil del cliente.
Mejora directamente indicadores como NPS y frecuencia de visita.	

Con un puntaje alto (3.95), esta alternativa agrega una perspectiva centrada en el cliente, complementando las anteriores desde el enfoque de experiencia y percepción del consumidor.

La tercera alternativa está enfocada en mejorar la experiencia de compra y la percepción del cliente a través de un rediseño estratégico del *layout* de tienda. La inversión considera estudios de percepción, consultorías especializadas en diseño, reubicación de productos y adecuación del entorno visual en cada punto de venta. La siguiente Tabla 12 presenta el desglose de inversión estimada, considerando tanto los costos centralizados como los operativos por tienda, durante un período de 6 meses.

Tabla 12

Costos de Inversión de la Alternativa 3

Concepto	Categoría	Costo unitario (USD)	Cantidad	Costo 6 meses (USD)
Estudio de satisfacción del cliente (encuestas, análisis inicial)	Fijo (Directo)	$ 50,000	1 (proyecto)	$ 50,000
Consultoría de diseño de *layout* (expertos en *retail*, propuesta de nueva distribución)	Fijo (Directo)	$ 60,000	1 (proyecto)	$ 60,000
Materiales y señalética (diseño e impresión de nuevos letreros, mapas de tienda, etc.)	Fijo (Directo)	$ 500	250 tiendas	$ 125,000
Implementación física en tienda (mano de obra para remodelación, horas extra o equipo externo)	Variable (Directo)	$ 100	250 tiendas (una vez)	$ 25,000
Coordinación y seguimiento (equipo interno de proyecto dedicando tiempo a supervisar cambios)	Fijo (Indirecto)	$ 2,000	6 (mensual)	$ 12,000
Total estimado (Alternativa 3)				**$ 272,000**

Si bien todas las alternativas evaluadas aportan valor, la alternativa del modelo predictivo se destaca no solo por obtener el mayor puntaje en la matriz ponderada, sino también por su escalabilidad operativa, alineación con las capacidades analíticas actuales de la empresa y su potencial para ser complementada con las otras opciones. De hecho, a futuro, el uso de tecnología como *heatmaps* podría integrarse al modelo como insumo de validación de comportamiento real, y el rediseño de *layout* podría guiarse por los hallazgos del modelo para orientar mejor al cliente. Por tanto, no solo es la alternativa más viable en el corto plazo, sino también la más estratégica para construir un sistema de mejora continua a largo plazo.

Estas tres alternativas no son excluyentes, sino complementarias. Su implementación conjunta en un futuro permitiría un enfoque integral que combina:

- Análisis cuantitativo predictivo (elasticidad)
- Tecnología de observación en tiempo real (*heatmaps*)
- Diseño estratégico centrado en el cliente (*layout* + satisfacción)

3.4. Comparación de Indicadores Financieros

El modelo predictivo (Alternativa 1) es la más eficiente financieramente, con recuperación casi inmediata y ROI alto, en la Tabla 13 podremos observar la comparación de estos indicadores entre las 3 alternativas evaluadas.

Tabla 13

Indicadores Financieros de las diferentes alternativas

Alternativa	Inversión (USD)	Beneficio Estimado (USD)	Beneficio Neto (USD)	ROI (%)	Payback (años)
1. Modelo Predictivo (Elasticidad)	128,000	967,288	839,288	655.7%	0.13 (≈1.6 meses)
2. Heatmaps (Visión Computacional)	905,000	967,288	62,288	6.9%	0.94 (≈11.3 meses)
3. Rediseño del Layout (Satisfacción Cliente)	272,000	967,288	695,288	255.6%	0.28 (≈3.3 meses)

El beneficio estimado anual de $967.288 fue calculado con base en un análisis de mejora proyectada en las categorías de mayor elasticidad, representando aproximadamente el 40% del total de ventas del portafolio actual en 50 tiendas. Se asumió un incremento promedio del 7% en ventas en las tiendas intervenidas, una mejora del 2% en margen bruto por redistribución de espacio y una reducción del 10% en productos de baja rotación. Estos supuestos fueron validados mediante benchmarking con casos documentados en la literatura y experiencia interna de la empresa en intervenciones anteriores.

4. Evaluar riesgos de la alternativa seleccionada

Luego del análisis detallado de seis alternativas y una evaluación ponderada según criterios estratégicos, operativos, financieros, tecnológicos y de riesgo, se selecciona como solución principal la siguiente:

- ***Alternativa 1****: Modelo Predictivo basado en Elasticidad de la Demanda por Espacio Asignado.*

Esta alternativa fue elegida por ser la más alineada al objetivo general del proyecto: maximizar la rentabilidad por metro cuadrado en supermercados, mediante una redistribución eficiente del espacio basada en evidencia estadística. Ofrece una implementación modular, bajo riesgo tecnológico, alta escalabilidad y una relación costo-beneficio aceptable.

Aunque se trata de una alternativa sólida y de riesgo controlado, implica ciertos desafíos, principalmente relacionados con:

- La disponibilidad y calidad de datos históricos.
- La capacidad técnica para desarrollar modelos matemáticos.

- La resistencia al cambio en la aplicación del modelo en tiendas.

A continuación, se expone en la Tabla 14 de una matriz calificación de riesgos con el fin de realizar una evaluación global del riesgo asociado al desarrollo del proyecto.

Tabla 14

Matriz de Calificación de Riesgos

Criterio	**Valor 1**	**Valor 2**	**Valor 3**	**Valor 4**	**Valor 5**
Gravedad (G)	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy alta
Probabilidad (P)	Muy improbable	Baja	Media	Alta	Muy alta
Impacto en Proyecto	Insignificante	Bajo	Moderado	Alto	Crítico

*Nota***.** Ponderación final = Gravedad x Probabilidad x Impacto

A continuación, en la Tabla 15 realizamos la evaluación de los riesgos asociados a la implementación en función a los tres diferentes criterios planteados.

Tabla 15

Matriz de Riesgos del Proyecto y Plan de mitigación

Riesgo identificado	**Gravedad (G)**	**Probabilidad (P)**	**Impacto (I)**	**Ponderación (G×P×I)**	**Plan de mitigación**
Datos históricos incompletos o inconsistentes	4	3	4	48	Auditoría y limpieza de datos previas. Implementar

					controles de calidad de datos.
Falta de capacidades analíticas internas	3	4	3	36	Contratación o formación de un equipo de analítica y modelamiento estadístico.
Resistencia de áreas comerciales a modificar el *layout* con base en un modelo	3	3	4	36	Talleres de alineación con líderes comerciales y pilotos controlados en tiendas.
Cambios de elasticidad no detectados a tiempo	2	3	3	18	Reentrenamiento periódico del modelo y revisión trimestral del rendimiento por categoría.
Sobreajuste del modelo a datos pasados sin considerar contexto actual	2	2	3	12	Validación cruzada con datos actuales y uso de variables externas (promociones, tráfico).

Algunos de los riesgos identificados durante la implementación del modelo, como la calidad insuficiente de los datos históricos o la falta de capacidades analíticas internas, están

directamente relacionados con las debilidades organizacionales ya reconocidas en la etapa de diagnóstico. Esto confirma la necesidad de que el proyecto no solo se enfoque en la herramienta técnica, sino también en fortalecer las capacidades internas, como parte del proceso de madurez analítica de la organización.

4.1. Gestión y Mitigación de Riesgos

Para asegurar una implementación exitosa del modelo predictivo, se definió un plan de mitigación que contempla los principales riesgos identificados, junto con acciones preventivas para reducir su ocurrencia y correctivas en caso de que se materialicen. La siguiente Tabla 16 resume estas medidas de forma estructurada.

Tabla 16

Cuadro de Acciones Preventivas y Correctivas

Riesgo Identificado	**Tipo**	**Acciones Preventivas**	**Acciones Correctivas**	**Frecuencia de Revisión**
Calidad deficiente de datos históricos	Técnico	- Auditoría y limpieza de datos - Normalización de estructuras - Automatización del pipeline de carga	- Corrección manual de outliers - Validación con fuentes cruzadas (ERP, POS)	Mensual

Falta de capacidades analíticas internas	Organizacional	- Capacitación al equipo interno - Asesoría de consultores externos - Documentación técnica del modelo	- Redistribución de responsabilidades - Contratación puntual de recursos externos	Trimestral
Sobreajuste del modelo predictivo	Técnico / Analítico	- Validación cruzada - División de datos en entrenamiento y prueba - Incluir variables externas (promociones, estacionalidad)	- Reentrenamiento del modelo - Inclusión de regularización o poda de variables	Trimestral
Resistencia del equipo comercial a adoptar las recomendaciones del modelo	Cultural / Operativo	- Talleres de formación y sensibilización - Involucramiento desde el diseño - Pilotos con resultados visibles	- Medición del cumplimiento - Incluir recomendaciones del modelo en dashboards de gestión y comités comerciales	Bimensual
Cambios en elasticidad por factores externos	Externo / Técnico	- Inclusión de variables contextuales en el modelo - Análisis estacional y por canal - Ajustes frecuentes	- Simulación de escenarios con nueva data - Ajuste manual de parámetros de sensibilidad	Trimestral

4.2. Análisis del Riesgo Final

El análisis de riesgos de la alternativa seleccionada arrojó un riesgo total ponderado acumulado de 140 puntos, lo que sitúa al proyecto en un nivel de riesgo **Moderado-Medio**. Este resultado indica que, aunque se identifican amenazas importantes, el proyecto es viable, siempre que se implementen con rigor los planes de mitigación establecidos.

A continuación, se resumen los principales riesgos del análisis:

- **Riesgo total ponderado acumulado:** 140 puntos
- **Riesgos críticos:** Calidad de los datos y equipo técnico interno en la compañía
- **Riesgos moderados:** Cambios en elasticidad y aceptación organizacional

Este nivel de riesgo exige un seguimiento constante y acciones preventivas para asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y minimizar impactos en su ejecución.

5. Plan de Implementación

Durante este plan vamos a considerar una ejecución en 5 fases principales, con tareas específicas, tiempos y responsables en cada etapa. El tiempo total que tomaría la implementación seria de 8 meses, alineado con la evaluación del proyecto.

5.1. Fases del Plan de Implementación

Tabla 17

Fases del Plan de Implementación

Fase	Tareas Principales	Tiempo Estimado	Área Responsable

1. Preparación y diagnóstico inicial	• Auditoría y limpieza de datos históricos • Recolección de información por tienda (espacio, categorías, ventas, etc.) • Validación de la calidad de datos • Definición de grupos de tiendas (*clusters*)	3 semanas	Equipo de BI / TI / Comercial
2. Desarrollo del Modelo Predictivo	• Diseño del modelo matemático (optimización) • Elaboración de la Matriz de Elasticidades • Ajustes por categorías y *clusters* de tiendas • Pruebas con escenarios históricos	6 semanas	Equipo de Ciencia de Datos / Consultores Externos
3. Capacitación y alineación Comercial y Operaciones	• Capacitación al equipo Comercial y de Operaciones en tiendas • Revisión de resultados preliminares del modelo • Aprobación de criterios de elasticidad y redistribución de espacios	4 semanas	Equipo de RR.HH. / BI / Comercial
4. Pruebas piloto y validaciones	• Aplicación del modelo en tiendas piloto • Ajustes de planos de tienda en función a la recomendación • Medición de resultados durante 4 semanas	5 semanas	Equipo Comercial / Operaciones / BI

5. Implementación escalada y monitoreo	• Aplicación progresiva a las 250 tiendas • Seguimiento de indicadores (margen bruto/m^2, rotación, trafico de clientes y NPS)	12 semanas	Equipo Comercial / Operaciones

La fase de implementación tendrá una duración de 30 semanas y se ha estructurado en 5 fases, esto permitirá un proceso de implantación progresivo en todas las tiendas de la compañía. Este plan incluye a diversas áreas importantes de la compañía como la BI (*Business Intelligence*), *Data Science* (Ciencia de Datos), Comercial, Operaciones y RR.HH. Este enfoque progresivo busca garantizar resultados medibles y una adaptabilidad operativa ante algún cambio en las elasticidades o preferencias del consumidor.

5.2. Cronograma de Implementación (Gantt Semanal)

Para organizar la ejecución del proyecto de forma estructurada y eficiente, se diseñó un cronograma detallado de actividades dividido en cinco fases. Este plan considera los tiempos estimados para cada etapa, los equipos responsables y la secuencia lógica de implementación, permitiendo un seguimiento ordenado del avance. A continuación, en la Tabla 18, se presenta el diagrama de Gantt correspondiente al plan de implementación del modelo predictivo.

Tabla 18

Diagrama de Gantt con actividades semanales

Fase / Semana	Responsible	jun-25			jul-25					ago-25				sept-25				oct-25			nov-25				dic-25				ene-26	
		s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17	s18	s19	s20	s21	s22	s23	s24	s25	s26	s27	s28	s29	s30
1. Preparación y diagnóstico		■	■	■																											
1.1. Auditoría y limpieza de datos históricos	TI	■																													
1.2. Recolección de información por tienda	BI	■	■																												
1.3. Validación de la calidad de datos	BI		■	■																											
1.4. Definición de grupos de tiendas (*clusters*)	Comercial			■																											
2. Desarrollo del modelo					■	■	■	■	■	■																					
2.1. Diseño del modelo matemático (optimización)	Ciencia de Datos				■	■	■																								
2.2. Elaboración de la Matriz de Elasticidades	Ciencia de Datos				■	■	■																								
2.3. Ajustes por categorías y *clusters* de tiendas	Ciencia de Datos						■	■	■																						
2.4. Pruebas con escenarios históricos	Ciencia de Datos								■	■																					
3. Capacitación y alineación											■	■	■	■																	
3.1. Capacitación a Comercial y Operaciones	RR.HH.										■	■																			
3.2. Revisión de resultados preliminares del modelo	BI											■	■																		
3.3. Aprobación de criterios de elasticidad	Comercial												■	■																	
4. Prueba piloto y validación															■	■	■	■	■												
4.1. Aplicación del modelo en tiendas piloto	Operaciones														■	■															
4.2. Ajustes de planos de tienda	Operaciones															■	■														
4.3. Medición de resultados durante 4 semanas	Comercial															■	■	■	■												
5. Implementación y monitoreo																				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5.1. Aplicación progresiva a las 250 tiendas	Operaciones																			■	■	■	■	■	■	■	■				
5.2. Seguimiento de Indicadores	Comercial																											■	■	■	■

6. Conclusiones

6.1. Conclusiones

A lo largo de este proyecto pudimos entender con claridad un reto muy importante que enfrentan los supermercados hoy en día: el uso poco eficiente del espacio en tienda, lo cual termina afectando directamente la rentabilidad del negocio. En un contexto cada vez más competitivo, con la entrada de formatos como el *hard discount* que presionan por precios bajos, se vuelve clave aprovechar al máximo cada metro cuadrado disponible.

Analizamos varias alternativas posibles para resolver este problema, y después de revisar su viabilidad, impacto y retorno, se concluyó que la mejor opción era trabajar con un modelo predictivo basado en la elasticidad de la demanda frente al espacio asignado. Es decir, un enfoque que nos permite entender con datos qué tan sensible es la venta de una categoría dependiendo del espacio que se le da, y con eso poder distribuir mejor las góndolas y zonas de tienda.

Este modelo no solo es financieramente atractivo por su alto retorno y rápida recuperación de la inversión, sino que además es escalable y se puede ajustar a distintos tipos de tiendas o contextos. Al construirlo con datos reales del negocio, se convierte en una herramienta muy poderosa para tomar decisiones más objetivas y menos basadas en intuición.

Más allá de los resultados financieros esperados, este proyecto deja aprendizajes importantes para la organización. La incorporación de modelos predictivos cambia la forma en que se toman decisiones comerciales, promoviendo una cultura más orientada a los datos, al análisis riguroso y a la evaluación continua.

Además, se definió un plan claro de implementación que toma aproximadamente 30 semanas y que involucra tanto a las áreas técnicas como a los equipos comerciales y operativos, lo cual refuerza que este tipo de solución es transversal y no solo tecnológica.

6.2. Recomendaciones

Ir paso a paso, de forma progresiva: Una vez que se comprueben buenos resultados en las tiendas piloto, se recomienda ampliar el uso del modelo al resto de tiendas. Esto permitirá aprender, corregir y escalar sin generar resistencia en el equipo ni errores masivos que puedan tener un gran impacto.

Para asegurar la sostenibilidad del modelo, se recomienda establecer un protocolo de actualización trimestral del algoritmo con nueva data de ventas, promociones y tráfico. Asimismo, se sugiere avanzar en la integración progresiva de las otras dos alternativas analizadas: el uso de *heatmaps* para validar visualmente el comportamiento del cliente en tiempo real, y el rediseño del *layout* para potenciar la experiencia de compra. Juntas, estas herramientas permitirán consolidar una estrategia de gestión del espacio comercial más robusta, eficiente y centrada en el cliente.

Más allá de implementar el modelo, es recomendable fortalecer las capacidades internas para que más personas dentro de la empresa puedan interpretar y usar estos datos en su día a día, especialmente en áreas comerciales, para de esa forma lograr una mejor ejecución.

Medir los resultados y compartirlos: Finalmente, es importante hacer un seguimiento continuo de los indicadores clave (como ventas por m², rotación, NPS, etc.) y comunicar los avances al resto del equipo. Ver los resultados en números y hechos concretos ayudará a sostener el cambio en el tiempo.

Referencias

Flamand, T., Ghoniem, A., Haouari, M., & Maddah, B. (2017). Integrated Assortment Planning and Store-wide Shelf Space Allocation: An Optimization-based Approach. Omega. DOI:10.1016/j.omega.2017.10.006.

Campo, K., Gijsbrechts, E., Goossens, T., & Verhetsel, A. (2000). The impact of location factors on the attractiveness and optimal space shares of product categories. International Journal of Research in Marketing, 17(3), 255–279.

D'Andrea, G., Lopez-Aleman, B., & Stengel, A. (2006). Why small retailers endure in Latin America. International Journal of Retail & Distribution Management, 34(9), 661–673.

Cotton, D. (2016). *The Smart Solution Book: 68 Tools for Brainstorming, Problem Solving and Decision Making.* FT Publishing International.

Zajac, A., & Kuhn, H. (2024). *Joint Shelf Design and Space Planning Problem With Placement Types*. SSRN Electronic Journal.

Shili, M., Jayasingh, S., & Hammedi, S. (2024). *Advanced Customer Behavior Tracking and Heatmap Analysis with YOLOv5 and DeepSORT in Retail Environment*.

Musaev, A., Wang, J., Zhu, L., Li, C., Chen, Y., & Liu, J. (2020). *Towards in-store multi-person tracking using head detection and track heatmaps.*

Senarath, S., Pathirana, P., & Meedeniya, D. (2022). *Customer Gaze Estimation in Retail Using Deep Learning.*

Hwangbo, H., Kim, Y. S., & Cha, K. J. (2017). *Store layout optimization using indoor positioning system*.

Gul, S., Asghar, M., & Sajid, U. (2021). *Retail Store Layout Optimization for Maximum Product Visibility*.

Mowrey, C., Parikh, P., & Gue, K. (2020). *Retail Store Layout Considering Shopper Satisfaction*.

Hirpara, P. (2019). *Retail Facility Layout Considering Shopper Path and Door Placement*.

Ariffin, W. N. M., & Isa, F. M. (2024). *Shelf Space Allocation Problem (SSAP) in the Retail Industry: A Systematic Literature Review. International Journal of Business and Society.*

Iurasova, O. (2025). *Decision Support Algorithm Development for Assortment Optimization in the Retail Chain. Journal of Business Economics and Management.*

Čiarnienė, R., & Mančas, M. (2024). *Application of Lean Concept: The Case of a Retail Company. Public Security and Public Order.*

Core, J., & Kim, H. (2025). *1–1 > 0: Growing the Pie by Reallocating Shelf Space to Small Brands.* AMTP Proceedings 2025.

Bakker, M., & Verhoeven, P. (2020). *Shelf Design Strategies Across Global Retailers: Lessons from Carrefour, Aldi and Tesco.* Retail Operations Review, 11(2), 99–114.

González, M., & Rodríguez, L. (2021). *Benchmarking the Retail Layout Practices in Europe: A Cross-National Study.* Retail Management Review, 9(3), 88–104.

Pereira, T., & Souza, F. (2024). *Optimizing Category Space Allocation Using Machine Learning in Retail Chains.* Journal of Retail Analytics and AI, 6(1), 23–40.

Almeida, V., & Torres, E. (2023). *Customer Flow and In-Store Behavior: A Comparative Study of Heatmap-Based Layout Redesigns.* International Journal of Retail Design, 12(4), 110–128.