



Universidad de Panamá  
Vicerrectoría de Investigación y Postgrado  
Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad

Programa de Doctorado en Ciencias Empresariales  
con Énfasis en Administración de Empresas

***DISEÑO DEL SISTEMA LOGÍSTICO DE NANO-STORES EN PANAMÁ:  
UN ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES CONSIDERANDO LA  
PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR***

*Aplicación en Logística e Investigación de Operaciones Empresariales*

Autor

Doctorando: Juan Asterio Castillo Salamín

Tesis presentada para optar por el  
título de Doctor en Ciencias  
Empresariales con Énfasis en  
Administración de Empresas.

Director: Dr. Juan Pablo Orejuela  
Co-directora: Dra. Verónica Duque Uribe

Panamá, República de Panamá

2025

## **Dedicatoria**

A mis padres, Juan Asterio, cariñosamente llamado *Tito*, y Marta Xiomara, cuyo amor infinito, apoyo incondicional y sabias enseñanzas han sido la base más sólida de mi vida y de este logro académico.

A mi padre, por su guía impregnada de virtud y sabiduría, que me ha transmitido los valores y herramientas necesarios para afrontar cada desafío con entereza, perseverancia y honor.

A mi madre, por su inmenso amor y su fe inquebrantable, que me han enseñado que la dedicación y el esfuerzo son capaces de transformar lo imposible en realidad. Su ejemplo me ha mostrado que ninguna meta es inalcanzable cuando se persigue con determinación, y que cada prueba de la vida, por dura que sea, llega con el amor de Dios para impulsarnos a crecer y evolucionar hacia una mejor versión de nosotros mismos.

A mis hermanas y a mi hermano, por su amor incondicional y la complicidad fraterna que ha iluminado cada etapa de este camino. Su compañía cercana, su aliento y su cariño han sido un refugio para el alma y una fuente inagotable de fortaleza en los momentos más desafiantes.

Y a todas las personas que, de una u otra forma, hicieron posible la realización de este trabajo, les expreso mi más profundo agradecimiento. Su apoyo constante, sus palabras de aliento y la confianza depositada en mí fueron esenciales para convertir este sueño en realidad.

*Con todo mi amor y gratitud,*

*Juan Asterio*

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, por su constante bendición en mi vida, y a mi familia, por su apoyo inquebrantable en cada etapa de mi vida.

De manera muy especial, deseo reconocer al Dr. Juan Pablo Orejuela, director de esta tesis, por su brillantez académica, su exigencia formativa y, al mismo tiempo, por la sensibilidad y humanidad con la que supo acompañar cada paso de este proceso. Su guía y confianza fueron un verdadero faro que me permitió crecer como investigador y como persona.

Asimismo, quiero agradecer a la Dra. Verónica Duque, cuya empatía y paciencia fueron un verdadero sostén en este proceso. Su sabiduría, acompañada de una sensibilidad especial para guiar con cercanía y comprensión, hicieron que cada orientación se convirtiera en un impulso invaluable. Más que una codirectora, fue una compañera generosa de camino, cuya calidez marcó una huella profunda en mi experiencia doctoral.

A mis amigos y compañeros de la tercera generación del Doctorado en Ciencias Empresariales, gracias por el compañerismo y las enseñanzas compartidas en cada conversación y cada desafío.

Finalmente, expreso mi gratitud a todas las personas que, de una forma u otra, me brindaron apoyo en este recorrido.

A todos, gracias de corazón por hacer de este proceso una experiencia inolvidable.

*Juan Asterio*

## Resumen

La presente investigación aborda los desafíos logísticos de las Nano-Stores en Panamá, un segmento minorista fundamental para la economía local, cuya competitividad se ve desafiada por una cadena de suministro fragmentada y con significativas oportunidades de optimización. El objetivo fue crear y validar una herramienta de decisión que ayude a estas empresas a mejorar sus operaciones, buscando el mejor equilibrio posible entre la rentabilidad económica y la satisfacción del cliente.

La metodología se desarrolló en cuatro pasos. Primero, para medir de forma confiable qué motiva al consumidor, se diseñó y validó estadísticamente un instrumento para cuantificar su intención de compra. Segundo, para convertir esta preferencia en datos útiles para la logística, se agruparon las tiendas en tres segmentos (Básico, Estándar, Premium) y se calculó un índice para la intención de compra en diez zonas geográficas. Tercero, para poder evaluar decisiones complejas, se construyó un modelo matemático que busca maximizar las ganancias y la satisfacción del cliente de forma simultánea. Finalmente, para asegurar que el modelo fuera práctico y robusto, se simularon diferentes escenarios de negocio y se analizaron las mejores combinaciones posibles entre ambos objetivos.

Los resultados mostraron un claro compromiso (trade-off): mejorar la satisfacción del cliente requiere mayores inversiones que, en general, reducen el margen de ganancia. Esto confirma que el modelo de negocio de las Nano-Stores se basa en la optimización de costos. Sin embargo, el análisis geográfico identificó mercados específicos donde invertir en mejorar la experiencia del cliente es una estrategia rentable.

En conclusión, la investigación aporta una herramienta práctica que transforma la opinión del cliente en un dato clave para la planificación logística. Esta propuesta no solo fortalece la competitividad de las Nano-Stores, sino que también ofrece un modelo replicable para la gestión de cadenas de suministro centradas en el cliente en otros mercados emergentes.

**Palabras Clave:** Nano-Stores, cadena de suministro, modelo de optimización multiobjetivo, intención de compra, Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM), Frontera de Pareto.

## **Abstract**

This research addresses the logistical challenges faced by Nano-Stores in Panama, a key retail segment for the local economy whose competitiveness is constrained by a fragmented supply chain with significant opportunities for optimization. The objective was to create and validate a decision-support tool to help these businesses improve their operations by seeking the optimal balance between economic profitability and customer satisfaction.

The methodology was developed in four steps. First, to reliably measure consumer motivation, an instrument was designed and statistically validated to quantify purchase intention. Second, to convert this preference into actionable logistics data, stores were segmented into three categories (Basic, Standard, and Premium), and a purchase intention index was calculated for ten geographic zones. Third, to evaluate complex decisions, a mathematical model was formulated to simultaneously maximize both profits and customer satisfaction. Finally, to ensure the model's practicality and robustness, different business scenarios were simulated, and the optimal trade-offs between both objectives were analyzed.

The results revealed a clear trade-off: enhancing customer satisfaction requires higher investments, which generally reduce profit margins. This confirms that the Nano-Store business model is fundamentally based on cost optimization. However, the geographic analysis identified specific markets where investing in enhancing the customer experience proves to be a profitable strategy.

In conclusion, this research provides a practical tool that transforms customer opinion into a key input for logistics planning. This approach not only strengthens the

competitiveness of Nano-Stores but also offers a replicable model for managing customer-centric supply chains in other emerging markets.

**Keywords:** Nano-Stores, supply chain, multi-objective optimization model, purchase intention, Structural Equation Modeling (SEM), Pareto Frontier.

## Índice General

<b>Dedicatoria</b> .....	2
<b>Agradecimientos</b> .....	3
<b>Resumen</b> .....	4
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Índice de Tablas</b> .....	12
<b>Índice de Figuras</b> .....	14
<b>Índice de Anexos</b> .....	16
<b>Introducción</b> .....	18
<b>CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	21
1.1. Antecedentes del Problema.....	22
1.2. Planteamiento de la Realidad Problemática.....	28
1.3. Formulación del Problema.....	30
1.4. Justificación.....	31
1.5. Objetivos Generales y Específicos.....	33
1.5.1. Objetivo General.....	33
1.5.2. Objetivos Específicos.....	34
1.6. Preguntas e Hipótesis.....	34
1.6.1. Pregunta de Investigación.....	34
1.6.1.1. Subpreguntas.....	34
1.6.2. Hipótesis de Investigación.....	34
1.7. Limitaciones y Viabilidad de la Investigación.....	35
1.8. Aspectos Éticos.....	38
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	41
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	42
2.2. Bases Teóricas.....	49
2.3. Preguntas e Hipótesis de Trabajo.....	54
2.3.1. Preguntas alineadas al SEM.....	54
2.3.2. Hipótesis Estructurales del Modelo SEM.....	54
2.4. Variables del Modelo Estructural SEM.....	55
2.4.1. Variable Dependiente: Intención de Compra.....	55
2.4.2. Variable Mediadora: Imagen del Nano-Store.....	55
2.4.3. Variables Independientes.....	56
2.4.4. Modelo Conceptual y Relaciones Hipotéticas.....	57
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA</b> .....	58
3.1. Diseño y Aplicación de la Escala de Percepción de los Participantes.....	61
3.1.1. Enfoque, Diseño de la Investigación y Tipo de Investigación.....	61
3.1.2. Fuentes de Información.....	63
3.1.3. Diseño Muestral.....	63

3.1.3.1. Población Objetivo y Marco Muestral.....	64
3.1.3.2. Técnica de Muestreo.....	64
3.1.3.3. Cálculo del Tamaño de la Muestra.....	64
3.1.3.4. Criterios de Inclusión y Exclusión.....	67
3.1.4. Distribución de la Muestra.....	68
3.1.5. Variables, Definición Conceptual y Operacional.....	70
3.1.6. Técnicas de Recolección de Datos.....	71
3.1.6.1. Descripción de los Instrumentos.....	71
3.1.6.2. Validación, Fiabilidad y Validez Interna de los Instrumentos.....	73
3.1.7. Modelado de Zona Geográfica Mediante Ecuaciones de Regresión.....	83
3.1.7.1. Ubicación potenciales de Nano-Stores.....	83
3.1.7.2. Generación de Ecuaciones de Regresión por Zona Geográfica.....	84
3.1.8. Análisis de Clústeres por Tipo de Nano-Store.....	85
3.1.8.1. Preparación de los Datos.....	85
3.1.8.2. Procedimiento para Identificar los Tipos de Nano-Stores.....	86
3.1.9. Estimación de la Intención de Compra por Zona y Tipo de Nano-Stores.....	86
3.2. Diseño del Modelo de Optimización Logística en la Cadena de Suministro.....	90
3.2.1 Formulación del Modelo Matemático.....	91
3.2.1.1. Supuestos del Modelo.....	91
3.2.1.2. Definición de Conjuntos y Subconjuntos.....	92
3.2.1.3. Selección de Parámetros.....	93
3.2.1.4. Diseño de Variables de Decisión.....	94
3.2.1.5. Formulación de Restricciones.....	95
3.2.1.6. Función Objetivo: Minimizar Costos.....	101
3.2.1.7. Función Objetivo: Maximizar la Intención de Compra Promedio.....	102
3.2.1.8. Función Objetivo multiobjetivo.....	104
3.2.2. Desarrollo de Parámetros Requeridos por el Modelo Matemático.....	104
3.2.2.1. Habitantes por Zona Geográfica: $Hab := (z)$ .....	104
3.2.2.2. Demanda Potencial por Producto, Zona, Hora y Día: $dz(p,z,h,d)$ .....	105
3.2.2.3. Distancias entre Zonas y Nano-Stores: $DistNSZ := (i,z)$ .....	108
3.2.2.4. Lead Times (CDs a Nano-Stores): $LT\_Alm(j,i,h)$ y $LT\_Cross(j,i,h)$ .....	109
3.2.2.5. Lead Time (Proveedores a CDs): $leadpv[PV]$ .....	115
3.2.2.6. Capacidad (Proveedores por Productos): $supplycap[PV,P]$ .....	117
3.2.2.7. Capacidades de CDs: ( $cap\_alm[J]$ y $cap\_xdoc[J]$ ).....	119
3.2.2.8. Costos Fijos (Apertura de CDs): $costcd[C]$ .....	120
3.2.2.9. Costos Fijos de Apertura por Formato de Nano-Store: $costnano[N]$ ....	121
3.2.2.10. Costos de Despacho (Proveedores a CDs): $costpv[PV,J]$ .....	123
3.2.2.11. Costos de Despacho (CDs a Nano-Stores): $costija$ y $costijc$ .....	125

3.2.3 Integración y Cálculo del Parámetro Intención de Compra.....	127
3.2.3.1 Transformación de Resultados de Percepción en Parámetros.....	127
3.2.3.2 Cálculo de Parámetros para la Simulación.....	128
3.2.4 Implementación Computacional en AMPL.....	129
3.2.4.1 Estructura del Archivo .mod.....	130
3.2.4.2 Estructura del Archivo .dat.....	131
3.2.4.3 Estructura del Archivo .run.....	132
3.2.5 Validación y Sensibilidad del Modelo.....	133
3.2.6 Aspectos Éticos.....	135
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....</b>	<b>137</b>
4.1. Parámetro de Intención de Compra (IC) desde la Percepción del Cliente.....	138
4.1.1. Distribución Geográfica de Nano-Stores por Zonas.....	138
4.1.2. Resultados del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM).....	140
4.1.3. Análisis Multigrupo: Modelos Estructurales para las Zonas de Estudio.....	148
4.1.4. Resultados de la Intención de Compra (IC).....	149
4.1.5. Resultados de la Intención de Compra (IC) por Zona.....	156
4.2. Resultados del Modelo de Optimización Logística.....	157
4.2.1. Corrida 1 — Optimización económica (Utilidad).....	157
4.2.1.1. Visualización geoespacial de Nano-Stores y centros.....	158
4.2.1.2. Identificación del umbral crítico de demanda por zona.....	159
4.2.1.3. Desempeño de las Nano-Stores.....	160
4.2.1.4. Resultados de la optimización.....	161
4.2.1.5. Correlaciones críticas.....	163
4.2.1.6. Rendimiento de Nano-Stores.....	163
4.2.2. Corrida 2 — Optimización orientada al cliente (IC).....	164
4.2.2.1. Visualización geoespacial de centros y Nano-Stores.....	165
4.2.2.2. Resultados de la optimización de la IC.....	165
4.2.2.3. Hallazgos principales.....	166
4.2.3. Corrida 3 — Optimización Equilibrada (Utilidad - IC).....	170
4.2.3.1. Visualización Geoespacial de Nano-Stores y CD.....	170
4.2.3.2. Resultados Generales de la Optimización.....	171
4.2.3.3. Análisis Comparativo de Eficiencia por Centro de Distribución.....	172
4.2.3.4. Desempeño Individual de las Nano-Stores.....	173
4.2.3.5. Hallazgos Clave.....	174
4.2.3.6. Análisis de la Frontera de Pareto entre Utilidad e IC.....	175
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>180</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>188</b>

<b>Anexos</b> .....	199
Anexo A: Desarrollo del Instrumento de Medición.....	199
Anexo B: Modelado por Zona Geográfica.....	204
Anexo C: Clasificación por Tipo de Nano-Store.....	219
Anexo D: Intención de Compra (IC) por Zona y Tipo de Nano-Store.....	221
Anexo E: Coordenadas de Nano-Stores, Centros de Distribución y Proveedores..	225
Anexo F: Resultados de Simulaciones en AMPL (Corridas 1, 2 y 3).....	244

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	
<i>Estudiantes con pre matrícula del segundo semestre de 2022 por escuela y carrera....</i>	68
<b>Tabla 2</b>	
<i>Muestras requeridas por grupos de estudiantes.....</i>	69
<b>Tabla 3</b>	
<i>Operacionalización de variables según su definición conceptual y operacional.....</i>	70
<b>Tabla 4</b>	
<i>Asignación de ítems por dimensión en su versión inicial.....</i>	72
<b>Tabla 5</b>	
<i>Propuesta inicial del instrumento de medición por dimensión.....</i>	73
<b>Tabla 6</b>	
<i>Análisis de fiabilidad de la prueba piloto mediante el alfa de Cronbach (34 muestras)...</i>	77
<b>Tabla 7</b>	
<i>Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio (AFC).....</i>	80
<b>Tabla 8</b>	
<i>Instrumento Final: Resultados Consolidados.....</i>	82
<b>Tabla 9</b>	
<i>Número de identificación de Nano-Stores por zona geográfica.....</i>	139
<b>Tabla 10</b>	
<i>Evaluación de consistencia interna y fiabilidad.....</i>	141
<b>Tabla 11</b>	
<i>Matriz Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT).....</i>	142
<b>Tabla 12</b>	
<i>Intervalos de confianza del ratio HTML.....</i>	143
<b>Tabla 13</b>	
<i>Evaluación de consistencia interna y fiabilidad después de ajustes.....</i>	145
<b>Tabla 14</b>	
<i>Validez discriminante (HTMT ratio).....</i>	145
<b>Tabla 15</b>	
<i>Intervalos de confianza del ratio HTMT después de ajuste.....</i>	146
<b>Tabla 16</b>	
<i>Resumen de las ecuaciones de regresión de IC por zona geográfica.....</i>	148
<b>Tabla 17</b>	
<i>Medias (IIC) y Desviaciones Estándar de los Factores de Percepción por Clúster.....</i>	155
<b>Tabla 18</b>	
<i>Intención de compra (IC) según zona geográfica y tipo de Nano-Store.....</i>	156
<b>Tabla 19</b>	
<i>Análisis comparativo por centro de distribución.....</i>	161

<b>Tabla 20</b>	
<i>Detalle la solución óptima según la percepción del cliente.....</i>	167
<b>Tabla 21</b>	
<i>Resumen de métricas globales de la red de suministro.....</i>	171
<b>Tabla 22</b>	
<i>Análisis comparativo de eficiencia por centro de distribución.....</i>	172
<b>Tabla 23</b>	
<i>Resultados de la Frontera de Pareto.....</i>	176

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b>	
<i>Modelo de la Teoría del Comportamiento Planeado (TCP)</i> .....	52
<b>Figura 2</b>	
<i>Modelo estructural propuesto para el desarrollo del instrumento de medición</i> .....	57
<b>Figura 3</b>	
<i>Etapas y métodos del estudio para el diseño del sistema logístico</i> .....	60
<b>Figura 4</b>	
<i>Hoja de entrevista estructurada utilizada para la evaluación de expertos</i> .....	75
<b>Figura 5</b>	
<i>Visualización de la ubicación de Nano-Stores y centroides por zona geográfica</i> .....	109
<b>Figura 6</b>	
<i>Visualización de los posibles centros de distribución y Nano-Store</i> .....	111
<b>Figura 7</b>	
<i>Visualización de proveedores (PV) y centros de distribución (CDs)</i> .....	116
<b>Figura 8</b>	
<i>Distribución estratégica preliminar de Nano-Stores en diez zonas geográficas</i> .....	139
<b>Figura 9</b>	
<i>Representación inicial del Modelo estructural</i> .....	141
<b>Figura 10</b>	
<i>Representación del modelo estructural ajustado</i> .....	144
<b>Figura 11</b>	
<i>Resultados del modelo estructural definitivo</i> .....	147
<b>Figura 12</b>	
<i>Nano-Stores Básicos: puntuaciones promedio y variabilidad de percepción</i> .....	151
<b>Figura 13</b>	
<i>Nano-Stores Estándar: puntuaciones promedio y variabilidad de percepción</i> .....	152
<b>Figura 14</b>	
<i>Nano-Stores Premium: puntuaciones promedio y variabilidad de percepción</i> .....	154
<b>Figura 15</b>	
<i>Corrida 1 — Mapa geoespacial de centros y Nano-Stores (utilidad / costos)</i> .....	158
<b>Figura 16</b>	
<i>Punto de inflexión de rentabilidad según demanda en Nano-Stores</i> .....	159
<b>Figura 17</b>	
<i>Utilidad vs. demanda por Nano-Store</i> .....	160
<b>Figura 18</b>	
<i>Inventario inicial vs. inventario final por Nano-Store</i> .....	161

<b>Figura 19</b>	
<i>Análisis de Rentabilidad por Centro de Distribución</i> .....	162
<b>Figura 20</b>	
<i>Costos cross-docking y demanda no satisfecha</i> .....	162
<b>Figura 21</b>	
<i>Corrida 2 — Visualización geoespacial de centros y Nano-Stores (IC)</i> .....	165
<b>Figura 22</b>	
<i>Mapa de calor de indicadores por Nano-Store</i> .....	168
<b>Figura 23</b>	
<i>Correlación IC vs. Utilidad</i> .....	169
<b>Figura 24</b>	
<i>Utilidad por Nano-Store y cuartil de rendimiento</i> .....	169
<b>Figura 25</b>	
<i>Corrida 3 — Visualización geoespacial de Nano-Stores y CD</i> .....	171
<b>Figura 26</b>	
<i>Desempeño de los CD abasteciendo a cinco Nano-Stores</i> .....	173
<b>Figura 27</b>	
<i>Desempeño individual de las Nano-Stores</i> .....	174
<b>Figura 28</b>	
<i>Frontera de Pareto: Utilidad vs. Intención de Compra</i> .....	177
<b>Figura 29</b>	
<i>Peso de utilidad vs. utilidad final</i> .....	178

## Índice de Anexos

### Anexo A

Evaluación de Ítems por Expertos.....	199
Preparación de Datos para el Análisis Factorial Confirmatorio.....	201
Tabla A1: Variabilidad y medias de los ítems.....	201
Tabla A2: Correlación entre cada ítem y la suma total.....	202

### Anexo B

Tabla B1: Coordenadas de los Nano-Stores por distrito y corregimiento.....	204
Tabla B2: Distribución de encuestas por corregimiento y zona geográfica.....	206
Figura B1: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 1.....	209
Figura B2: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 2.....	210
Figura B3: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 3.....	211
Figura B4: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 4.....	212
Figura B5: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 5.....	213
Figura B6: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 6.....	214
Figura B7: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 7.....	215
Figura B8: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 8.....	216
Figura B9: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 9.....	217
Figura B10: Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 10.....	218

### Anexo C

Figura C1: Distribución de puntuaciones por factor clave.....	219
Figura C2: Número óptimo de clusters mediante el análisis de codo y de silueta....	219
Figura C3: Distribución de las variables dentro de los clusters identificados.....	220
Tabla C1: Distribución de los tipos de Nano-Stores por zona.....	221

### Anexo D

Tabla D1: Estimación de la intención de compra por Nano-Store Básico.....	221
Tabla D2: Estimación de la intención de compra por Nano-Store Estándar.....	222
Tabla D3: Estimación de la intención de compra por Nano-Store Premium.....	223

### Anexo E

Tabla E1: Coordenadas de centros de distribución potenciales por clúster.....	225
Tabla E2: Coordenadas de los potenciales Nano-Stores.....	225
Tabla E3: Coordenadas de proveedores.....	227
Tabla E4: Demanda potencial por categoría de producto y zona geográfica.....	228
Tabla E5: Distancias desde centroides zonales a cada Nano-Stores.....	228
Tabla E6: Distancias y tiempos de centros de distribución (CDs) a Nano-Stores....	231
Tabla E7: Distancias y tiempos de proveedores a centros de distribución.....	234
Tabla E8: Patrones de congestión vehicular por franjas horarias en Panamá.....	235
Tabla E9: Capacidad de suministro según proveedor y producto.....	236
Tabla E10: Capacidad diaria de manejo de productos por centro de distribución....	237

Tabla E11: Costos fijos por tipo de centro de distribución.....	237
Tabla E12: Costos de apertura según formato de Nano-Store.....	238
Tabla E13: Costo de apertura de CD tipo cross-docking.....	238
Tabla E14: Costo de apertura de centro de distribución convencional.....	239
Tabla E15: Costo de despacho de proveedores a centros de distribución.....	239
Tabla E16: Costos de despacho: centros de distribución (CDs) a Nano-Stores.....	240

**Anexo F**

Tabla F1: Corrida 1: Optimización por utilidad y costo.....	244
Tabla F2: Corrida 2: Optimización por intención de compra.....	245
Tabla F3: Corrida 3: Optimización por rentabilidad e intención de compra.....	246

## Introducción

En un mundo globalizado y competitivo, la eficiencia de las cadenas de suministro es un pilar fundamental para la sostenibilidad de los negocios, especialmente en mercados emergentes. En este contexto, las Nano-Stores —también conocidas como tiendas de barrio— constituyen un segmento esencial del comercio minorista en Panamá y América Latina. Estos establecimientos no solo son vitales para el abastecimiento de las comunidades locales, sino que también enfrentan significativos desafíos logísticos derivados de sus características estructurales, como la fragmentación de la demanda, la informalidad operativa y una limitada adopción tecnológica, lo que restringe su capacidad para competir con formatos modernos.

A nivel global, la literatura académica ha identificado problemas recurrentes en la distribución, la gestión de inventarios y la logística de última milla para este tipo de comercios. Sin embargo, en el contexto específico de Panamá, la investigación sobre estas problemáticas es notablemente limitada, lo que evidencia una brecha de conocimiento significativa. Esta carencia de estudios locales impide el diseño de estrategias logísticas adaptadas, que son cruciales para mejorar la competitividad y la sostenibilidad a largo plazo de las Nano-Stores. Los modelos de optimización tradicionales, centrados casi exclusivamente en la minimización de costos, a menudo ignoran un factor clave: las preferencias y el comportamiento del consumidor.

Este estudio responde a esta problemática con el objetivo de diseñar y configurar una cadena de suministro de las Nano-Stores en Panamá. La principal innovación de esta tesis radica en su enfoque metodológico dual, que fusiona la ciencia del marketing con la investigación de operaciones. En la primera fase, el objetivo fue medir de manera confiable qué motiva al consumidor en su decisión de compra. Para

ello, se construyó un instrumento de medición documental (escala) con la rigurosidad exigida por el método de Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM). Este procedimiento permitió validar estadísticamente la relación entre variables y transformar la percepción del cliente sobre aspectos clave como la arquitectura de la tienda, la mercancía, los precios y el servicio en datos cuantificables. El resultado fue un parámetro robusto y fácilmente interpretable: el Índice de Intención de Compra (IIC), que sintetiza en un solo valor la percepción del cliente frente a estos elementos.

En la segunda fase, la meta fue incorporar la opinión del consumidor en las decisiones logísticas para lograr un balance entre eficiencia y satisfacción del mercado. Para conseguirlo, el Índice de Intención de Compra (IIC) se integró en un modelo matemático de optimización, capaz de considerar varios objetivos al mismo tiempo. Gracias a este enfoque, es posible reducir costos y aumentar las ganancias sin dejar de lado la experiencia del cliente. Así, el modelo ayuda a identificar los equilibrios entre rentabilidad y preferencias de consumo, ofreciendo una ruta para transformar cadenas de suministro fragmentadas en redes conectadas, eficientes y sostenibles.

Lo novedoso de esta investigación no está solo en analizar la logística, sino en que por primera vez se incorpora la percepción del consumidor dentro de un modelo matemático de decisión. A partir del Índice de Intención de Compra (IIC), que resume cómo valoran los clientes factores como precios, servicio, arquitectura y mercancía, se logra convertir esa percepción en un dato que alimenta la intención de compra como objetivo del modelo. De esta manera, es posible comparar distintos escenarios: uno enfocado únicamente en la rentabilidad, otro en la intención de compra y un tercero que busca equilibrar ambos.

La tesis se estructura de la siguiente manera: el Capítulo 1 introduce el contexto del problema, los objetivos y las hipótesis. El Capítulo 2 presenta una revisión detallada de la literatura. El Capítulo 3 describe la metodología empleada, incluyendo el diseño del instrumento de medición y el desarrollo del modelo matemático. El Capítulo 4 expone los resultados de las simulaciones y su análisis. Finalmente, el Capítulo 5 presenta las conclusiones, recomendaciones y propuestas para futuras investigaciones.

## **CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Antecedentes del Problema**

El comercio minorista de comestibles teje un escenario en el que coexisten tres tipos de actores: (1) las tiendas del canal moderno, (2) las cadenas de tiendas de conveniencia y (3) las Nano-Store (Mora, 2020).

El canal moderno, se refiere a las grandes superficies, los supermercados y los hipermercados. Por otra parte, están las cadenas de tiendas de conveniencia son establecimientos organizados cuya superficie no excede los 500 metros cuadrados y su horario de apertura al público oscila entre 18 y 24 horas los 365 días del año. Este modelo de negocio ha proliferado debido a los cambios en los hábitos de consumo, ofreciendo una alternativa más accesible y cómoda en comparación con los grandes supermercados, especialmente para personas con horarios laborales extensos y cambiantes. (Espacio Pymes, 2024; La Compra Ideal México, 2024)

El foco de esta investigación se dirige a los Nano-Store, también llamados tiendas de barrio y conocidos como el canal tradicional (Avila et al., 2020), clasificados también como comercio minorista, que “se refiere a la reventa, compra y venta (sin transformación) de productos destinados para consumo personal o doméstico (Consumidor final)” (Hurtado et al., 2010). De manera sucinta se puede decir que un minorista es aquel que almacena los bienes del productor y participa en el acto de venderlos al consumidor individual, con un margen de beneficio (Eroğlu, 2013).

Los Nano-Store, conocidos como minoristas tradicionales o tiendas de barrio (Boulaksil et al., 2019), no organizadas conformadas predominantemente por pequeñas tiendas independientes gestionadas por sus propietarios ubicadas en zonas urbanas o rurales (Escamilla et al., 2020; Goyal, 2021; Jhamb & Kiran, 2012). Así mismo, Solano & Blanco (2019), también las mencionan como tiendas de la esquina y tiendas de

propietarios. En Argentina las conocen como “Almacenes de Barrio”, “Pulperías” en América Central, “Bodegas” en Perú, en México, Colombia y los demás países latinoamericanos “Tienditas”, “Tiendas de la esquina” o “Tiendas de barrio” (Oliva, 2018), en la India son llamadas Kirana Store (Cherukuri, 2010; Jerath et al., 2016), siendo éstas parte esencial de las economías de los mercados emergentes (Abdullah & Chibale, 2015).

Solano & Blanco (2019) precisan que los minoristas son el último eslabón del canal de distribución, y estos adquieren sus productos y se los venden al consumidor final. Generalmente se aplica este concepto cuando un proveedor de servicios, el Nano-Store, abastece los pedidos pequeños de un gran número de personas, que son los usuarios finales. Estas tiendas responden a un tamaño característico y limitado lo que implica poco espacio de almacenamiento, que a su vez restringe el número de referencia de productos, así como las estrategias (D’Andrea et al., 2006).

Por su parte, Espinel et al. (2019) definen este concepto minorista como –un negocio microempresarial, generalmente desarrollado por un grupo familiar y de muy pequeña escala, en el que se venden artículos de primera necesidad: alimentos, bebidas, licores, miscelánea y productos de aseo–.

En general los Nano-Store tienen un surtido de productos poco amplio, carecen en su mayoría de almacén, tienen un bajo grado de penetración tecnológica en cuanto a la realización de pedidos y no disponen de apoyo logístico con posibilidades de optimización limitada (Kin, 2020a). Estos establecimientos son de propiedad independiente y no están organizados, con una superficie pequeña, con formatos que van desde la infraestructura permanente hasta la semipermanente y móvil (Abdullah & Chibale, 2015; Blanco & Fransoo, 2013).

En contraste a lo anterior y definitivamente el término Nano-Store se usa generalmente para identificar pequeñas tiendas familiares que funcionan como un solo establecimiento, es decir, no están asociadas ni vinculadas a ningún otro tipo de establecimiento y hace alusión al concepto de las tiendas de barrio y señalan que históricamente se describen como locales de propiedad familiar, que recientemente se han denominado Nano-Store (Blanco & Fransoo, 2013).

Por otra parte, en el contexto global, al hacer referencia a la dinámica comercial muchas cadenas minoristas modernas del extranjero, de formatos modernos de venta al por menor están sustituyendo el papel de los mercados tradicionales, que, a su vez, ofrecen más opciones a los consumidores sobre dónde y cuándo comprar (Chamhuri & Batt, 2009), en las ciudades europeas, las grandes marcas minoristas con filiales o franquicias están aumentando su cuota de espacio urbano en detrimento de las tiendas locales independientes. Esta transición ya se ha producido en EE.UU. (Dablanc, 2011), como lo confirman Goldman & Hino (2005); Reinartz et al. (2011) cuando advierten que los minoristas independientes, los Nano-Store, acaban siendo sustituidos por las cadenas minoristas organizadas como resultado de la modernización del comercio.

De igual modo, en Corea Kim y su colega afirman que el sector minorista en el mundo ha pasado del formato del mercado tradicional nacional, es decir, de mercado de Nano-Store, al de franquicias en gran escala y al de establecimiento de marcas, por otra parte, el autor señala que en la mayoría de los países en desarrollo, incluida Turquía, los formatos minoristas tradicionales están siendo sustituidos por supermercados e hipermercados (Kim & Youn, 2012).

La necesidad de expansión de las cadenas del canal moderno ha causado que se aventuren a competir con los países emergentes forzadas por la saturación de sus

mercados en sus economías desarrolladas (Jerath et al., 2016). Sin embargo, pese a esta expansión Kin, Verlinde & Macharis (2017) señala que el número de Nano-Store no disminuye en gran parte del mundo y así mismo, Boulaksil et al. (2019) afirman que el número de Nano-Store sigue aumentando y atiende una parte importante de la demanda diaria de muchos productos básicos. Algo semejante ocurre en Panamá, ya que este segmento sigue creciendo como lo afirma (Oliva, 2018), sin embargo, en las ciudades de China, el canal moderno sigue invadiendo la cuota de mercado de Nano-Store (Xinhua, 2019).

En el 2025, según estimaciones de Blanco & Fransoo (2013), señalan que habrá un crecimiento de al menos 10 millones de Nano-Store en el mundo. Por su parte, Boulaksil et al. (2019) afirman que las Nano-Store dominan el formato de venta al por menor en muchas grandes ciudades de los mercados emergentes y, por lo tanto, desempeñan un papel crucial a la hora de satisfacer la demanda diaria de productos por parte de los clientes, especialmente de productos de gran consumo. Asrafuzzaman et al. (2019) señalan que el comercio minorista ha aumentado considerablemente en Bangladesh a lo largo de los años.

Hace 8 años atrás Fransoo y su par, estimaron que en todo el mundo había unos 50 millones de Nano-Store. El número es enorme en el mundo; por ejemplo, en México, Coca-Cola tiene 1.2 millones de puntos de venta y Unilever entrega helados a más de 10,000 tiendas y en este contexto, Colombiana (una empresa de bebidas de Colombia), tiene rutas de distribución que comprenden más de 100 paradas por día en Bogotá (Blanco & Fransoo, 2013).

Un estudio hecho en Indonesia señala que la mayoría de los consumidores siguen recurriendo a los minoristas tradicionales y que los perciben como el mejor tipo de establecimiento para comprar productos frescos o perecederos (Toiba et al., 2013).

Sin embargo, las tendencias de compra en Bangladesh han pasado de las tiendas tradicionales de alimentación y los grandes almacenes a los hipermercados y los centros comerciales (Asrafuzzaman et al., 2019).

Por otra parte en la India, considerada actualmente como el cuarto mercado minorista más grande del mundo, dominando el 88% del mercado global, es considerada como una nación de tenderos (Goyal, 2021).

Cosa parecida sucede también en Marruecos, África, donde existen numerosos pequeños minoristas tradicionales llamados Nano-Store, y que una de sus principales características responden a un comportamiento en sus pedidos no estructurados e informales, que trae como consecuencia una demanda de transporte de mercancías fragmentadas (Boulaksil et al., 2019).

En Kuala Lumpur, Malasia, las características observadas en los Nano-Store, también se observan en los mercados de América Latina (Abdullah & Chibale, 2015). Por otra parte, en Pakistán se da una intensa competencia entre las tiendas minoristas debido a su crecimiento motivadas por la constante introducción de formatos distintos (Zulqarnain et al., 2015).

Así mismo, en América Latina, el escenario es feroz entre las tiendas minoristas (Yoshida et al., 2018). La expansión de formatos de retail modernos, como los 'hard discounters' y las tiendas de conveniencia, ha generado una competencia directa con las Nano-Stores del canal tradicional en el contexto latinoamericano. La investigación ha abordado este fenómeno desde distintas perspectivas: por un lado, se ha analizado el

impacto directo sobre los pequeños comercios, como es el caso de las tiendas de barrio en Cartagena, Colombia (Ávila & Martínez, 2020). Por otro lado, se han estudiado los factores que motivan la preferencia del consumidor por estos nuevos formatos, como se documentó en un estudio en Perú (Ávila et al., 2020).

En el escenario Panameño, por ejemplo, encontramos minoristas como Justo y Bueno, en el formato "hard discounters"; en el formato de tiendas de conveniencia encontramos a los Super 7, Va & Ven, Mr. Precios, El Machetazo Express, entre otras y en el formato de tiendas del canal tradicional se encuentran las "tiendas de chinos". Estas últimas han adquirido ese apodo debido a que aproximadamente el 99% de las tiendas están conformadas por asiáticos.

En definitiva, estas afirmaciones han venido generando especulaciones por su subsistencia, a consecuencia del rápido crecimiento de las tiendas de conveniencia del canal moderno y su estabilidad financiera. En respuesta a estas dudas, mediante un exhaustivo análisis estadístico espacial, se aportan pruebas de que los Nano-Store perdurarán con el canal moderno conformado por las tiendas de conveniencia, independientemente de los niveles socioeconómicos que coexisten en las distintas zonas urbanas (Mora-Quiñones et al., 2021).

Recapitulando, puedo destacar que algunos autores señalan que en los países desarrollados el canal moderno acaba sustituyendo al canal tradicional de Nano-Store, en cambio otros autores afirman que el canal tradicional de Nano-Store sigue y seguirá creciendo, refiriéndose a estudios en países en vías de desarrollo.

Cabe destacar, que un estudio en China, segunda economía del mundo, país emergente aspirando al desarrollo, es la excepción, ya que en el estudio se afirma que el canal moderno sigue evolucionando en decremento del canal tradicional de

Nano-Store, comportamiento contrario a los resultados de países emergentes. También otros autores reflejan en sus estudios que el canal moderno coexistirá con el canal tradicional de Nano-Store.

## **1.2. Planteamiento de la Realidad Problemática**

Las Nano-Stores, un elemento crucial del comercio minorista en mercados emergentes, enfrentan significativos desafíos logísticos y operativos derivados de sus características estructurales. Estas tiendas, generalmente pequeñas y con limitaciones de espacio, carecen de áreas de almacenamiento, lo que implica que, si un producto no se encuentra en la estantería, se considera fuera de stock. Esto genera una necesidad constante de reposición de inventario, impactando directamente en la eficiencia de la cadena de suministro (Kin, Verlinde & Macharis 2017). Este problema se agrava cuando, ante la falta de disponibilidad de productos, los clientes se ven obligados a optar por alternativas que podrían no satisfacer sus necesidades, o incluso abandonar la tienda, lo que lleva a una pérdida potencial de clientes (Hübner et al., 2017).

La falta de espacio también limita las oportunidades de estas tiendas para beneficiarse de economías de escala mediante compras por volumen, lo que incrementa los costos unitarios de los productos. Según Solano & Blanco (2019), esta situación está estrechamente relacionada con la informalidad en la gestión de inventarios, característica común en los Nano-Stores. Asimismo, Escamilla et al. (2020) destacan que estos establecimientos enfrentan retos operativos, infraestructurales y financieros que dificultan su modernización y los posicionan en una situación de desventaja competitiva frente a las cadenas minoristas organizadas.

Un estudio en la India señala que los minoristas no organizados suelen evitar la adopción de tecnologías modernas, como sistemas informáticos, con el fin de eludir

responsabilidades fiscales. Sin embargo, esta práctica restringe severamente su capacidad de expansión y limita sus oportunidades de mejora operativa (Sudhir & Talukdar, 2015). Este comportamiento refleja un patrón recurrente en mercados emergentes, donde las Nano-Stores operan en un entorno predominantemente informal.

Además de estas limitaciones operativas, las Nano-Stores enfrentan desafíos logísticos significativos en la distribución urbana de mercancías. En América Latina y el Caribe, el diseño logístico ineficiente contribuye al incremento del tráfico vehicular, mayores emisiones de carbono y una reducción en la calidad de vida de las áreas urbanas (Wilmsmeier et al., 2015). Taniguchi et al. (2014) advierten que la expansión de las ciudades exacerba estos problemas, ya que el transporte de mercancías dentro de las zonas urbanas impacta directamente en la calidad del aire y la movilidad urbana.

La fragmentación de la demanda característica de los Nano-Stores, con pedidos pequeños y dispersos, representa un desafío particular para las entregas de última milla. Este patrón de consumo desencadena complicaciones logísticas y aumenta la complejidad operativa de la cadena de suministro (Boulaksil et al., 2019; Escamilla et al., 2020). En este contexto, las entregas urbanas asociadas a los Nano-Stores configuran un panorama fragmentado e informal, que no solo afecta la eficiencia logística, sino que también contribuye a la congestión y deterioro urbano.

Por lo tanto, el diseño de una cadena de suministro enfocado en las Nano-Stores debe abordar de manera integral los desafíos logísticos y operativos que enfrentan, garantizando no solo la optimización de los costos y la distribución, sino también una mejor respuesta a las necesidades de los consumidores finales.

### **1.3. Formulación del Problema**

Las Nano-Stores, como parte esencial del comercio minorista en mercados emergentes, enfrentan desafíos significativos en sus cadenas de suministro debido a su fragmentación, informalidad y falta de integración. A pesar de compartir características similares a nivel global, estos pequeños establecimientos presentan diferencias contextuales que requieren un análisis particular en Panamá, donde no se dispone de suficiente información específica sobre su funcionamiento y las preferencias de los consumidores.

Estudios internacionales destacan factores como el precio, la cercanía, la calidad del servicio y la variedad de productos como determinantes en la preferencia de los consumidores hacia las Nano-Stores (Ballou, 2004; Boulaksil et al., 2019; Hübner et al., 2017). Sin embargo, las dinámicas culturales, económicas y sociales pueden influir de manera única en las preferencias de los consumidores panameños, lo que constituye una brecha de conocimiento significativa. Esta ausencia de información detallada dificulta el diseño de estrategias logísticas adaptadas a las necesidades locales y limita el desarrollo de soluciones eficaces para optimizar las operaciones de estos establecimientos.

Además, las Nano-Stores enfrentan barreras estructurales y logísticas, como la falta de almacenamiento, volúmenes pequeños de entrega y una alta dispersión de la demanda. Estas limitaciones generan ineficiencias en la distribución, aumentan los costos operativos y afectan la sostenibilidad ambiental, especialmente en las zonas urbanas densamente pobladas (Kin et al., 2017; Wilmsmeier et al., 2015). La complejidad de las entregas de última milla en estas cadenas de suministro fragmentadas resalta la necesidad de soluciones innovadoras y adaptables.

Propuestas recientes, como las redes y el uso de centros de distribución y “cross-docks”, ofrecen un marco prometedor para enfrentar estos retos (Kaboudvand et al., 2021; Kim et al., 2021). Sin embargo, aún se requiere un modelo matemático que permita integrar estas estrategias en el contexto de las Nano-Stores en Panamá, considerando tanto las limitaciones operativas como las perspectivas de los consumidores. Este modelo debe abordar preguntas clave como: ¿Cuál es la configuración óptima de la cadena de suministro para cumplir con la demanda de las Nano-Stores en una red? ¿Qué atributos de las tiendas influyen más en la intención de compra de los consumidores según su zona geográfica?

En definitiva, la ausencia de información específica sobre cómo diseñar y configurar cadenas de suministro que integren la perspectiva del consumidor, así como la falta de estrategias logísticas adaptadas a las Nano-Stores en Panamá, plantea un desafío tanto práctico como académico. Resulta fundamental avanzar en propuestas que permitan conformar redes integradas de este tipo de establecimientos, capaces de reducir costos y mejorar el servicio al cliente. Este enfoque no solo contribuirá al desarrollo teórico del campo, sino que también ofrecerá soluciones concretas para fortalecer la competitividad y sostenibilidad de las Nano-Stores en conjunto.

#### **1.4. Justificación**

En el contexto actual de la gestión de cadenas de suministro, los entornos altamente dinámicos y competitivos plantean desafíos cada vez más complejos para garantizar la entrega rápida, eficiente y sostenible de productos. Las pequeñas tiendas de barrio, conocidas como Nano-Stores, representan un segmento crítico en los mercados emergentes, como el caso de Panamá, debido a su papel en la economía local y su conexión directa con las comunidades. Sin embargo, estos establecimientos

enfrentan barreras logísticas significativas, como limitaciones en la distribución, altos costos operativos y la necesidad de adaptarse a requisitos medioambientales estrictos.

La exposición de la problemática hasta ahora ha identificado los síntomas, causas y efectos que justifican la necesidad de esta investigación en operaciones y logística. Aunque la literatura existente aborda parcialmente temas como la entrega puntual con presupuestos ajustados y las implicaciones medioambientales, pocos estudios han explorado soluciones que integren estos factores con las características únicas de las Nano-Stores (Avittathur & Jayaram, 2016; Wilmsmeier et al., 2015). Esto genera una brecha en el conocimiento que demanda el desarrollo de propuestas innovadoras y específicas para abordar las necesidades logísticas de este sector.

Por lo tanto, esta investigación propone el diseño de una cadena de suministro , con ubicaciones estratégicas basadas en las necesidades de los consumidores, como una solución viable y adaptable para enfrentar los retos actuales. Estos aportes no son únicamente innovadores desde una perspectiva tecnológica y operativa, sino que también son altamente relevantes desde un punto de vista social y medioambiental, alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad.

Desde una perspectiva metodológica, el modelo matemático propuesto representa un aporte fundamental al diseño y la optimización de la cadena de suministro. Este modelo facilita la evaluación de ubicaciones estratégicas, el cálculo de rutas eficientes y la identificación de áreas de mejora, considerando variables clave como la demanda, los costos operativos, los inventarios, las restricciones geográficas y los objetivos medioambientales. Su implementación garantiza precisión en la toma de decisiones y proporciona un marco replicable y adaptable a diversos contextos.

Adicionalmente, se desarrolló un instrumento de medición que articula los procesos necesarios para recolectar los datos que alimentan el modelo matemático. La construcción detallada de este instrumento representa un aporte metodológico significativo, no sólo porque facilita la obtención de parámetros empíricos críticos, sino también porque sirve como una guía práctica para futuros investigadores, estudiantes y profesionales interesados en optimizar cadenas de suministro similares desde la perspectiva de los consumidores.

Los resultados de esta investigación ofrecen, además, los primeros hallazgos descriptivos sobre las características y atributos de las Nano-Stores en Panamá, convirtiéndose en la primera fuente científica de referencia en este ámbito. Esto llena una brecha de conocimiento en la literatura actual y contribuye al desarrollo de investigaciones futuras, tanto en el campo académico como en el sector empresarial.

En última instancia, los hallazgos del estudio no solo permiten rediseñar y optimizar las cadenas de suministro de las Nano-Stores en Panamá, sino que también proporcionan un marco de referencia para su replicación en diferentes regiones y contextos. Este trabajo, por lo tanto, no solo responde a una problemática logística actual, sino que también aporta una solución sostenible y adaptable que combina innovación tecnológica, rigor metodológico y compromiso con los objetivos medioambientales y sociales.

## **1.5. Objetivos Generales y Específicos**

### **1.5.1. Objetivo General**

**Diseñar** un sistema logístico de nano-stores en Panamá considerando la perspectiva del consumidor mediante el uso de la investigación de operaciones

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

1. **Identificar** los factores críticos del consumidor que influyen en la intención de compra hacia las nano-stores en Panamá
2. **Definir** la Intención de Compra en función de la zona geográfica y del tipo de nano-store
3. **Proponer** un modelo matemático que integre la intención de compra con el sistema logístico de nano-stores.

### **1.6. Preguntas e Hipótesis**

#### **1.6.1. Pregunta de Investigación**

¿Cómo diseñar un sistema logístico de nano-stores en Panamá considerando la perspectiva del consumidor?

##### **1.6.1.1. Subpreguntas**

1. ¿Qué factores del consumidor influyen en la intención de compra hacia las nano-stores en Panamá?
2. ¿Cómo puede definirse la Intención de Compra en función de la zona geográfica y el tipo de nano-store mediante SEM?
3. ¿Cómo puede integrarse simultáneamente la intención de compra con el sistema logístico de nano-stores?

#### **1.6.2. Hipótesis de Investigación**

**H1:** *(La Hipótesis de Investigación)*

Integrar la perspectiva del consumidor en el diseño del sistema logístico de nano-stores en Panamá **permite un equilibrio en los indicadores de desempeño de la Cadena de Suministro.**

***H0: (La Hipótesis Nula)***

Integrar la perspectiva del consumidor en el diseño del sistema logístico de nano-stores en Panamá **no permite un equilibrio en los indicadores de desempeño de la Cadena de Suministro.**

**Subhipótesis**

**H1.1:** La intención de compra del consumidor hacia las nano-stores puede ser modelada de manera válida y confiable, revelando **patrones de demanda significativamente diferentes** según la zona geográfica y la tipología de tienda.

**H1.2:** La incorporación de estos patrones de demanda heterogénea en el modelo de optimización logística **conduce a una solución que mejora simultáneamente múltiples indicadores de desempeño** (aumentando la rentabilidad y la cobertura de servicio sin un aumento desproporcionado en los costos), logrando así un equilibrio superior al de los modelos que solo minimizan costos.

**1.7. Limitaciones y Viabilidad de la Investigación**

El estudio se enfocó en analizar el comportamiento de los consumidores en las Nano-Stores de Panamá, un sector caracterizado por la diversidad en sus operaciones y los desafíos logísticos que enfrentaba. Durante su desarrollo, se presentaron diversas limitaciones que impactaron tanto la recolección de datos como la representatividad de los resultados. Estas restricciones incluyeron barreras operativas, ajustes metodológicos para garantizar la viabilidad, desafíos tecnológicos propios del contexto de las Nano-Stores y limitaciones de recursos. A continuación, se describen estas limitaciones y cómo influyeron en el alcance del estudio.

### **Restricciones operativas y de acceso**

El contexto operativo de las Nano-Stores en Panamá planteó desafíos significativos durante la recolección de datos. Aunque se implementaron métodos probabilísticos para garantizar la representatividad, las dificultades surgieron principalmente en la interacción con los clientes, quienes mostraron reticencia a participar en el estudio. Esta situación afectó la capacidad de recolectar información directa sobre el comportamiento del consumidor en el entorno real de compra.

Asimismo, se identificaron zonas de difícil acceso dentro de los distritos y corregimientos seleccionados, donde no fue posible realizar la recolección de datos. Esto limitó la obtención de una muestra completamente representativa y afectó la cobertura geográfica del estudio. Como resultado, la investigación enfrentó restricciones para recopilar datos primarios en estos entornos, lo que impactó la profundidad del análisis y la interpretación de los resultados.

### **Limitaciones financieras y humanas:**

La investigación también afrontó restricciones significativas de recursos financieros y humanos. Al tratarse de una investigación doctoral, no contó con financiamiento externo ni con un equipo especializado, lo cual condicionó el diseño de una metodología más ambiciosa y restringió tanto la recolección de datos como el alcance geográfico del estudio. La falta de recursos limitó directamente la posibilidad de acceder a una muestra más diversa y de obtener información primaria en los entornos reales de compra.

### **Limitaciones demográficas:**

Frente a las restricciones operativas y financieras, el estudio optó por trabajar con una muestra más accesible, compuesta por estudiantes de la Facultad de

Administración de Empresas y Contabilidad de la Universidad de Panamá, provenientes de corregimientos de Panamá, San Miguelito, Arraiján y La Chorrera. Aunque esta muestra ofreció una perspectiva representativa dentro de este grupo de consumidores, la restricción a un rango de edad predominante de 18 a 30 años introdujo un sesgo demográfico. Esto limitó la generalización de los resultados, ya que las preferencias y comportamientos de compra de consumidores mayores, un segmento clave para las Nano-Stores, no se reflejaron plenamente en el análisis.

#### **Limitaciones tecnológicas en las Nano-Stores:**

Un desafío importante identificado en la investigación fue la limitada digitalización de las Nano-Stores en Panamá. Estas tiendas carecían de sistemas tecnológicos para gestionar inventarios, ventas y operaciones logísticas, lo que generó una brecha significativa en la calidad y disponibilidad de los datos. Esta falta de digitalización no solo dificultó el acceso a información directamente generada en los puntos de venta, sino que también afectó la precisión de las declaraciones de ventas presentadas al Estado, ya que estas no reflejaban la realidad operativa de las tiendas.

#### **Viabilidad de la investigación:**

A pesar de las limitaciones identificadas, el estudio implementó estrategias metodológicas que garantizaron la viabilidad y la validez de los resultados dentro del alcance propuesto. Las restricciones operativas, relacionadas con la interacción limitada con los clientes y las zonas de difícil acceso, fueron abordadas mediante la aplicación de métodos probabilísticos que aseguraron que los datos recolectados representarán, en la medida de lo posible, las dinámicas del comportamiento del consumidor en las Nano-Stores. Estas estrategias lograron sortear parcialmente las dificultades logísticas y

proporcionaron una base de datos que, aunque limitada en alcance, resultó suficientemente sólida para realizar análisis preliminares.

En cuanto a las limitaciones demográficas, el diseño metodológico consideró la imposibilidad de recolectar información en segmentos más diversos y optó por trabajar con una muestra accesible, compuesta por estudiantes universitarios. Esta decisión permitió obtener datos relevantes sobre un grupo representativo dentro del rango de edad predominante de consumidores jóvenes. Aunque este enfoque introdujo sesgos en los resultados, representó una alternativa viable para avanzar en la investigación dentro de las restricciones impuestas por los recursos disponibles.

Por otro lado, la falta de digitalización en las Nano-Stores, que afectó la precisión y disponibilidad de datos directos sobre ventas e inventarios, se mitigó parcialmente mediante la triangulación de datos recolectados en campo con fuentes secundarias. Estas fuentes incluyeron información declarada al Estado y datos cualitativos obtenidos en entrevistas. Aunque estas estrategias no suplían completamente la falta de datos directos, permitieron generar un marco de análisis inicial para comprender las dinámicas de estas tiendas.

En síntesis, el diseño del estudio, a pesar de las restricciones operativas, demográficas y tecnológicas, logró adaptarse a las condiciones disponibles, proponiendo un enfoque metodológico que garantizó resultados útiles y relevantes para el análisis del comportamiento del consumidor en las Nano-Stores de Panamá.

### **1.8. Aspectos Éticos**

#### **Representación ética de la población estudiada:**

El planteamiento del problema se construyó con base en información recolectada de estudiantes como población objetivo, debido a las limitaciones de acceso

a un grupo más amplio de consumidores. Este enfoque fue seleccionado respetando las características académicas y geográficas de los participantes, reconociendo que no representa a la totalidad de los consumidores de Nano-Stores, pero sí proporciona un marco relevante para comprender las dinámicas logísticas y de consumo en los distritos estudiados.

**Transparencia en la delimitación del alcance:**

En la formulación del problema, se enfatizó de manera clara que los hallazgos se basan en la percepción de estudiantes consumidores, abarcando únicamente las áreas y distritos asociados con la universidad. Este ejercicio de transparencia fue esencial para evitar generalizaciones que no correspondieran con la población estudiada y para garantizar una interpretación ética de los resultados obtenidos.

**Uso responsable de información secundaria:**

En la construcción del planteamiento del problema, se recurrió a fuentes académicas y estadísticas confiables, respetando los derechos de autor y citando adecuadamente todos los trabajos referenciados. Esto asegura la integridad del análisis y evita el uso indebido de información ajena.

**Imparcialidad en la presentación de los desafíos de las Nano-Stores:**

Se abordaron las problemáticas operativas y logísticas de las Nano-Stores sin sesgos o prejuicios hacia los actores involucrados. El planteamiento del problema reflejó una visión objetiva, destacando tanto los retos como las oportunidades de mejora, sin estigmatizar a los propietarios ni al modelo de negocio tradicional.

**Consideración de la perspectiva de los actores clave:**

Aunque el contexto del problema se basa principalmente en las percepciones de los estudiantes, se reconoció la importancia de las Nano-Stores como una parte integral

del tejido comunitario. El planteamiento del problema tomó en cuenta el impacto potencial de los desafíos logísticos no solo en los propietarios, sino también en los consumidores que dependen de estos establecimientos.

**Responsabilidad social en el análisis del problema:**

La redacción del planteamiento evitó en todo momento atribuir culpas a los actores involucrados (Nano-Stores, consumidores, proveedores) y, en su lugar, adoptó un enfoque de solución, centrado en identificar estrategias que contribuyan al desarrollo sostenible de las cadenas de suministro en este segmento minorista.

**Respeto al contexto cultural y económico:**

Se reconocieron y respetaron las características culturales, sociales y económicas de las Nano-Stores y sus comunidades asociadas, evitando prejuicios o generalizaciones inapropiadas en la formulación del problema. Este enfoque permitió resaltar la relevancia de estas tiendas dentro de los mercados emergentes sin desmerecer su papel tradicional.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Antecedentes de la Investigación**

Los Nano-Stores son pequeños establecimientos independientes descritos por Blanco y Fransoo (2013) como fundamentales en el comercio local, con operaciones limitadas en capacidad de almacenamiento y una reposición constante debido a patrones de demanda fragmentada (Kin et al., 2017; Boulaksil et al., 2019). Su importancia radica en su proximidad al consumidor, pero esto también genera desafíos logísticos significativos, como la gestión eficiente de inventarios y transporte.

La cadena de suministro, definida por Ross (2015) como el sistema integrado que conecta actores para satisfacer al cliente final, enfrenta particularidades en el caso de los Nano-Stores. Beamon (1998) y Martín-Andino (2007) destacan la necesidad de diseñar estrategias que minimicen costos operativos mediante ubicaciones estratégicas de almacenes y puntos de distribución, con un enfoque táctico adaptado a demandas fragmentadas.

Los Nano-Stores son pequeños establecimientos independientes descritos por Blanco y Fransoo (2013) como fundamentales en el comercio local, con operaciones limitadas en capacidad de almacenamiento y una reposición constante debido a patrones de demanda fragmentada (Kin et al., 2017; Boulaksil et al., 2019). Su importancia radica en su proximidad al consumidor, pero esto también genera desafíos logísticos significativos, como la gestión eficiente de inventarios y transporte.

La cadena de suministro, definida por Ross (2015) como el sistema integrado que conecta actores para satisfacer al cliente final, enfrenta particularidades en el caso de los Nano-Stores. Beamon (1998) y Martín-Andino (2007) destacan la necesidad de diseñar estrategias que minimicen costos operativos mediante ubicaciones estratégicas

de almacenes y puntos de distribución, con un enfoque táctico adaptado a demandas fragmentadas.

El término nano-store se propone para definir la evolución de la tienda de barrio tradicional, un formato que, a pesar de su tamaño físico reducido, integra tecnologías digitales para optimizar su operación y mejorar la experiencia del cliente. Esta conceptualización se apoya en diversas corrientes de investigación sobre la transformación digital en el sector retail, la gestión de la experiencia del cliente y la competitividad de los pequeños formatos.

La premisa fundamental es que las tiendas de barrio están experimentando una profunda transformación impulsada por la tecnología, abandonando su rol pasivo para convertirse en nodos activos dentro de un ecosistema digital. Esta transición es una manifestación a microescala de la reconfiguración general del retail, donde la tecnología no es un mero accesorio, sino el pilar de la estrategia competitiva. Como argumentan Grewal y Shankar (2021), el futuro del comercio minorista se define por la integración inteligente de tecnologías para redefinir el valor ofrecido al consumidor. En este contexto, la nano-store no es simplemente una tienda pequeña, sino una "tienda inteligente" a escala local.

Uno de los pilares de este modelo es la optimización de la operación mediante herramientas digitales. La adopción de sistemas de punto de venta (TPV) inteligentes, que van más allá del simple registro de transacciones para incluir la gestión de inventario en tiempo real y el análisis de patrones de compra, es un elemento central.

Esta capacidad de transformar datos operativos en inteligencia de negocio es lo que Pantano (2014) describe como "smart retailing", donde tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la analítica permiten una gestión proactiva y eficiente. Para una

tienda de barrio, esto se traduce en una reducción de quiebres de stock, una mejor selección de surtido y una optimización del capital de trabajo.

Paralelamente a la eficiencia interna, el modelo nano-store se enfoca en mejorar la experiencia del cliente (EC). En la era digital, la EC se ha convertido en el principal diferenciador competitivo, superando al precio y al producto en muchos casos (Verhoef et al., 2009). La nano-store aprovecha la tecnología para potenciar su ventaja inherente: la proximidad y la relación personal. A través de aplicaciones de fidelización, comunicación directa por canales digitales y la aceptación de pagos electrónicos, se elimina la fricción en la compra y se construye una relación omnicanal con el cliente. Inman y Nikolova (2017) señalan que las tecnologías orientadas al consumidor (shopper-facing technologies) no sólo aumentan la conveniencia, sino que también fortalecen el compromiso del cliente con la tienda.

Además, la nano-store rompe las barreras de su espacio físico al conectarse con plataformas de entrega de última milla. Esta integración en el ecosistema del "quick commerce" le permite competir en conveniencia con los grandes supermercados y las plataformas de e-commerce puras, ofreciendo entregas ultrarrápidas en su radio de influencia. Esta capacidad de operar como un micro-centro de cumplimiento (micro-fulfillment center) es una adaptación estratégica clave para el comercio de proximidad en el entorno urbano moderno (Wollenburg, Hübner, & Kuhn, 2018).

Finalmente, el prefijo "nano" adquiere un doble significado. No solo se refiere a la escala física, sino también a su capacidad para procesar y actuar sobre "nano-interacciones" de datos. Cada compra, cada consulta y cada interacción digital genera un dato valioso. La tecnología permite a la tienda capturar esta información para ofrecer un servicio hiper-localizado y personalizado. Esta personalización, basada en un

conocimiento profundo del cliente individual y del vecindario, es la respuesta estratégica de los pequeños formatos a la personalización a gran escala de los gigantes del retail (Arora et al., 2008). De este modo, la nano-store utiliza la tecnología no para deshumanizar, sino para potenciar la relación comunitaria, ofreciendo un valor único que los grandes competidores difícilmente pueden replicar.

### **Variables Fundamentales en el Marco Teórico:**

El marco teórico identifica diversas variables relevantes, respaldadas por múltiples autores, que influyen en el desempeño logístico y la percepción de los consumidores en los Nano-Stores:

#### **1. Intención de Compra:**

- Bui et al. (2021) argumentan que la percepción del precio tiene un efecto mayor sobre la intención de compra que otros atributos como la imagen de la tienda. Sin embargo, el conocimiento de la marca y la familiaridad con los productos también influyen, aunque en menor medida.

- Nair (2018) señala que la intención de patrocinio está mediada por la satisfacción del cliente, estableciendo una relación indirecta entre atributos de la tienda y la intención de compra.

- Graciola et al. (2020) destacan que la percepción de valor percibido, relacionada con el nivel de precios, la calidad del producto y el servicio al cliente es un predictor clave de la intención de compra.

#### **2. Distancia:**

- Castillo & Ayala (2018) mencionan que la proximidad geográfica representa una ventaja competitiva para las tiendas de barrio en el departamento del

Atlántico, Colombia, ya que facilita el acceso de los consumidores y contribuye a su permanencia en el mercado.

- Flexor (2014) sostiene que la distancia influye en la intención de compra en las tiendas de barrio en la Región Metropolitana de Río de Janeiro, destacando que la proximidad es un factor clave en las decisiones de compra.

- Contreras et al. (2021) señalan que la cercanía de los puntos de venta en la zona metropolitana de Guadalajara, México, impulsa la intención de compra, al ofrecer a los consumidores una alternativa accesible y rápida para satisfacer sus necesidades diarias.

### **3. Conveniencia:**

- Hurtado et al. (2010) y Mora (2020) destacan la proximidad geográfica como un factor decisivo en la elección de los Nano-Stores.

- Gáitan (2010) resalta atributos como horarios extendidos y disponibilidad inmediata como elementos que refuerzan la conveniencia.

- Laine (2014) y Chamhuri & Batt (2009) añaden que esta variable incluye facilidad de acceso y ubicación estratégica.

### **4. Arquitectura:**

- Francioni et al. (2018) argumentan que la disposición de los productos, iluminación y diseño físico de la tienda influyen significativamente en la experiencia del cliente.

- Anuradha (2017) señala que un diseño adecuado crea una imagen positiva de la tienda, atrayendo clientes más sofisticados.

- Pugazhenthii (2010) y Khare et al. (2014) enfatizan que la arquitectura también debe reflejar las expectativas culturales y sociales de los consumidores.

#### **5. Mercancía:**

- Espinel et al. (2019) y Prada & Acosta-Prado (2017) coinciden en que la calidad y variedad de productos son esenciales para fidelizar a los clientes.

- Bui et al. (2021) menciona que el surtido adecuado puede ser más influyente que otros atributos como la marca.

- Zulqarnain et al. (2015) y Solano & Blanco (2019) refuerzan la importancia de ofrecer productos adaptados a las necesidades locales.

#### **6. Precio:**

- Mondal et al. (2017) y Mora (2020) destacan que la sensibilidad al precio es un factor crítico en los consumidores de Nano-Stores.

- Pugazhenthii (2010) y Veer et al. (2018) señalan que el equilibrio entre precio e imagen de la tienda impacta directamente en la lealtad del cliente.

- Asrafuzzaman et al. (2019) sugieren que la percepción del precio está asociada a la calidad percibida.

#### **7. Servicio al Cliente:**

- Solano y Blanco (2019) subrayan el papel de la atención personalizada, incluyendo servicios como crédito y entregas a domicilio.

- Hemalatha & Najma (2013) destacan que la respuesta rápida del personal genera una percepción positiva en el cliente.

- Espinel et al. (2019) refuerzan que un buen servicio al cliente contribuye significativamente a la lealtad de los consumidores.

## **8. Imagen de la Tienda:**

- Francioni et al. (2018) y Bui et al. (2021) sostienen que la imagen de la tienda, influida por su limpieza y organización, es clave para atraer clientes.

- Graciola et al. (2020) identifican la conexión entre la imagen de la tienda y el conocimiento de la marca como un factor relevante.

## **9. Fidelidad:**

- Veer et al. (2018) y Hurtado et al. (2010) coinciden en que la disponibilidad constante y la cercanía refuerzan la fidelidad del cliente hacia los Nano-Stores.

- Prada & Acosta-Prado (2017) resaltan que, además del precio, la percepción de valor influye en la lealtad.

## **Diseño Logístico y Modelación Matemática:**

El diseño logístico de los Nano-Stores se apoya en modelos matemáticos avanzados para optimizar la ubicación de almacenes, la asignación de inventarios y la planificación de rutas. Según Fourer et al. (2003), herramientas como AMPL son esenciales para representar restricciones y variables clave. Daskin (2011) destaca la teoría de localización para determinar ubicaciones estratégicas, mientras que Church & ReVelle (1974) enfatizan los modelos de cobertura para garantizar que todas las zonas de demanda estén atendidas.

En el ámbito de la logística urbana, Taniguchi et al. (2001) sugieren soluciones como la consolidación de cargas y la optimización de rutas para reducir costos y minimizar impactos negativos en zonas urbanas densas. Ranieri et al. (2018) proponen

los Centros de Consolidación Urbana como una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia del transporte.

***Síntesis:***

El marco teórico establece que la intención de compra es una variable central para comprender el comportamiento del consumidor en los Nano-Stores, influida por factores como conveniencia, arquitectura, mercancía, precio y servicio al cliente. Estas variables reflejan tanto aspectos logísticos como psicosociales que deben ser considerados en el diseño de cadenas de suministro eficientes e s. La integración de tecnologías avanzadas y estrategias de modelación asegura un enfoque integral que satisface las demandas del mercado y mejora la experiencia del consumidor.

**2.2. Bases Teóricas**

El presente marco teórico se articula en torno a dos pilares fundamentales que, en conjunto, sustentan la propuesta de investigación. En primer lugar, se abordan los fundamentos del concepto de **percepción del consumidor** a través de la Teoría de la Acción Razonada (Fishbein & Ajzen, 1975) y su posterior evolución, la Teoría del Comportamiento Planificado (Ajzen, 1991). Estos modelos son cruciales, ya que explican cómo las actitudes, las normas sociales y el control percibido configuran las intenciones y, consecuentemente, el comportamiento del cliente. Posteriormente, este marco enmarca las teorías que sustentan los fundamentos del **sistema logístico** que se plantea, delineando los principios operativos y estratégicos de su diseño. La integración de ambas perspectivas es el eje central de este estudio, pues permite establecer un marco analítico para evaluar cómo las características y la eficiencia del sistema logístico propuesto influyen directamente en los constructos cognitivos que determinan la percepción y la intención de compra del consumidor.

Para comprender los determinantes del comportamiento humano, un marco fundamental es la Teoría de la Acción Razonada (TRA). Propuesta por Fishbein y Ajzen (1975), esta teoría postula que el predictor más inmediato y robusto de una conducta es la intención del individuo para realizarla. Dicha intención, a su vez, está determinada por dos factores principales: la actitud hacia el comportamiento, que refleja la evaluación personal (positiva o negativa) del individuo sobre la realización de la acción, y la norma subjetiva, que representa la percepción de la presión social ejercida por referentes importantes. Un supuesto central de la TRA es su eficacia para predecir comportamientos que se encuentran bajo completo control volitivo del individuo.

Reconociendo esto, La Teoría del Comportamiento Planeado (TCP), desarrollada por Ajzen (1991), proporciona un marco conceptual sólido para analizar la intención de compra, entendida como el principal determinante del comportamiento de los consumidores. Este modelo ha sido ampliamente utilizado para predecir conductas en diversos contextos, gracias a su enfoque en la interacción de factores individuales, sociales y contextuales que influyen en las decisiones humanas.

En el contexto de los Nano-Stores, la intención de compra se vincula directamente con factores como la conveniencia, la arquitectura, la mercancía, los precios y el servicio. La TCP explica cómo estas características pueden influir en la intención de compra a través de tres constructos principales:

**1. Actitud hacia la conducta:** Este constructo refleja las evaluaciones positivas o negativas de los consumidores respecto a la acción de comprar en un Nano-Store. Por ejemplo, precios competitivos, una amplia variedad de productos (mercancía) y la facilidad para acceder a la tienda (conveniencia) fomentan actitudes favorables hacia la

compra. Por el contrario, percepciones negativas, como un servicio deficiente o precios elevados, pueden generar actitudes desfavorables que inhiben la intención de compra.

**2. Norma subjetiva:** Representa la influencia de las expectativas sociales en la decisión de compra. En el caso de los Nano-Stores, las opiniones de familiares, amigos o personas significativas sobre la tienda, así como su percepción de que comprar en este tipo de establecimientos es una práctica común o valorada, pueden aumentar la intención de compra. Incluso factores como la arquitectura de la tienda, que comunica accesibilidad y modernidad, pueden reforzar estas normas sociales positivas.

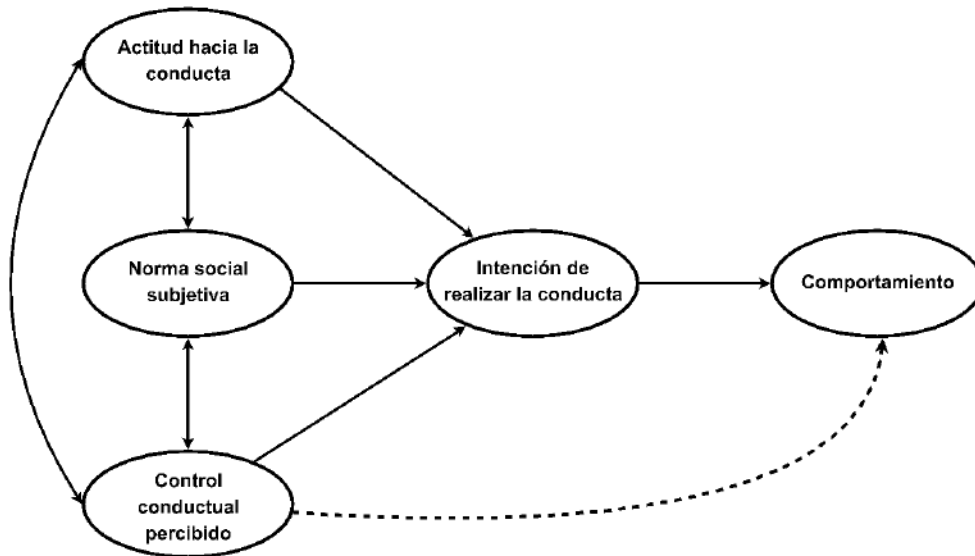
**3. Control conductual percibido:** Este factor se refiere a la percepción de los consumidores sobre su capacidad para realizar la compra. Elementos como la organización del espacio (arquitectura), la disponibilidad de productos (mercancía), la rapidez y eficiencia del servicio, y la conveniencia de la ubicación determinan la percepción de control. Cuanto más accesible y eficiente sea la experiencia de compra, mayor será la intención de realizarla. En cambio, barreras como largas filas, desorganización o falta de productos disminuyen esta percepción de control.

Estos tres factores interactúan para determinar la intención de compra, que a su vez se convierte en un predictor confiable del comportamiento de los consumidores en los Nano-Stores.

A continuación, se presenta la figura que ilustra las relaciones entre los constructos de la TCP, adaptada al enfoque de esta investigación.

**Figura 1**

*Modelo de la Teoría del Comportamiento Planeado (TCP)*



*Nota.* Adaptado de The Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991), *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.

La incorporación de la Teoría del Comportamiento Planeado al análisis de los Nano-Stores permite comprender de manera integral cómo las percepciones de los consumidores sobre atributos clave del establecimiento, como la conveniencia, la arquitectura, la mercancía, los precios y el servicio, influyen directamente en su intención de compra. Este enfoque teórico facilita el análisis de factores psicológicos y sociales que afectan la experiencia de compra, estableciendo un marco conceptual robusto para el diseño de un instrumento de medición capaz de capturar estas percepciones con precisión.

Dicho instrumento se convierte en una herramienta esencial para integrar la intención de compra como un eje central dentro de un modelo matemático diseñado para optimizar la cadena de suministro de los Nano-Stores. Al vincular las percepciones

del consumidor con decisiones estratégicas en la gestión logística, se logra una alineación efectiva entre el comportamiento del consumidor y la planeación de la cadena de suministro.

Para materializar esta integración entre la percepción del consumidor y la estrategia operativa, se torna imperativo adoptar marcos teóricos que traduzcan los atributos del Nano-Store en decisiones logísticas concretas. Si la Teoría del Comportamiento Planeado (Ajzen, 1991) explica *cómo* los clientes procesan factores como el servicio y la conveniencia, las siguientes teorías explican *cómo* la empresa debe estructurar su cadena de suministro para optimizar dichos factores.

En este sentido, dos marcos teóricos son esenciales. Por un lado, la **Teoría de la Cadena de Servicio-Beneficio** (Heskett et al., 1994) proporciona el andamiaje conceptual para vincular la excelencia operativa interna con el valor percibido externamente. Al afirmar que la rentabilidad emana de la lealtad del cliente, la cual se construye a través de un servicio excepcional, esta teoría permite gestionar estratégicamente variables como la calidad del **servicio** y la disponibilidad de **mercancía**. Estas variables, como se estableció previamente, son determinantes directos de la **actitud hacia la conducta** del consumidor.

Por otro lado, se recurre a la **Teoría de Localización Competitiva** de Huff (1964), que aborda un habilitador crítico de la acción: la accesibilidad. Al sostener que una localización óptima no solo minimiza costos sino que maximiza la participación de mercado al reducir el esfuerzo del cliente, esta teoría se alinea directamente con el constructo de **control conductual percibido**. La optimización de la **conveniencia** y la **arquitectura** de la tienda, fundamentada en este modelo, impacta directamente en la

percepción del consumidor sobre la facilidad para realizar la compra, fortaleciendo así su intención final.

### **2.3. Preguntas e Hipótesis de Trabajo**

#### **2.3.1. Preguntas alineadas al SEM**

1. ¿De qué manera las características observables del Nano-Store (arquitectura, conveniencia, mercancía ofrecida, nivel de precios y servicio al cliente) influyen en la imagen percibida por los consumidores?
2. ¿Cómo impacta la imagen percibida del Nano-Store en la intención de compra de los consumidores?
3. ¿Actúa la imagen percibida del Nano-Store como un mediador entre las características observadas y la intención de compra?

#### **2.3.2. Hipótesis Estructurales del Modelo SEM**

- H1: La arquitectura del Nano-Store tiene un efecto directo y positivo sobre la imagen percibida del Nano-Store.
- H2: La conveniencia del Nano-Store tiene un efecto directo y positivo sobre la imagen percibida del Nano-Store.
- H3: La mercancía ofrecida por el Nano-Store tiene un efecto directo y positivo sobre la imagen percibida del Nano-Store.
- H4: El nivel de precios del Nano-Store tiene un efecto directo y positivo sobre la imagen percibida del Nano-Store.
- H5: El servicio al cliente del Nano-Store tiene un efecto directo y positivo sobre la imagen percibida del Nano-Store.
- H6: La imagen percibida del Nano-Store tiene un efecto directo y positivo sobre la intención de compra del consumidor.

H7: La imagen percibida del Nano-Store media la relación entre las variables observadas (arquitectura, conveniencia, mercancía, precios y servicio al cliente) y la intención de compra.

## **2.4. Variables del Modelo Estructural SEM**

En este estudio, las variables se clasifican en dependiente, independiente y mediadora. La variable dependiente es el resultado que se busca explicar, mientras que las variables independientes son los factores que podrían influir en dicho resultado. La variable mediadora actúa como un puente que canaliza el impacto de las variables independientes sobre la dependiente, permitiendo analizar tanto los efectos directos como indirectos. Estas variables constituyen el núcleo del modelo teórico, que se evaluará mediante análisis de ecuaciones estructurales (SEM) para identificar y medir las relaciones significativas entre ellas.

### **2.4.1. Variable Dependiente: Intención de Compra**

**La intención de compra** de los consumidores en los Nano-Stores es la variable dependiente de este modelo. Representa el resultado final que se busca explicar y refleja la disposición de los consumidores a realizar compras en los Nano-Stores. Este comportamiento es clave para evaluar cómo los factores seleccionados afectan directamente las decisiones de compra. Además, la intención de compra se considera una métrica crítica para medir el éxito de los Nano-Stores en satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, particularmente en el diseño de la cadena de suministro .

### **2.4.2. Variable Mediadora: Imagen del Nano-Store**

La **imagen del Nano-Store** actúa como una variable mediadora clave en este modelo estructural. Su rol es canalizar la influencia de las variables independientes

hacia la intención de compra, permitiendo analizar tanto los efectos directos como los indirectos. Una percepción positiva de la imagen del Nano-Store, construida a partir de factores como arquitectura, mercancía, nivel de precios, servicio al cliente y conveniencia, genera un impacto significativo en la intención de compra de los consumidores.

### 2.4.3. Variables Independientes

Las variables independientes son los factores que influyen indirectamente en la intención de compra a través de la imagen del Nano-Store. Estas variables son:

- **Arquitectura del Nano-Store:** Evalúa el diseño físico, accesibilidad, disposición, estética y funcionalidad del establecimiento. Una arquitectura optimizada mejora la percepción de los consumidores, fortaleciendo la imagen del Nano-Store.
- **Mercancía:** Se refiere a la variedad, calidad y disponibilidad de los productos ofrecidos. Estos elementos satisfacen las expectativas del cliente y contribuyen a construir una percepción positiva de la imagen del establecimiento.
- **Nivel de Precios:** Representa la percepción de los consumidores sobre los precios en los Nano-Stores en comparación con el mercado. Una percepción favorable puede fortalecer la imagen del establecimiento y fomentar la intención de compra.
- **Servicio al Cliente:** Mide la calidad de la atención proporcionada por el personal, incluyendo amabilidad, eficiencia y profesionalismo. Este aspecto mejora la experiencia de compra y fortalece la imagen del Nano-Store.
- **Conveniencia:** Refleja la facilidad percibida por los consumidores al realizar sus compras, considerando factores como ubicación, horarios y rapidez del servicio.

La conveniencia contribuye directamente a la percepción de la imagen del Nano-Store.

#### 2.4.4. Modelo Conceptual y Relaciones Hipotéticas

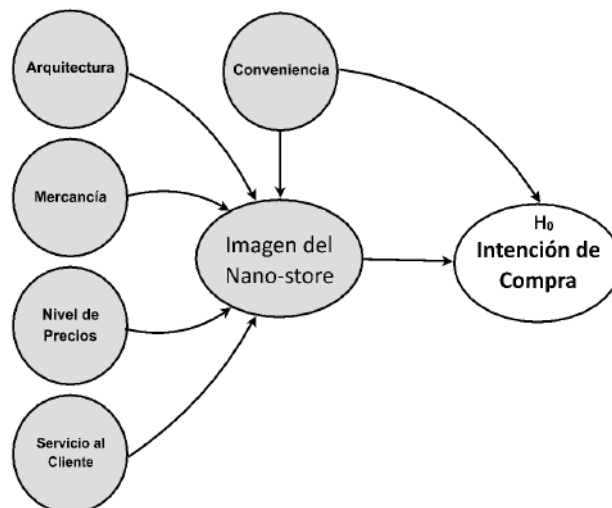
El modelo estructural propuesto (Figura 2) ilustra las relaciones teóricas entre las variables independientes, la mediadora y la dependiente. Las variables independientes afectan la intención de compra indirectamente a través de la imagen del Nano-Store. Esta estructura permite analizar:

1. **Efectos directos:** Entre la imagen del Nano-Store y la intención de compra.
2. **Efectos indirectos:** Entre las variables independientes y la intención de compra, mediados por la imagen del Nano-Store.

Este enfoque permite validar las hipótesis planteadas (H1.1-H1.8) y determinar la significancia estadística de cada relación, proporcionando una visión integral de los factores que influyen en el comportamiento del consumidor en los Nano-Stores.

**Figura 2**

*Modelo estructural propuesto para el desarrollo del instrumento de medición*



*Nota.* Elaboración propia.

## **CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA**

El desarrollo metodológico de la investigación se estructuró en torno al objetivo general de optimizar la cadena de suministro de Nano-Stores en Panamá. Este modelo tuvo como propósito principal reducir costos y maximizar la intención de compra de los consumidores, integrando su perspectiva y adaptándose a las restricciones operativas específicas del contexto. Para alcanzar este objetivo, se definieron cuatro objetivos específicos que guiaron las etapas metodológicas del estudio:

1. Se sintetizó un marco teórico que permitió diseñar un instrumento de medición enfocado en identificar factores clave sobre las preferencias de los consumidores y su intención de compra hacia las Nano-Stores.

2. Se determinó la intención de compra de los consumidores mediante análisis de datos segmentados por zonas geográficas y tipos de Nano-Store, utilizando modelos de regresión y clustering.

3. Se desarrolló un modelo matemático que representó los parámetros clave de la cadena de suministro, incluyendo costos operativos, distribución, cobertura y niveles de servicio.

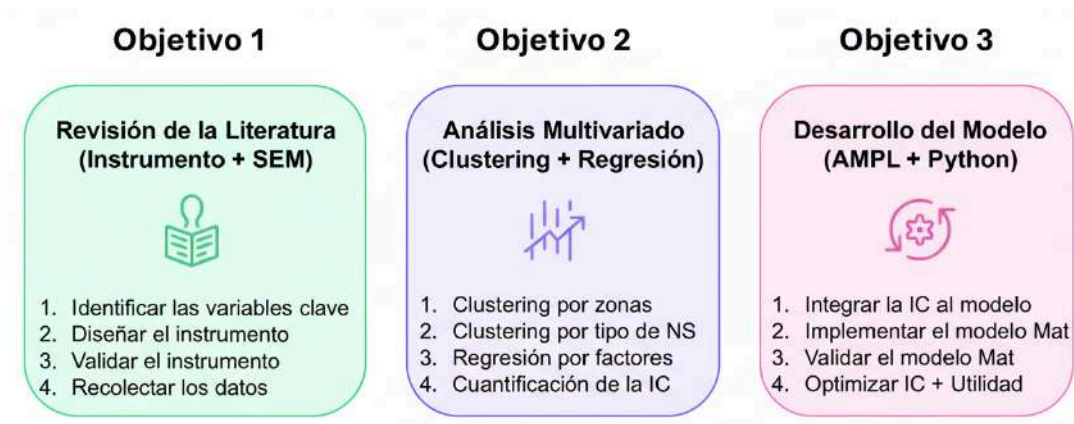
4. Se validó el modelo mediante simulaciones programadas, asegurando su eficacia frente a restricciones operativas y características específicas de las tiendas.

Estas etapas se organizaron en dos áreas metodológicas principales: el **“Modelo de Percepción en Nano-Stores: Clasificación por Zona y Tipo”** (apartado 3.1) y el **“Modelo Logístico para la Cadena de Suministro de Nano-Stores”** (apartado 3.2). Ambas áreas estuvieron estrechamente interrelacionadas, ya que los resultados obtenidos en el apartado 3.1 proporcionaron insumos clave, como la intención de compra de los consumidores según la zona y el tipo de Nano-Store, para el diseño y validación del modelo teórico-matemático descrito en el apartado 3.2.

La Figura 3, presentada a continuación, sintetiza las etapas y métodos utilizados en el estudio, mostrando cómo se desarrolló la metodología para diseñar una cadena de suministro. Esta figura permite visualizar el flujo lógico de las actividades realizadas y su conexión con los objetivos específicos.

**Figura 3**

*Etapas y métodos del estudio para el diseño del sistema logístico*



*Nota.* Elaboración propia.

En el apartado 3.1, se explicó cómo se diseñó un instrumento de medición validado a través de análisis estadísticos, con el objetivo de captar las percepciones e intenciones de compra de los consumidores. Los datos obtenidos se utilizaron para realizar análisis de regresión y clustering, clasificando las Nano-Stores por zonas geográficas y tipos, y obteniendo como resultado la intención de compra segmentada.

El apartado 3.2 describió cómo esta intención de compra, generada en el 3.1, fue integrada como un parámetro esencial en un modelo matemático diseñado para optimizar la cadena de suministro. Este modelo incluyó aspectos como demanda potencial, ubicación de centros de distribución y costos logísticos, y fue validado mediante simulaciones en escenarios diversos.

En las siguientes secciones se detalla cómo se abordaron las distintas etapas metodológicas, comenzando con la fase inicial enfocada en captar las percepciones e intenciones de compra de los consumidores.

### **3.1. Diseño y Aplicación de la Escala de Percepción de los Participantes**

En este apartado se describe cómo, mediante el uso de análisis de ecuaciones estructurales (SEM), se diseñó un instrumento de medición para captar las percepciones de compra de los consumidores en las Nano-Stores. Tras la aplicación de este instrumento, se generó una base de datos que permitió realizar análisis posteriores. A partir de estos datos, se desarrollaron ecuaciones de regresión por zonas geográficas y se llevó a cabo un análisis cluster para clasificar los tipos de Nano-Stores. Este proceso culminó en la obtención de la intención de compra segmentada por zona y tipo de tienda, un parámetro fundamental que se utilizará en el punto 4.2. para el diseño del modelo logístico de la cadena de suministro .

#### **3.1.1. Enfoque, Diseño de la Investigación y Tipo de Investigación**

Esta sección detalla los elementos clave de la metodología empleada, incluyendo el enfoque, el diseño y el tipo de investigación. Estas dimensiones se integran para garantizar un análisis riguroso y coherente de las variables que influyen en la intención de compra en los Nano-Stores y su incorporación en el modelo matemático de optimización. A continuación, se describen cada uno de estos componentes:

**1. Enfoque de la investigación:** La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, orientado a medir y analizar las relaciones entre variables que influyen en la intención de compra en los Nano-Stores. Se recopilieron datos numéricos y se realizaron análisis estadísticos avanzados para obtener resultados generalizables. Como parte de

este enfoque, se diseñó un instrumento de medición basado en análisis estructurales para derivar parámetros clave, posteriormente integrados al modelo matemático utilizado en el diseño de la cadena de suministro .

**2. Diseño de la investigación:** La investigación fue observacional y transversal, con recolección de datos mediante encuestas aplicadas en un único momento sin manipular las variables. Este diseño permitió capturar información clave sobre la perspectiva del consumidor, esencial para el desarrollo del modelo matemático. Las percepciones obtenidas se transformaron en parámetros objetivos y cuantificables, que se integraron en el modelo matemático para representar con precisión las dinámicas del mercado.

El instrumento de encuesta desempeñó un papel crucial al vincular las percepciones del consumidor con los elementos técnicos del modelo, asegurando una integración coherente dentro de un marco de optimización operativa.

**3. Tipo de investigación:** La investigación combinó un enfoque descriptivo y explicativo. Desde la perspectiva descriptiva, se desarrolló y caracterizó un modelo matemático de optimización que facilitó el diseño de la cadena de suministro . En su componente explicativo, se emplearon Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) para analizar relaciones causa-efecto entre las variables clave. La intención de compra, identificada mediante el análisis SEM, se integró como un parámetro esencial del modelo matemático, mejorando su precisión y funcionalidad al reflejar tanto las percepciones del consumidor como los objetivos de eficiencia operativa.

### **3.1.2. Fuentes de Información**

Las fuentes de información incluyeron tanto datos primarios como secundarios, lo que permitió una comprensión integral del fenómeno estudiado.

**Datos primarios:**

- **Encuesta:** La técnica principal utilizada fue una encuesta diseñada para capturar las percepciones de los consumidores sobre su intención de compra en Nano-Stores. La encuesta empleó una escala Likert de uno a cinco y se aplicó de forma transversal, obteniendo un corte específico de información.

**Datos secundarios:**

- **Publicaciones académicas:** Se revisaron artículos científicos y tesis relacionadas con la intención de compra, Nano-Stores y la optimización de cadenas de suministro.
- **Observaciones en tiendas:** Se realizaron observaciones directas en Nano-Stores de diferentes tamaños (pequeñas, medianas y grandes) para analizar el comportamiento de compra y las dinámicas operativas.
- **Datos del INEC:** El Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) proporcionó información demográfica de los corregimientos estudiados, complementando los datos recolectados mediante encuestas y observaciones.

### **3.1.3. Diseño Muestral**

El diseño muestral se elaboró para obtener una muestra representativa de los clientes de Nano-Stores en los distritos de Panamá, San Miguelito, Arraiján y La Chorrera. Este diseño se ajustó a las restricciones logísticas y metodológicas, utilizando un marco muestral alternativo que permitió alcanzar los objetivos del estudio. A continuación, se describen los elementos clave del diseño:

### **3.1.3.1. Población Objetivo y Marco Muestral**

La población objetivo incluyó a los clientes de Nano-Stores ubicadas en los distritos de interés, caracterizados por una diversidad demográfica y socioeconómica. Debido a las dificultades logísticas, se utilizó como marco muestral a los estudiantes de la Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad (FAECO) de la Universidad de Panamá, seleccionados por su accesibilidad y dispersión geográfica. Este marco permitió captar información representativa de los 52 corregimientos involucrados.

### **3.1.3.2. Técnica de Muestreo**

Se empleó un muestreo por conglomerado bietápico. En la primera etapa, los salones de clase de FAECO se seleccionaron como conglomerados primarios. En la segunda etapa, se encuestó a todos los estudiantes presentes en los salones seleccionados que cumplieran con los criterios de inclusión. Este método garantizó una representación proporcional de las áreas geográficas estudiadas.

### **3.1.3.3. Cálculo del Tamaño de la Muestra**

El tamaño de la muestra se determinó siguiendo un proceso metodológico que integró tanto las necesidades del análisis de ecuaciones estructurales (SEM) como la representatividad geográfica necesaria para el diseño del estudio. Como primer paso, se utilizó la fórmula para poblaciones finitas con los siguientes valores:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

*Donde:*

*n : Tamaño de la muestra*

*N : Tamaño de la población (8,991 estudiantes en este caso)*

*Z : Valor Z asociado al nivel de confianza del 95 % ( Z = 1.96 )*

$p$  : Probabilidad de éxito ( $p = 0.5$ ).

$q$  : Probabilidad de fracaso ( $q = 1 - p = 0.5$ )

$e$  : Margen de error ( $e = 0.05$ )

$$n = \frac{8,991 \cdot (1.96^2) \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(8,991-1) \cdot (0.05^2) + (1.96^2) \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 369$$

El cálculo inicial arrojó un tamaño de muestra de 369 encuestas, suficiente para estudios descriptivos. Sin embargo, debido a las características del análisis estructural, este tamaño no era adecuado para el modelo propuesto, que implicaba múltiples parámetros y requería estabilidad en las estimaciones. Por esta razón, se amplió la muestra a 752 encuestas, asegurando la representatividad geográfica, y se validaron finalmente 656 encuestas tras el proceso de depuración.

### **Criterios Metodológicos Aplicados**

El análisis de ecuaciones estructurales realizado en este estudio consideró criterios específicos para determinar un tamaño de muestra adecuado. Entre estos criterios se incluyeron la relación entre ítems y participantes, la estabilidad de las estimaciones, la representatividad geográfica y la adaptación al diseño del estudio. De acuerdo con Hernández-Sampieri, et al. (2014), garantizar un tamaño de muestra suficiente es esencial para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados en investigaciones analíticas y explicativas.

En relación con la proporción entre ítems y participantes, Ventura-León et al. (2020) señalaron la necesidad de contar con al menos 10 participantes por cada ítem del instrumento. Dado que este estudio utilizó un instrumento compuesto por 26 ítems, el tamaño mínimo recomendado ascendía a 260 participantes, un requisito que fue

ampliamente superado con las 656 encuestas validadas, lo que proporcionó un respaldo sólido para el análisis.

En cuanto a la estabilidad de las estimaciones, Kline (2015) destacó que un modelo estructural requiere al menos 130 participantes para garantizar resultados estables. Por su parte, Wolf et al. (2013) recomendaron tamaños de muestra más grandes para modelos que incluyen múltiples parámetros, enfatizando su importancia en estudios complejos. Este estudio consideró un modelo estructural con 59 parámetros, que incluían cargas factoriales, varianzas de variables latentes, covarianzas entre variables exógenas y errores de medición. Además, las relaciones estructurales fueron definidas entre variables clave como Conveniencia, Arquitectura, Mercancía, Precios, Servicio, Imagen e Intención, asegurando que reflejaran con precisión las conexiones teóricas del modelo. La muestra utilizada, de 656 registros, cumplió con las recomendaciones de Kline y superó los umbrales sugeridos por Wolf et al., asegurando la estabilidad de las estimaciones.

Adicionalmente, según Kline (2015), el tamaño de muestra en modelos estructurales debe garantizar una proporción mínima de entre 10 y 20 casos por parámetro estimado. Dado que el modelo incluyó 59 parámetros, el criterio indicaba un rango entre 590 y 1,180 registros. La muestra utilizada se ubicó por encima del límite inferior de 10 casos por parámetro, cumpliendo con las recomendaciones teóricas y prácticas para obtener estimaciones precisas y confiables.

Finalmente, la representatividad geográfica se consideró como un aspecto fundamental en el diseño del estudio. Se aseguró la inclusión de al menos un encuestado por corregimiento, lo que permitió reflejar las características propias de las diferentes zonas geográficas. Este enfoque garantizó que la muestra fuera

representativa y adecuada para las necesidades del diseño de la cadena de suministro. De acuerdo con Westland (2010), calcular tamaños de muestra adecuados considerando la complejidad del modelo y las proporciones entre variables e indicadores resulta esencial para obtener resultados robustos. Estas medidas proporcionaron una base sólida para el análisis realizado en este estudio.

#### ***3.1.3.4. Criterios de Inclusión y Exclusión***

##### **Criterios de Inclusión:**

- Ser mayor de 18 años.
- Ser estudiante universitario activo en FAECO.
- Residir en uno de los distritos de Panamá, San Miguelito, Arraiján o La Chorrera.
- Haber realizado compras regulares en Nano-Stores de las áreas estudiadas.
- Haber otorgado consentimiento informado para participar en el estudio.

##### **Criterios de Exclusión:**

- Encuestas incompletas o inconsistentes.
- Participantes que no cumplieran con los criterios de inclusión tras la verificación.
- Personas cuya residencia no correspondía a los corregimientos estudiados.
- Respuestas relacionadas con establecimientos distintos a Nano-Stores.

### 3.1.4. Distribución de la Muestra

**Tabla 1**

*Estudiantes con pre matrícula del segundo semestre de 2022 por escuela y carrera*

<b>Escuela</b>	<b>Carrera</b>	<b>Población (N)</b>
Empresas	Lic. en Adm. de Empresas	936
	Lic. en Adm. de Recursos Humanos	1 205
	Lic. en Ing. de Op. y Logística Empresarial	1 215
	Lic. en Adm. de Mercadeo y Promoción	608
	Lic. Bilingüe en Adm. de Oficinas	3
	Lic. en Adm. de Empresas Marítimas	777
	Lic. en Finanzas y Negocios Internacionales	961
	Lic. en Adm de Emp. Turísticas (Bilingüe)	698
	Total por Escuela	6 403
Contabilidad	Lic. en Contabilidad y Auditoría	1 421
	Lic. en Contabilidad	1 167
	Total por Escuela	2 588
<b>Total General</b>		<b>8 991</b>

*Nota.* Datos suministrados por la Dirección de Informática de FAECO de la Universidad de Panamá.

**Tabla 2***Muestras requeridas por grupos de estudiantes*

<b>Escuela</b>	<b>Carrera</b>	<b>Grupo</b>	<b>Muestra (n)</b>
Empresas	Lic. en Adm. de Empresas	AD22A	11
		AD32A	11
		AD33A	11
		AD42A	11
		AN11A	12
		AV21A	12
	Lic. en Adm. de Recursos Humanos	AD11R	22
		AD12R	22
		AD31R	22
		AD32R	22
	Lic. en Ing. de Op. y Logística Empresarial	AD31L	30
		AN12L	30
		AN52L	29
	Lic. en Adm. de Mercadeo y Promoción	AD21M	22
		AD22M	22
	Lic. Bilingüe en Adm. de Oficinas	No Aplica	0
	Lic. en Adm. de Empresas Marítimas	AD31P	29
		AD41P	28
	Lic. en Finanzas y Negocios Internacionales	AD32F	35
		AN33F	35
Lic. en Adm de Emp. Turísticas (Bilingüe)	AD11T	13	
	AD12T	13	
	AD23T	13	
	AV21T	12	
	AN11A	26	
Lic. en Contabilidad y Auditoría	CD31A	26	
	CN41A	26	
	CN51A	26	
	CD32	21	
Lic. en Contabilidad	CN11	21	
	CN51	21	
	CV41	22	
	<b>Total</b>		<b>656</b>

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.1.5. Variables, Definición Conceptual y Operacional

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables según su definición conceptual y operacional*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Intención de Compra (VD)	Disposición de los consumidores a realizar compras en los Nano-Stores.	Probabilidad de recompra y satisfacción general calculada para cada zona y tipo de Nano-Store, basada en los índices promedio de las variables explicativas y una constante ajustada.	Frecuencia, Satisfacción	Índice de Intención de Compra = $C_{Zona, Tipo} \times (B1 \times X1 + B2 \times X2 + B3 \times X3 + B4 \times X4) + \epsilon$
Arquitectura (VI)	Diseño físico y funcional de los Nano-Stores que afecta la percepción del consumidor.	Evaluación de la percepción del diseño físico y funcional del Nano-Store (estética, accesibilidad y diseño funcional).	Diseño, Funcionalidad	Índice de Percepción de Arquitectura = Promedio de las puntuaciones en ítems relacionados con la arquitectura.
Mercancía (VI)	Variedad, calidad y disponibilidad de productos ofrecidos en los Nano-Stores.	Evaluación de la percepción sobre la calidad, variedad y disponibilidad de los productos ofrecidos en el Nano-Store.	Variedad, Calidad, Disponibilidad	Índice de Percepción de Mercancía = Promedio de las puntuaciones en ítems relacionados con calidad, variedad y disponibilidad.
Nivel de Precios (VI)	Percepción de los consumidores acerca de los precios en los Nano-Stores.	Percepción de los precios ofrecidos por el Nano-Store, considerando competitividad y relación precio-valor. Escala invertida.	Competitividad, Valor	Índice de Percepción de Precios = 6 - Promedio de las puntuaciones originales en ítems de precios.
Servicio al Cliente (VI)	Calidad de atención brindada por el personal del Nano-Store.	Satisfacción del cliente respecto a la atención brindada por el personal, incluyendo amabilidad, eficiencia y resolución de problemas.	Amabilidad, Eficiencia	Índice de Percepción de Servicio = Promedio de las puntuaciones en ítems relacionados con el servicio al cliente.
Conveniencia (VI)	Facilidad percibida por los consumidores para realizar compras.	Percepción de los consumidores sobre la facilidad para realizar compras, considerando proximidad, rapidez del servicio y horarios accesibles.	Proximidad, Rapidez	Índice de Conveniencia = Promedio de las puntuaciones en ítems relacionados con proximidad, rapidez del servicio y horarios accesibles.

*Nota.* Las abreviaturas utilizadas son: **VD** = Variable Dependiente; **VI** = Variable Independiente. Elaboración propia.

### **3.1.6. Técnicas de Recolección de Datos**

La recolección de datos se llevó a cabo utilizando una encuesta, diseñada específicamente para medir los factores que influyen en la intención de compra en los Nano-Stores panameños. Este método permitió recopilar información de manera directa y sistemática, asegurando la uniformidad en las respuestas de los participantes y facilitando su análisis cuantitativo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

La encuesta se administró en formato digital a través de una plataforma en línea, lo que permitió una distribución eficiente y accesible para los participantes (Joshi et al., 2015). La muestra se seleccionó mediante la técnica de conglomerado bietápico, asegurando la representatividad de las diferentes zonas geográficas donde operan las tiendas de barrio (Nano-Stores). Los criterios de inclusión y exclusión se definieron previamente, garantizando que la población objetivo consistiera únicamente en consumidores habituales de estos establecimientos (García-García et al., 2013).

#### ***3.1.6.1. Descripción de los Instrumentos***

El instrumento de medición, en su primera versión, se diseñó con base en la literatura especializada y está compuesto por un total de 26 ítems. Estos ítems se distribuyen en seis dimensiones clave que abarcan aspectos fundamentales de la experiencia del cliente en los mini-súper panameños: arquitectura del mini-súper, conveniencia, mercancía, nivel de precios, servicio al cliente e intención de compra. La asignación de los ítems por dimensión se presenta en la Tabla 4, como sigue:

**Tabla 4**

*Asignación de ítems por dimensión en su versión inicial*

<b>Dimensión</b>	<b>Ítems</b>
Arquitectura	Ítems 1, 2, 3, 4
Conveniencia	Ítems 5, 6, 7, 8, 9
Mercancía	Ítems 10, 11, 12, 13, 14
Nivel de Precios	Ítems 15, 16, 17
Servicio al Cliente	Ítems 18, 19, 20, 21, 22
Intención de Compra	Ítems 23, 24, 25, 26

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla se muestra cómo los ítems se agrupan por dimensión, proporcionando una visión general del diseño inicial del instrumento. Posteriormente, cada dimensión se detalla en el siguiente acápite, presentando los reactivos en su forma preliminar, organizados por códigos e incluyendo su redacción completa.

La construcción de los ítems se fundamentó en una revisión exhaustiva de la literatura científica relevante, adaptándolos al contexto específico de los mini-súper panameños (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). Para captar las percepciones y actitudes de los participantes, se utilizó una escala Likert de cinco puntos, que varía entre “Definitivamente No” y “Definitivamente Sí”. Este enfoque fue seleccionado por su capacidad para medir variables latentes y facilitar el análisis estadístico de las respuestas (Joshi et al., 2015).

Adicionalmente, cada ítem fue redactado en un lenguaje claro y comprensible, evitando ambigüedades y asegurando su alineación con los objetivos del estudio. Asimismo, se diseñaron instrucciones claras para los participantes, lo que garantiza una

adecuada comprensión del instrumento y reduce la posibilidad de errores en las respuestas (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El instrumento de medición constituye un primer paso en el proceso de evaluación de las percepciones de los clientes hacia los mini-súper panameños. En su estado actual, se trata de una versión inicial que será sometida a procesos de validación y ajustes en las etapas siguientes.

### **3.1.6.2. Validación, Fiabilidad y Validez Interna de los Instrumentos**

El instrumento de la Tabla 5 fue sometido a un proceso de validación y evaluación de fiabilidad y validez interna dividido en varias etapas, siguiendo un enfoque metodológico riguroso (Streiner, 2003a; Cortina, 1993).

**Tabla 5**

*Propuesta inicial del instrumento de medición por dimensión*

<b>Ítem</b>	<b>Código</b>	<b>Reactivo</b>
<b>ARQUITECTURA DEL MINI-SÚPER</b>		
1	AM01	- La arquitectura del mini-súper tiene un carácter atractivo.
2	AM02	- El mini-súper está decorado de forma atractiva.
3	AM03	- La combinación de colores de las paredes y el suelo del interior es atractiva.
4	AM04	- La ubicación y el formato de la exhibición están bien organizadas.
<b>CONVENIENCIA</b>		
5	CO01	- Tengo confianza en encontrar los productos que requieres.
6	CO02	- El horario se adapta a mis necesidades.
7	CO03	- Puede comprar con rapidez en el mini-súper.
8	CO04	- Puede desplazarse fácilmente dentro del mini-súper.

<b>Ítem</b>	<b>Código</b>	<b>Reactivo</b>
9	CO05	- Puede llegar fácilmente al mini-súper.
<b>MERCANCÍA</b>		
10	ME01	- El mini-súper ofrece productos fiables. (en buen estado)
11	ME02	- El mini-súper ofrece una amplia selección de productos.
12	ME03	- El mini-súper está completamente abastecido. (disponibilidad)
13	ME04	- El mini-súper tiene productos de alta calidad. (está conforme)
14	ME05	- El mini-súper cuenta con productos diferenciados.
<b>NIVEL DE PRECIOS</b>		
15	NP01	- Los precios del mini-súper suelen ser muy bajos.
16	NP02	- Puedo comprar productos baratos en el mini-súper.
17	NP03	- Los precios son más bajos en el mini-súper donde compra en comparación con otros mini-súper.
<b>SERVICIO AL CLIENTE</b>		
18	SC01	- Los vendedores tienen una buena presentación (apariencia).
19	SC02	- Los vendedores se preocupan por el cliente.
20	SC03	- Los vendedores son amables.
21	SC04	- Los vendedores están bien informados.
22	SC05	- Hay un número adecuado de vendedores.
<b>INTENCIÓN DE COMPRA</b>		
23	IC01	- Es probable que vuelva a comprar en este mini-súper.
24	IC02	- Definitivamente, volverá a comprar en este mini-súper.
25	IC03	- Recomendaré este mini-súper a mis amigos y familiares.
26	IC04	- Tengo la intención de comprar en este mini-súper en un futuro próximo.

*Nota.* Elaboración propia.

- **Validación de Contenido**

La validación de contenido se llevó a cabo mediante la evaluación de un panel de jueces expertos, quienes analizaron cada ítem según los criterios de suficiencia, pertinencia y claridad, siguiendo las directrices de Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez (2008). Este procedimiento permitió identificar ítems ambiguos, irrelevantes o redundantes (ver Figura 4).

**Figura 4**

*Hoja de entrevista estructurada utilizada para la evaluación de expertos*

---

**EVALUACIÓN DE CONTENIDO POR JUECES**

**Nombre y Apellido:** \_\_\_\_\_

**Marcar con una (X) según considera el ítems**

	Si	No
<b>Suficiencia:</b>		
1. Los ítems que se han redactado cubren todo el contenido o completa la dimensión que se busca evaluar.		
<b>Pertinencia:</b>		
1. Alguna pregunta realmente no corresponde a la dimensión donde esta ubicada.		
2. Considera que hace falta alguna preguntas para completar la dimensión		
3. Movería algún ítem a otra dimensión		
<b>Claridad:</b>		
1. El ítems esta redactado para ser entendido por conformado por universitarios, profesores y administrativos de la Universidad de Panamá.		
2. Son vigentes los términos y conceptos que se usaron para redactar el ítem		
3. Los ítems Podrían incomodar a los encuestados		

---

**Comentarios y observaciones**

*Nota.* Adaptado de Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez (2008) y Supo (2003).

Las observaciones y sugerencias de los jueces se incorporaron en la versión revisada del instrumento, lo que implicó ajustes en la redacción de algunos ítems, la eliminación de otros y la reorganización de ciertas dimensiones (Supo, 2003). Este proceso garantizó que el instrumento representara de manera precisa los constructos teóricos establecidos. Los comentarios y evaluaciones específicos de los jueces se presentan en el Anexo A, Evaluación de Ítems por Expertos, correspondiente a la validación del instrumento.

- **Prueba Piloto**

El instrumento revisado se sometió a una prueba piloto con una muestra de 34 participantes, seleccionados mediante un muestreo por criterio, lo que garantizó que los datos recolectados fueran relevantes para el propósito del instrumento (García-García et al., 2013). Esta etapa tuvo como objetivo evaluar la claridad de los ítems, la comprensión de las instrucciones y la estructura general del instrumento.

Durante la prueba piloto, se recopilaron observaciones relacionadas con la facilidad de respuesta de los participantes, el tiempo promedio necesario para completar el cuestionario y posibles problemas en la redacción de los ítems. Este proceso permitió identificar áreas en las que las preguntas resultaban ambiguas o no se alineaban con las expectativas de los participantes. Las observaciones obtenidas sirvieron como insumo para realizar ajustes antes de proceder con las evaluaciones estadísticas.

Además, los datos recolectados proporcionaron una base preliminar para analizar la consistencia interna del instrumento, lo que facilitó la implementación de procedimientos como el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach (Streiner, 2003a; Streiner, 2003b).

- **Cálculo del Alfa de Cronbach**

Una vez recopilados los datos de la prueba piloto, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para cada dimensión del instrumento, con el objetivo de evaluar su consistencia interna (Cortina, 1993). Este análisis permitió determinar la coherencia de las respuestas dentro de cada conjunto de ítems diseñados para medir un mismo constructo.

Los valores obtenidos del alfa de Cronbach fueron comparados con el umbral de aceptación de 0.70, considerado adecuado para garantizar la confiabilidad del instrumento. En los casos donde los valores resultaron inferiores, se realizaron ajustes teóricos, como la eliminación o revisión de ítems problemáticos, siguiendo las recomendaciones de Oviedo & Campo-Arias (2005) y Torres (2021). Este procedimiento fue esencial para asegurar que cada dimensión alcanzara un nivel de confiabilidad aceptable antes de la aplicación final del instrumento.

**Tabla 6**

*Análisis de fiabilidad de la prueba piloto mediante el alfa de Cronbach (34 muestras)*

Ítems por Dimensión	Dimensión	Alfa de Cronbach	Reducir Ítem	Aumento de Fiabilidad
4	Arquitectura	0.90		
5	Conveniencia	0..69*		
5	Mercancía	0.70	14	0.75
3	Nivel de Precios	0.80	17	0.85
5	Servicio al cliente	0.84		
4	Intención de compra	0.90		

*Nota.* Elaboración propia.

\* Según Cortina (1993), se puede aceptar un valor inferior a 0.70 en el coeficiente Alfa de Cronbach, considerando siempre esta limitación.

- **Preparación Previa al Análisis Factorial Confirmatorio**

Posterior al análisis de consistencia interna, mediante el cálculo del Alfa de Cronbach, se llevó a cabo un proceso de preparación para garantizar que el instrumento estuviera en condiciones óptimas para realizar el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC). Este proceso incluyó dos análisis principales: la evaluación de la variabilidad y las medias de los ítems, y el análisis de correlación entre cada ítem y el total acumulado.

En primer lugar, se analizaron la variabilidad y los promedios de los ítems con el objetivo de identificar aquellos con baja variabilidad que no aportaron suficiente información para discriminar entre las respuestas de los participantes. Los resultados de este análisis, presentados en el Anexo A, Tabla A1, revelaron que los ítems 9, 10, 24, 23 y 13 tenían valores de varianza considerablemente bajos, lo que sugería una contribución limitada al instrumento. Estos ítems fueron revisados detalladamente para determinar si debían ser eliminados o modificados.

En segundo lugar, se realizó un análisis de correlación entre cada ítem y el total acumulado con el objetivo de evaluar la contribución de cada ítem al constructo general medido por el instrumento. Este análisis permitió identificar ítems con correlaciones bajas, como el ítem 9 (correlación = 0.339), el cual se consideró problemático debido a su limitada relación con el total. Asimismo, se verificó la ausencia de correlaciones negativas, ya que estas habrían indicado inconsistencias en la relación de los ítems con el constructo principal. La ausencia de correlaciones negativas confirmó que todos los ítems contribuían de manera positiva y consistente al modelo teórico del instrumento,

garantizando así su coherencia interna. Los resultados de este análisis se presentaron en el Anexo A, Tabla A2.

#### • **Análisis Factorial Confirmatorio (AFC)**

Tras los ajustes realizados al instrumento con base en el coeficiente alfa de Cronbach y los análisis preliminares de variabilidad, promedios y correlaciones ítem-total, se llevó a cabo un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) utilizando el software Smart-PLS (Henseler et al., 2009; Hair et al., 2011; Raitchel et al., 2012). Este análisis tuvo como objetivo validar la estructura teórica del instrumento y confirmar que los ítems agrupados en cada dimensión medían de manera efectiva los constructos definidos en el marco teórico.

Los resultados del AFC indicaron que los ítems presentaron cargas factoriales significativas y adecuadas para sus respectivas dimensiones, evidenciando la relación esperada entre los ítems y los constructos medidos. Los ítems con cargas factoriales inferiores al umbral aceptable de 0.40 fueron cuidadosamente evaluados y, en algunos casos, eliminados o ajustados para mejorar la validez del modelo. Además, se analizaron indicadores de ajuste global, como el Comparative Fit Index (CFI) y el Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), cuyos valores confirmaron que el modelo presentaba un ajuste adecuado, en línea con los criterios propuestos por Batista-Foguet et al. (2004).

#### • **Reconstrucción del instrumento**

Con base en los resultados del Análisis Factorial Confirmatorio (AFC), se llevó a cabo la reconstrucción del instrumento. Este proceso incluyó la reorganización y ajuste de los ítems, así como la eliminación de aquellos que no cumplían con los estándares estadísticos o teóricos. Los ítems con números originales se conservaron cuando

cumplían con los criterios de fiabilidad y validez; algunos ítems fueron reasignados a otras dimensiones para alinearse de manera más precisa con los constructos teóricos, mientras que los espacios en blanco representan ítems descartados. Estos cambios se reflejan en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio (AFC)*

Ítem	Código	Reactivo
<b>ARQUITECTURA DEL MINI-SÚPER</b>		
1	AM01	1-La arquitectura del mini-súper tiene un carácter atractivo.
2	AM02	2-El mini-súper está decorado de forma atractiva.
3	AM03	3-La combinación de colores de las paredes y el suelo del interior es atractiva.
4	AM04	
<b>CONVENIENCIA</b>		
5	CO01	5-Tengo confianza en encontrar los productos que requiero.
6	CO02	22-Hay un número adecuado de vendedores.
7	CO03	
8	CO04	8-Puede desplazarse fácilmente dentro del mini-súper.
9	C005	
<b>MERCANCÍA</b>		
10	ME01	10-El mini-súper ofrece productos en buen estado.
11	ME02	11-El mini-súper ofrece una amplia selección de productos.
12	ME03	12-El mini-súper esta completamente abastecido. (disponibilidad)
13	ME04	
14	ME05	
<b>NIVEL DE PRECIOS</b>		
15	NP01	15-Los precios del mini-súper suelen ser muy bajos.

16	NP02	16-Puedo comprar productos baratos en el mini-súper.
17	NP03	17-Los precios son más bajos en el mini-súper donde compra, en comparación con otros mini-súper.

#### **SERVICIO AL CLIENTE**

18	SC01	6-El horario se adapta a mis necesidades.
19	SC02	19-Los vendedores se preocupan por el cliente.
20	SC03	20-Los vendedores son amables.
21	SC04	
22	SC05	

#### **INTENCIÓN DE COMPRA**

24	IC02	
25	IC03	25-Recomendará el mini-súper a mis amigos y familiares.
26	IC04	26-Tengo la intención de comprar en el mini-súper en un futuro próximo.

---

*Nota.* El instrumento incluye los ítems confirmados tras el AFC; los ítems sin número fueron descartados, y algunos rotaron de dimensión según el modelo validado.

#### **Consolidación del Instrumento Final**

El instrumento refinado resultante del análisis factorial confirmatorio se presenta de forma consolidada en la Tabla 8. Esta tabla organiza los ítems finales según sus dimensiones correspondientes, mostrando un modelo simplificado y robusto que refleja tanto las modificaciones realizadas como la validación de las relaciones teóricas subyacentes. Este resultado representa una herramienta confiable y válida para evaluar los constructos clave en el contexto del estudio.

**Tabla 8***Instrumento Final: Resultados Consolidados*

<b>Ítem</b>	<b>Código</b>	<b>Reactivo</b>
<b>ARQUITECTURA DEL MINI-SÚPER</b>		
1	AM01	La arquitectura del mini-súper tiene un carácter atractivo.
2	AM02	El mini-súper está decorado de forma atractiva.
3	AM03	La combinación de colores de las paredes y el suelo del interior es atractiva.
<b>CONVENIENCIA</b>		
4	CO01	Tengo confianza en encontrar los productos que requiero
5	CO02	Hay un número adecuado de vendedores.
6	CO03	Puede desplazarse fácilmente dentro del mini-súper.
<b>MERCANCÍA</b>		
7	ME01	El mini-súper ofrece productos fiables (en buen estado).
8	ME02	El mini-súper ofrece una amplia selección de productos (variedad).
9	ME03	El mini-súper está completamente abastecido.
<b>NIVEL DE PRECIOS</b>		
10	NP01	Los precios del mini-súper suelen ser muy bajos.
11	NP02	Puedo comprar productos baratos en el mini-súper.
12	NP03	Los precios son más bajos en el mini-súper donde compra, en comparación con otros mini-súper.
<b>SERVICIO AL CLIENTE</b>		
13	SC01	El horario se adapta a mis necesidades.
14	SC02	Los vendedores se preocupan por el cliente.
15	SC03	Los vendedores son amables.
<b>INTENCIÓN DE COMPRA</b>		
16	IC01	Es probable que vuelva a comprar en el mini-súper

17	IC02	Recomendaría el mini-súper a mis amigos y familiares.
18	IC03	Tengo la intención de comprar en el mini-súper en un futuro próximo.

---

*Nota.* Elaboración propia.

El proceso de validación y refinamiento garantizó que el instrumento cumpliera con los estándares de fiabilidad, validez interna y consistencia teórica establecidos en la literatura (Streiner, 2003a; Henseler et al., 2009). El modelo final consolidó un instrumento robusto y alineado con los objetivos de la investigación.

### **3.1.7. Modelado de Zona Geográfica Mediante Ecuaciones de Regresión**

En esta segunda etapa de la metodología, que comenzó con el instrumento de medición validado para su aplicación práctica, se generó una base de datos a partir de los datos recopilados mediante las encuestas. Esta base sirvió como fundamento para los análisis subsiguientes.

#### **3.1.7.1. Ubicación potenciales de Nano-Stores**

A partir de la aplicación del instrumento de medición diseñado para recopilar información, se estructuró la base de datos necesaria para los análisis sobre diversas características de los Nano-Stores. Los encuestados proporcionaron, a través de sus respuestas, datos sobre el distrito, el corregimiento y el nombre de las tiendas que frecuentaban. Estos datos fueron utilizados para interpretar e identificar las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de cada tienda, las cuales fueron mapeadas mediante Google Maps. Esta herramienta permitió integrar las coordenadas de los Nano-Stores en un mapa interactivo, donde las diez zonas geográficas se diferenciaron mediante colores específicos.

El mapa reflejó la proximidad de las tiendas y su agrupación en las zonas definidas, facilitando la interpretación de los resultados. En esta primera aproximación, se ubicaron 100 tiendas para generar los parámetros geoespaciales que sirvieron como insumo para el modelo teórico-matemático que diseñó la cadena de suministro, asegurando la ubicación de cada tienda dentro del área de estudio. Esta información, organizada por corregimientos y distritos, fue clave para realizar un análisis detallado de la distribución espacial y tomar decisiones logísticas óptimas considerando las agrupaciones geográficas. Los detalles de las coordenadas se presentaron en el Anexo B, Tabla B1.

#### ***3.1.7.2. Generación de Ecuaciones de Regresión por Zona Geográfica***

##### **3.1.7.2. Generación de Ecuaciones de Regresión por Zona Geográfica**

Para desarrollar las ecuaciones de regresión asociadas a cada zona geográfica, se aplicó un enfoque de clustering con la base de datos organizada. Este enfoque permitió agrupar los 52 corregimientos bajo estudio en 10 zonas geográficas, representadas por los factores clave: Arquitectura, Mercancía, Precio, Servicio e Intención de Compra. Posteriormente, se utilizaron modelos de ecuaciones estructurales (SEM) para cada una de las 10 zonas geográficas establecidas, como se puede apreciar en el Anexo B, Figura B1 a B10.

Mediante la herramienta Smart-PLS, se analizaron los datos suministrados, generando las ecuaciones de regresión específicas para cada zona. Este procedimiento facilitó una caracterización preliminar de la cadena de suministro de los Nano-Stores por zona geográfica.

### **3.1.8. Análisis de Clústeres por Tipo de Nano-Store**

El objetivo de esta etapa fue identificar los tipos de Nano-Stores mediante técnicas estadísticas avanzadas de clasificación, basadas en los resultados de la encuesta que evaluaron los factores clave: Arquitectura, Mercancía, Nivel de Precios y Servicio al Cliente. Para ello, se emplearon herramientas estadísticas que permitieron agrupar los Nano-Stores según las características predominantes en los datos recopilados.

#### ***3.1.8.1. Preparación de los Datos***

La base de datos empleada estuvo compuesta por 656 registros, obtenidos a través de encuestas dirigidas a consumidores de Nano-Stores. Cada registro contenía evaluaciones en una escala de 1 a 5, las cuales reflejaron las percepciones de los consumidores respecto a los factores clave definidos para el estudio.

Se efectuó un proceso de revisión de los datos con el propósito de garantizar su calidad y fiabilidad. Este procedimiento permitió trabajar con un conjunto de datos uniforme y exento de inconsistencias, asegurando así la validez del análisis.

Posteriormente, los datos fueron normalizados mediante el método del Z-score. Este paso tuvo como objetivo homogeneizar las escalas de las variables, asegurando que todas tuvieran un peso equitativo en los análisis subsecuentes. Esta normalización evitó que las diferencias en magnitud o escala entre las variables influyeran de manera desproporcionada en los resultados. La fórmula de Normalización utilizada fue la siguiente:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

*Donde:*

*Z: Valor Normalizado (Z – score).*

*X: Valor original de la Variable.*

$\mu$ : *Media de la distribución de la variable*

$\sigma$ : *Desviación estándar de la distribución de la variable.*

### **3.1.8.2. Procedimiento para Identificar los Tipos de Nano-Stores**

El análisis de clústeres se implementó utilizando el algoritmo K-means, seleccionado por su eficiencia en la clasificación de grandes volúmenes de datos. Este método permitió agrupar las observaciones en categorías homogéneas, basadas en las percepciones de los consumidores sobre los factores clave.

La selección del número óptimo de clústeres se basó en una estrategia de dos fases. Inicialmente, se empleó el Método del Codo para analizar la reducción de la inercia total intra-clúster a medida que aumentaba el número de segmentos, identificando el punto de inflexión como la solución más eficiente. Posteriormente, la robustez de esta solución fue corroborada con el Análisis de Silueta, el cual cuantifica la calidad del agrupamiento al medir la similitud de cada objeto con su propio clúster (cohesión) en comparación con otros clústeres (separación). Los resultados gráficos de ambos métodos se presentan en la Figura C2 del Anexo C.

Una vez definidos los clústeres de Nano-Stores mediante técnicas de análisis de conglomerados, se calcularon los valores promedio y las desviaciones estándar de los factores clave identificados: Arquitectura, Mercancía, Nivel de Precios y Servicio al Cliente.

### **3.1.9. Estimación de la Intención de Compra por Zona y Tipo de Nano-Stores**

Los valores promedio obtenidos de los tipos de Nano-Stores, se incorporaron como variables en las ecuaciones de regresión previamente desarrolladas para cada una de las 10 zonas geográficas analizadas, generando un factor ponderado que

permitió estimar el índice de Intención de Compra (IIC).

Para estimar el Índice de Intención de Compra (IIC) por zona geográfica y tipo de Nano-Store en 10 zonas, se desarrolló un procedimiento que integró técnicas de análisis de conglomerados y regresión múltiple. El IC, definido como un factor que refleja la disposición de los clientes a comprar según el tipo de Nano-Store (Básica, Estándar o Premium), se calculó para servir como parámetro clave en la optimización de la cadena de suministro de Nano-Stores.

El procedimiento comenzó con la determinación de factores clave promedio para cada tipo de Nano-Store, utilizando técnicas de análisis de conglomerados. Se identificaron cuatro factores clave: Arquitectura (diseño y disposición de la tienda), Mercancía (variedad y calidad de productos), Nivel de Precios (competitividad de precios) y Servicio al Cliente (atención y experiencia del cliente). Los valores promedio y las desviaciones estándar de estos factores se calcularon a partir de datos obtenidos mediante un instrumento de medición aplicado a clientes de Nano-Stores en todos los corregimientos y zonas, garantizando una perspectiva basada en el consumidor.

Estos valores promedio se incorporaron como variables en ecuaciones de regresión múltiple desarrolladas para cada una de las 10 zonas y los tres tipos de Nano-Stores. La ecuación general para estimar el IC fue:

$$IC = Escala\ Mínima + \left( \frac{Suma\ Ponderada - Mínimo}{Máximo - Mínimo} \right) \times (Escala\ Máxima - Escala\ Mínima)$$

donde:

- **Suma Ponderada:** resultado de la ecuación de regresión múltiple, que combinaba los factores clave (Arquitectura, Mercancía, Nivel de Precios, Servicio al Cliente) con coeficientes específicos para cada zona y tipo de Nano-Store.

- **Escala Mínima y Escala Máxima:** valores de 1 y 5, respectivamente, que representaban el rango de la intención de compra.
- **Máximo y Mínimo:** valores extremos de la suma ponderada obtenida en las regresiones.

Por ejemplo, para las Nano-Stores Básicas en la Zona 1, la ecuación de regresión fue:

$$\text{Intención de Compra (IC)} = 0.606 (0.875 * \text{Arquitectura} + 0.878 * \text{Mercancía} + 0.751 * \text{Nivel de Precios} + 0.837 * \text{Nivel de Servicio}) + \varepsilon$$

Sustituyendo los valores promedio de los factores clave (Arquitectura: 1.901, Mercancía: 2.708, Nivel de Precios: 4.047, Servicio al Cliente: 2.626), se obtuvo una suma ponderada de 5.62262, que, aplicada a la fórmula del IC, resultó en un IC de 1.8 para esa zona y tipo de tienda.

Este procedimiento se repitió para cada zona y tipo de Nano-Store, generando 30 ecuaciones de regresión múltiple (10 zonas × 3 tipos de Nano-Stores). Los resultados se consolidaron en las Tablas D1 (Nano-Stores Básicas), D2 (Nano-Stores Estándar) y D3 (Nano-Stores Premium) del Anexo D, que detallaron el IC para cada combinación de zona y tipo de tienda.

La IC se utilizó como un factor multiplicador que ajustó la demanda base según el tipo de Nano-Store, reflejando la disposición de los clientes a comprar en cada zona. Esta estimación fue fundamental para la formulación de un modelo de programación lineal que optimizó la cadena de suministro, maximizando la intención de compra mientras se minimizaban los costos operativos.

La metodología presentó limitaciones, como la dependencia de datos de una muestra de clientes para calcular los factores clave, lo que podría no capturar

completamente la variabilidad en todas las zonas. Además, la estimación del IC no incorporó factores externos como el nivel de ingresos, la competencia o la accesibilidad geográfica, que podrían influir en la disposición de compra. A pesar de estas limitaciones, el procedimiento proporcionó una aproximación robusta para estimar la intención de compra por zona y tipo de Nano-Store, fundamentada en un instrumento de medición aplicado a clientes en todos los corregimientos y zonas, lo que permitió una estimación confiable desde la perspectiva del consumidor.

### **3.2. Diseño del Modelo de Optimización Logística en la Cadena de Suministro**

Para optimizar la cadena de suministro de las Nano-Stores en diversas zonas geográficas de Panamá, se desarrolló un modelo de programación lineal concebido como una herramienta integral de decisión estratégica y táctica. Su propósito fundamental es traducir datos de mercado, como la intención de compra y la clasificación de tiendas, en un diseño de red logística óptimo y ejecutable. Para ello, su arquitectura se fundamenta en una función multiobjetivo que busca responder simultáneamente a las preguntas críticas del negocio: qué Nano-Stores abrir, qué formato (Básica, Estándar o Premium) asignar a cada zona, dónde ubicar los centros de distribución (CD), y cómo gestionar los flujos de mercancía e inventarios de manera eficiente.

La contribución de este modelo al objetivo general del proyecto reside precisamente en su capacidad para equilibrar dos metas a menudo contrapuestas: la rentabilidad económica y la satisfacción del cliente.

Por un lado, aborda el pilar de la rentabilidad al minimizar los costos totales del sistema. El modelo cuantifica e integra todos los costos relevantes de la cadena de suministro —costos fijos de apertura de tiendas y CDs, costos de transporte desde proveedores a CDs y de CDs a tiendas, y costos de mantenimiento de inventario— garantizando que la configuración de red resultante sea la más eficiente desde el punto de vista financiero.

Por otro lado, y de manera innovadora, el modelo incorpora la perspectiva del consumidor como un objetivo explícito a maximizar, utilizando el Índice de Intención de Compra (IIC). Este índice trasciende su rol de mero dato para convertirse en un criterio

activo de decisión. El modelo favorece la apertura de tiendas y la asignación de formatos que mejor capitalicen el potencial de compra en cada zona geográfica, asegurando que la red no solo sea rentable, sino que también esté estratégicamente alineada con las preferencias del consumidor para maximizar la utilidad y los niveles de servicio.

En esencia, el modelo resuelve el trade-off inherente entre costo y servicio, encontrando una solución de equilibrio óptima. De esta manera, se erige como el mecanismo central que materializa el objetivo de la investigación: configurar una cadena de suministro que balancea de forma inteligente la eficiencia logística con el potencial de mercado, logrando así una ventaja competitiva sostenible.

### **3.2.1 Formulación del Modelo Matemático**

En esta subsección se presenta la formulación matemática del modelo logístico de optimización multiobjetivo diseñado para optimizar la cadena de suministro de Nano-Stores, considerando la perspectiva del cliente presentada en 3.1. El modelo busca minimizar los costos logísticos y maximizar la apertura de Nano-Stores que genere una mayor satisfacción del cliente, integrando parámetros derivados de la percepción de los Nano-Stores clasificados por zona y tipo. A continuación, se detallan los supuestos, conjuntos, parámetros, variables de decisión, restricciones y la función objetivo.

#### ***3.2.1.1. Supuestos del Modelo***

El modelo se basa en los siguientes supuestos:

1. La cadena de suministro opera en un horizonte de tiempo discreto, dividido en períodos diarios durante 10 días.

2. La demanda de los Nano-Stores es determinista y se deriva de los resultados de los datos de población por corregimiento aplicados en **3.1**.
3. Los costos de transporte y almacenamiento son lineales y conocidos.
4. Cada Nano-Store pertenece a una única zona geográfica y tiene un tipo específico (por ejemplo, básico, estándar o premium).
5. La satisfacción del cliente se modela como una función de la cobertura de Nano-Stores seleccionados en cada zona.
6. No se consideran interrupciones en la cadena de suministro (por ejemplo, fallos en el transporte).

#### **3.2.1.2. Definición de Conjuntos y Subconjuntos**

##### **Conjuntos:**

*I*: Conjunto potenciales ubicaciones de Nanos-Stores identificados con índice *i*.

*Z*: Conjunto de zonas con índice *z*.

*N*: Conjunto de tipo de Nano-Store identificados con índice *n*.

*P*: Conjunto de tipo de producto identificados con índice *p*.

*D*: Conjunto de Días identificados con índice *d*.

*H*: Conjunto de tipo de horas identificados con índice *h*. (Intervalos de 3 horas)

*J*: Conjunto de potenciales ubicaciones de centros de distribución identificados con índice *j*.

*C*: Conjunto de tipos de centro de distribución identificados con índice *c*.

*PV*: Conjunto de proveedores identificado con el índice *v*.

*M*: Conjunto de modos de entrega de los proveedores identificado con el subíndice *m*.

### **Subconjuntos:**

$IZ(z)$ : Conjunto inducido por el conjunto  $Z$  que indica las posiciones de Nano-Stores  $i \in I$  que se encuentran dentro de la zona  $z \in Z$ .

$ZI(i)$ : Asigna a cada Nano-Store  $i \in I$  la zona  $z \in Z$  a la que pertenece.

$JI(i)$ : Conjunto inducido por el conjunto  $I$  que indica los centros de distribución  $j \in J$  que pueden atender el Nano-Store  $i \in I$ .

### **3.2.1.3. Selección de Parámetros**

$dz_{z,p,d,h}$ : Demanda del producto  $p$ , en la zona  $z$ , en la hora  $h$  del día  $d$

$w_p$ : # volumen

$alm_j$ : Capacidad máxima del centro de distribución  $j$  tipo almacén. Max demanda de 3 zonas

$cross_j$ : Capacidad máxima del centro de distribución  $j$  tipo cross-docking. Max demanda de 1 zona

$cap_{v,p}$ : Capacidad del proveedor  $v$ .

$num$ : número grande

$dmod_{d,m}$ : Binaria que indica si la modalidad  $m$  tiene el día  $d$ ;

$ltsc_{i,j,h}$ : Lead time desde el CD  $j$  tipo cross-docking hasta la Nano-Store  $i$  en la hora  $h$ .  
2 veces el tiempo de desplazamiento

$ltnc_{i,j,h}$ : Lead time desde el CD  $j$  tipo almacén hasta la Nano-Store  $i$  en la hora  $h$ . 3 veces el tiempo de desplazamiento.

$diz_{i,z}$ : Distancia entre la Nano-Store  $i$  y la zona  $z$ .

### 3.2.1.4. Diseño de Variables de Decisión

$NZ_{i,z}$ : Binaria que indica si la zona  $z$  es asignada a la Nano-Store  $i$ .

$MN_z$ : Binaria que indica que en la zona  $z$  se han asignado más de una Nano-Stores

$V_i$ : Binaria que vale uno si una Nano-Store atiende a más de una zona

$Y_i$ : Binaria que vale uno si una Nano-Store  $i$  se abre

$B_{i,n}$ : Binaria que vale uno si la Nano-Stores  $i$  se abre de tipo  $n$

$A_j$ : Binaria que vale uno si se abre el centro de distribución  $j$

$CD_{j,c}$ : Binaria que vale 1 si se abre el centro de distribución  $j$  de tipo de cd  $c$

$NJ_{i,j}$ : Binaria que vale uno si el Nano-Store  $i$  se asigna a l centro de distribución  $j$

$INV_{i,j,p,d}$ : Inventario del producto  $p$  en el día  $d$  en el centro de distribución  $j$  tipo almacén, para la Nano-Store  $i$ .

$PT_{i,j,p,d}$ : Inventario en tránsito del producto  $p$  en el día  $d$ , en el centro de distribución tipo cross-docking, para la Nano-Store  $i$ .

$Q_{v,j,p,d}$ : Flujo del proveedor  $p$  al centro de distribución  $j$ , del producto  $p$  en el día  $d$ .

$IT_{i,p,d,h}$ : Inventario final de producto  $p$  en la Nano-Store  $i$  en el día  $d$  a la hora  $h$ .

$IIT_{i,p,d,h}$ : Inventario Inicial de producto  $p$  en la Nano-Store  $i$  en el día  $d$  a la hora  $h$ .

$E_{i,j,p,d,h}$ : Envío realizado del producto  $p$  en el día  $d$  a la hora  $h$  desde el centro de distribución  $j$  a la Nano-Stores  $i$ .

$DN_{i,p,d,h}$ : Demanda en la Nano-Store  $i$ , del producto  $p$ , en el día  $d$ , a la hora  $h$ .

$IJ_{j,p,d}$ : Inventario final de producto  $p$  en la bodega  $j$  en el día  $d$

$DES_{j,p,d}$ : despachos de producto  $p$  en el CD  $j$  en el día  $d$

$DSC_{i,j,p,d}$ : Despacho en CD tipo cross-docking

$DNC_{i,j,p,d}$ : Despacho en CD tipo almacén

$ESC_{i,j,p,d,h}$ : Envió hacia el Nano-Store i desde el CD j tipo cross-docking, en el día d a la hora h.

$ENC_{i,j,p,d,h}$ : Envió hacia el Nano-Store i desde el CD j tipo almacén, el día d a la hora h.

$F_{i,p,d,h}$ : Faltante en la Nano-Store i del producto p, en el día d, a la hora h.

### 3.2.1.5. Formulación de Restricciones

En esta sección, se describen las restricciones implementadas en el modelo matemático para asegurar la factibilidad y optimización de la distribución de productos en Nano-Store y centros de distribución.

#### **Restricciones de Asignación de Nano-Store a Zonas**

**Restricción 1:** Máximo dos Nano-Store por zona.

$$\sum_{i \in I} NZ_{i,z} \leq 2 \quad \forall z \in Z$$

**Restricción 2:** Mínimo una Nano-Store por zona.

$$\sum_{i \in I} NZ_{i,z} \geq 1 \quad \forall z \in Z$$

**Restricción 3:** Asignación de Nano-Store a zona.

$$\sum_{m \in Z} NZ_{i,m} \leq num2 * NZ_{i,z} \quad \forall i \in I, z \in ZI(i)$$

Solo se puede asignar una Nano-Stores a una zona si esta se ha asignado en su propia zona

**Restricción 4:** Tipo de Nano-Store.

- a. Cuando  $NZ_{i,k}$  toma valor de 1,  $Y_i$  también.

$$Y_i \geq NZ_{i,z} \quad \forall i \in I, z \in Z$$

- b. Cada Nano-Store abierta  $Y_i$  debe tener asignado un único tipo de sano-store.

$$Y_i = \sum_{n \in N} B_{i,n} \quad \forall i \in I$$

### **Restricciones de Centros de Distribución**

**Restricción 5:** Apertura de centros de distribución.

$$A_j = \sum_{c \in C} CD_{j,c} \quad \forall j \in J$$

**Restricción 6:** Asignación de Nano-Store a centros de distribución.

$$\sum_{j \in J(i)} NJ_{i,j} = Y_i \quad \forall i \in I$$

### **Restricciones de Capacidad**

**Restricción 7:** Capacidad de los centros de distribución tipo almacén.

$$NJ_{i,j} \leq A_j \quad \forall i \in I, j \in J$$

**Restricción 8:** Capacidad de los centros de distribución tipo cross-docking.

- a. Tipo almacén: El peso total del inventario en el centro de distribución  $j$  tipo almacén, durante el día  $d$  debe ser menor o igual a la capacidad máxima de del centro de distribución dada por  $alm_j$ .

$$\sum_{i \in I} \bullet \sum_{p \in P} INV_{i,j,p,d} * w_p \leq CD_{j,c} * alm_j \quad \forall j \in J, d \in D, c \in C \mid c = 1$$

- b. Tipo Cross-docking: El peso total de los productos en tránsito en el centro de distribución j tipo almacén, durante el día d debe ser menor o igual a la capacidad máxima de del centro de distribución dada por  $cross_j$ .

$$\sum_{i \in I} \cdot \sum_{p \in P} PT_{i,j,p,d} * w_p \leq CD_{j,c} * cross_j \quad \forall j \in J, d \in D, c \in C \mid c = 2$$

**Restricción 9:** Capacidad de los envíos.es de demanda

- a. Cuando  $V_i$  vale 1 la restricción se activa, haciendo que la demanda en la Nano-Store  $DN_{i,p,d,h}$  sea mayor o igual a la demanda de las zonas que atiende dicha Nano-Store  $\sum_{z \in Z} (Z_{i,z} * dz_{z,p,d,h})$ . Cabe aclarar que una zona que atiende varias Nano-Store no comparte zonas con ninguna otra Nano-Store.

$$\sum_{z \in Z} (NZ_{i,z} * dz_{z,p,d,h}) \leq DN_{i,p,d,h} + (1 - V_i) * num3 \quad \forall i \in I, p \in P, d \in D, h \in H$$

- b. Cuando  $V_i$  vale 0 la restricción se activa, haciendo que la demanda en la Nano-Store  $DN_{i,p,d,h}$  sea menor o igual a la demanda de las zonas que atiende dicha Nano-Store  $\sum_{z \in Z} (Z_{i,z} * dz_{z,p,d,h})$ . En conjunto con la restricción anterior se garantiza que cuando  $V_i$  valga 1 la demanda de la Nano-Store sea igual a la demanda de las zonas que atiende dicha Nano-Store.

$$\sum_{z \in Z} (NZ_{i,z} * dz_{z,p,d,h}) \geq DN_{i,p,d,h} - (1 - V_i) * num3 \quad \forall i \in I, p \in P, d \in D, h \in H$$

- c. Cuando  $MN_z$  y  $Z_{i,z}$  valen 1 se activa la restricción, ya que tendría 2 Nano-Stores  $i$  abiertas dentro de una zona  $z$ , por lo tanto la demanda de la Nano-Stores  $DN_{i,p,d,h}$  debe ser mayor o igual a la mitad de la demanda de la zona  $\frac{dz_{z,p,d,h}}{2}$ . Cuando  $MN_z$  o  $Z_{i,z}$  valen 0 la restricción se desactiva.

$$DN_{i,p,d,h} \geq \frac{dz_{z,p,d,h}}{2} - num3 * (1 - MN_z) - num3 * (1 - NZ_{i,z}) \forall i \in I, z \in Z, p \in P, d \in D, h \in H$$

- d. Cuando  $MN_z$  y  $Z_{i,z}$  valen 1 se activa la restricción, ya que tendría 2 Nano-Stores  $i$  abiertas dentro de una zona  $z$ , por lo tanto, la demanda de la Nano-Stores  $DN_{i,p,d,h}$  debe ser menor o igual a la mitad de la demanda de la zona  $\frac{dz_{z,p,d,h}}{2}$ , que en conjunto con la restricción anterior hace que sea igual. Cuando  $MN_z$  o  $Z_{i,z}$  valen 0 la restricción se desactiva.

$$DN_{i,p,d,h} \leq \frac{dz_{z,p,d,h}}{2} + num3 * (1 - MN_z) + num3 * (1 - NZ_{i,z}) \forall i \in I, z \in Z, p \in P, d \in D, h \in H$$

- e. Cuando  $MN_z$  y  $V_i$  valen 0 se activa la restricción, ya que tendría una sola Nano-Store  $i$  abiertas dentro de una zona  $z$  y que solo atiende a su zona  $z$ , por lo tanto, la demanda de la Nano-Store  $DN_{i,p,d,h}$  debe ser menor o igual a demanda de la zona  $dz_{z,p,d,h}$ . Cuando  $MN_z$  o  $V_i$  valen 1 la restricción se desactiva.

$$NZ_{i,z} * dz_{z,p,d,h} \geq DN_{i,p,d,h} - V_i * num3 - MN_z * num3 \forall i \in I, z \in Z, p \in P, d \in D, h \in H$$

- f. Cuando  $MN_z$  y  $V_i$  valen 0 se activa la restricción, ya que tendría una sola Nano-Store  $i$  abiertas dentro de una zona  $z$  y que solo atiende a su zona  $z$ , por lo tanto la demanda de la Nano-Store  $DN_{i,p,d,h}$  debe ser

mayor o igual a demanda de la zona  $dz_{z,p,d,h}$ . Cuando  $MN_z$  o  $V_i$  valen 1 la restricción se desactiva.

$$NZ_{i,z} * dz_{z,p,d,h} \leq DN_{i,p,d,h} + V_i * num3 + MN_z * num3 \quad \forall i \in I, z \in Z, p \in P, d \in D, h \in H$$

### **Restricciones de Demanda**

#### **Restricción 10:** Determinación de la demanda en las Nano-Store.

El flujo del proveedor  $v$  hacia todos los centros de distribución  $j$ , del producto  $p$  en el día  $d$  ( $\sum_{j \in J} Q_{v,j,p,d}$ ) debe ser menor a la capacidad máxima diaria del producto  $p$  por el proveedor  $v$  ( $cap_{p,v} * X_{v,d}$ )

$$cap_{p,v} * X_{v,d} \geq \sum_{j \in J} Q_{v,j,p,d} \quad \forall p \in P, v \in PV, d \in D$$

- a. Todos los proveedores  $v$  deben tener asignado al menos un día de entrega  $d$ .

$$\sum_d X_{v,d} \geq 1 \quad \forall v \in PV$$

- b. Regularidad en la entrega:

Repetición del día de entrega a la siguiente semana.

$$X_{v,d} = X_{v,d+7} \quad \forall v \in PV, d \in 1..7$$

#### **Restricción 11:** Satisfacción de la demanda.

- a. Para los CD tipo almacén lo que se despacha, dado por la expresión  $DES_{j,p,d}$  sumado a el inventario en ese día  $IJ_{j,p,d}$  debe ser igual al inventario del día anterior. Para los tipos cross-docking el despacho

$DES_{j,p,d}$  debe ser igual al flujo desde todos los proveedores  $v$  hacia el CD  $j$

$Q_{v,j,p,d}$

$$DES_{j,p,d} + IJ_{j,p,d} = IJ_{j,p,d-1} + \sum_{v \in PV} Q_{v,j,p,d} \quad \forall j \in J, p \in P, d$$

b. El despacho  $DES_{j,p,d}$  debe ser igual o al despacho tipo cross-docking

$DSC_{i,j,p,d}$  o al despacho tipo almacén  $DNC_{i,j,p,d}$ , ya que aunque las

expresiones se suman cuando una de ellas toma valor la otra no.

$$DES_{j,p,d} = \sum_{i \in I} DSC_{i,j,p,d} + \sum_{i \in I} DNC_{i,j,p,d} \quad \forall j \in J, p \in P, d$$

### **Restricciones de Proveedores**

**Restricción 12:** Capacidad y flujo del proveedor.

a. El peso del despacho desde el centro de distribución  $j$  tipo cross-docking

hacia todos los Nano-Store y de todos los productos  $\sum_{i \in I} \sum_{p \in P} DSC_{i,j,p,d} * w_p$

debe ser menor o igual a la capacidad máxima del centro de distribución

tipo cross-docking  $cross_j$

$$\sum_{i \in I} \sum_{p \in P} DSC_{i,j,p,d} * w_p \leq CD_{j,2} * cross_j \quad \forall j \in J, d \in D$$

b. El peso del despacho desde el centro de distribución  $j$  tipo almacén hacia

todos los Nano-Store y de todos los productos  $\sum_{i \in I} \sum_{p \in P} DNC_{i,j,p,d} * w_p$  debe

ser menor o igual a la capacidad máxima del centro de distribución tipo

almacén  $alm_j$ .

$$\sum_{i \in I} \cdot \sum_{p \in P} DNC_{i,j,p,d} * w_p \leq CD_{j,1} * alm_j \forall j \in J, d \in D$$

### **Restricciones de Despachos**

**Restricción 13:** Balance de despachos en los Centros de Distribución

$$DSC_{i,j,p,d} = \sum_{h \in H} ESC_{i,j,p,d,h} \forall j \in J, p \in P, d$$

$$DNC_{i,j,p,d} = \sum_{h \in H} ENC_{i,j,p,d,h} \forall j \in J, p \in P, d$$

**Restricción 14:** Temporalidad de los despachos.

$$\sum_{i \in I} \cdot \sum_{p \in P} \cdot \sum_{h \in H} ESC_{i,j,p,d,h} * w_p \leq CD_{j,2} * cross_j \forall j \in J, d \in D$$

$$\sum_{i \in I} \cdot \sum_{p \in P} \cdot \sum_{h \in H} ENC_{i,j,p,d,h} * w_p \leq CD_{j,1} * alm_j \forall j \in J, d \in D$$

### **Restricciones de Satisfacción de la Demanda**

**Restricción 15:** Satisfacción de la demanda.

$$DN_{i,p,d,h} + IT_{i,p,d,h} = IT_{i,p,d,h-1} + \sum_{j \in J[i]} \left[ ESC_{i,j,p,d,h-ltsc(i,j,h)} + ENC_{i,j,p,d,h-ltnc(i,j,h)} \right] + F_{i,p,d,h}$$

$$\forall d \in D, h \in H, i \in I, p \in P, h > \max(ltsc(i, j, h), ltnc(i, j, h))$$

#### **3.2.1.6. Función Objetivo: Minimizar Costos**

El modelo optimiza dos objetivos: minimizar los costos logísticos y maximizar la satisfacción del cliente para la apertura de un Nano-Store.

$$= \sum_{i \in I} \cdot \sum_{n \in N} B_{i,n} * costnano_n$$

$$\begin{aligned}
& + \sum_{i \in I} \cdot \sum_{j \in J} \cdot \sum_{p \in P} \cdot \sum_{d \in D} DSC_{i,j,p,d} * costijc_{i,j} \\
& + \sum_{i \in I} \cdot \sum_{j \in J} \cdot \sum_{p \in P} \cdot \sum_{d \in D} DNC_{i,j,p,d} * costija_{i,j} \\
& + \sum_{v \in PV} \cdot \sum_{j \in J} \cdot \sum_{p \in P} \cdot \sum_{d \in D} Q_{v,j,p,d} * costpv_{v,j} + \sum_{j \in J} \cdot \sum_{c \in C} CD_{j,c} * costcd_c \\
& + \sum_{i \in I} \cdot \sum_{p \in P} \cdot \sum_{d \in D} \cdot \sum_{h \in H} DNC_{i,p,d,h} * costf
\end{aligned}$$

### 3.6.1.7. Función Objetivo: Maximizar la Intención de Compra

#### Promedio

En esta sección, la función objetivo implementadas en el modelo para asegurar se maximice la intención compra promedio derivada del tipo de Nano-Stores que se abren en cada zona.

Para determinar la intención de compra por la apertura de un Nano-Store de tipo n en una zona z , se tiene lo siguiente

- La función de regresión lineal que permite calcular la intención de compra para cada zona y por cada tipo de Nano-Store, esto resultado del modelo de ecuaciones estructurales. Esta ecuación dados los atributos de cada Nano-Storess frente a Arquitectura, Mercancía, Nivel de precio y Servicio, permite establecer la intención de compra.
- Se tienen los diferentes tipos de Nano-Store, cada una con los respectivos valores para los atributos mencionados.
- Al evaluar los atributos de las Nano-Stores en cada función de regresión por zona, obtengo un nuevo parámetro que es la intención de compra de

cada tipo de Nano-Stores en cada zona, este parámetro le llamaremos  $ic_{n,z}$ , que reconocemos como la intención compra al abrir la Nano-Store de tipo  $n$  en la zona  $z$ .

- Para hallar la intención de compra efectiva que una Nano-Store le brinda una zona, se pondera la intención de compra de la regresión lineal, por la distancia entre la Nano-Store y la zona, esta distancia es conocida como la  $diz_{i,z}$ . Con lo cual la intención de compra efectiva se calcula así:

$$ICEINZ_{inz} = ic_{nz} * NZ_{i,z} * B_{i,n} * \left(1 - \frac{diz_{i,z} - dmin}{dmax - dmin}\right) \quad i \in I, n \in N, z \in Z$$

La anterior restricción es no lineal ya que multiplica dos variables binarias, por ello se propone la siguiente linealización

$$ICEINZ_{inz} \leq ic_{nz} * \left(1 - \frac{diz_{i,z} - dmin}{dmax - dmin}\right) * B_{i,n} + (1 - NZ_{i,z}) * M \quad i \in I, n \in N, z \in Z$$

$$ICEINZ_{inz} \geq ic_{nz} * \left(1 - \frac{diz_{i,z} - dmin}{dmax - dmin}\right) * B_{i,n} + (1 - NZ_{i,z}) * M \quad i \in I, n \in N, z \in Z$$

$$ICEINZ_{inz} \leq (B_{i,n} + NZ_{i,z}) * M \quad i \in I, n \in N, z \in Z$$

$$ICEZ_z = \sum_{i \in I} \sum_{n \in N} ICEINZ_{inz} \quad z \in Z$$

La intención de compra efectiva total será la intención de cada zona ponderada por el número de habitantes.

$$ICT = \frac{\sum_{z \in Z} ICEZ_z * hab_z}{\sum_{z \in Z} hab_z}$$

### 3.6.1.8. Función Objetivo multiobjetivo

Para encontrar una solución que balancee ambos objetivos, se utiliza el método de la suma ponderada sobre las funciones normalizadas. La función objetivo final que el modelo resuelve es:

$$MaxZ(x) = w_{uti} \frac{Uti(x) - Uti_{min}}{Uti_{max} - Uti_{min}} + w_{ic} \frac{ICT(x) - ICT_{min}}{ICT_{max} - ICT_{min}}$$

*Sujeto a que la solución debe satisfacer todas las restricciones del modelo  $x \in F$*

### 3.2.2. Desarrollo de Parámetros Requeridos por el Modelo Matemático

La construcción de los parámetros requeridos por el modelo matemático se efectuó mediante un proceso estructurado por fases, con el fin de garantizar la precisión de los datos y su integración eficiente en el diseño de la cadena de suministro. Este enfoque sistemático permitió la precisa especificación de los componentes clave del modelo matemático (tales como variables de decisión, restricciones y la función objetivo) para su implementación en el lenguaje de modelado algebraico AMPL, lo que condujo a la obtención del diseño óptimo de la cadena de suministro. Para ello, se emplearon metodologías específicas en el cálculo y la definición de cada parámetro logístico esencial, asegurando su alineación con los objetivos de optimización y la viabilidad operativa del modelo.

#### 3.2.2.1. Habitantes por Zona Geográfica: $Hab := (z)$

Se definieron diez zonas geográficas (z), conformadas cada una por un conjunto específico de los 52 corregimientos existentes en el área de estudio. El parámetro resultante, que para fines descriptivos en esta sección se denotará como  $Hab_z$ , representa la población de la zona z. Dicha cifra poblacional se basó en datos del

Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), específicamente del censo de 2010, los cuales fueron proyectados al año 2023 para su utilización en el presente estudio; la metodología empleada para esta proyección se describe en detalle en el apartado dedicado al parámetro  $dz(p,z,h,d)$ . Este valor (Habz) fue necesario para ponderar la intención de compra total (IC) y para la segmentación de la demanda por zona (dz), esta última detallada en la sección siguiente.

### **3.2.2.2. Demanda Potencial por Producto, Zona, Hora y Día:**

#### **$dz(p,z,h,d)$**

Para estimar la demanda potencial de productos en 10 zonas geográficas de Panamá, se integraron datos de población y una clasificación de tiendas por tipo. El propósito del procedimiento fue determinar la cantidad de cada producto que los habitantes de una zona (z) comprarían en una franja horaria (h) de un día (d), definida como la “meta de ventas” diaria que el sistema debía cubrir. Los datos de población correspondieron al número total de habitantes por corregimiento, obtenidos del censo del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en Panamá. En total, se analizaron 52 corregimientos distribuidos en 10 zonas geográficas, con una población total de 1,914,595 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC], 2010). La ausencia de datos históricos de ventas o estudios de mercado locales llevó a basar el análisis en estos datos poblacionales y en información específica sobre la demanda por categoría de productos.

La población de cada zona se calculó sumando los habitantes de los corregimientos correspondientes, según los datos del INEC. Los corregimientos se agruparon en 10 zonas, con cantidades variables de corregimientos por zona.

Posteriormente, las zonas se segmentaron en tres categorías según el número total de habitantes:

- **Baja:** zonas con 0 a 100,000 habitantes.
- **Media:** zonas con 100,001 a 250,000 habitantes.
- **Alta:** zonas con más de 250,001 habitantes.

A cada categoría se asignó un nivel de demanda proporcional: bajo para zonas de baja población, medio para zonas de población moderada y alto para zonas con alta población. Esta segmentación se basó en la premisa de que un mayor número de habitantes implicaba una mayor demanda potencial de productos y servicios. Las poblaciones de las zonas, calculadas a partir de los datos del INEC, fueron las siguientes:

- **Zona 1:** 190,219 habitantes (media).
- **Zona 2:** 234,567 habitantes (media).
- **Zona 3:** 152,243 habitantes (media).
- **Zona 4:** 241,669 habitantes (media).
- **Zona 5:** 345,063 habitantes (alta).
- **Zona 6:** 329,789 habitantes (alta).
- **Zona 7:** 163,342 habitantes (media).
- **Zona 8:** 120,179 habitantes (media).
- **Zona 9:** 62,807 habitantes (baja).
- **Zona 10:** 74,717 habitantes (baja).

Las tiendas se clasificaron en tres tipos según su superficie de ventas y surtido de productos:

- **Básicas:** tiendas pequeñas, con menos de 100 m<sup>2</sup> de superficie de ventas y un surtido limitado de productos.
- **Estándar:** tiendas medianas, con 100 a 500 m<sup>2</sup> y un surtido moderado.
- **Premium:** tiendas grandes, con más de 500 m<sup>2</sup> y un surtido extenso.

Se asumió una correlación directa entre el tamaño de la población de una zona y el tipo de tiendas presentes, considerando que las zonas con mayor población podían albergar tiendas de mayor capacidad para satisfacer una demanda más alta. Esta correlación se fundamentó en patrones generales observados en estudios de mercado, aunque no se dispuso de datos específicos para Panamá que la validaran completamente. Así, se asignaron niveles de demanda más altos a tiendas Premium en zonas de alta población (como las zonas 5 y 6) y niveles más bajos a tiendas Básicas en zonas de baja población (como las zonas 9 y 10).

Para determinar la demanda específica por categoría de producto, se obtuvo información de una tienda Básica que facilitó datos sobre la demanda por categoría de productos (Abastos, Bebidas y Snacks, Ferretería, Licores y Cervezas, Limpieza, Mascotas, Uso Personal, Vegetales). Estos datos se utilizaron como referencia para estimar la meta de ventas diaria en cada zona, ajustada proporcionalmente según la población de cada zona y el nivel de demanda asignado (bajo, medio o alto). La estimación se expresó en dólares y se detalló por categoría de producto y zona geográfica para una franja horaria específica de un día. Los resultados se pueden revisar en la Tabla E4 del Anexo E, correspondiente al parámetro: param D := (p,z,h,d).

La proyección poblacional para 2023 se realizó utilizando los datos del censo del INEC de 2010 como base. Se aplicó una tasa de crecimiento anual del 1.4%, obtenida de informes demográficos oficiales del INEC. La fórmula utilizada fue:

$$P_{2023} = P_{2010} (1 + r)^n$$

*Donde:*

$P_{2023}$ : Población proyectada 2023

$P_{2010}$ : Población 2010

$r$ : Tasa de crecimiento anual (1.4% o 0.014)

$n$ : Años transcurridos (13)

Esta fórmula permitió actualizar los datos de población de cada corregimiento al año 2023, asegurando que las estimaciones reflejaran la población actualizada.

La metodología empleada presentó limitaciones, incluyendo la falta de datos históricos de ventas o estudios de mercado locales para validar la correlación entre población y tipo de tiendas. Además, la estimación de la demanda por categoría de producto se basó en los datos de una sola tienda Básica, lo que podría no representar completamente las preferencias de consumo en todas las zonas. Otros factores que podrían influir en la demanda, como el nivel de ingresos, la competencia entre tiendas o la accesibilidad geográfica, no se consideraron. A pesar de estas limitaciones, la metodología proporcionó una aproximación razonable para estimar la demanda potencial de productos por categoría en las 10 zonas geográficas de los distritos de Panamá, San Miguelito, Arraiján y la Chorrera, cumpliendo con el objetivo de establecer metas de ventas diarias por franja horaria.

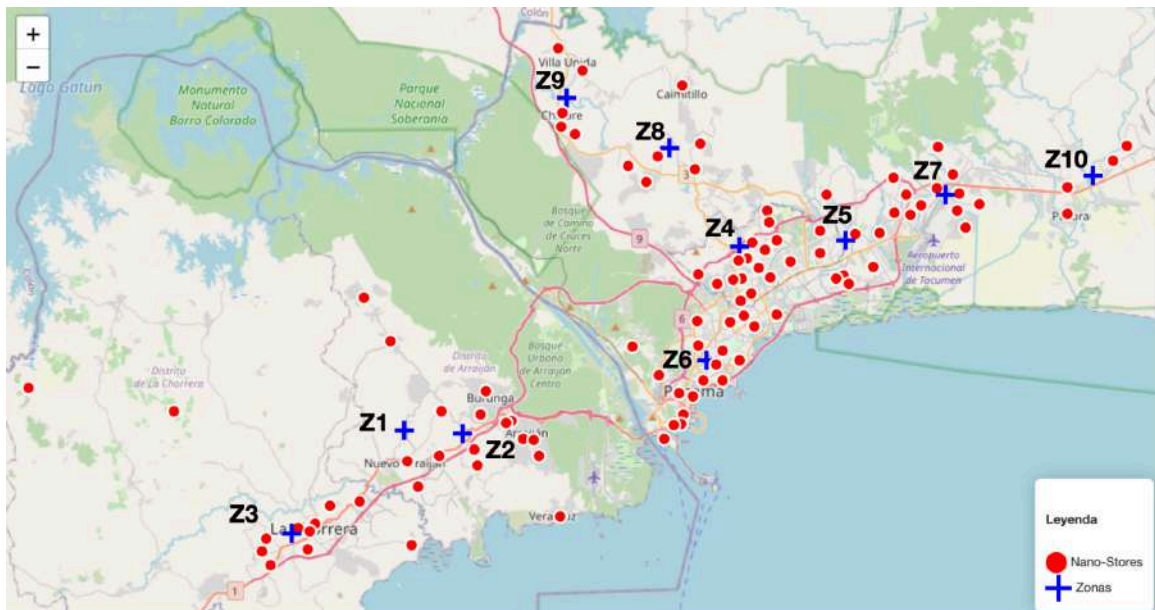
### **3.2.2.3. Distancias entre Zonas y Nano-Stores: $DistNSZ := (i,z)$**

Se calcularon los centroides de cada una de las diez zonas geográficas; la ubicación de estos, junto con la de las Nano-Stores, se ilustra en la Figura 5. Posteriormente, se determinaron las distancias en kilómetros entre dichos centroides zonales y la ubicación de cada Nano-Store. Para este fin, se utilizó TravelTime, un

servicio de enrutamiento geoespacial accesible mediante una interfaz de programación de aplicaciones (API), el cual fue integrado a través de un script desarrollado en Python. Este proceso permitió obtener la ruta vial real para cada par de coordenadas origen-destino, asegurando que los resultados reflejaran las distancias efectivas en kilómetros bajo condiciones de transporte terrestre. Las tablas consignadas en el Anexo E, específicamente la Tabla E5, presentan la distancia correspondiente a un trayecto de un solo sentido entre los puntos evaluados.

**Figura 5**

*Visualización de la ubicación de Nano-Stores y centroides por zona geográfica*



*Nota.* Elaboración propia.

### **3.2.2.4. Lead Times (CDs a Nano-Stores): $LT_{Alm}(j,i,h)$ y $LT_{Cross}(j,i,h)$**

Con el propósito de optimizar la distribución de productos en la cadena de suministro, se desarrolló un procedimiento metodológico para calcular las distancias y

tiempos de recorrido entre los centros de distribución (CDs) y los Nano-Stores, así como para estimar el tiempo de entrega (Lead Time). Este proceso fue esencial para determinar el tiempo total desde el empaquetado de un producto en los CDs hasta su entrega en los Nano-Stores. A continuación, se detalla el procedimiento empleado, estructurado en tres etapas: definición de las ubicaciones de los CDs, cálculo de distancias y tiempos de recorrido, y estimación del Lead Time.

### 1. Definición de Ubicaciones Potenciales de los CDs

Se identificaron ubicaciones estratégicas para cuatro CDs, considerando la demanda poblacional y la proximidad a los Nano-Stores para optimizar la asignación de recursos logísticos. Para ello, se utilizaron coordenadas geográficas (latitud y longitud) de los Nano-Stores, datos de población por corregimiento y demanda por zona geográfica. La demanda zonal se distribuyó proporcionalmente entre los corregimientos correspondientes.

Para evaluar las necesidades logísticas, se calculó un índice combinado que integraba la demanda y la población. Ambos conjuntos de datos se normalizaron mediante la técnica Min-Max, escalando los valores entre 0 y 1 con las siguientes fórmulas:

- $Demanda\ normalizada = (Demanda - Demanda\ mínima) / (Demanda\ máxima - Demanda\ mínima)$
- $Población\ normalizada = (Población - Población\ mínima) / (Población\ máxima - Población\ mínima)$

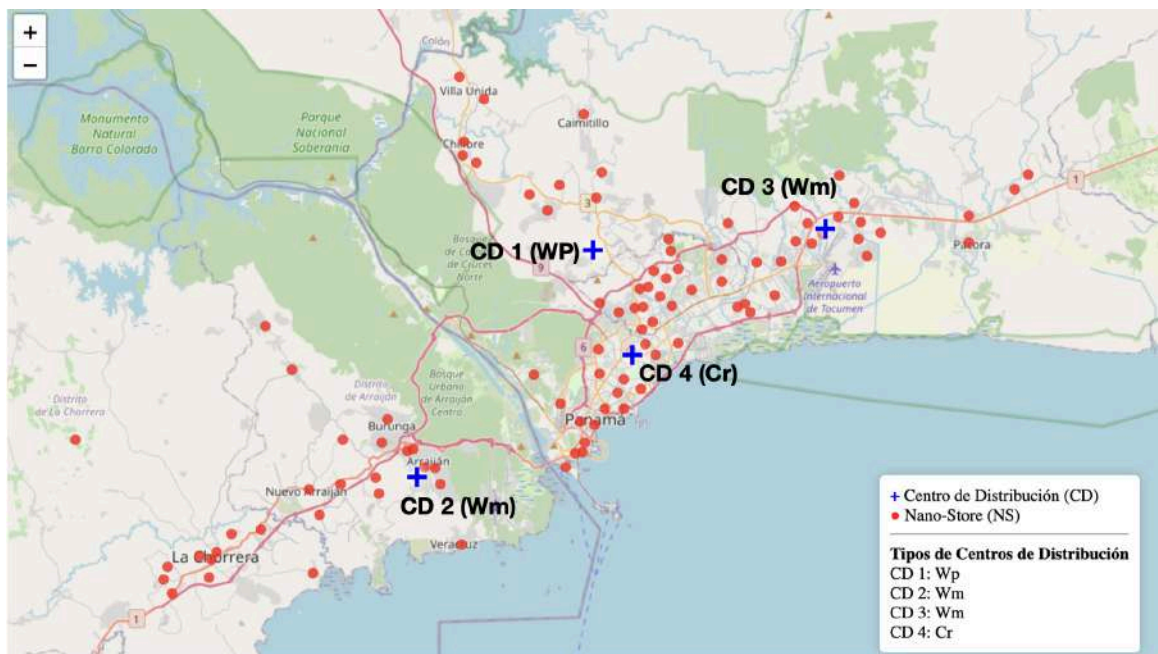
El índice combinado se obtuvo multiplicando ambos valores normalizados:

- **$Índice\ combinado = Demanda\ normalizada \times Población\ normalizada$**

Con base en este índice, se aplicó el algoritmo de clustering K-Means para agrupar los Nano-Stores según demanda, población y proximidad geográfica, identificando cuatro CDs óptimos. El número de clusters se determinó mediante el Método del Codo, asegurando un equilibrio entre precisión y simplicidad logística. Las ubicaciones resultantes de los Centros de Distribución (CDs), producto del análisis de esta sección, se documentaron en la Tabla E1 del Anexo E. Para la visualización de estos CDs en relación con las Nano-Stores, se emplearon las coordenadas de estas últimas, las cuales fueron estimadas en una etapa previa del estudio y se encuentran consignadas en la Tabla E2 del mismo Anexo. Dicha visualización se presenta en la Figura 6.

**Figura 6**

*Visualización de los posibles centros de distribución y Nano-Store*



*Nota.* Elaboración propia.

## 2. Cálculo de Distancias y Tiempos de Recorrido

Se calcularon las distancias en kilómetros y los tiempos de recorrido en horas entre los **CDs** y los **Nano-Stores** utilizando TravelTime, un servicio de enrutamiento geoespacial accesible mediante una interfaz de programación de aplicaciones (API). Este servicio, integrado mediante un script en Python, proporcionó rutas viales reales para cada par de coordenadas origen-destino, reflejando las condiciones de recorrido del transporte terrestre. Los resultados se consignaron en la Tabla E6 del Anexo E, que detalló las distancias y tiempos de un solo sentido.

## 3. Estimación del Lead Time

El Lead Time, definido como el tiempo total desde el empaquetado de un producto en el CD hasta su entrega en el Nano-Store, se estimó con base en las distancias y tiempos de recorrido calculados. Se definieron dos parámetros específicos para los tiempos de entrega:

- **LTA<sub>lm(j,i,h)</sub>**: Representó el tiempo de entrega total cuando el CD j operaba como almacén tradicional, calculado como tres veces la suma del tiempo de viaje base (TV) y el ajuste por tiempo de tráfico (PT), es decir,  $3 \times (TV + PT)$ .
- **LTC<sub>ross(j,i,h)</sub>**: Correspondió al tiempo de entrega total, considerando el ciclo completo de ida y vuelta, para despachos desde el CD j en modalidad de cross-docking hasta el Nano-Store i en la franja horaria h, calculado como  $2 \times (TV + PT)$ .

Estos parámetros integraron componentes temporales asociados a cada etapa del proceso de distribución, adaptados a las características de los CDs y las franjas horarias, lo que permitió una estimación precisa del tiempo de entrega global.

## Componentes del Lead Time

A continuación, se describen los componentes individuales que conformaron el Lead Time de distribución general.

1. **Tiempo de Recepción y Carga (TRC):** Este tiempo se estableció en 90 minutos, de acuerdo con la referencia (Jefatura del Estado, 2022).
2. **Tiempo de Viaje Base (TV):** El tiempo de viaje base se calculó multiplicando la distancia en kilómetros (D) por un factor de 2.5 minutos por kilómetro. Este factor representó el tiempo promedio de recorrido por unidad de distancia en condiciones de flujo libre (Meep, 2024).
3. **Ajuste de Tiempo por Tráfico Vial (PT):** El análisis de la congestión vehicular en la Ciudad de Panamá identifica tres patrones claramente diferenciados según la franja horaria resumida en la Tabla E8 del Anexo E.
  - **Patrón 1** — Horas pico (06:00–07:00 y 16:00–17:00): se registra la mayor densidad de tráfico, reflejo de los desplazamientos masivos de entrada y salida de la jornada laboral y escolar.
  - **Patrón 2** — Horas de densidad intermedia (08:00–09:00 y 12:00–15:00): el flujo vehicular disminuye respecto a las horas pico, pero mantiene niveles moderados por actividad comercial, trámites y almuerzos.
  - **Patrón 3** — Horas de menor densidad (10:00–11:00 y 13:00–14:00): la circulación es más fluida, con menor volumen de vehículos en las principales vías.

Estos patrones permiten priorizar estrategias de gestión del tráfico y planificación de movilidad, focalizando intervenciones en las horas pico y optimizando el uso de infraestructura en los periodos de menor demanda.

La importancia de un ajuste por congestión vehicular según la franja horaria fue señalada por Teply & Evans (1989). Para establecer un valor representativo en tres grupos para el ajuste en el Tiempo por Tráfico Vial (PT) a ser incorporado en la fórmula del Lead Time.

- 4. Cálculo del retraso en cada franja horaria:** Se determinó que el retraso máximo posible, equivalente a 10 minutos, ocurría en la franja horaria con el peso máximo (i.e.,  $p_i=1.0$ ). Para las demás franjas, el retraso ( $r_i$ ) se calculó multiplicando su peso respectivo por estos 10 minutos, de acuerdo con la Ecuación (1):

$$r_i = p_i \times 10$$

Donde:

- $r_i$ : es el retraso estimado para la franja horaria .
- $p_i$ : es el peso correspondiente a esa franja.

- 1. Cálculo del promedio ponderado (PT):** El promedio ponderado de los retrasos se calculó para consolidar los valores individuales en un único factor de ajuste de tráfico (PT), utilizando la Ecuación (2):

$$PT = \frac{\sum(p_i \times r_i)}{\sum p_i}$$

Donde:

- $\sum(p_i \times r_i)$ : suma de los productos de cada peso por su respectivo retraso (minutos).
- $\sum p_i$ : suma de todos los pesos (adimensional), utilizada para la normalización.

2. **Resultado del PT:** Tras la aplicación de la Ecuación (2) con los datos disponibles, se obtuvo un valor para PT de aproximadamente 7.84 minutos. Este valor representó el ajuste adicional promedio por congestión vehicular.
5. **Tiempo de Descarga (TD)** Se estimó un tiempo de 10 minutos por cada tienda servida, basado en Cherrett et al. (2012).
6. **Tiempo de Administración y Espera (TAE)** Se asignó un tiempo de 10 minutos para este componente, según Cherrett et al. (2012).

#### **Cálculo del Lead Time de Distribución**

El Lead Time de distribución general se calculó mediante la adición de los componentes de tiempo previamente descritos. La fórmula general empleada fue la siguiente (Ecuación 3):

$$Lead\ Time = TRC + (D \cdot 2.5 \cdot PT) + TAE + TD$$

*Donde:*

*TRC:* Tiempo de recepción y carga (minutos)

*D:* Distancia entre el origen y el destino (km).

*2.5:* Factor de tiempo promedio de viaje base (minutos/km).

*(D·2.5):* Tiempo de viaje base (TV) (minutos).

*PT:* Ajuste adicional por tiempo de tráfico vial (minutos)

*TD:* Tiempo de descarga (minutos).

*TAE:* Tiempo de administración y espera (minutos).

#### **3.2.2.5. Lead Time (Proveedores a CDs): lead<sub>pv</sub>[PV]**

Para optimizar la gestión de la cadena de suministro, se calcularon las distancias entre los proveedores y los centros de distribución (CDs), lo que permitió estimar el

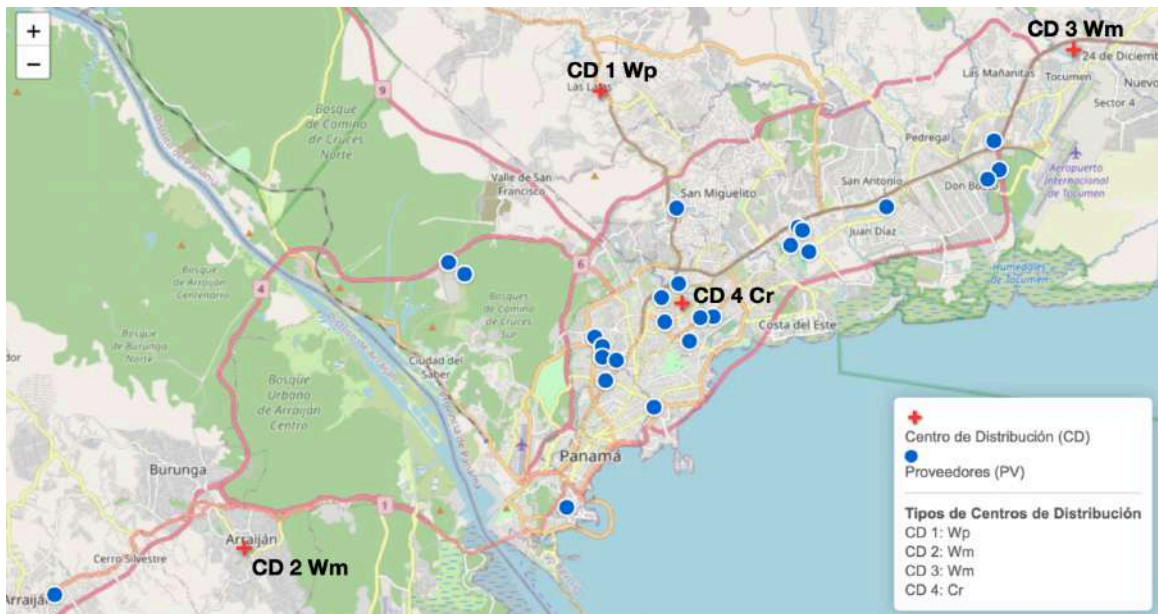
tiempo de entrega de los productos. Este proceso resultó esencial para determinar el lapso total desde el empaquetado de un producto en el proveedor hasta su entrega final en los CDs (Lead Time). A continuación, se describe el procedimiento metodológico empleado para calcular las distancias y los tiempos de recorrido, así como estimar y definir los componentes del Lead Time.

### 1. Cálculo de las Distancias y Tiempos de Recorrido de Transporte

Se definieron las ubicaciones potenciales para los Centros de Distribución (CDs) en puntos estratégicos, distribuidos en consideración a las Nano-Stores existentes, conforme al procedimiento detallado en la sección anterior titulada '*Definición de ubicaciones potenciales de los CDs*'. La Figura 7 ilustró la disposición geográfica de los proveedores junto con estas ubicaciones potenciales para los CDs.

**Figura 7**

*Visualización desde proveedores (PV) y centros de distribución (CDs)*



*Nota.* Elaboración propia.

Posteriormente, se determinaron las distancias en kilómetros y los tiempos de recorrido en horas desde cada proveedor hasta cada Centro de Distribución (CD) potencial, utilizando para ello TravelTime, un servicio de enrutamiento geoespacial accesible mediante una interfaz de programación de aplicaciones (API). Este servicio fue integrado mediante un script desarrollado en Python, lo que posibilitó la obtención de las rutas viales reales para cada par de coordenadas origen-destino; de esta manera, se reflejaron las distancias y tiempos efectivos bajo condiciones de transporte terrestre. Los resultados de las distancias y tiempos se consignaron en el Anexo E, específicamente en la Tabla E7, correspondientes a un trayecto de un solo sentido entre los puntos evaluados.

## **2. Estimación del Lead Time**

Para la estimación de este Lead Time, se adoptaron los mismos tipos de componentes temporales que fueron definidos en la sección concerniente a los '*Lead Times de CDs a Nano-Stores*'. Estos componentes se calcularon aplicando el procedimiento metodológico descrito en dicha sección, con el fin de asegurar la consistencia. De este modo, los tiempos asociados a cada etapa del proceso de distribución desde el proveedor fueron adaptados a las características específicas de los CDs potenciales y las rutas particulares establecidas, lo que garantizó una estimación precisa del tiempo de entrega global para el tramo proveedor-CD.

### **3.2.2.6. Capacidad (Proveedores por Productos): *supplycap[PV,P]***

Se trabajó con veinticinco proveedores que abastecieron de forma regular al establecimiento durante un periodo de seis meses. En primer lugar, se revisaron los catálogos vigentes que cada proveedor entregó y se compararon con los registros de entrada del establecimiento. Esto permitió identificar los productos que cada proveedor

ofrecía con mayor frecuencia, así como aquellos que no formaban parte de su oferta activa. Cada producto fue clasificado dentro de una de ocho categorías comunes: Abastos, Bebidas y Snacks, Ferretería, Licores y Cervezas, Limpieza, Mascotas, Uso Personal y Vegetales.

Posteriormente, se realizaron entrevistas semiestructuradas con los vendedores responsables de cada proveedor. Estas entrevistas permitieron conocer la frecuencia típica de despacho, los productos más representativos de su portafolio y posibles restricciones internas que afectaran su capacidad de suministro. Además, se realizaron visitas de observación en distintos días de la semana para confirmar en campo la disponibilidad real de los productos ofrecidos.

A partir de esta información, se estimó la participación relativa de cada categoría dentro del conjunto de productos que cada proveedor ofrecía. Esta estimación consideró la frecuencia de abastecimiento observada, la representación de cada categoría en el catálogo y la percepción operativa del personal de compras. El resultado fue una capacidad estimada de suministro expresada como proporción relativa por categoría, indicando el peso que tenía cada línea de productos dentro de la oferta global de cada proveedor.

Los resultados obtenidos fueron verificados mediante comparación con registros históricos y validaciones cruzadas. Cuando se detectaron discrepancias relevantes o inconsistencias, se reconsultó a los informantes y, ante la persistencia de la duda, se adoptó la proporción más conservadora. También se revisaron casos que mostraban valores extremos para asegurar la coherencia de los datos.

Finalmente, los nombres reales de los proveedores fueron reemplazados por códigos para preservar su confidencialidad. La información consolidada se almacenó en

el archivo CSV. La tabla completa con las capacidades estimadas de suministro por proveedor y categoría, expresadas en proporciones relativas, se encuentra disponible en el Anexo E, Tabla E9, para quien desee consultarla.

### **3.2.2.7. Capacidades de CDs: (*cap\_alm[J]* y *cap\_xdoc[J]*)**

Se establecieron las capacidades de manejo diario para dos tipos de centros de distribución: cross-docking y almacenes convencionales. El propósito fue estimar cuántas cajas por día podía gestionar cada tipo de centro según la categoría de producto, ajustando la estimación por el peso promedio de los productos involucrados.

Para ello, se tomaron como base los registros de entrada de productos asociados a cada tipo de centro, a partir de los cuales se identificaron las categorías manejadas con mayor frecuencia. Dentro de cada categoría se estimó un peso promedio por caja, calculado directamente a partir de los registros disponibles, sin recurrir a promedios históricos externos.

Posteriormente, se definió una capacidad de manejo base para cada tipo de centro de distribución, expresada en cajas por día. En los centros de cross-docking se consideraron flujos operativos más directos y de alta rotación, mientras que en los almacenes se contemplaron operaciones más amplias, incluyendo recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y despacho.

La capacidad final se ajustó multiplicando el número de cajas por el peso promedio correspondiente a cada categoría, permitiendo así una estimación ponderada que considera la exigencia operativa según el tipo de producto.

Los resultados consolidados se presentan en el Anexo E, Tabla E10, donde se muestra la capacidad estimada de manejo diario por categoría de producto y tipo de centro de distribución, expresada en función de cajas ajustadas por peso promedio.

### **3.2.2.8. Costos Fijos (Apertura de CDs): $cost_{cd}[C]$**

Se calcularon los costos fijos asociados a la apertura y operación básica de centros de distribución tomando como referencia datos estándar del sector logístico y comercial. El objetivo fue estimar el costo mensual de funcionamiento de un CD en condiciones normales, sin incluir costos variables asociados al volumen de operación.

El análisis se realizó desde la perspectiva de los centros de distribución y se enfocó en los principales componentes fijos que inciden en su estructura de costos. Para ello, se definieron cuatro categorías principales: renta o arrendamiento del espacio, salarios del personal esencial, servicios públicos (energía, agua, comunicaciones) y mantenimiento general de las instalaciones.

Los valores asociados a cada categoría se estimaron utilizando fuentes de referencia de la industria, tales como publicaciones sectoriales, tarifas promedio en el mercado local, y cotizaciones comparables obtenidas para centros con características similares. Se supuso una capacidad estándar de operación para garantizar la comparabilidad entre centros de diferente tipo o ubicación. En el caso de los salarios, se consideraron cargos mínimos necesarios para el funcionamiento diario, incluyendo personal operativo, supervisores y administrativos, ajustados a escalas salariales vigentes.

Los resultados se organizaron por tipo de centro de distribución, diferenciando entre centros de tipo almacén y cross-docking, con el fin de reflejar las diferencias estructurales que influyen en los costos fijos. Cada componente fue expresado en valores monetarios mensuales, permitiendo observar su impacto relativo en el costo total estimado.

La consolidación de esta información se presenta en el Anexo E, Tabla E11, donde se muestran los costos fijos mensuales estimados por categoría y por tipo de centro de distribución. Esta información sirvió como base para análisis comparativos y decisiones de planificación financiera y operativa.

### **3.2.2.9. Costos Fijos de Apertura por Formato de Nano-Store: *costnano[N]***

El proceso inició con la caracterización de los tres formatos de Nano-Store: Básico, Estándar y Premium. Se estableció que el formato Básico correspondía al diseño más compacto en términos de área, concebido para operaciones mínimas y funcionales. El formato Estándar se definió como una versión intermedia, con mayor espacio para ampliar las capacidades operativas y de almacenamiento. Por su parte, el formato Premium se identificó como el de mayor envergadura, diseñado para ofrecer una experiencia más completa y sofisticada. Estas diferencias en tamaño y propósito se consideraron el punto de partida para estimar cómo los costos variarían entre los formatos.

Posteriormente, se identificaron los costos necesarios para la apertura de un Nano-Store, clasificándolos en dos categorías principales:

- **Costos Iniciales Únicos:** Se incluyeron aquí los gastos asociados al establecimiento del local, como el acondicionamiento del espacio, la adquisición de mobiliario, equipos esenciales y el inventario inicial, además de los trámites administrativos requeridos.
- **Costos Operativos del Primer Mes:** Se abarcaron los gastos recurrentes necesarios para operar durante el período inicial, tales como el alquiler del local, los servicios básicos, los sueldos del personal y otros costos administrativos.

Esta clasificación permitió estructurar el análisis y garantizar que todos los elementos relevantes fueran considerados en el cálculo para cada formato.

Para el formato Básico, se procedió a consolidar los costos iniciales únicos y los operativos del primer mes en una estimación integral. Dado que este formato fue el más pequeño, se asumió que representaba el punto de referencia más simple. El área en m<sup>2</sup> del Básico se utilizó como divisor clave para establecer un costo por unidad de área, lo que proporcionó una métrica estandarizada. Este paso implicó un análisis detallado de cada componente de costo, asegurando que reflejara las necesidades mínimas de infraestructura y operación del formato.

Con el costo por m<sup>2</sup> del formato Básico como base, se estimaron los costos de los formatos Estándar y Premium. Para ello, se aplicó un proceso de escalado proporcional al área de cada formato:

- **Formato Estándar:** Se asumió que el incremento en tamaño respecto al Básico implicaba una mayor demanda de recursos, como más mobiliario, un inventario inicial más amplio y un acondicionamiento más extenso. El costo por m<sup>2</sup> del Básico se multiplicó por el área del Estándar, y luego se ajustó para reflejar necesidades específicas, como posibles incrementos en el personal o en la capacidad de los equipos.
- **Formato Premium:** Dado su mayor tamaño y enfoque en una experiencia mejorada, se escaló el costo por m<sup>2</sup> del Básico al área del Premium. Además, se consideraron ajustes adicionales para incluir elementos distintivos, como acabados de mayor calidad, equipos más avanzados o un mayor número de empleados, que no necesariamente aumentarían de forma lineal con el tamaño.

En ambos casos, el escalado no se limitó a una relación estrictamente proporcional. Se evaluaron los componentes de costo individualmente para identificar aquellos que requerían modificaciones más allá del área, como costos fijos o incrementales asociados a la complejidad operativa de cada formato. ver Anexo E, Tabla E12.

### **3.2.2.10. Costos de Despacho (Proveedores a CDs): $cost_{pv}[PV,J]$**

Para calcular los costos logísticos entre los proveedores y los centros de distribución (CD), se adoptó un enfoque basado en el análisis de las distancias entre los proveedores y los CD, y en la estimación de varios parámetros operacionales. Esta metodología permitió obtener una estimación precisa del costo total de transporte, considerando diferentes factores asociados al proceso de distribución.

#### **a. Recopilación de Distancias**

Se recopilaron las distancias reales entre los proveedores y los cuatro centros de distribución ( $Wm1$ ,  $Wp$ ,  $Cr$ ,  $Wm2$ ). Estas distancias fueron obtenidas utilizando la herramienta Travel Time, que se conectó a través de un script en Python con una API que proporcionó las rutas reales por carretera entre los puntos de partida (proveedores) y los destinos (centros de distribución). El uso de rutas reales garantizó que los cálculos reflejaran las condiciones de transporte específicas.

#### **b. Parámetros Estimados**

Se definieron y utilizaron los siguientes parámetros para calcular los costos logísticos:

- **Costo por Kilómetro:** Este costo incluyó el gasto en combustible, mantenimiento, depreciación y la mano de obra del conductor. Estos valores fueron estimados a partir de datos estándar de operación.

- **Capacidad Efectiva del Vehículo:** Para este cálculo, se asumió que el vehículo transportaba el 90% de su capacidad máxima, lo que permitió obtener una estimación precisa del peso real promedio transportado.
- **Costo Adicional por Kilogramo:** Este parámetro reflejó los costos asociados al manejo de la carga, que incluían los costos adicionales por kilogramo, tales como los gastos de almacenamiento o manejo en las operaciones.

### c. Cálculo del Costo Logístico

El cálculo del costo logístico para cada proveedor y centro de distribución se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$Costo_{proveedor} = \frac{Costo\ por\ km}{Capacidad\ efectiva\ (kg)} + Costo\ adicional\ por\ kg$$

Donde:

- **Costo por km:** Es el costo de operación por cada kilómetro recorrido.
- **Capacidad efectiva:** Es el porcentaje de la capacidad máxima del vehículo realmente utilizado para el transporte.
- **Costo adicional por kg:** Son los costos adicionales asociados a la manipulación y el almacenamiento de los productos.

El costo final entre un proveedor y un centro de distribución se calculó con la siguiente fórmula:

$$costo\ final\ [i, j] = costo_{proveedor} \times distancia[i, j]$$

Con este cálculo se generó una matriz de costos que permitió evaluar de manera uniforme el gasto de transporte para cada proveedor (Pv)–centro de distribución (CD). En el Anexo E, Tabla E 15, se detallan los parámetros y datos de entrada empleados para su cálculo.

### 3.2.2.11. Costos de Despacho (CDs a Nano-Stores): **costija** y **costijc**

Para calcular los costos logísticos entre los centros de distribución (CD) y los Nano-Stores (NS), se trabajaron dos tipos de parámetros: **costija**, asociado a operaciones tipo almacén, y **costijc**, asociado a operaciones tipo cross-docking. Ambos cálculos se basaron en las distancias reales (en kilómetros) existentes entre cada uno de los cuatro CD (Wm1, Wp, Cr, Wm2) y los 100 Nano-Stores.

Estas distancias fueron previamente extraídas utilizando la herramienta **Travel Time**, mediante un script en Python que se conectó a la API del servicio, asegurando así que las mediciones reflejaran las rutas reales por carretera entre los puntos.

#### a. **Cálculo de costija (Almacén)**

Se calculó el costo total por kilogramo transportado considerando los siguientes componentes:

- **Costo por kilómetro**, que incluyó:
  - Combustible, calculado como el consumo promedio (litros/km) multiplicado por el precio del combustible.
  - Mantenimiento y depreciación, aplicados como valores promedio por kilómetro.
  - Mano de obra, estimada dividiendo el costo diario del conductor entre los kilómetros promedio recorridos por día.
- **Capacidad efectiva del vehículo**, definida como el peso real promedio transportado en operación (90% de la capacidad máxima), utilizado para distribuir el costo fijo por km sobre cada kilogramo transportado.

- **Costo de almacenamiento**, calculado como un costo diario por kilogramo multiplicado por un período promedio asumido de siete días.

*La fórmula general utilizada fue:*

$$\gamma_{almacén} = \frac{\text{Capacidad efectiva (kg)}}{\text{Costo por km}} + \text{Costo de almacén por kg}$$

*El costo final por par Nano-Store-CD se calculó como:*

$$\text{costija}[i, j] = \gamma_{almacén} \times \text{distancia}[i, j]$$

**b. Cálculo de param costijc (Cross-Docking)**

Para el cálculo de los costos tipo cross-docking se consideró:

- **Costo por kilómetro**, igual al del cálculo de almacén.
- **Capacidad efectiva del vehículo**, asumida al 60% de la capacidad máxima, reflejando la menor consolidación típica de operaciones cross-docking.
- **Costo de manejo rápido por kilogramo**, asociado al movimiento rápido de mercancías en instalaciones de cross-docking (sin incluir costos de almacenamiento).

*La fórmula general utilizada fue:*

$$\gamma_{crossdock} = \frac{\text{Capacidad efectiva (kg)}}{\text{Costo por km}} + \text{Costo de crossdock por kg}$$

*El costo final por par Nano-Store-CD se calculó como:*

$$\text{costijc}[i, j] = \gamma_{crossdock} \times \text{distancia}[i, j]$$

Parámetros estimados usados

- **Costo total por km (combustible, mantenimiento, depreciación, mano de obra):** sumado según valores estándar de operación.
- **Capacidad efectiva:**
  - Almacén: 90% de 1,361 kg  $\approx$  1,225 kg.
  - Cross-docking: 60% de 1,361 kg  $\approx$  817 kg.
- **Costo adicional por kg:**
  - Almacén: 0.05 USD/kg/día  $\times$  7 días  $\approx$  0.35 USD/kg.
  - Cross-docking: 0.03 USD/kg (solo manejo).

Los resultados para costija (Almacén) y costijc (Cross-Docking) se presentan en las Tablas E13 y E14, respectivamente, del Anexo E.

### **3.2.3 Integración y Cálculo del Parámetro Intención de Compra**

Para incorporar la perspectiva de los clientes en el modelo logístico, se desarrolló un proceso específico para integrar el índice de (*Intención de Compra*, IC) con los demás parámetros de la cadena de suministro. Este parámetro, derivado del cuestionario aplicado a los Nano-Stores, fue clave para reflejar las preferencias de los clientes en las decisiones de optimización.

#### **3.2.3.1 Transformación de Resultados de Percepción en Parámetros**

Se analizaron las respuestas del cuestionario descrito en 3.1 para identificar las preferencias de compra de los clientes según el formato de los Nano-Stores (por ejemplo, básico, estándar o premium) y la zona geográfica. Estas respuestas se convirtieron en un índice numérico que mide la probabilidad de compra en cada combinación de formato y zona.

### **1. Revisión de los datos de percepción**

Se partió de encuestas que medían qué tan atractivas resultaban la arquitectura, la mercancía, los precios y el servicio en las Nano-Stores. Los datos se limpiaron y se comprobó que fueran coherentes.

### **2. Modelado por zonas**

Con un modelo estadístico se relacionaron los cuatro factores anteriores con la intención de compra. Después, la base de datos se dividió en las diez zonas de estudio y se ajustó un modelo específico para cada una, asegurando que reflejara las particularidades locales .

### **3. Clasificación de tipos de tienda**

Paralelamente se agruparon las tiendas en tres categorías (Básica, Estándar y Premium) según los promedios de los cuatro factores. De esta forma se obtuvo, para cada tipo, un valor medio de arquitectura, mercancía, precio y servicio .

### **4. Conversión a valores numéricos**

Los promedios de cada tipo de tienda se introdujeron en los modelos zonales. Así se obtuvo un valor de IC para cada combinación “zona–tipo de tienda”. Este paso transformó las percepciones cualitativas en un parámetro numérico utilizable por el modelo de optimización.

#### ***3.2.3.2 Cálculo de Parámetros para la Simulación***

Los índices de intención de compra se ajustaron para integrarlos con otros datos, como los costos y las capacidades de los Nano-Stores. Se usaron métodos estadísticos, para obtener valores finales que fueran compatibles con el modelo matemático. Estos valores se organizaron en un formato adecuado para el software

AMPL, asegurando que reflejaran correctamente las preferencias de los clientes en las simulaciones de la cadena de suministro.

### **1. Ajuste por distancia**

Para reflejar el efecto de la proximidad real entre la posible ubicación de la tienda y el centro de la zona, cada valor de IC calculado se ponderó con un factor basado en la distancia. De este modo se obtuvo la “intención de compra efectiva”, que es la que se usó en el modelo.

### **2. Generación de la tabla de parámetros**

El proceso anterior se repitió para las diez zonas y los tres tipos de tienda, generando una tabla con 30 valores finales de IC efectiva que sirvió de entrada a la etapa de optimización.

### **3. Integración en la función objetivo**

Finalmente, estos valores se incluyeron en la función objetivo del modelo, cuyo propósito era elegir la combinación de ubicaciones y tipos de Nano-Store que ofreciera la mayor intención de compra promedio en toda la red. Gracias a esta integración, el modelo tomó decisiones que no solo minimizaban costes logísticos, sino que también maximizaban el interés real de los consumidores.

Con estos pasos, la *Intención de Compra* pasó de ser una percepción subjetiva a un parámetro cuantificable y directamente utilizable en la toma de decisiones estratégicas sobre la cadena de suministro de Nano-Stores.

#### **3.2.4 Implementación Computacional en AMPL**

Para resolver el problema de localización y operación de Nano-Stores se empleó el lenguaje de modelación AMPL, estructurando el experimento en tres archivos

principales—1Nano-Storess.mod, 2Nano-Storess.dat y 3Nano-Storess.run—de acuerdo con las buenas prácticas de separación entre modelo, datos y flujo de ejecución. A continuación se describe la metodología seguida, redactada en tiempo pasado y con estilo neutral.

### **3.2.4.1 Estructura del Archivo .mod**

El archivo de modelo contuvo la formulación matemática completa y se organizó en cinco bloques lógicos.

- **Conjuntos**

*Se definieron* los conjuntos básicos  $I$ ,  $Z$ ,  $N$ ,  $P$ ,  $D$ ,  $H$ ,  $J$ ,  $C$ ,  $PV$  y  $M$ , que representaron, respectivamente, posibles ubicaciones de Nano-Stores, zonas de mercado, tipos de tienda, tipos de producto, días, horas, centros de distribución, clases de CD, proveedores y modos de entrega.

*Se declararon* subconjuntos inducidos ( $IZ\{z \text{ in } Z\}$ ,  $ZI\{i \text{ in } I\}$ ,  $JC\{c \text{ in } C\}$ , entre otros) para capturar relaciones espaciales y de pertenencia necesarias en las restricciones.

- **Parámetros**

*Se parametrizaron* costos, demandas, capacidades y factores económicos.

Destacaron:

- $dz[p, z, d, h]$ , matriz de demanda desagregada por producto-zona-día-hora.
- $cost_{nano}$ ,  $cost_{ija}$ ,  $cost_{pv}$  y  $cost_{cd}$ , que reflejaron los costos de inversión y operación.
- $alm$  y  $cros$ , que especificaron capacidades de almacenamiento y cross-docking.

- $i_{maxip}$ , calculado como inventario máximo equivalente a tres días de ventas potenciales.

Valores de penalización ( $r_{inv}$ ,  $costf$ ) completaron la dimensión económica.

- **Variables de decisión**

Se *declararon* variables binarias (Y, B, A, CD, NZ, NJ) para las aperturas y asignaciones, y variables continuas para flujos, inventarios y faltantes (PT, E, ESC, DSC, DNC, F, IT, IIT, entre otras).

- **Función objetivo**

Se *modeló* la función maximize utilidad, que maximizó la ganancia neta: sumó ingresos ( $ING[i, n]$ ) y restó costos de apertura, despacho, transporte proveedor-CD, inventario y demanda insatisfecha. Se incluyeron comentarios que documentaron cada término.

- **Restricciones**

Se *implementaron* familias etiquetadas (R1...R10029) que aseguraron asignaciones únicas, balance de flujos, capacidad de inventario, cobertura de demanda y consistencia de decisión. Las restricciones estuvieron indexadas para aprovechar la estructura multi-dimensional de los datos.

### **3.2.4.2 Estructura del Archivo .dat**

El archivo de datos proporcionó la instancia numérica del modelo.

- **Definición de conjuntos**

Se listaron 100 ubicaciones candidatas ( $I := 1 \dots 100$ ), 10 zonas ( $Z := 1 \dots 10$ ), tres categorías de tienda ( $N := PREMIUM, ESTANDAR, BASICO$ ) y

ocho familias de producto. Los días y horas se plasmaron como conjuntos ordenados ( $D := 1 \dots 10, H := 6 \dots 22$ ).

- **Relaciones espaciales**

Los subconjuntos  $IZ[z]$  y  $ZI[i]$  especificaron qué Nano-Storess pertenecían a cada zona y viceversa, favoreciendo la valoración de proximidad logística.

- **Parámetros numéricos**

- Las demandas  $dz[p, z, d, h]$  se cargaron mediante tablas densas de cuatro dimensiones.

- Se suministraron pesos  $w[p]$ , costos unitarios  $cu[p]$ , capacidades  $alm[j]$  y  $cros[j]$ , y costos fijos/variables de cada entidad.

- Se fijaron factores globales ( $r_{inv}, costf$ ) para cuantificar inventario y faltantes.

- **Consistencia**

Todos los parámetros fueron validados para garantizar la coherencia de dominios e índices, permitiendo la lectura directa sin conversiones adicionales.

### ***3.2.4.3 Estructura del Archivo .run***

El archivo de control automatizó la ejecución y el análisis de sensibilidad.

- **Configuración inicial**

Se empleó el comando `reset`; para limpiar el entorno y se ajustaron opciones de salida (precisión, omisión de ceros, presentación de estadísticas). Se cargó la biblioteca `amp1x1.dll` para exportar resultados a hojas de cálculo.

- **Carga de modelo y datos**

Se *importaron* los archivos 1Nano-Storess.mod y 2Nano-Storess.dat.

Posteriormente, se *vació* el subconjunto ZI con un bucle for para realizar pruebas en las que la asignación zona-tienda se generaba endógenamente.

- **Definición de escenarios**

Se *creó* una copia de la matriz de demanda (dz2) y se *iteró* sobre un factor de escala ( $i = 1 \dots 10$ ), multiplicando las demandas por  $0.01 \cdot i$ . Para cada escenario:

- Se *resolvió* el modelo (solve;).
- Se *almacenó* el factor y la utilidad resultante en la matriz datos.

- **Exportación de resultados**

Tras las corridas, se *mostró* la matriz display datos; y se *generó* el archivo NANOS.csv, en el que se reportaron, para cada Nano-Store activa, los ingresos y los componentes de costo más relevantes (despachos, demanda no satisfecha e inventario). La escritura se controló con sentencias print ... >>.

- **Modularidad y repetibilidad**

El script permitió repetir el análisis simplemente cambiando las escalas o sustituyendo el archivo de datos, asegurando reproducibilidad y trazabilidad de los experimentos efectuados.

### 3.2.5 Validación y Sensibilidad del Modelo

En esta etapa se comprobó que el modelo propuesto para la optimización de la cadena de suministro de Nano-Stores fuese funcional, confiable y representativo de la

realidad operativa. El proceso se dividió en dos componentes principales: la validación estructural y funcional del modelo, y el análisis de sensibilidad frente a variaciones en los parámetros clave.

### **Validación del Modelo**

La validación se llevó a cabo en dos niveles: teórico y computacional. En el plano teórico, se revisaron detalladamente los supuestos, conjuntos, parámetros y restricciones del modelo, con el objetivo de verificar su coherencia lógica y su alineación con la literatura especializada en logística y gestión de cadenas de suministro de última milla. Esta revisión incluyó la evaluación de las funciones de los Nano-Stores, los centros de distribución, las reglas de asignación de productos y las características de la demanda. Las decisiones de modelado fueron validadas en conjunto con el director de tesis para garantizar su pertinencia en el contexto de estudio.

A nivel computacional, la validación se realizó mediante la implementación progresiva del modelo en el entorno AMPL. Se diseñaron estructuras de prueba simplificadas —con un número reducido de Nano-Stores, zonas geográficas y periodos de tiempo— para facilitar la depuración y verificación de resultados. En cada iteración, se ejecutaron simulaciones con datos controlados, lo que permitió verificar que los parámetros y restricciones funcionaran conforme a lo esperado. Esta metodología iterativa consistió en probar, verificar, calibrar y depurar sistemáticamente el código, ajustando tanto la formulación matemática como su representación en AMPL.

### **Análisis de Sensibilidad**

Una vez validado el modelo, se procedió al análisis de sensibilidad para evaluar la robustez de las soluciones frente a cambios en los parámetros principales. Se estudiaron variaciones en los costos de transporte, niveles de demanda por producto en

los Nano-Stores y preferencias de los clientes, estas últimas obtenidas a partir de encuestas aplicadas en campo.

El análisis consistió en modificar sistemáticamente los valores de estos parámetros y ejecutar el modelo en AMPL en cada caso, registrando cómo se alteraban las decisiones logísticas, como la selección de rutas, el abastecimiento y el costo total del sistema. Por ejemplo, se analizaron escenarios con aumentos y reducciones en los costos de transporte, así como simulaciones con cambios en los patrones de consumo de los clientes o con distribución desigual de la demanda.

### **3.2.6 Aspectos Éticos**

La investigación se llevó a cabo respetando principios éticos para proteger a los participantes y garantizar la integridad del estudio. A continuación, se describen las medidas tomadas durante el desarrollo del proyecto.

Antes de recolectar datos con el cuestionario aplicado a los Nano-Stores, se explicó a los participantes el propósito del estudio y cómo se usarían sus respuestas. Se les pidió su consentimiento por escrito, asegurándoles que podían participar de manera voluntaria y sin riesgos. Nadie fue obligado a responder, y se respetó su decisión en todo momento.

Para proteger la privacidad, las respuestas del cuestionario se manejaron de forma confidencial. No se recopilaron datos personales, como nombres o direcciones, y cada Nano-Store o proveedores se identificó con un código numérico. Los resultados se presentaron de manera agregada, sin posibilidad de identificar a los participantes individuales.

Los datos obtenidos se utilizaron únicamente para construir y probar el modelo de optimización, sin compartíroslos con personas u organizaciones ajenas al estudio. Toda la información se almacenó en un sistema seguro para evitar accesos no autorizados.

Además, el modelo se diseñó de manera imparcial, asegurando que las decisiones sobre qué Nano-Stores operar se basaran en datos objetivos, como costos y preferencias de los clientes, sin favorecer injustamente a ninguna zona, tipo de tienda o proveedor. El proyecto cumplió con las normas éticas de la institución académica y las leyes locales aplicables.

Estas medidas aseguraron que la investigación se realizara de manera responsable, respetando los derechos de los participantes y manteniendo la calidad científica del trabajo.

## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS**

#### **4.1. Parámetro de Intención de Compra (IC) desde la Percepción del Cliente**

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir del modelo de percepción desarrollado para las Nano-Stores, el cual tiene como objetivo analizar las principales variables que influyen en la intención de compra de los consumidores. El modelo estructural se construyó a partir de un instrumento de medición diseñado específicamente para este estudio, que abarcó diferentes constructos como arquitectura, mercancía, precios, servicio e imagen. Estos resultados permiten una comprensión más profunda de cómo las percepciones de los consumidores afectan su comportamiento de compra y, a su vez, contribuyen a optimizar la cadena de suministro de las Nano-Stores.

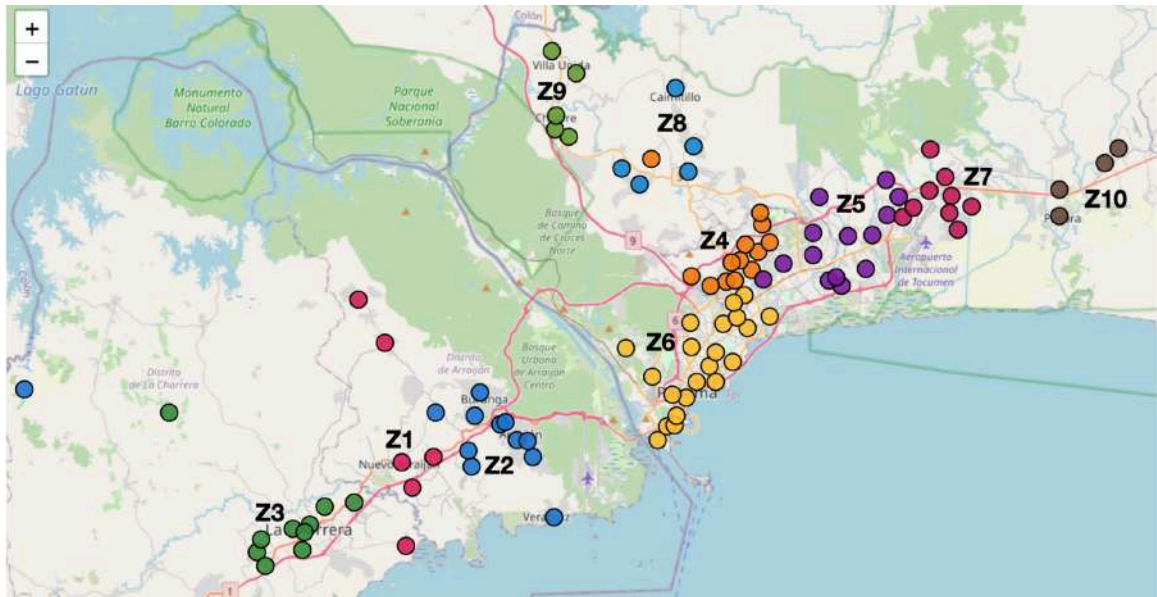
##### **4.1.1. Distribución Geográfica de Nano-Stores por Zonas**

Los resultados iniciales de la encuesta incluyen un mapa geográfico de las Nano-Stores, con sus coordenadas por zona. Este mapa constituye uno de los parámetros fundamentales del modelo teórico-matemático, cuyo objetivo es optimizar la cadena de suministro. Además, permite analizar la distribución espacial de las tiendas y su agrupación por zonas específicas, facilitando la identificación de patrones clave relacionados con la ubicación y la cobertura territorial, lo que resulta esencial para determinar las mejores estrategias de distribución y abastecimiento en cada zona.

La Figura 5 presenta el mapa que ilustra la distribución estratégica de las Nano-Stores en las diez zonas geográficas definidas para el estudio. Las tiendas están representadas mediante chinchetas geoespaciales, que indican sus ubicaciones preliminares. Cada zona se distingue por un color específico que facilita su identificación y análisis visual. Las coordenadas exactas de las tiendas pueden consultarse en la Tabla E2 del Anexo E.

**Figura 8**

*Distribución estratégica preliminar de Nano-Stores en diez zonas geográficas*



*Nota.* Elaboración propia.

La Tabla 9 muestra la cantidad de Nano-Stores por zona. Los detalles de la distribución de tiendas y de las encuestas aplicadas, tanto a nivel de corregimiento como de zona geográfica, se presentan en las Tablas B1 y B2, respectivamente, del Anexo B.

**Tabla 9**

*Número de identificación de Nano-Stores por zona geográfica*

Zona	Número de Identificación de Nano-Store
1	['NS 20', 'NS 21', 'NS 25', 'NS 26', 'NS 27', 'NS 29']
2	['NS 1', 'NS 2', 'NS 3', 'NS 4', 'NS 10', 'NS 11', 'NS 12', 'NS 13', 'NS 14', 'NS 22', 'NS 23', 'NS 28']
3	['NS 5', 'NS 6', 'NS 7', 'NS 8', 'NS 9', 'NS 15', 'NS 16', 'NS 17', 'NS 18', 'NS 19', 'NS 24']
4	['NS 30', 'NS 31', 'NS 32', 'NS 33', 'NS 37', 'NS 38', 'NS 39', 'NS 40', 'NS 41', 'NS 42', 'NS 43', 'NS 44', 'NS 77']

Zona	Número de Identificación de Nano-Store
5	['NS 51', 'NS 54', 'NS 55', 'NS 56', 'NS 57', 'NS 63', 'NS 64', 'NS 87', 'NS 88', 'NS 91', 'NS 92', 'NS 93', 'NS 96', 'NS 97']
6	['NS 34', 'NS 35', 'NS 36', 'NS 45', 'NS 46', 'NS 47', 'NS 48', 'NS 49', 'NS 50', 'NS 52', 'NS 53', 'NS 58', 'NS 59', 'NS 60', 'NS 61', 'NS 62', 'NS 65', 'NS 66', 'NS 67', 'NS 68', 'NS 69']
7	['NS 81', 'NS 82', 'NS 83', 'NS 84', 'NS 85', 'NS 86', 'NS 98', 'NS 99', 'NS 100']
8	['NS 70', 'NS 71', 'NS 78', 'NS 79', 'NS 80']
9	['NS 72', 'NS 73', 'NS 74', 'NS 75', 'NS 76']
10	['NS 89', 'NS 90', 'NS 94', 'NS 95']

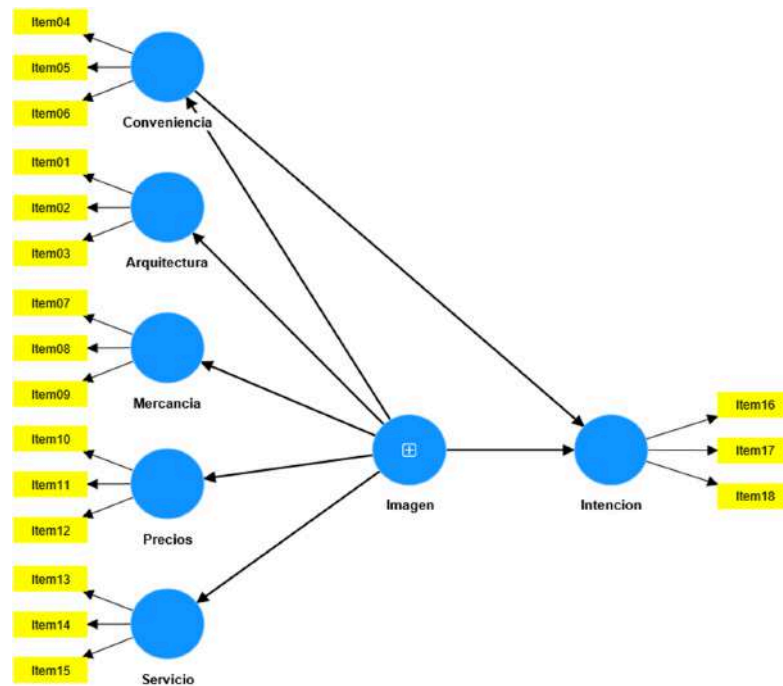
*Nota.* Elaboración propia.

#### **4.1.2. Resultados del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM)**

Los resultados presentados a continuación provienen del modelo estructural construido a partir del instrumento de medición diseñado específicamente para este estudio. La representación inicial del modelo estructural fue elaborada utilizando el software Smart-PLS, con el objetivo de evaluar tanto la validez del instrumento de medición (constructos y sus indicadores) como las relaciones causales entre los constructos dentro de un marco de ecuaciones estructurales. La Figura 6 presenta este modelo inicial, que incluye los constructos teóricos y las relaciones hipotéticas propuestas.

**Figura 9**

*Representación inicial del Modelo estructural*



*Nota.* Elaboración propia.

Los resultados de la evaluación inicial del modelo estructural revelaron problemas en la consistencia interna y la validez discriminante de algunos constructos. En particular, la variable "Conveniencia" mostró un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.575, lo que indica una baja fiabilidad. La Tabla 10 presenta en detalle los resultados de consistencia interna y fiabilidad obtenidos en esta fase inicial.

**Tabla 10**

*Evaluación de consistencia interna y fiabilidad*

Variables	Alfa de Cronbach	Fiabilidad compuesta (rho_a)	Fiabilidad compuesta (rho_c)	Varianza media extraída (AVE)
Arquitectura	0,888	0,889	0,931	0,818
Conveniencia	<b>0,575 *</b>	0,602	0,777	0,540

Variables	Alfa de Cronbach	Fiabilidad compuesta (rho_a)	Fiabilidad compuesta (rho_c)	Varianza media extraída (AVE)
Imagen	0,913	0,917	0,925	0,456
Intención	0,811	0,825	0,887	0,724
Mercancía	0,795	0,795	0,880	0,710
Precios	0,833	0,837	0,900	0,749
Servicio	0,659	0,670	0,816	0,599

*Nota.* Elaboración propia. (\*Posible falta de fiabilidad en la variable Conveniencia.)

El análisis de validez discriminante, evaluado mediante la matriz HTMT, reveló que algunos valores superaban el umbral aceptable de 0.9, lo que indica una falta de diferenciación adecuada entre ciertos constructos. Estos resultados se presentan en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Matriz Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)*

Variables	Arquitectura	Conveniencia	Intención	Mercancía	Precios	Servicio
Arquitectura						
Conveniencia	<b>0,912*</b>					
Intención	0,681	0,949*				
Mercancía	0,750	1,007*	0,908*			
Precios	0,557	0,754	0,731	0,630		
Servicio	0,758	1,016*	0,918*	0,886	0,686	

*Nota.* Elaboración propia. (\*Los valores destacados reflejan problemas de validez discriminante entre constructos).

Adicionalmente, el análisis de bootstrapping identificó intervalos de confianza problemáticos en las relaciones entre algunos constructos, como "Conveniencia", "Intención" y "Mercancía". Estos resultados se presentan en la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Intervalos de confianza del ratio HTML*

<b>Variables</b>	<b>Muestra original (O)</b>	<b>Media muestral (M)</b>	<b>2.5%</b>	<b>97.5%</b>
Conveniencia <-> Arquitectura	0,912	0,913	0,853	0,974
Intención <-> Arquitectura	0,681	0,682	0,622	0,737
<b>Intención &lt;-&gt; Conveniencia *</b>	0,949	0,950	0,886	<b>1,015</b>
Mercancía <-> Arquitectura	0,750	0,750	0,696	0,800
<b>Mercancía &lt;-&gt; Conveniencia *</b>	1,007	1,007	0,946	<b>1,070</b>
Mercancía <-> Intención	0,908	0,908	0,862	0,953
Precios <-> Arquitectura	0,557	0,557	0,482	0,627
Precios <-> Conveniencia	0,754	0,755	0,670	0,840
Precios <-> Intención	0,731	0,732	0,669	0,791
Precios <-> Mercancía	0,630	0,631	0,564	0,697
Servicio <-> Arquitectura	0,758	0,759	0,694	0,824
<b>Servicio &lt;-&gt; Conveniencia *</b>	1,016	1,017	0,935	<b>1,102</b>
Servicio <-> Intención	0,918	0,919	0,863	0,976
Servicio <-> Mercancía	0,886	0,887	0,822	0,950
Servicio <-> Precios	0,686	0,687	0,606	0,764

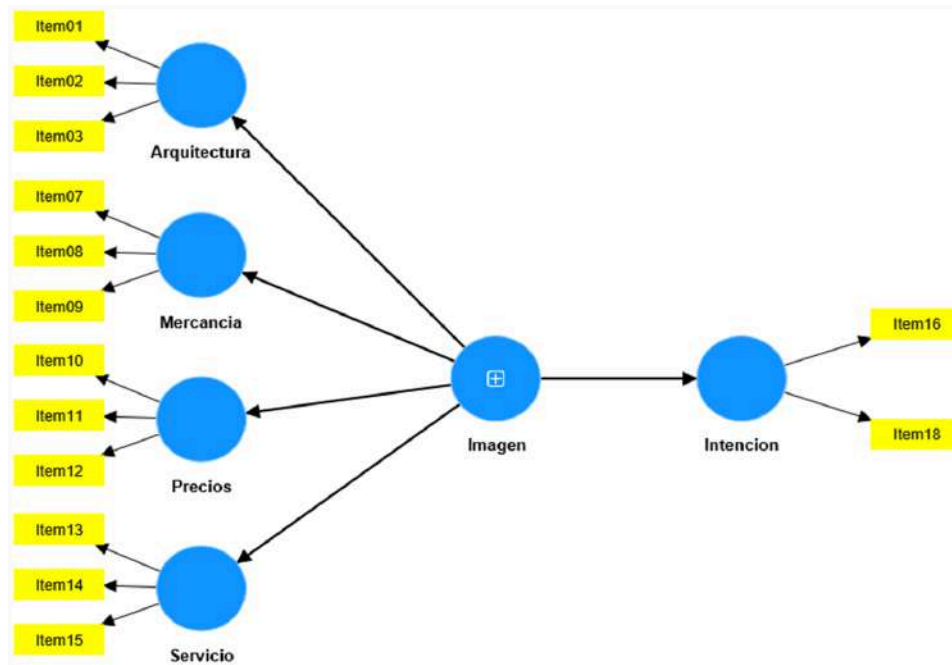
*Nota.* Elaboración propia. (\*El HTMT es significativo cuando el límite superior del intervalo de confianza es menor a 1).

***Ajustes del Modelo Estructural***

Tras identificar las limitaciones del modelo estructural inicial, se realizaron ajustes para mejorar su fiabilidad y validez. Estas modificaciones incluyeron la eliminación del constructo "Conveniencia" y del ítem 17 asociado al constructo "Intención", lo que permitió optimizar la estructura del modelo. La Figura 7 presenta la representación del modelo estructural ajustado.

**Figura 10**

*Representación del modelo estructural ajustado*



*Nota.* Elaboración propia.

El modelo ajustado fue reevaluado, confirmándose que todos los constructos alcanzaron niveles aceptables de consistencia interna y validez convergente. Los resultados de esta evaluación se resumen en la Tabla 13, donde se observa que los valores de Alfa de Cronbach y fiabilidad compuesta superan el umbral mínimo recomendado de 0.7.

**Tabla 13***Evaluación de consistencia interna y fiabilidad después de ajustes*

<b>Variables</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>Fiabilidad compuesta (rho_a)</b>	<b>Fiabilidad compuesta (rho_c)</b>	<b>Varianza media extraída (AVE)</b>
Arquitectura	0,888	0,889	0,931	0,818
Imagen	0,901	0,903	0,917	0,481
Intención	0,783	0,785	0,902	0,821
Mercancía	0,795	0,795	0,880	0,710
Precios	0,833	0,837	0,900	0,749
Servicio	0,659	0,669	0,816	0,599

*Nota.* Los valores de Alfa de Cronbach, fiabilidad compuesta (rho\_a) y (rho\_c) se consideran aceptables si se encuentran entre 0.7 y 0.9. El AVE debe superar el 0.5. Elaboración propia.

En cuanto a la validez discriminante, los valores HTMT en el modelo ajustado se mantuvieron por debajo del umbral de 0.9, lo que confirma que los constructos miden conceptos distintos. Los resultados se presentan en la Tabla 14.

**Tabla 14***Validez discriminante (HTMT ratio)*

<b>Variables</b>	<b>Arquitectura</b>	<b>Intención</b>	<b>Mercancía</b>	<b>Precios</b>	<b>Servicio</b>
Arquitectura					
Intención	0,560				
Mercancía	0,750	0,835			
Precios	0,557	0,629	0,630		
Servicio	0,758	0,838	0,886	0,686	

*Nota.* La validez discriminante es aceptable cuando los valores HTMT son inferiores a 0.85.

Finalmente, el análisis de bootstrapping realizado sobre el modelo ajustado mostró que todos los intervalos de confianza se encontraban dentro de los límites aceptables, lo que refuerza la robustez del modelo. Estos resultados se presentan en la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Intervalos de confianza del ratio HTMT después de ajuste*

<b>Variabes</b>	<b>Muestra original (O)</b>	<b>Media muestral (M)</b>	<b>2.5%</b>	<b>97.5%</b>
Intención <-> Arquitectura	0,560	0,561	0,488	0,629
Mercancía <-> Arquitectura	0,750	0,750	0,696	0,800
Mercancía <-> Intención	0,835	0,835	0,775	0,891
Precios <-> Arquitectura	0,557	0,557	0,482	0,627
Precios <-> Intención	0,629	0,629	0,555	0,698
Precios <-> Mercancía	0,630	0,631	0,564	0,697
Servicio <-> Arquitectura	0,758	0,759	0,694	0,824
Servicio <-> Intención	0,838	0,839	0,767	0,907
Servicio <-> Mercancía	0,886	0,887	0,822	0,950
Servicio <-> Precios	0,686	0,687	0,606	0,764

*Nota.* Elaboración propia.

### ***Modelo de Ecuaciones Estructurales Definitivo***

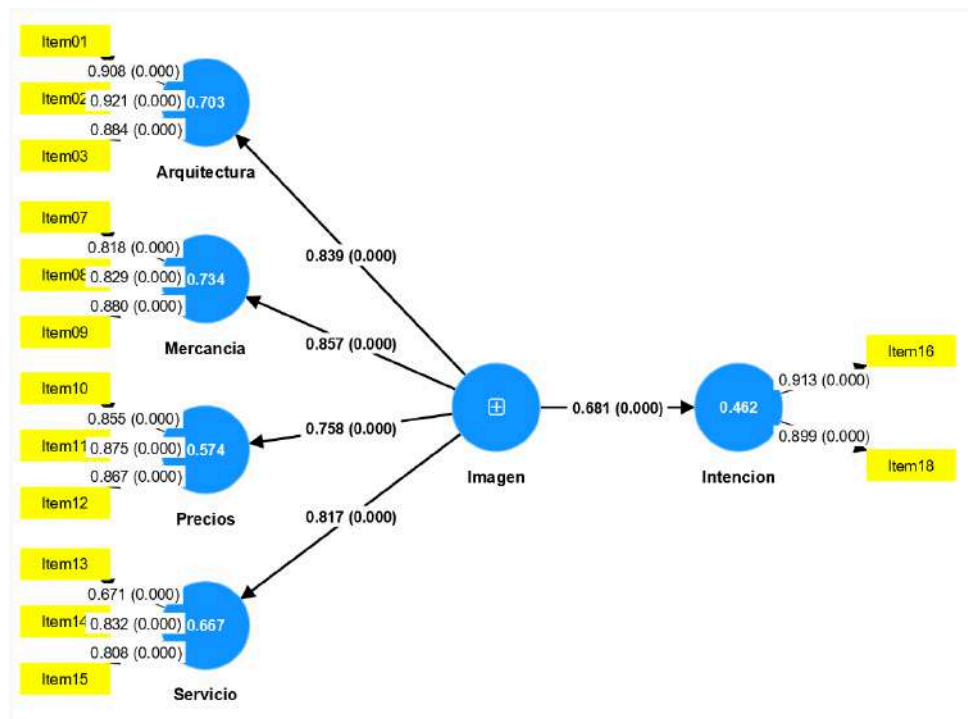
La Figura 8 presenta el modelo estructural ajustado y definitivo, que refleja las modificaciones y mejoras realizadas durante el proceso de modelado para asegurar su validez y fiabilidad. Este modelo estructural ha sido refinado mediante un riguroso proceso de análisis, que incluyó la evaluación de la calidad de ajuste a través de diversas métricas, tales como el índice de ajuste comparativo (CFI), la raíz del error cuadrático medio de aproximación (RMSEA) y el chi-cuadrado ajustado.

El modelo definitivo no solo ha demostrado un buen ajuste general, sino que

también ha proporcionado una visión más clara y coherente de las interacciones entre las variables de estudio. Gracias a la metodología de modelado estructural, se ha logrado identificar los efectos directos e indirectos entre las variables, permitiendo una comprensión más profunda de los factores que influyen en el fenómeno estudiado. Estos resultados son esenciales para validar las hipótesis propuestas y orientar futuras investigaciones en el área, a la vez que ofrecen una base sólida para la toma de decisiones informadas en el contexto aplicado.

**Figura 11**

*Resultados del modelo estructural definitivo*



*Nota.* Elaboración propia.

El modelo ajustado proporcionó una representación confiable de las dinámicas de intención de compra en las Nano-Stores. Los resultados confirmaron que los factores clave, como Arquitectura, Mercancia, Precios, Servicio e Imagen, tienen un impacto

significativo en la Intención de Compra. Con base en estos resultados, el modelo final se aplicará en la siguiente sección para calcular la intención de compra por zona y tipo de Nano-Store, consolidando así las relaciones identificadas y facilitando su implementación práctica en el análisis posterior.

#### **4.1.3. Análisis Multigrupo: Modelos Estructurales para las Zonas de Estudio**

Tras la validación del modelo estructural general, se efectuó un análisis multigrupo para estimar modelos específicos para cada una de las 10 zonas geográficas. La representación gráfica de cada modelo, mediante diagramas de senderos (path diagrams), se detalla en las Figuras B1 a B10 del Anexo B. Los resultados cuantitativos, que incluyen las cargas factoriales, los coeficientes de sendero (path coefficients) y los principales índices de ajuste, se consolidan en la Tabla 16. Dicha tabla detalla las relaciones estructurales que explican la intención de compra (IC) en cada zona, modelando cómo las percepciones sobre la arquitectura, la mercancía, el precio y el servicio impactan en la imagen global y, subsecuentemente, en la variable dependiente. Es fundamental destacar que todos los modelos específicos por zona alcanzaron un ajuste satisfactorio a los datos, lo que confirma su validez estructural y representatividad para cada segmento analizado.

**Tabla 16**

*Resumen de las ecuaciones de regresión de IC por zona geográfica*

<b>Zona</b>	<b>Ecuación de Regresión por Zona Geográfica</b>
1	Intención de compra = 0.606 (0.875 * arquitectura + 0.878 * mercancía + 0.751 * precio + 0.837 * servicio) + $\epsilon$
2	Intención de compra = 0.665 (0.852 * arquitectura + 0.895 * mercancía + 0.850 * precio + 0.788 * servicio) + $\epsilon$

Zona	Ecuación de Regresión por Zona Geográfica
3	Intención de compra = 0.687 (0.851 * arquitectura + 0.860 * mercancía + 0.772 * precio + 0.727 * servicio) + $\epsilon$
4	Intención de compra = 0.624 (0.750 * arquitectura + 0.703 * mercancía + 0.736 * precio + 0.791 * servicio) + $\epsilon$
5	Intención de compra = 0.683 (0.839 * arquitectura + 0.887 * mercancía + 0.678 * precio + 0.771 * servicio) + $\epsilon$
6	Intención de compra = 0.634 (0.841 * arquitectura + 0.814 * mercancía + 0.760 * precio + 0.834 * servicio) + $\epsilon$
7	Intención de compra = 0.749 (0.876 * arquitectura + 0.898 * mercancía + 0.804 * precio + 0.879 * servicio) + $\epsilon$
8	Intención de compra = 0.566 (0.784 * arquitectura + 0.767 * mercancía + 0.752 * precio + 0.804 * servicio) + $\epsilon$
9	Intención de compra = 0.792 (0.877 * arquitectura + 0.891 * mercancía + 0.880 * precio + 0.904 * servicio) + $\epsilon$
10	Intención de compra = 0.879 (0.847 * arquitectura + 0.893 * mercancía + 0.793 * precio + 0.866 * servicio) + $\epsilon$

*Nota.* El término de error ( $\epsilon$ ) indica la variación en la intención de compra que no es explicada por el modelo. Elaboración propia.

#### 4.1.4. Resultados de la Intención de Compra (IC)

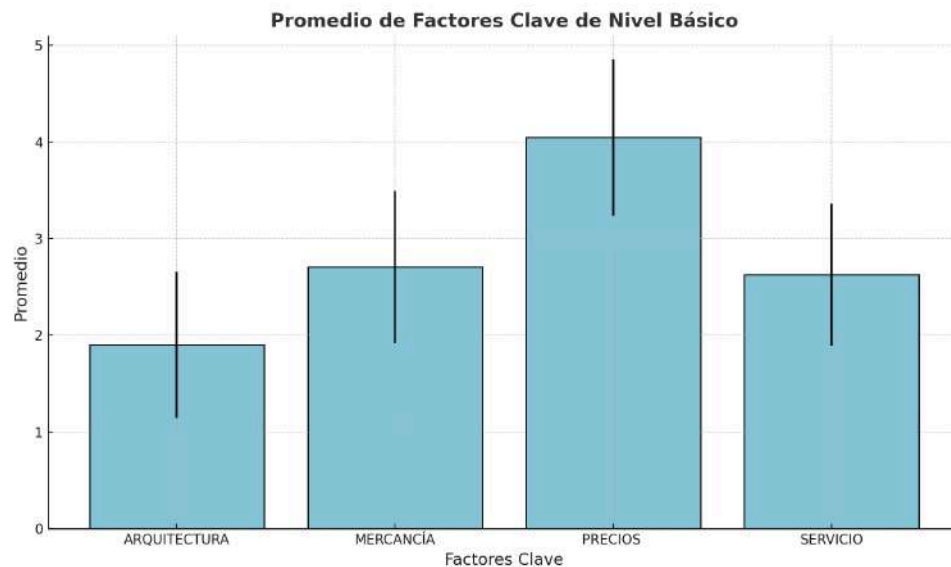
Se realizó una segmentación de los Nano-Stores basada en las percepciones de los clientes sobre arquitectura, mercancía, precio y servicio (ver distribuciones iniciales en Figura C1, Anexo C). El número óptimo de segmentos se estableció en tres, una decisión respaldada tanto por el Método del Codo como por el análisis de Silueta, que confirmó la calidad del agrupamiento (Figura C2). El perfil de cada uno de estos tres clústeres fue caracterizado mediante diagramas de caja que comparan sus puntuaciones en los factores clave (Figura C3). Este análisis permitió definir tres categorías de Nano-Stores con rasgos distintivos y estadísticamente diferenciados.

- **Nano-Stores Básicos:** Corresponden al *Cluster 0*, caracterizado por las percepciones más bajas en todas las variables. Presentan una calidad percibida limitada y menor capacidad para atraer y retener clientes.
- **Nano-Stores Estándar:** Corresponden al *Cluster 2*, con percepciones moderadas en la mayoría de las variables. Ofrecen una experiencia de compra promedio, sin destacar en aspectos específicos, pero sin generar percepciones negativas.
- **Nano-Stores Premium:** Corresponden al *Cluster 1*, que obtuvo percepciones positivas en todos los factores clave (arquitectura, mercancía, nivel de precios, servicio al cliente e intención de compra). Se distinguen por su alta calidad percibida y su capacidad para atraer clientes dispuestos a pagar precios más altos.

A partir de estas tres categorías, se calcularon los valores promedio de los factores clave para cada tipo de tienda. Los resultados se presentan en las Figuras 12, 13 y 14, que sintetizan las diferencias más relevantes entre los factores clave y sus respectivas categorías.

**Figura 12**

*Nano-Stores Básicos: puntuaciones promedio y variabilidad de percepción*



Nota. Elaboración propia.

**Caracterización general de las Nano-Stores Básicas por factor clave:**

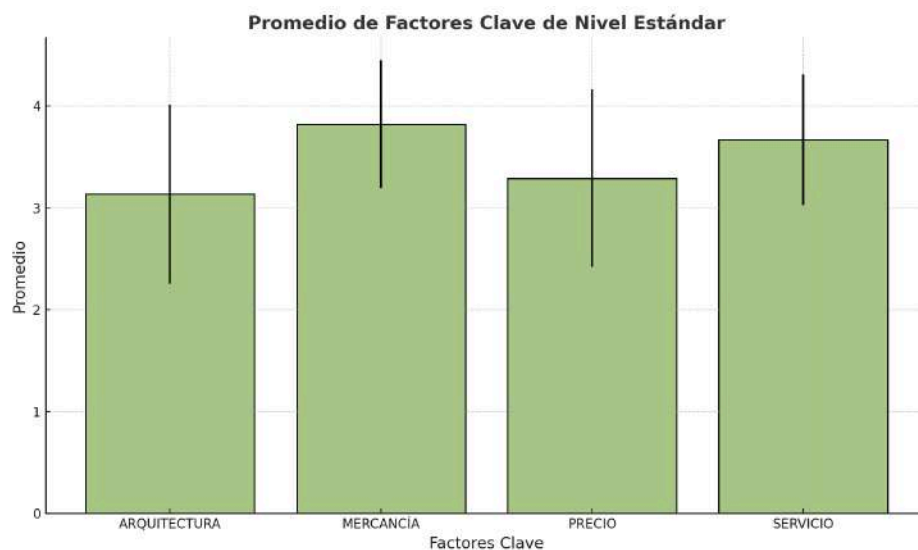
- **Arquitectura:** Con un promedio de 1.901, se refleja una percepción de imagen visual deficiente y diseño básico, lo que impacta negativamente la experiencia inicial de los clientes. Las opiniones son altamente consistentes, como lo indica una desviación estándar de 0.757.
- **Mercancía:** Un promedio de 2.708 sugiere que los clientes perciben la mercancía como de variedad limitada y calidad moderada, lo que podría no satisfacer plenamente sus necesidades. La desviación estándar de 0.787 muestra que las opiniones son relativamente homogéneas en este aspecto.
- **Nivel de Precios:** Con un promedio de 4.047, los precios son percibidos como altos y poco competitivos, posicionándose como el factor más crítico de insatisfacción entre los clientes. La desviación estándar de 0.810 indica una

mayor variabilidad en las percepciones, posiblemente influenciada por factores como la ubicación geográfica o el perfil del cliente.

- **Servicio al Cliente:** El promedio de 2.626 refleja que los clientes consideran el servicio al cliente como moderado, sin destacar significativamente, pero tampoco siendo un problema crítico. Las opiniones son consistentes, respaldadas por la desviación estándar más baja, de 0.736.

**Figura 13**

*Nano-Stores Estándar: puntuaciones promedio y variabilidad de percepción*



Nota. Elaboración propia.

### **Evaluación de las Nano-Stores Estándar: Puntuaciones promedio y variabilidad de percepción**

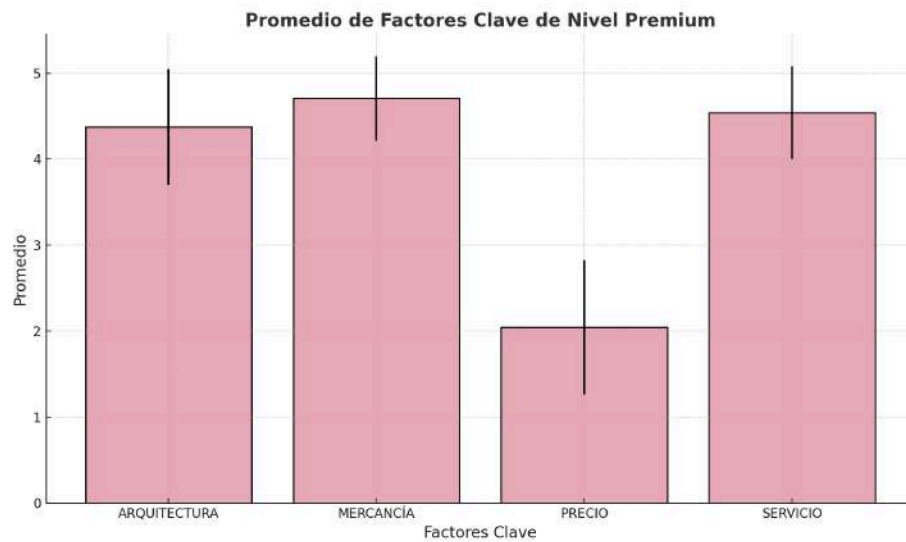
- **Arquitectura:** Con un promedio de 3.137, refleja una percepción de imagen visual y diseño aceptable, pero con margen de mejora. Esto sugiere que, aunque no es percibido como un problema crítico, el diseño podría mejorarse para generar una experiencia más atractiva para los clientes. La desviación estándar

de 0.881 indica una variabilidad considerable en las opiniones, lo que sugiere que las percepciones pueden depender del contexto o las expectativas de los clientes.

- **Mercancía:** Con un promedio de 3.824, la mercancía es percibida como de buena calidad y variedad, posicionándose como el factor más destacado entre las categorías evaluadas. La desviación estándar de 0.627 refleja que las opiniones son relativamente consistentes, indicando una experiencia homogénea en términos de oferta de productos.
- **Nivel de Precios:** Con un promedio de 3.292, los precios son considerados moderados, aunque percibidos como altos por algunos clientes. Esto podría reflejar que, aunque los precios no son excesivamente negativos, existe un segmento de clientes que los percibe como poco competitivos. La desviación estándar de 0.871 muestra una variabilidad significativa en las opiniones, lo que puede estar influenciado por diferencias geográficas o socioeconómicas.
- **Nivel de Servicio:** Con un promedio de 3.669, el nivel de servicio es percibido como satisfactorio, pero no sobresaliente. Esto indica que los clientes consideran la atención adecuada, pero no memorable. La desviación estándar de 0.643 indica una percepción relativamente uniforme, lo que sugiere que la experiencia de servicio es consistente entre las diferentes tiendas evaluadas.

**Figura 14**

*Nano-Stores Premium: puntuaciones promedio y variabilidad de percepción.*



*Nota.* Elaboración propia.

### **Evaluación de las Nano-Stores Premium: Puntuaciones promedio y variabilidad de percepción**

- **Arquitectura:** Con un promedio de 4.373, la arquitectura es percibida como de excelente calidad visual y diseño sobresaliente, lo que genera una experiencia inicial altamente positiva para los clientes. La desviación estándar de 0.675 indica opiniones bastante consistentes, reflejando un consenso amplio sobre la alta valoración de este aspecto.
- **Mercancía:** Con un promedio de 4.706, la mercancía es valorada como de muy alta calidad y gran variedad, posicionándose como el factor más destacado en la experiencia de las tiendas premium. La desviación estándar de 0.488 es la más baja, lo que demuestra una percepción extremadamente uniforme entre los clientes.

- **Nivel de Precios:** Con un promedio de 2.045, los precios son percibidos como altos y poco accesibles, representando el principal punto de insatisfacción para los clientes. La desviación estándar de 0.783 indica una variabilidad significativa en las opiniones, probablemente influenciada por las expectativas de valor percibido y los diferentes perfiles de los clientes.
- **Nivel de Servicio:** Con un promedio de 4.542, el servicio al cliente es percibido como excelente y altamente satisfactorio, destacándose como uno de los puntos fuertes de las tiendas premium. La desviación estándar de 0.538 refuerza la consistencia en las opiniones sobre la calidad de la atención recibida.

La **Tabla 17** detalla la caracterización cuantitativa de los tres clústeres de Nano-Stores identificados: Básico, Estándar y Premium. Para cada segmento, la tabla presenta el promedio ( $\bar{x}$ ) del Índice de Intención de Compra (IIC) y su desviación estándar ( $\sigma$ ) en los cuatro factores clave: arquitectura, mercancía, nivel de precios y servicio. La definición de estos perfiles distintivos es un paso fundamental que permite, posteriormente, estimar la Intención de Compra (IC) de manera diferenciada por tipo de Nano-Store y zona geográfica

**Tabla 17**

*Medias (IIC) y Desviaciones Estándar de los Factores de Percepción por Clúster*

Factor Clave	Tipo de Nano-Store					
	Básico		Estándar		Premium	
	$\bar{x}$ (IIC)	$\sigma$	$\bar{x}$ (IIC)	$\sigma$	$\bar{x}$ (IIC)	$\sigma$
Arquitectura	1.901	0.757	3.137	0.881	4.373	0.675
Mercancía	2.708	0.787	3.824	0.627	4.706	0.488
Nivel de Precios	4.047	0.810	3.292	0.871	2.045	0.783
Nivel de Servicio	2.626	0.736	3.669	0.643	4.542	0.538

*Nota.* Elaboración propia.

#### 4.1.5. Resultados de la Intención de Compra (IC) por Zona

Utilizando los perfiles de IIC definidos en la sección anterior como insumo, se estimaron las puntuaciones de Intención de Compra (IC) para cada combinación de tipo de Nano-Store (N) y zona geográfica (Z). El resultado se obtiene al introducir los valores promedio del IIC de cada factor en las ecuaciones de regresión estructural correspondientes.

La Tabla 18 consolida estas estimaciones finales, presentando de manera resumida los valores de IC para los formatos Básico, Estándar y Premium en cada una de las zonas analizadas. Esta matriz de resultados permite una comparación directa del potencial de mercado para cada segmento de tienda en distintas ubicaciones geográficas.

**Tabla 18**

*Intención de compra (IC) según zona geográfica y tipo de Nano-Store*

Zona Geográfica	Intención de Compra (IC) por Tipo de Nano-Store		
	Básico	Estándar	Premium
1	1.8	1.9	1.9
2	2.7	2.6	2.5
3	2.4	2.4	2.4
4	1.3	1.3	1.3
5	2.2	2.3	2.4
6	1.9	2.0	2.0
7	3.7	3.7	3.7
8	1.0	1.0	1.0
9	4.5	4.4	4.4
10	5.0	5.0	5.0

*Nota.* Elaboración propia.

Para una consulta pormenorizada, el Anexo D (Tablas D1-D3) documenta el desglose computacional, mostrando cómo se introducen los valores IIC en las ecuaciones de regresión para obtener la estimación final de la Intención de Compra en cada zona.

## **4.2. Resultados del Modelo de Optimización Logística**

Con el objetivo de analizar el desempeño de la cadena de suministro bajo diferentes enfoques de decisión, se desarrollaron tres corridas de optimización en AMPL. Cada escenario se definió de manera independiente, priorizando un criterio específico. La primera corrida se centró en maximizar la utilidad y, de forma complementaria, minimizar los costos operativos, lo que permitió evaluar el desempeño económico de la red y la rentabilidad de las Nano-Stores. La segunda corrida se orientó a la perspectiva del cliente, considerando como objetivo principal la maximización de la intención de compra (IC), sin incluir en esta ocasión los criterios económicos. Finalmente, la tercera corrida integró ambos enfoques mediante un modelo multiobjetivo, en el que se buscó simultáneamente maximizar la utilidad, incrementar la intención de compra y minimizar los costos, con el fin de explorar soluciones de equilibrio entre rentabilidad y satisfacción del cliente.

En las secciones siguientes se presentan los resultados obtenidos en cada corrida, acompañados de las representaciones gráficas y los hallazgos principales que permiten comparar el comportamiento del sistema en cada escenario.

### **4.2.1. Corrida 1 — Optimización económica (Utilidad)**

La primera corrida de optimización se centró en maximizar la utilidad y, de forma complementaria, minimizar los costos operativos. El modelo tuvo como objetivo

maximizar la utilidad neta a través de la minimización de costos operativos (transporte, almacenamiento, penalizaciones por demanda no satisfecha), la optimización de la distribución y el aseguramiento de un alto nivel de cumplimiento de la demanda.

#### 4.2.1.1. Visualización geoespacial de Nano-Stores y centros

De un total de 100 Nano-Stores candidatas, el modelo seleccionó 10 Nano-Stores, distribuidas en 10 zonas geográficas distintas. La distribución geográfica optimizada implementó una estrategia de dos centros tipo cross-docking, como se visualiza en la Figura 15. El modelo seleccionó la configuración "Básico" para todas las Nano-Stores.

**Figura 15**

Corrida 1 — *Mapa geoespacial de centros y Nano-Stores (utilidad / costos)*



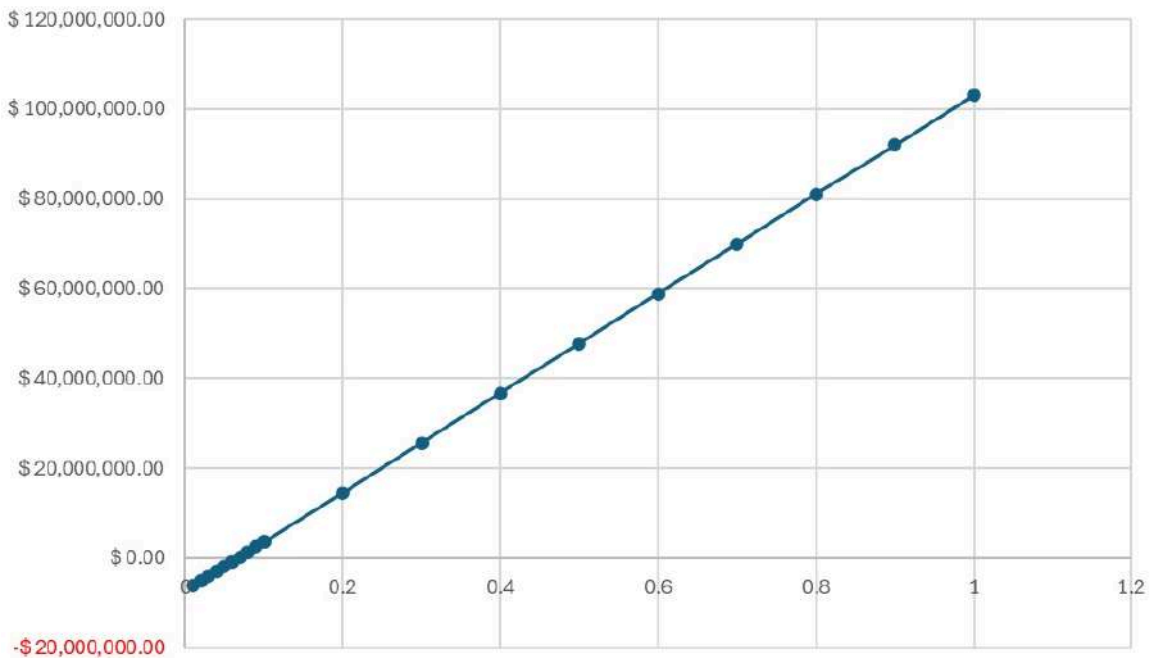
*Nota.* Centro Wp: Abastece las NS (11, 14, 17, 32, 48); Centro Cr: Abastece las NS (86, 91, 95, 96, 97)

#### 4.2.1.2. Identificación del umbral crítico de demanda por zona

Mediante el análisis de sensibilidad del modelo de optimización en AMPL, se identificó un umbral crítico de participación de mercado de 7% de la demanda local para alcanzar rentabilidad positiva en las Nano-Stores, como se observa en la Figura 16.

**Figura 16**

*Punto de inflexión de rentabilidad según demanda en Nano-Stores*



La identificación de este umbral se basó en el análisis del punto de equilibrio donde los ingresos por ventas igualan los costos operativos totales, considerando:

- Costos fijos de apertura
- Costos variables de cross-docking
- Costos de mantenimiento de inventario

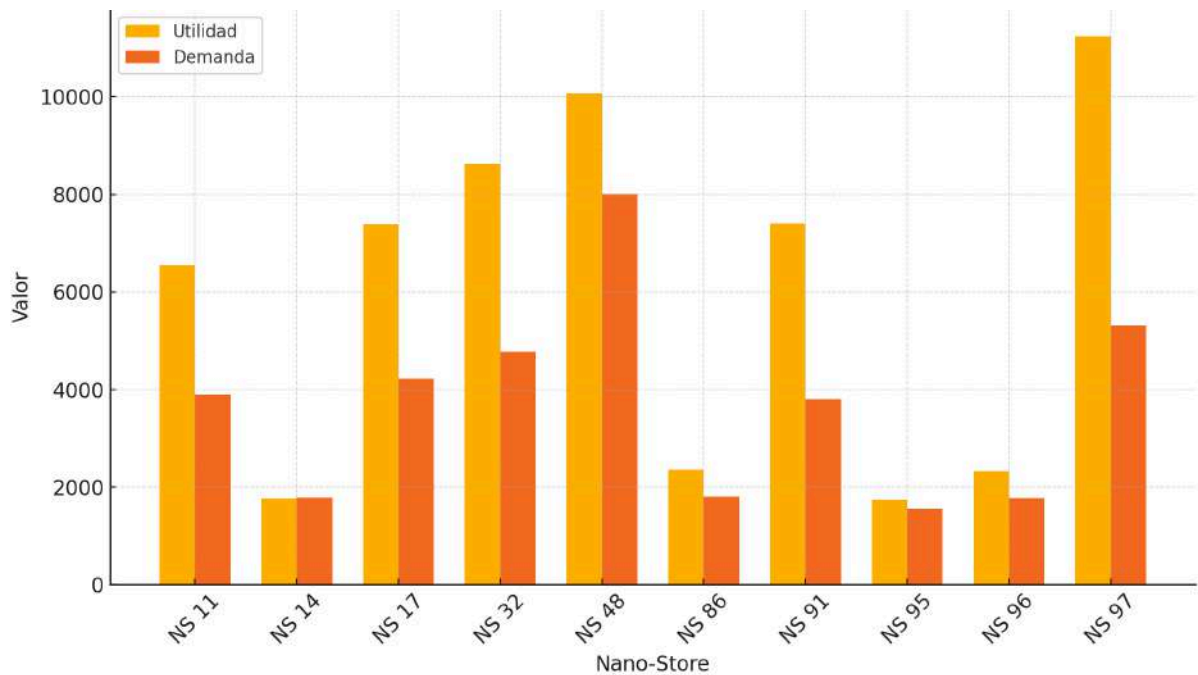
Las diez Nano-Stores seleccionadas superan este umbral crítico del 7%.

### 4.2.1.3. Desempeño de las Nano-Stores

El análisis comparativo de utilidad y demanda mostró una fuerte correlación entre alta demanda y rentabilidad, como se presenta en la Figura 17.

**Figura 17**

*Utilidad vs. demanda por Nano-Store*



*Nota.* Mejor desempeño: NS 97 y NS 48; Menor desempeño: NS 14 y NS 95

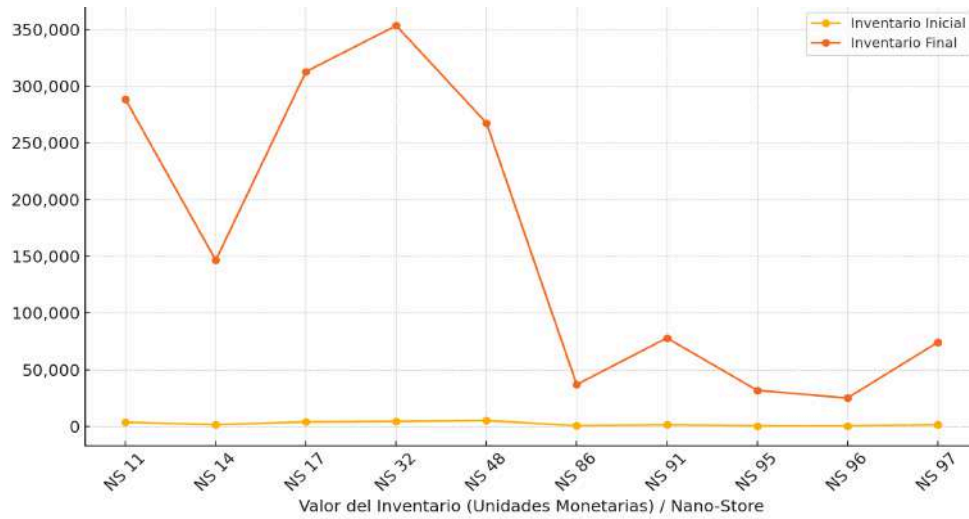
Los costos de entrada por cross-docking presentaron variación entre las tiendas:

- Rango: Entre \$0.00 (NS 48) y \$1,817.12 (NS 97)
- Demanda no satisfecha: \$202.55 (NS 48) y \$9.54 (NS 97)

Se observó acumulación de inventario final considerablemente mayor al inventario inicial, como se muestra en la Figura 18.

**Figura 18**

*Inventario inicial vs. inventario final por Nano-Store*



*Nota.* NS 32: Inventario final de \$353,399.00, 76 veces superior al inventario inicial.

#### **4.2.1.4. Resultados de la optimización**

Los resultados financieros consolidados fueron:

- Utilidad total: \$59,464.66
- Ingreso total: \$88,719.80
- Costo de apertura total: \$22,000 para las diez tiendas
- Demanda total: 36,931.50 unidades
- Faltantes totales: \$2,827.87 (7.66% de la demanda total)

**Tabla 19**

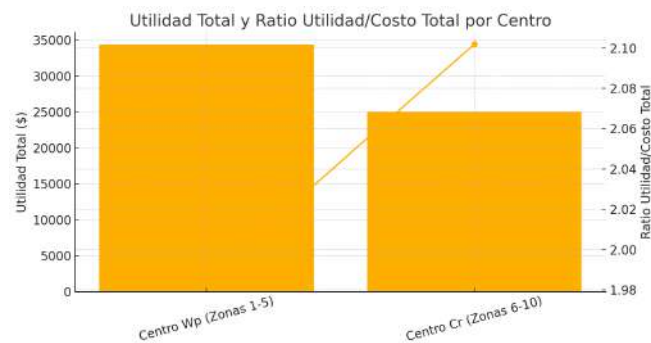
*Análisis comparativo por centro de distribución*

Centro	Nano-Stores	Ingreso Total	Utilidad Total	Costo Promedio Cross-docking	Eficiencia
Wp	11, 14, 17, 32, 48	\$51,705.73	\$34,384.72	\$38.90	66.50%
Cr	86, 91, 95, 96, 97	\$37,014.07	\$25,079.94	\$901.20	67.80%

Se observó acum Las tiendas abastecidas por Wp presentan un costo promedio de cross-docking 23 veces menor que las atendidas por Cr. El centro Cr registra una eficiencia del 67.80% frente al 66.50% del centro Wp, como se ilustra en la Figura 19.

**Figura 19**

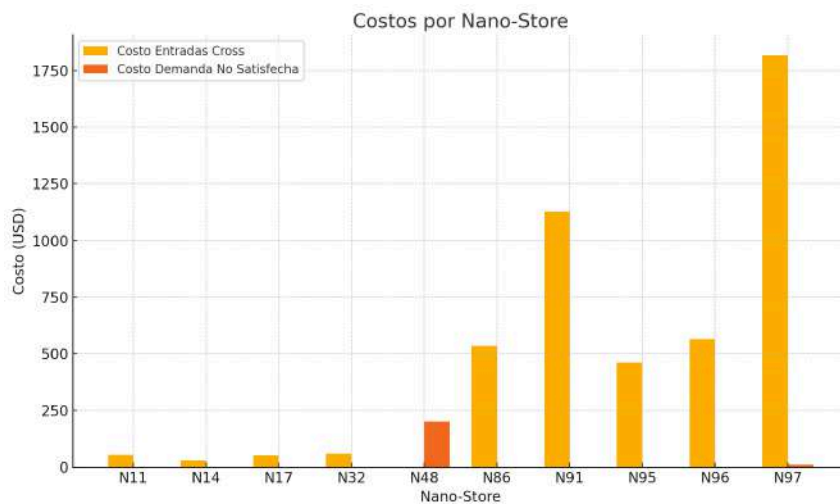
*Análisis de Rentabilidad por Centro de Distribución*



El modelo permitió faltantes únicamente en dos tiendas (48 y 97), con penalizaciones de \$202.55 y \$9.54 respectivamente, según se muestra en la Figura 20.

**Figura 20**

*Costos cross-docking y demanda no satisfecha*



*Nota.* El gráfico utiliza una escala lineal para destacar las disparidades en los costos.

#### **4.2.1.5. Correlaciones críticas**

El análisis estadístico reveló los siguientes patrones:

1. Correlación Demanda-Utilidad: Correlación Pearson de  $r = 0.89$  entre demanda y utilidad. Las NS con mayor demanda (48: 8,003 unidades, 97: 5,310 unidades) generaron las mayores utilidades (\$10,066 y \$11,249 respectivamente).
2. Eficiencia Operativa: NS 97 generó mayor utilidad (\$11,249) con demanda media-alta, mientras NS 48 obtuvo la segunda utilidad (\$10,066) con la mayor demanda.
3. Umbral de Sostenibilidad: Las NS con utilidad inferior a \$2,000 (NS 95: \$1,732 y NS 14: \$1,757) se encuentran próximas al punto de inflexión del 7% de participación.

#### **4.2.1.6. Rendimiento de Nano-Stores**

Las tiendas con mayor desempeño fueron:

- NS 97: Utilidad de \$11,249.84 con los mayores costos de cross-docking
- NS 48: Mayor demanda (8,003.24 unidades) con utilidad de \$10,066, registrando los mayores faltantes (\$2,700.69) y costos de demanda no satisfecha (\$202.55)

Clasificación por Cuartiles de Rentabilidad:

##### **Nivel 1 - Alto Rendimiento (Utilidad > \$8,000):**

- NS 97 (\$11,249), NS 48 (\$10,066), NS 32 (\$8,619)
- Características: Alta demanda, ubicación estratégica

##### **Nivel 2 - Rendimiento Medio-Alto (Utilidad \$6,000-\$8,000):**

- NS 17 (\$7,389), NS 91 (\$7,411), NS 11 (\$6,552)
- Características: Demanda estable, costos controlados

**Nivel 3 - Rendimiento Medio-Bajo (Utilidad \$2,000-\$4,000):**

- NS 86 (\$2,360), NS 96 (\$2,326)
- Características: Demanda limitada

**Nivel 4 - Bajo Rendimiento (Utilidad < \$2,000):**

- NS 95 (\$1,732), NS 14 (\$1,757)
- Características: Próximas al umbral crítico del 7%

**4.2.2. Corrida 2 — Optimización orientada al cliente (IC)**

En esta segunda corrida, el modelo de optimización implementado en AMPL fue configurado con un único objetivo: maximizar la intención de compra (IC) desde la perspectiva del consumidor. A diferencia de la primera corrida, aquí se omitieron deliberadamente las funciones objetivo relacionadas con la utilidad y los costos, de modo que el sistema no busca eficiencia económica ni rentabilidad, sino que simula cómo se comportaría la red de suministro si la única prioridad fuera reproducir la percepción y las decisiones de compra de los clientes. Por lo tanto, los resultados deben interpretarse como consecuencias cuantificables y como las compensaciones estratégicas que surgen al privilegiar exclusivamente la demanda potencial del consumidor, sin considerar métricas financieras u operativas.

#### 4.2.2.1. Visualización geoespacial de centros y Nano-Stores

Figura 21

Corrida 2 — Visualización geoespacial de centros y Nano-Stores (IC)



#### 4.2.2.2. Resultados de la optimización de la IC

El hallazgo más significativo de la optimización es la demostración empírica de una disociación entre la intención de compra del cliente y la rentabilidad de la operación. Al instruir al modelo a seleccionar la configuración de red que produjera la IC agregada más alta, este priorizó sistemáticamente la apertura de Nano-Stores en zonas con alta favorabilidad del consumidor, independientemente de la viabilidad económica subyacente.

Un caso paradigmático es la NS 94, que fue seleccionada por el modelo debido a que posee el IC más elevado de la red (4.89). Su inclusión fue matemáticamente

necesaria para maximizar la función objetivo. Sin embargo, la estructura de costos para operar en la Zona 10 resulta en una utilidad negativa (-\$31.41). Este resultado no es un error, sino una revelación: el costo de servir a los mercados más receptivos puede exceder el beneficio económico que generan.

En el extremo opuesto, el modelo también incluyó tiendas como la NS 32 y la NS 97, con IC notablemente más bajos (1.23 y 0.81, respectivamente), pero que resultaron ser rentables. Su selección en la solución óptima sugiere que su contribución al IC total era necesaria para alcanzar el máximo global, y su rentabilidad es una consecuencia afortunada pero no un criterio de selección.

#### ***4.2.2.3. Hallazgos principales***

##### ***Identificación del Umbral Crítico en la Demanda por Zona***

Los resultados exponen la existencia de un umbral de viabilidad operativa que es independiente de la demanda o la percepción del cliente. La NS 96 (Zona 5) es el ejemplo más elocuente. El modelo la seleccionó presumiblemente por el valor de IC de su zona (2.34). A pesar de enfrentar una demanda neta (DN) de 5,129.94 unidades, la operación no generó ingresos, culminando en la pérdida más severa de la red (-\$7,266.86), impulsada principalmente por el alto costo de apertura del formato Premium (\$6,600).

Este fenómeno demuestra que la simple existencia de demanda y una buena percepción de marca son insuficientes. Si la configuración logística y el modelo de tienda asignado a una zona implican un costo operativo que la estructura de precios no puede soportar, la operación se vuelve inviable.

### ***Desempeño General de las Nano-Stores***

La red resultante, optimizada para el IC, genera una utilidad agregada de \$25,872.50. Este superávit es el resultado neto de las ganancias de las tiendas operativamente eficientes que compensan las pérdidas de las tiendas estratégicamente seleccionadas por su alto IC.

Las métricas consolidadas más relevantes son:

- Utilidad Total: \$25,872.50
- Ingresos Totales: \$75,814.56
- Costo de Apertura Total: \$44,000.00
- Inventario Final Total (IT): 1,301,993.52 unidades
- Faltante Total (F): 7,790.43 unidades

### ***Resultados de la Optimización***

La Tabla 20 muestra en detalle la solución óptima obtenida mediante AMPL, con el desglose de las principales métricas asociadas a cada Nano-Store seleccionada. Complementariamente, la Figura 22 presenta un mapa de calor que permite visualizar de forma comparativa los indicadores correspondientes a cada Nano-Store.

**Tabla 20**

*Detalle la solución óptima según la percepción del cliente*

<b>NS</b>	<b>IC</b>	<b>Utilidad</b>	<b>Tipo NS</b>
5	2.4	7755.9	Básico
7	1.82	-3360.32	Premium
10	2.68	6959.88	Básico
32	1.23	7486.17	Estándar
48	1.92	5666.9	Premium
86	3.38	2204.27	Básico
91	3.62	5790.98	Estándar
94	4.89	-31.41	Estándar
96	2.34	-7266.86	Premium
97	0.81	666.99	Estándar

**Figura 22**

*Mapa de calor de indicadores por Nano-Store*

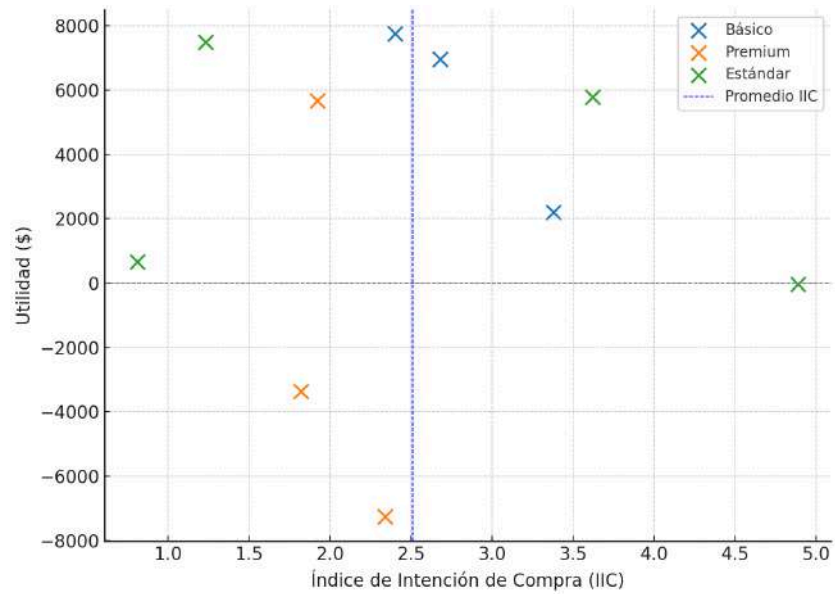


El análisis de los resultados de esta simulación, enfocada en maximizar el IC, permite formular dos hallazgos principales:

1. La no-correlación entre la intención de compra y la rentabilidad, como se muestra en la Figura 22.

**Figura 23**

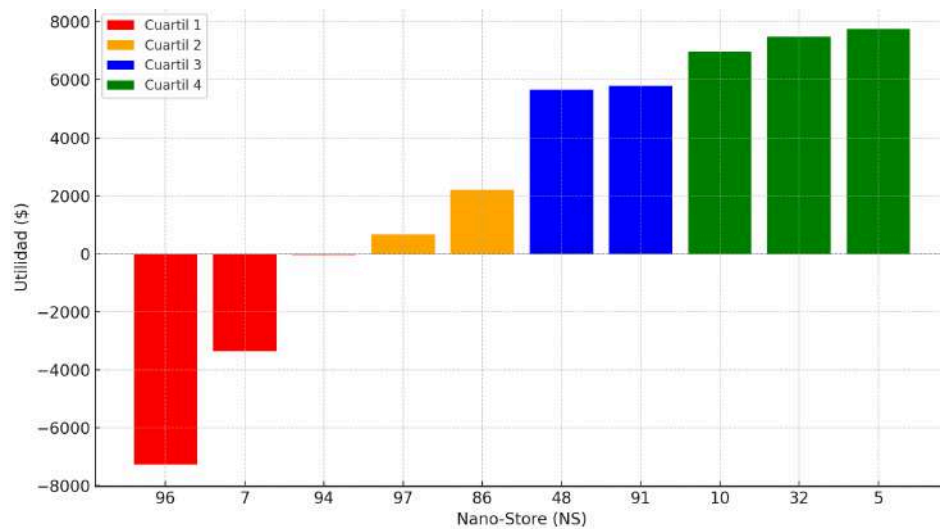
*Correlación IC vs. Utilidad*



2. Los diferentes roles que cada tienda desempeña en la estrategia de maximización de IC, como se muestra en la Figura 23.

**Figura 24**

*Utilidad por Nano-Store y cuartil de rendimiento*



### **4.2.3. Corrida 3 — Optimización Equilibrada (Utilidad - IC)**

En la tercera corrida, se implementó un modelo de optimización multiobjetivo en AMPL con el objetivo de encontrar una solución que considerara tanto la rentabilidad (Utilidad) como la satisfacción del cliente (Intención de Compra - IC). Aunque la configuración inicial buscaba un equilibrio asignando una ponderación de 0.5 a cada objetivo, la solución final generada por el optimizador convergió en un resultado que prioriza de manera casi absoluta la utilidad. El análisis de la Frontera de Pareto (Sección 4.2.3.6) demuestra que la utilidad total obtenida (\$49,284.29) corresponde a un escenario con una ponderación de 0.9-1.0 para la utilidad. Por lo tanto, los resultados que se presentan a continuación describen una red optimizada para la máxima rentabilidad económica, aceptando un compromiso en la satisfacción del cliente.

#### ***4.2.3.1. Visualización Geoespacial de Nano-Stores y CD***

Para analizar la distribución de la red de suministro, una visualización geoespacial resulta fundamental. Esta figura muestra la ubicación de los 10 Nano-Stores (NS) activos, cada uno identificado por círculos con su respectiva identificación correspondiente a su zona geográfica (Zonas 1 a 10). Asimismo, se representan los dos Centros de Distribución (CD) operativos, denominados “Wp” y “Cr”, identificando cada CD con los NS que abastece. Este mapa facilita la identificación de patrones de concentración geográfica, la cobertura de cada CD y las distancias relativas dentro de la red de suministro.

**Figura 25**

Corrida 3 — Visualización geoespacial de Nano-Stores y CD



#### 4.2.3.2. Resultados Generales de la Optimización

Estos valores representan el desempeño consolidado de los 10 Nano-Stores y los costos operativos totales. La Tabla 21 presenta estas métricas clave.

**Tabla 21**

*Resumen de métricas globales de la red de suministro*

Métrica	Valor
Utilidad Total	\$49,284.29
Ingreso Total	\$88,719.80
Demanda Total (DN)	36,931.52
Costo Apertura Total (CAperturaNS)	\$22,000.00
Inventario Inicial Total (IIT)	24,702.56

<b>Métrica</b>	<b>Valor</b>
Inventario Final Total (IT)	1,615,348.68
Costo por Demanda No Satisfecha	\$212.09
Costo Despacho Cross-docking (DSC)	\$4,700.54
Costo del Inventario Inicial (C-IIT)	\$106.89

#### **4.2.3.3. Análisis Comparativo de Eficiencia por Centro de Distribución**

La red opera con dos Centros de Distribución, "Wp" y "Cr", cada uno abasteciendo a cinco Nano-Stores. Al agregar los resultados por CD, es posible comparar su desempeño y el de las tiendas que atienden. La Tabla 22 desglosa las métricas clave para cada CD y en su visualización en la Figura 26.

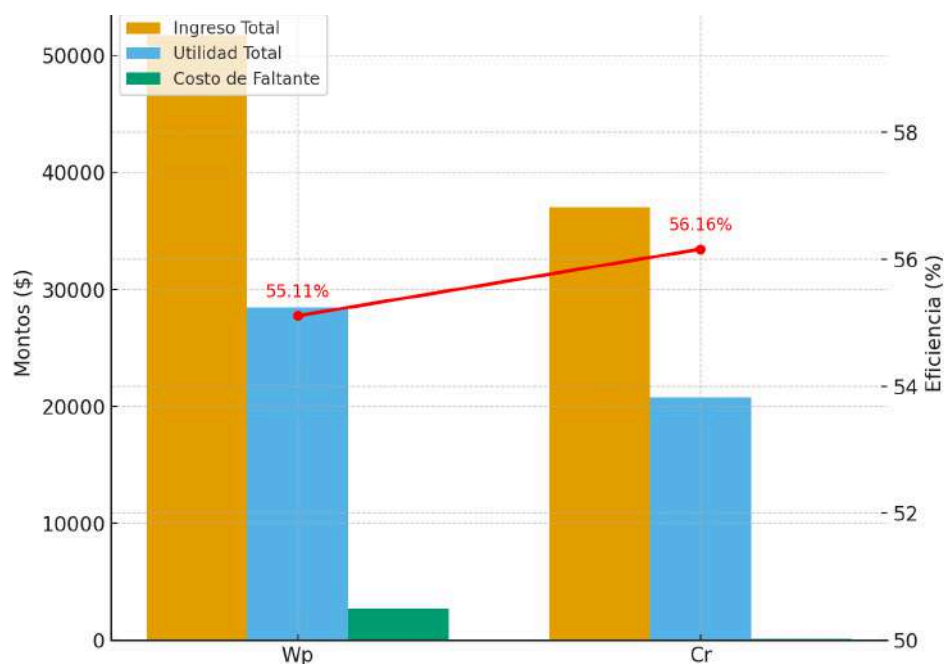
**Tabla 22**

*Análisis comparativo de eficiencia por centro de distribución*

<b>CD</b>	<b>Nano-Stores</b>	<b>Ingreso Total</b>	<b>Utilidad Total</b>	<b>Costo de Faltante</b>	<b>Eficiencia (Utilidad / Ingreso)</b>
<b>Wp</b>	5, 11, 14, 32, 48	\$51,705.73	\$28,498.05	\$2700.69	55.11%
<b>Cr</b>	86, 92, 94, 96, 97	\$37,014.07	\$20,786.24	\$127.18	56.16%

**Figura 26**

*Desempeño de los CD abasteciendo a cinco Nano-Stores*



El análisis revela que el CD "Wp" gestiona una operación de mayor volumen, generando un 37% más de utilidad que el CD "Cr". Sin embargo, las tiendas abastecidas por "Cr" presentan un promedio de Intención de Compra (IC) significativamente mayor (2.96 vs. 1.97), sugiriendo que atienden mercados con mayor propensión a comprar. Notablemente, la mayor parte del costo por de faltantes y demanda no satisfecha se concentra en los NS del CD 'Wp', que también acumula una cantidad de inventario final cinco veces superior a la del CD "Cr".

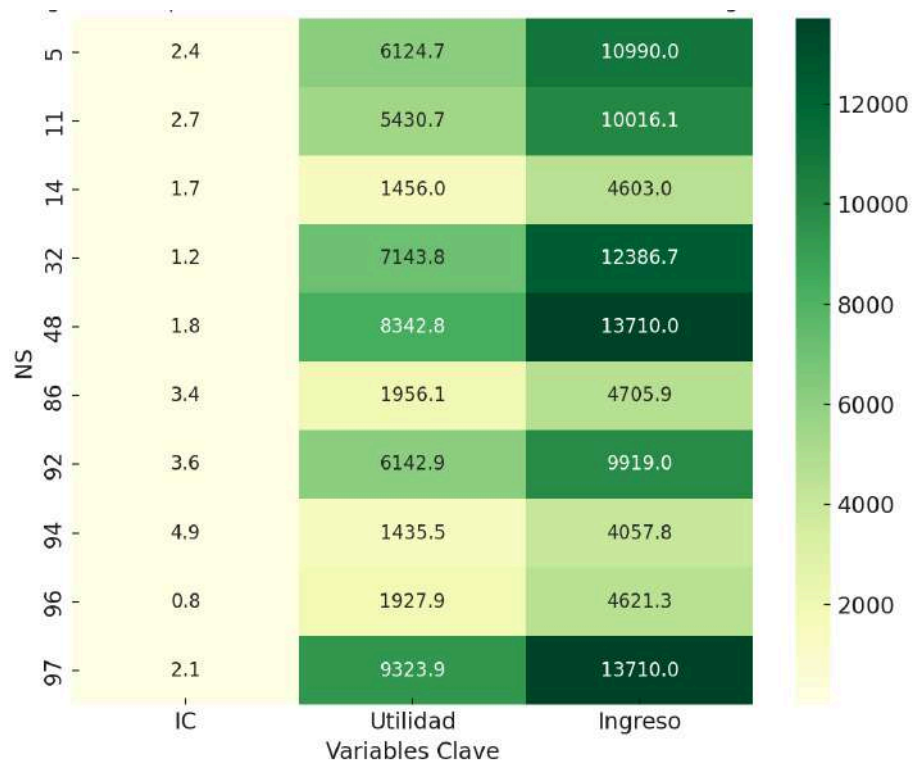
#### **4.2.3.4. Desempeño Individual de las Nano-Stores**

El análisis a nivel de cada Nano-Store permite identificar los nodos más y menos rentables de la red, así como las particularidades de su operación. La Figura 27

presenta un mapa de calor que resume visualmente los indicadores clave para cada tienda.

**Figura 27**

*Desempeño individual de las Nano-Stores*



Este mapa de calor resalta visualmente que los NS 97, 48 y 32 son los de mayor rendimiento en utilidad, mientras que los NS 94, 14 y 96 se encuentran en el extremo inferior. Adicionalmente, los datos originales revelan que la concentración del costo por demanda no satisfecha ocurre en los NS 48 y 97

#### **4.2.3.5. Hallazgos Clave**

Del análisis detallado se desprenden varios hallazgos operativos y estratégicos:

- **Relación entre Intención de Compra y Utilidad:** No existe una correlación directa y positiva entre un IC alto y una alta utilidad en esta solución. En

contraste, el NS 32, uno de los más rentables (\$7,143.83), tiene uno de los IC más bajos (1.227) Esto subraya el conflicto inherente entre satisfacer mercados con alta propensión de compra y optimizar la rentabilidad.

- **Decisión Estratégica sobre Faltantes:** La solución permite faltantes de manera deliberada en los NS 48 y 97, que se encuentran entre los más rentables. Esto sugiere que, desde una perspectiva de maximización de utilidad, el modelo determina que el costo de mantener un inventario de seguridad adicional para cubrir toda la demanda en estos nodos supera el costo (o penalización) de las ventas perdidas.
- **Selección Uniforme del Tipo de Tienda y CD:** El modelo de optimización seleccionó de manera uniforme la configuración "Básico" para todos los Nano-Stores y "cross-docking" para el tipo de operación de los CD. Esto indica que, bajo los parámetros de costos e ingresos de este escenario, esta combinación es la más eficiente para maximizar la utilidad, descartando opciones más costosas como tiendas "Estándar" o "Premium" o modelos de almacenamiento tradicionales.
- **Acumulación de Inventario:** Se observa una acumulación masiva de inventario final (IT) en toda la red, especialmente en las tiendas abastecidas por el CD "Wp" (NS 5, 11, 14, 32, 48). Este exceso de inventario al final del periodo representa un capital de trabajo inmovilizado y potenciales costos de mantenimiento no reflejados completamente en la utilidad.

#### ***4.2.3.6. Análisis de la Frontera de Pareto entre Utilidad e IC***

El análisis de la Frontera de Pareto es fundamental para comprender el equilibrio entre los dos objetivos en conflicto. La Tabla 25 muestra los resultados

numéricos obtenidos al variar las ponderaciones asignadas a la Utilidad y la IC en la función objetivo. Los resultados generales, con una utilidad total de 49,284.29, se alinea estrechamente con el escenario de la Frontera de Pareto que asigna una ponderación de 0.9 y una IC de 2.21. Este resultado difiere significativamente de la utilidad de \$37,995.48 que se ha obtenido con la ponderación equitativa (0.5) planteada inicialmente. Esto confirma que la solución analizada representa una configuración de red con un fuerte sesgo hacia la maximización de la utilidad. Este enfoque busca generar una red de suministro económicamente robusta, aceptando un cierto nivel de compromiso en la intención de compra del cliente. Para mayor detalle, véase la Tabla 23.

**Tabla 23**

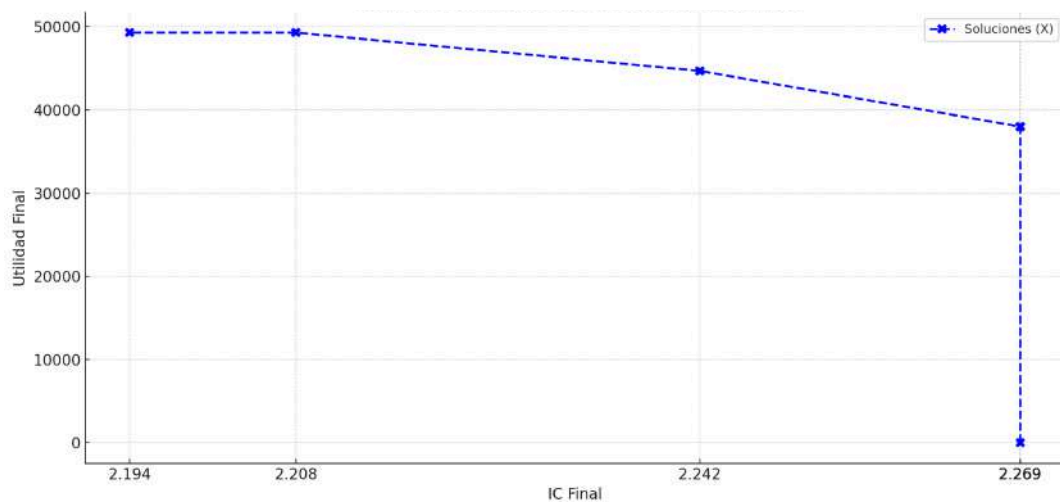
*Resultados de la Frontera de Pareto*

<b>Peso de Utilidad</b>	<b>Peso de IC</b>	<b>Utilidad Final</b>	<b>IC Final</b>
0.0	1.0	0.00	2.269
0.1	0.9	\$37,961.55	2.269
0.2	0.8	\$37,984.52	2.269
0.3	0.7	\$37,994.76	2.269
0.4	0.6	\$37,998.47	2.269
0.5	0.5	\$37,995.48	2.269
0.6	0.4	\$37,999.73	2.269
0.7	0.3	\$38,000.94\$	2.269
0.8	0.2	\$44,692.70	2.242
0.9	0.1	\$49,295.47	2.208
1.0	0.0	\$49,295.52	2.194

Para interpretar estos resultados de manera visual y comprender la naturaleza del compromiso entre ambos objetivos, la Figura 28 traza estos puntos en un gráfico. Esta representación, conocida como la Frontera de Pareto, ilustra claramente cómo la ganancia en un objetivo (Utilidad) requiere un sacrificio en el otro (IC), permitiendo identificar las soluciones más eficientes.

**Figura 28**

*Frontera de Pareto: Utilidad vs. Intención de Compra*



- Escenario de Maximización Pura de IC (Ponderación IC = 1.0): En este extremo, el modelo logra el máximo nivel de Intención de Compra (2.269) pero a costa de una utilidad nula (\$0.00). Esto implica que para satisfacer plenamente al cliente, la operación se vuelve completamente insostenible desde el punto de vista financiero.
- Escenario de Maximización Pura de Utilidad (Ponderación Utilidad = 1.0): Este escenario, que como se mencionó, refleja los datos de la Tabla 1, alcanza la máxima utilidad posible de \$49,295.52. Sin embargo, esto se logra con el nivel

más bajo de Intención de Compra (2.194), indicando un potencial deterioro en la percepción y satisfacción del cliente.

- **El Punto de Inflexión Crítico ("El Codo"):** La característica más significativa de la frontera se observa en la transición entre la ponderación de utilidad de 0.7 y 0.8. Al pasar de una configuración (0.7 Utilidad / 0.3 IC) a (0.8 Utilidad / 0.2 IC), la utilidad experimenta un salto drástico de \$38,000.94 a \$44,692.70 (un aumento de \$6,691.76 o 17.6%). **La magnitud de este salto se resalta visualmente en la Figura 29**, que grafica la utilidad final contra el peso que se le asigna en el modelo.

**Figura 29**

*Peso de utilidad vs. utilidad final*



- **Zona de Rendimientos Decrecientes:** La frontera exhibe dos zonas de rendimientos decrecientes. Primero, en el rango de ponderación de IC de 1.0 a 0.3, el IC se mantiene constante en su máximo de 2.269, mientras que la utilidad

aumenta gradualmente hasta \$38,000. Cualquier solución en este rango es preferible a la maximización pura de IC, ya que se gana rentabilidad sin perder satisfacción del cliente. Segundo, al pasar de una ponderación de utilidad de 0.9 a 1.0, la utilidad solo aumenta marginalmente en \$0.05, pero el IC continúa descendiendo. Esto indica que buscar los últimos resquicios de rentabilidad puede tener un impacto negativo, aunque pequeño, en el cliente, con un beneficio económico casi nulo.

## **CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## Conclusiones

### 1. Respuesta a los Objetivos

La presente tesis abordó el desafío de optimizar la cadena de suministro de las Nano-Stores en Panamá, un sector vital pero logísticamente fragmentado. El problema central era la falta de herramientas que equilibraran la eficiencia de costos con la satisfacción del consumidor. El objetivo general fue diseñar y validar un modelo integral que fusionara la perspectiva del consumidor, cuantificada mediante SEM, con un modelo de optimización matemática en AMPL. Este enfoque ha permitido responder exitosamente a los objetivos planteados:

- **Respuesta al Objetivo General:** Se ha desarrollado y validado un modelo dual integral que demuestra, a través del análisis de la Frontera de Pareto, la capacidad de cuantificar el compromiso entre la rentabilidad (con una utilidad máxima posible de \$49,295.52) y la satisfacción del cliente (con un IC máximo de 2.269), proporcionando una herramienta de decisión estratégica para encontrar el equilibrio óptimo.
- **Respuesta a los Objetivos Específicos:**
  - a. Se construyó un marco teórico y se diseñó un instrumento de medición que, tras un riguroso proceso de validación, demostró tener una alta consistencia interna (valores de Alfa de Cronbach  $> 0.78$ ) y validez discriminante (valores HTMT  $< 0.85$ ), asegurando su fiabilidad.
  - b. Se calcularon 30 Índices de Intención de Compra (IIC), uno para cada combinación de 10 zonas geográficas y 3 tipologías de tienda, transformando exitosamente la percepción cualitativa en un parámetro cuantitativo.

- c. Se formuló un modelo matemático en AMPL que integró el IC como un criterio de decisión, permitiendo una optimización multiobjetivo que considera tanto variables económicas como de percepción del consumidor.
- d. Se validó la robustez y eficacia del modelo mediante la simulación de tres escenarios distintos, demostrando su capacidad para analizar diferentes estrategias y sus consecuencias financieras y operativas.

## 2. Síntesis de los Hallazgos Principales

El hallazgo central de esta investigación es que la intención de compra del consumidor y la rentabilidad operativa representan un compromiso estratégico fundamental, refutando la hipótesis nula (H0) y validando la alternativa (H1). La viabilidad económica actúa como un umbral que condiciona la capacidad de una empresa para capitalizar una alta intención de compra.

- a. **La Eficiencia como Estrategia Óptima:** La configuración más rentable, que generó una utilidad de \$59,464.66, consistió exclusivamente en tiendas de formato "Básico" abastecidas por centros de "cross-docking", subrayando que la agilidad y el control de costos son pilares para la sostenibilidad en este sector.
- b. **El Costo de Servir a Mercados Atractivos:** Se evidenció que mercados con alta favorabilidad pueden ser no rentables. La tienda NS 94, con la IC más alta (4.89), generó una pérdida de -31.41, mientras que la NS 96, en una zona de alta demanda pero con un costoso formato "Premium", ocasionó la mayor pérdida de la red (-7,266.86).

- c. ***El Punto de Inflexión Estratégico:*** El análisis de la Frontera de Pareto identificó un "codo" o punto de inflexión crítico. Al modificar la ponderación de la utilidad de 0.7 a 0.8, la rentabilidad se incrementó en un 17.6% (un salto de \$6,691.76), con solo una mínima reducción en la satisfacción del cliente. Esto demuestra que existen puntos de equilibrio donde se pueden lograr grandes ganancias económicas con pequeños sacrificios en la experiencia del cliente.

### **3. Aportes y Originalidad de la Investigación**

Esta tesis ofrece contribuciones teóricas, metodológicas y prácticas significativas. Su originalidad central reside en su marco metodológico dual, que crea un puente replicable entre la psicometría (SEM) y la optimización matemática (AMPL). Teóricamente, aporta evidencia empírica que matiza la teoría de la cadena de suministro centrada en el cliente para mercados emergentes. Prácticamente, entrega la primera herramienta de decisión validada para el sector de Nano-Stores en Panamá.

### **4. Análisis Cuantitativo de las Fases Metodológicas**

- a. ***Fase 1. Percepción a un Parámetro Cuantificable:*** Esta fase transformó con éxito 656 encuestas de percepción en una matriz de decisión cuantitativa. La robustez del instrumento se confirmó con indicadores estadísticos sólidos (e.g., Alfa de Cronbach de 0.888 para Arquitectura, AVE de 0.818). El resultado fue la generación de 30 Valores pronosticados de la intención de compra (IC) con una una escala que varía desde 1 hasta 5, lo que proporcionó la granularidad necesaria para que el modelo de optimización diferenciara el atractivo de cada mercado.

- b. **Fase 2: La Capacidad de Optimización del Modelo:** En esta fase se evidenció la capacidad del modelo para transformar la intención de compra en resultados estratégicos cuantificables. El análisis permitió contrastar dos enfoques: una estrategia orientada exclusivamente a la rentabilidad económica, que generó una utilidad de **59,464.66**, frente a una estrategia centrada en el cliente, con una utilidad de **25,872.50**. Esta comparación reveló un costo de oportunidad de **33,592.16** al priorizar únicamente la percepción del consumidor. Además, el modelo permitió cuantificar los riesgos asociados a decisiones no integrales. Un ejemplo fue la pérdida de **(-7,266.86)** atribuida a la tienda NS 96, lo que pone en evidencia el valor del modelo como herramienta para evitar errores estratégicos con consecuencias financieras significativas.

### **5. Limitaciones, Implicaciones y Futuras Líneas de Investigación**

Para asegurar el rigor científico, es fundamental reconocer las fronteras dentro de las cuales se desarrollaron los hallazgos de esta tesis. Estas limitaciones no invalidan los resultados, sino que los contextualizan y abren la puerta a futuras mejoras:

- a. **Limitación de Muestreo (El Perfil del Consumidor):** La recolección de datos sobre las preferencias del consumidor se centró en una población de estudiantes universitarios. Si bien este grupo es un segmento de consumidores activo y relevante, no representa la totalidad del diverso mercado de las Nano-Stores, que también incluye a familias, trabajadores y personas de la tercera edad con diferentes hábitos de compra y prioridades. Por lo tanto, las preferencias identificadas pueden estar sesgadas hacia un público más joven.
- b. **Limitación de Datos de Demanda (La Realidad del Mercado):** Debido a la escasa digitalización del sector, no fue posible acceder a registros históricos de

ventas. La demanda se estimó utilizando datos demográficos oficiales y la información de una sola tienda de referencia. Aunque esta es una aproximación metodológicamente sólida, no captura la granularidad de las fluctuaciones estacionales, promociones o las particularidades de consumo de cada barrio que los datos de ventas reales sí reflejarían.

- c. **Limitación del Modelo (La Naturaleza Determinista):** El modelo de optimización funciona bajo la suposición de que la demanda y los tiempos de entrega son conocidos y fijos (es decir, es "determinista"). En realidad, el día a día de la logística está lleno de incertidumbre: la demanda de un producto puede dispararse inesperadamente, un proveedor puede retrasarse o el tráfico puede complicar una entrega. El modelo actual ofrece una solución óptima para un escenario predefinido, pero no está diseñado para reaccionar a estas variaciones impredecibles.

A pesar de sus limitaciones, los hallazgos de esta investigación tienen consecuencias claras y directas tanto para los profesionales del sector como para la academia.

- **Para la Práctica Profesional (Dueños de Nano-Stores y Operadores Logísticos):**
  - **Decidir con Datos, no sólo con Intuición:** La implicación más importante es que la estrategia de "abrir una tienda en la zona más concurrida o donde la gente parece más interesada" puede ser un error costoso. Este estudio demuestra que es crucial adoptar un enfoque analítico. Antes de invertir, los dueños deben preguntarse: ¿Cuál es el costo real de abastecer este mercado?

¿Mi formato de tienda ("Básico", "Estándar" o "Premium") es financieramente sostenible con los márgenes de esta zona?

**La Eficiencia es la Clave de la Rentabilidad:** La evidencia es contundente: en el competitivo mundo de las Nano-Stores, la rentabilidad está ligada a operaciones ágiles y de bajo costo. La recomendación práctica es priorizar formatos de tienda eficientes y modelos logísticos como el "cross-docking", que minimizan el inventario parado y los costos fijos, liberando capital para otras necesidades.

- **Para la Teoría y la Academia:**

Esta tesis ofrece un marco para ir más allá de los modelos tradicionales. Invita a los investigadores a tratar la satisfacción del cliente no como un simple resultado, sino como un objetivo estratégico que compite por recursos con la rentabilidad. Proporciona una metodología validada para cuantificar esta relación y encontrar puntos de equilibrio.

Esta investigación no es un punto final, sino un fundamento sobre el cual se pueden construir conocimientos aún más profundos y aplicables. Se proponen las siguientes direcciones:

- a. **Validación con una Muestra Representativa:** El siguiente paso lógico es replicar el estudio de percepción del consumidor utilizando una muestra que refleje la diversidad demográfica de Panamá (diferentes edades, niveles de ingreso, zonas geográficas). Esto permitiría confirmar si las preferencias de los clientes son universales o si existen segmentos de mercado con necesidades distintas, lo que llevaría a estrategias de tienda aún más personalizadas.

- b. ***Incorporar la Incertidumbre (Hacia un Modelo Estocástico)***: Para que el modelo sea aún más realista, se debe desarrollar una versión "estocástica". Esto significa que, en lugar de usar números fijos para la demanda o los tiempos de entrega, el modelo trabajaría con rangos de probabilidad (por ejemplo, "hay un 70% de probabilidad de que la demanda sea de 100 unidades y un 30% de que sea de 120"). Un modelo así no solo ofrecería una solución "óptima", sino una estrategia más robusta y resiliente ante las sorpresas del mercado.
- c. ***Enriquecer el Modelo de Demanda con Variables Contextuales***: Para aumentar su poder predictivo, el modelo de demanda puede hacerse más inteligente. Futuras investigaciones podrían integrar capas de información adicionales, como el nivel socioeconómico de cada corregimiento, la densidad de tiendas competidoras en un radio determinado, y la accesibilidad (si la tienda está en una avenida principal o en una calle secundaria). Esto permitiría una predicción de la demanda mucho más precisa y, por ende, decisiones estratégicas más acertadas.

## ***6. Cierre Reflexivo***

En última instancia, esta tesis dota a uno de los sectores más tradicionales de la economía de una herramienta moderna para navegar la complejidad del mercado. Al tender un puente riguroso entre la mente del consumidor y la realidad de la hoja de cálculo, este trabajo ofrece un camino para que las Nano-Stores no solo sobrevivan, sino que prosperen, equilibrando el arte de satisfacer al cliente con la ciencia de mantener un negocio sostenible.

## Referencias Bibliográficas

- Abdullah, M., & Chibale, S. (2015). Supplying Small Shops in Megacities. In *MIT Scale Research Report*. <https://core.ac.uk/download/pdf/78069344.pdf>
- Arora, N., Dreze, X., Ghose, A., Hess, J. D., Iyengar, R., Jing, B., Joshi, Y., Kumar, V., Lurie, L., Neslin, S., Sajeesh, S., Syam, N., Thomas, J., & Zubcsek, P. P. (2008). Putting one-to-one marketing to work: Personalization, customization, and choice. *Marketing Letters*, 19(3-4), 305–321. <https://doi.org/10.1007/s11002-008-9056-z>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50 (2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Anuradha, A. (2017). Influence of psycho-demographic variables of customers on their expectations and satisfaction towards retail store image attributes. *International Journal of Business Innovation and Research*, 14(4), 439–459. <https://doi.org/10.1504/IJBIR.2017.087842>
- Asrafuzzaman, M., Razu, Y., & Roy, D. (2019). Prominent Factors Influencing Consumers' Choice of Retail Store. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*, 21(6), 62–66. <https://doi.org/10.9790/487X-2106026266>
- Avila, M. A., Larco, J. A., Antonini, C., Ortíz, M. B., & Mejía Argueta, C. (2020). A Discrete Choice Model for Retailer Selection in Emerging Markets. *Supply Chain Management and Logistics in Emerging Markets*, 299–318. <https://doi.org/10.1108/978-1-83909-331-920201014>
- Ávila, F. J. M., & Martínez, J. C. M. (2020). Tiendas hard discount y sus efectos en las tiendas de barrio de Cartagena de Indias (Colombia). Editorial Universitaria.
- Avittathur, B., & Jayaram, J. (2016). Supply chain management in emerging economies. *Decision*, 43(2), 117–124. <https://doi.org/10.1007/s40622-016-0130-8>
- Blanco, E. E., & Fransoo, J. C. (2013). Reaching 50 million Nano-Stores Retail distribution in emerging megacities. Beta WP 40(January), 1–19.

- Ballou, R. (2004). Logística, Administración de la cadena de Suministro. In *Logística. Adm. la cadena Suminist.* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Batista-Foguet, J. M., Coenders, G., & Alonso, J. (2004). Análisis factorial confirmatorio. Su utilidad en la validación de cuestionarios relacionados con la salud. *Medicina Clinica*, 122(SUPPL. 1), 21–27. <https://doi.org/10.1157/13057542>
- Beamon, B. M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International Journal of Production Economics*, 55 (3), 281–294. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00079-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00079-6)
- Boulaksil, Y., Fransoo, J. C., Blanco, E. E., & Koubida, S. (2019). *Understanding the fragmented demand for transportation – Small traditional retailers in emerging markets.* *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130, 65–81. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.003>
- Bui, T. T., Nguyen, H. T., & Khuc, L. D. (2021). Factors Affecting Consumer's Choice of Retail Store Chain: Empirical Evidence from Vietnam. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8 (4), 571–580. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2021.vol8.no4.0571>
- Castillo, V., & Ayala, S. (2018). *Las tiendas de barrio de la zona metropolitana de Guadalajara: las singularidades del comercio al detalle.* *Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología*, 27(3), 119-144. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12260700009>
- Chamhuri, N., & Batt, P. J. (2009). *Factors influencing the consumer's choice of retail food store.* *Stewart Postharvest Review*, 5 (3), 1–7. <https://doi.org/10.2212/spr.2009.3.1>
- Cherukuri, J. (2010). Effect of situational factors on store format choice behaviour in food and grocery retailing in India: Multiple discriminant analysis. *IBSU Scientific Journal (IBSUSJ)*, 4(2), 5–33. <http://hdl.handle.net/10419/54641>
- Cherrett, T., Allen, J., McLeod, F., Maynard, S., Hickford, A., & Browne, M. (2012). Understanding urban freight activity – key issues for freight planning. *Journal of*

- Transport Geography, 24, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.05.008>
- Church, R. L., & ReVelle, C. S. (1974). The Maximal Covering Location Problem. *Papers in Regional Science*, 32(1), 101-118.
- Contreras Cuentas, M. M., Rojano Alvarado, Y. N., & Macías Campo, H. (2021). Motivaciones de compra en la tienda de barrio: un estudio etnográfico en el departamento del Atlántico (Colombia). *Pensamiento y Gestión*, (50), 217-245. Universidad del Norte. <https://www.redalyc.org/journal/646/64670809009/html/>
- Cortina, J. M. (1993). What Is Coefficient Alpha? An Examination of Theory and Applications. *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 98–104. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98>
- Daskin, M. S. (2011). *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications* (2nd ed.). Wiley.
- 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. <https://doi.org/10.1108/09590550610683184>
- Dablanc, L. (2011). City distribution, a key element of the urban economy: Guidelines for practitioners. In *City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives* (pp. 13–36). <https://doi.org/10.4337/9780857932754.00007>
- Escamilla, R., Fransoo, J. C., & Tang, C. S. (2020). Improving Agility, Adaptability, Alignment, Accessibility, and Affordability in Nano-Stores Supply Chains. *Production and Operations Management*, 30(3), 676–688. <https://doi.org/10.1111/poms.13309>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6(1), 27-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2981181>
- Eroğlu, E. (2013). Factors affecting consumer preferences for retail industry and retailer selection using analytic hierarchy process. *Kafkas University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 4(6), 43–57.

- Espacio Pymes. (2024). *Montar una tienda de conveniencia o 24 Hs: cuestiones a tener en cuenta*. <https://espaciopymes.com/noticias/abrir-una-tienda-24hs-caracteristicas-requisitos-y-normativa-legal/>
- Espinel, B. I., Monterrosa-Castro, I. J., & Espinosa-Pérez, A. (2019). Factors influencing the behavior of retail stores and supermarkets' consumers in the Colombian Caribbean. *Revista Lasallista de Investigacion*, 16(2), 4–27. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n2a1>
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley.
- Flexor, G. (2014). *Las tiendas frente a la 'revolución de los supermercados': el caso de la Región Metropolitana de Río de Janeiro*. *Economía, Sociedad y Territorio*, 14(45), 497-522. <https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/384/613>
- Francioni, B., Savelli, E., & Cioppi, M. (2018). Store satisfaction and store loyalty: The moderating role of store atmosphere. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 43 (4), 333–341. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.05.005>
- Fourer, R., Gay, D. M., & Kernighan, B. W. (2003). *AMPL: A Modeling Language for Mathematical Programming* (2nd ed.). Duxbury Press.
- Gáitan, D. (2010). Caracterización de las tiendas de barrio de Cartagena. *Panorama*, 4(8), 59–51. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v4i8.52>
- García-García, J. A., Reding-Bernal, A., & López-Alvarenga, J. C. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación En Educación Médica*, 2(8), 217–224. [https://doi.org/10.1016/s2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/s2007-5057(13)72715-7)
- Goldman, A., & Hino, H. (2005). Supermarkets vs. traditional retail stores: Diagnosing the barriers to supermarkets' market share growth in an ethnic minority community. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 12(4), 273–284.
- Goyal, R. (2021). *Modernization of Kirana Stores in India*. Invest India. <https://www.inveshttps://www.investindia.gov.in/team-india-blogs/modernization-kirana-stores-in>

dia.nin/team-india-blogs/modernization-kirana-stores-india

- Graciola, A. P., De Toni, D., Milan, G. S., Eberle, L., Paula, A., Toni, D. De, Sperandio, G., & Eberle, L. (2020). Mediated-moderated effects: High and low store image, brand awareness, perceived value from mini and supermarkets retail stores. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 55 (April), 102-117. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102.117>
- Grewal, D., & Shankar, V. (2021). The future of retail: A 4P and 5M framework. En R. W. Belk, R. V. Kozinets, & J. F. Sherry Jr. (Eds.), *The future of consumption* (pp. 123-140). SAGE Publications.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). *PLS-SEM: Indeed a silver bullet*. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19 (2), 139-151
- Hemalatha, M., & Najma, S. (2013). The antecedents of store patronage behaviour in Indian kirana store. *International Journal of Business Innovation and Research*, 7(5), 554–571. <https://doi.org/10.1504/IJBIR.2013.056178>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Selección de la muestra. En *Metodología de la investigación* (6ª ed., pp. 170–196). McGraw-Hill.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). *The use of partial least squares path modeling in international marketing*. *Advances in International Marketing* (Vol. 20, pp. 277-319)
- Heskett, J. L., Jones, T. O., Loveman, G. W., Sasser, W. E., Jr., & Schlesinger, L. A. (1994). Putting the service-profit chain to work. *Harvard Business Review*, 72(2), 164–174.
- Hübner, A. H., Kuhn, H., & Wollenburg, J. (2017). Last mile fulfilment and distribution in omni-channel grocery retailing. *The Electronic Library*, 34 (1), 1–5. <https://doi.org/doi:>

10.1108/IJRDM-11-2014-0154

- Huff, D. L. (1964). Defining and estimating a trading area. *Journal of Marketing*, 28(3), 34–38. <https://doi.org/10.1177/002224296402800306>
- Hurtado, N. C., Cortés, C. M., & Holguín, L. P. (2010). Descripción de la cadena de abastecimiento de la tienda tradicional de barrio manizaleña [Universidad de Manizales]. In *Facultad de Mercadeo Nacional e Internacional*. [http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/407/160\\_Castellanos\\_Hurtado\\_Nicolas\\_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/407/160_Castellanos_Hurtado_Nicolas_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC]. (2011). Censos Nacionales 2010: XI de Población y VII de Vivienda: Resultados finales básicos. Contraloría General de la República.
- Inman, J. J., & Nikolova, H. (2017). Shopper-facing retail technology: A retailer adoption decision framework incorporating shopper attitudes and privacy concerns. *Journal of Retailing*, 93(1), 7–28. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2016.12.006>
- Jefatura del Estado. (2022). Real Decreto-ley 3/2022, de 1 de marzo, de medidas para la mejora de la sostenibilidad del transporte de mercancías por carretera y del funcionamiento de la cadena logística. Boletín Oficial del Estado, 52, 25861-25897. Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/rdl/2022/03/01/3>
- Jerath, K., Sajeesh, S., & Zhang, J. Z. (2016). A model of unorganized and organized retailing in emerging economies. *Marketing Science*, 35(5), 756–778. <https://doi.org/10.1287/mksc.2015.0962>
- Jhamb, D., & Kiran, R. (2012). Emerging trends of organized retailing in India: A shared vision of consumers and retailers perspective. *Middle East Journal of Scientific Research*, 11(4), 481–490.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). Likert scale: Explored and explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7 (4), 396-403. <https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/14975>

- Kaboudvand, S., Montreuil, B., & Savelsbergh, M. (2021). *Hyperconnected Megacity Parcel Logistic: Joint Parcel Routing and Containerized Consolidation*. <http://arxiv.org/abs/2103.02080>
- Khare, A., Pandey, S. K., & Bhardwaj, P. (2014). Impact of Culture, Cosmopolitanism, and Price on Local Store Loyalty: An Empirical Study from India. *Journal of International Consumer Marketing*, 26(3), 185–200. <https://doi.org/10.1080/08961530.2014.889588>
- Kim, N., Montreuil, B., Klibi, W., & Kholgade, N. (2021). Hyperconnected urban fulfillment and delivery Part E. *Logistics and Transportation Review*, 145 (2021), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102104>
- Kim, W., Kim, B.-S., & Youn, M.K. (2012). Usefulness of analytic hierarchy process (AHP) to determinants win-win growth factor for retailing industry in Korea. *African Journal of Business Management*, 6(14), 4824–4834. <https://doi.org/10.5897/ajbm11.1526>
- Kin, B., Verlinde, S., & Macharis, C. (2017). Sustainable urban freight transport in megacities in emerging markets. *Sustainable Cities and Society*, 32, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.03.011>
- Kin, B. (2020a). Less fragmentation and more sustainability: How to supply Nano-Storess in urban areas more efficiently? *Transportation Research Procedia*, 46(2019), 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.171>
- Kline, R. B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (4<sup>a</sup> ed.). Guilford Press.
- La Compra Ideal México. (2024). *Tiendas de Conveniencia en México: Todo lo que necesitas saber y los motivos de su éxito*. [https://lacompraideal.com.mx/blog/tiendas-de-conveniencia-en-mexico/#google\\_vignette](https://lacompraideal.com.mx/blog/tiendas-de-conveniencia-en-mexico/#google_vignette)
- Laine, K. (2014). *The Factors Influencing the Choice of Grocery Store among Finnish Consumers* (Issue May). Metropolia University of Applied Sciences.

- Martín-Andino, R. (2007). Gestión de operaciones y logística. Escuela de Organización Industrial. <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/77435/gestion-de-operaciones-y-logistica>
- Meep. (2024). Mayor velocidad, mayor contaminación: Analizando la velocidad promedio en diferentes modos de transporte y su impacto ambiental. Meep. Recuperado el 9 de febrero de 2025. <https://www.meep.app/es/blog-es/mayor-velocidad-mayor-contaminacion-analizando-la-velocidad-promedio-en-diferentes-modos-de-transporte-y-su-impacto-ambiental>
- Mondal, S., Das, S., Musunuru, K., & Dash, M. (2017). Study on the factors affecting customer purchase activity in retail stores by confirmatory factor analysis. In *Espacios* (Vol. 38, Issue 61). <https://www.revistaespacios.com/a17v38n61/a17v38n61p30.pdf>
- Mora, C. A. (2020). *The evolution of the grocery retail landscape in a megacity in emerging markets. The case of Mexico City* [Tecnologico de Monterrey]. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/636812>
- Mora-Quiñones, C., Cárdenas-Barrón, L., Velázquez-Martínez, J., & Gámez-Pérez, K. (2021). The Coexistence of Nano-Stores within the Retail Landscape: A Spatial Statistical Study for Mexico City. *Sustainability*, *13*(19), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su131910615>
- Nair, S. (2018). Analyzing the relationship between store attributes, satisfaction, patronage-intention and lifestyle in food and grocery store choice behavior. *International Journal of Retail and Distribution Management*, *46* (1), 70–89. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-06-2016-0102>
- Oliva, J. L. (2018). *Una lamentable historia Argentina*. <https://tenderos.gm3s.mx/2018/04/05/una-lamentable-historia-argentina/>
- Oviedo Celina, H., & Campo-Arias, a. (2005). Aproximación al uso Coeficiente Alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, *34*(4), 572–580. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272002000200001>

- Pantano, E. (2014). The Internet of Things in retailing: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*, 34(4), 452–459. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.03.007>
- Prada, R., & Acosta-Prado, julio C. (2017). *al detal. Un estudio empírico en Colombia*. 38 (34), 1–17.
- Pugazhenthii, P. (2010). Factors Influencing Customer Loyalty and Choice of Retailer While Buying Fast Moving Consumer Goods. In *Business*. Blekinge Institute of Technology. Cuestionario
- Raithel, S., Sarstedt, M., Scharf, S., & Schwaiger, M. (2012). *On the value relevance of customer satisfaction. Multiple drivers and multiple markets*. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40 (4), 509-525.
- Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B., & Roccotelli, M. (2018). A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. *Sustainability (Switzerland)*, 10 (3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su10030782>
- Reinartz, W., Dellaert, B., Krafft, M., Kumar, V., & Varadarajan, R. (2011). Retailing innovations in a globalizing retail market environment. *Journal of Retailing*, 87(SUPPL. 1), S53–S66. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2011.04.009>
- Ross, D. F. (2015). Introduction to Supply Chain Management. In *Distribution Planning and Control* (pp. 3–43). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7578-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7578-2_1)
- Solano, R., & Blanco, E. (2019). Modelo conceptual para la distribución de mercancías en las Nano-Stores pertenecientes a la zona Norte Centro Histórico de la ciudad Barranquilla [UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC]. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://repositorio.cuc.edu.co/home>
- Streiner, D. L. (2003a). Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80 (1), 99–103
- Streiner, D. L. (2003b). Statistical Developments and Applications Being Inconsistent About Consistency: When Coefficient Alpha Does and Doesn't Matter Streiner

- Scales and Indexes. *Journal of Personality Assessment*, 80(3), 217–222. <https://www.rotman-baycrest.on.ca/files/publicationmodule/@random45f5724eba2f8/JPers>
- Sudhir, K., & Talukdar, D. (2015). The “Peter Pan Syndrome” in Emerging Markets: The Productivity-Transparency Tradeoff in IT Adoption. *SSRN Electronic Journal*, July. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2552649>
- Supo, J. (2003). Cómo validar un instrumento: Aprende a crear y validar instrumentos como un experto. In *Copyright*. [http://www.cua.uam.mx/pdfs/coplavi/s\\_p/doc\\_ng/validacion-de-instrumentos-de-medicion.pdf](http://www.cua.uam.mx/pdfs/coplavi/s_p/doc_ng/validacion-de-instrumentos-de-medicion.pdf)
- Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T., & Van Duin, R. (2001). City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems. Pergamon. DOI-10.1108/9780585473840
- Taniguchi, E., Thompson, R. G., & Yamada, T. (2014). Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 4–14. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1451>
- Teply, S., & Evans, G. D. (1989). Evaluation of the quality of signal progression by delay distributions. *Transportation Research Record*, 1225, 1-7.
- Toiba, H., Umberger, W. J., Wahida, Stringer, R., & Minot, N. (2013). Indonesian consumers’ choice of food retail formats: Are traditional food retailers being “crowded out”? In *Acta Horticulturae* (Vol. 1006, Issue 10). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1006.47>
- Torres, J. (2021). *Fiabilidad de las escalas: interpretación y limitaciones del Alfa de Cronbach* (Issue April). [https://www.researchgate.net/publication/350590351\\_Fiabilidad\\_de\\_las\\_escalas\\_interpretacion\\_y\\_limitaciones\\_del\\_Alfa\\_de\\_Cronbach](https://www.researchgate.net/publication/350590351_Fiabilidad_de_las_escalas_interpretacion_y_limitaciones_del_Alfa_de_Cronbach)
- Veer, N. B., Pawar, P. A., & Kolte, A. (2018). Store preference criteria and its attributs. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 10(14), 1920–1930
- Ventura-León, J., Caycho-Rodríguez, T., & Barboza-Palomino, M. (2020). ¿Cuántos

- participantes son necesarios? Un método para estimar el tamaño muestral en SEM. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 118(5). [https://doi.org/10.5546/aap.2020 .eng.e51](https://doi.org/10.5546/aap.2020.eng.e51)
- Verhoef, P. C., Lemon, K. N., Parasuraman, A., Roggeveen, A., Tsiros, M., & Schlesinger, L. A. (2009). Customer experience creation: Determinants, dynamics and management strategies. *Journal of Retailing*, 85(1), 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2008.11.001>
- Westland, J. C. (2010). Lower bounds on sample size in structural equation modeling. *Electronic Commerce Research and Applications*, 9(6), 476–487. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2010.07.003>
- Wilmsmeier, G., Johansson, L., & Jallow, D. (2015). El complejo rompecabezas del transporte urbano de mercancías. In *Boletín FAL* (Vol. 340, Issue 4). [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/39299/S1500736\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/39299/S1500736_es.pdf)
- Wolf, E. J., Harrington, K. M., Clark, S. L., & Miller, M. W. (2013). Sample size requirements for structural equation models: An evaluation of power, bias, and solution propriety. *Educational and Psychological Measurement*, 73(6), 913–934. <https://doi.org/10.1177/0013164413495237>
- Wollenburg, J., Hübner, A., & Kuhn, H. (2018). From bricks-and-mortar to bricks-and-clicks: Logistics networks in omni-channel grocery retailing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(4), 415-438. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-09-2016-0260>
- Xinhua. (2019). *Chinese cities to introduce more convenience stores in 2019*. <https://www.chinadaily.com.cn/a/201906/30/WS5d17ee6ea3103dbf1432b055.html>
- Yoshida, H., Mejía, C., & Mattos, M. G. (2018). Supply Chain Management and Logistics in Emerging Markets. *Selected Papers from the 2018 MIT SCALE*, 148, 148–162.
- Zulqarnain, H., Zafar, A. U., & Shahzad, M. (2015). Factors that affect the choice of Consumers in selecting Retail Store, for Grocery Shopping. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, 3(November), 1167–1172.

## **Anexos**

Los siguientes anexos contienen contenido complementario, incluyendo tablas y textos que apoyan el desarrollo de la investigación. Algunos de estos elementos forman parte de la metodología utilizada, mientras que otros están relacionados con los resultados obtenidos. Su propósito es proporcionar información adicional y detallada que permita ampliar la comprensión del modelo teórico y los procesos analíticos desarrollados, sin sobrecargar el cuerpo principal del documento. Estos anexos funcionan como un recurso de apoyo para los lectores interesados en explorar aspectos específicos con mayor profundidad.

### **Anexo A: Desarrollo del Instrumento de Medición**

Este anexo incluye contenidos complementarios que detallan el proceso de construcción y validación del instrumento de medición, sirviendo como referencia técnica para comprender cómo se llevó a cabo la evaluación de los resultados.

#### **Evaluación de Ítems por Expertos**

La presentación de la evaluación de los reactivos y sus respectivas dimensiones, realizada por los expertos, se enfocó en las áreas de suficiencia, pertinencia y claridad. Esta evaluación se fundamentó en las observaciones y en las áreas de especialización de los expertos, cuyas contribuciones se detallan a continuación:

#### ***Juez 1: Dra. Verónica Duque Uribe, especialista en ecuaciones estructurales***

"Reflexionando sobre la selección de ítems, considero que se ha llevado a cabo un trabajo exhaustivo para abarcar por completo las dimensiones a evaluar. Percibo un detalle meticuloso en la formulación de los reactivos, anticipándose a los requisitos de la

evaluación y alineándose de manera destacada con los criterios establecidos previamente. No obstante, sugeriría una revisión más profunda de la relevancia de los ítems pertenecientes a la dimensión "Conveniencia" para asegurar su plena correspondencia con la dimensión señalada, lo cual reforzará la coherencia del cuestionario y su capacidad para medir eficazmente los objetivos propuestos."

***Juez 2: Dr. Máximo Estrada, especialista en mercadeo***

"Desde mi perspectiva, observo que la mayoría de los ítems son relevantes y corresponden a las dimensiones que buscan evaluar. Sin embargo, identifico algunos que podrían beneficiarse notablemente de una redacción más clara para garantizar una comprensión uniforme por parte de todos los encuestados. Destaco la importancia de la claridad para asegurar respuestas precisas y pertinentes. Por tanto, sugeriría revisar, y en caso necesario, eliminar o reformular los dos últimos ítems para incrementar la efectividad de la escala."

***Juez 3: Dr. Vicente Herrera, especialista en estadística***

"Los ítems elegidos se ajustan de manera apropiada para la evaluación, mostrando una alineación correcta con las dimensiones detalladas. Sin embargo, recalco la importancia de que las instrucciones iniciales del cuestionario sean explícitas y detalladas, cubriendo todas las especificaciones de las escalas de medición empleadas. Esto no solo incrementará la calidad de las respuestas obtenidas sino que también simplificará la interpretación de los datos, un aspecto clave para un análisis estadístico detallado y fiable."

**Juez 4: PhD. Jorge Martínez, especialista en metodología de la investigación**

"La coherencia entre los ítems y las dimensiones que se buscan evaluar es clara, lo que indica una selección pertinente adecuada. Para asegurar la robustez del instrumento de medición, sería aconsejable realizar pruebas de fiabilidad y validez. Estas evaluaciones son esenciales para garantizar que el cuestionario genere resultados consistentes y precisos en variados contextos, y que mida de manera efectiva los constructos propuestos. Si bien la claridad de los ítems es adecuada, es esencial perfeccionar los términos y conceptos empleados para el público objetivo, con el fin de garantizar su relevancia y comprensión por parte de todos los encuestados."

**Preparación de Datos para el Análisis Factorial Confirmatorio**

**Tabla A1**

*Variabilidad y medias de los ítems*

<b>Enunciado</b>	<b>Varianza</b>	<b>Media</b>
Ítems 9	0.293	4.8
Ítems 10	0.701	4.1
Ítems 24	0.831	4.3
Ítems 23	0.849	4.3
Ítems 13	0.855	3.7
Ítems 4	0.999	3.7
Ítems 26	1.030	4.0
Ítems 5	1.062	3.9
Ítems 12	1.067	3.9
Ítems 20	1.077	3.9
Ítems 11	1.086	3.8

<b>Enunciado</b>	<b>Varianza</b>	<b>Media</b>
Ítems 6	1.089	4.2
Ítems 21	1.133	3.9
Ítems 18	1.246	3.4
Ítems 7	1.260	3.8
Ítems 14	1.305	3.4
Ítems 25	1.350	3.8
Ítems 19	1.383	3.4
Ítems 15	1.466	2.9
Ítems 8	1.515	4.2
Ítems 22	1.520	3.3
Ítems 16	1.552	3.4
Ítems 17	1.690	3.1
Ítems 1	1.691	3.1
Ítems 2	1.717	3.2
Ítems 3	1.823	3.0
<b>Suma</b>	<b>350.747</b>	

*Nota.* Los ítems están ordenados según su varianza, comenzando por el que aporta menos al instrumento. La media indica la tendencia de respuesta para cada ítem.

### **Tabla A2**

*Correlación entre cada ítem y la suma total*

<b>Enunciado</b>	<b>Correlación</b>	<b>Covarianza</b>
Ítems 9	0.339	3.441
Ítems 6	0.449	8.774
Ítems 8	0.526	12.118

<b>Enunciado</b>	<b>Correlación</b>	<b>Covarianza</b>
Ítems 12	0.548	10.595
Ítems 7	0.570	11.975
Ítems 21	0.581	11.593
Ítems 16	0.612	14.288
Ítems 13	0.618	10.698
Ítems 17	0.633	15.403
Ítems 18	0.648	13.548
Ítems 14	0.653	13.974
Ítems 4	0.665	12.450
Ítems 22	0.665	15.363
Ítems 15	0.676	15.336
Ítems 20	0.688	13.362
Ítems 11	0.712	13.889
Ítems 26	0.714	13.565
Ítems 24	0.719	12.272
Ítems 5	0.721	13.912
Ítems 10	0.724	11.359
Ítems 23	0.733	12.653
Ítems 19	0.745	16.407
Ítems 2	0.756	18.551
Ítems 1	0.759	18.485
Ítems 25	0.776	16.894
Ítems 3	0.785	19.841
<b>Suma</b>	<b>1</b>	<b>350.747</b>

*Nota.* Los ítems están ordenados en función de su fuerza de correlación y su aporte al instrumento. Elaboración propia.

## **Anexo B: Modelado por Zona Geográfica**

### **Coordenadas de los Nano-Store**

Este anexo presenta elementos del modelado de los Nano-Stores organizados por zona geográfica y tipo de tienda. Incluye tablas y figuras que resumen los datos utilizados, los análisis realizados y los resultados intermedios. También se detallan las ecuaciones de regresión por zona y cálculos complementarios para determinar la intención de compra según la ubicación y tipo de Nano-Store

#### **Tabla B1**

*Coordenadas de los Nano-Stores por distrito y corregimiento*

<b>Corregimiento</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
<b>Distrito de Panamá</b>		
El Chorrillo	8.94912850	-79.5464151
Santa Ana	8.95275490	-79.5406562
Curundú	8.97145920	-79.5424726
Calidonia	8.97285130	-79.5358348
San Francisco	8.99346440	-79.5166763
Bella Vista	8.99944930	-79.5173860
Parque Lefevre	9.00636030	-79.4937637
Pueblo Nuevo	9.00817840	-79.5209367
Betania	9.01789810	-79.5223525
Río Abajo	9.02120340	-79.4902273
Juan Díaz	9.04546320	-79.4320080
Don Bosco	9.05680030	-79.4124523
Ancón	9.05833630	-79.5559542
Pedregal	9.06977740	-79.4296091
Las Mañanitas	9.08066640	-79.4116686
Ernesto Córdoba Campos	9.08381210	-79.4920064
Tocumen	9.08621970	-79.3857640
24 de diciembre	9.08707550	-79.3510492
Pacora	9.09550250	-79.3039035
Las Cumbres	9.11001250	-79.5416610
Chilibre	9.12303820	-79.6053466
La Cabima	9.12432440	-79.5274245
Las Garzas	9.12526480	-79.2521571
Alcalde Díaz	9.12765370	-79.5441604
Caimitillo	9.16084920	-79.5383910

<b>Corregimiento</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
<b>Distrito de San Miguelito</b>		
Omar Torrijos	8.95109930	-79.6533463
Mateo Iturralde	9.02702000	-79.4935377
Victoriano Lorenzo	9.03041880	-79.5024473
José Domingo Espinar	9.04356860	-79.4709605
Rufina Alfaro	9.05436640	-79.4543541
Belisario Porras	9.06038440	-79.4976534
Arnulfo Arias	9.06420190	-79.4892054
Amelia Denis De Icaza	9.07121960	-79.4924920
Belisario Frías	9.07229710	-79.4894580
<b>Distrito de Arraiján</b>		
Veracruz	8.89612940	-79.6132073
Vacamonte	8.90501350	-79.7105641
Juan Demóstenes Arosemena	8.93296210	-79.7259047
Vista Alegre	8.93444360	-79.6885841
Arraiján (Cabecera)	8.94157870	-79.6392666
Cerro Silvestre	8.94187250	-79.6438918
Arosemena	8.95832650	-79.6746171
Burunga	8.96965850	-79.6706809
Nuevo Emperador	8.99879130	-79.7265172
Santa Clara	9.02853500	-79.7480193
<b>Distrito de Chorrera</b>		
Playa Leona	8.84127840	-79.8024568
Guadalupe	8.85794200	-79.7899947
El Coco	8.86993220	-79.8137163
Puerto Caimito	8.87052450	-79.7116553
Barrio Colón	8.87460510	-79.7716918
Feuillet	8.87705490	-79.7859010
Barrio Balboa	8.88888740	-79.7897308
Herrera	8.91958190	-79.8033372

*Nota.* La tabla muestra las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de los Nano-Stores, organizadas por corregimientos y distritos del área de estudio. Elaboración propia.

**Tabla B2***Distribución de encuestas por corregimiento y zona geográfica*

Corregimiento	Zonas / Conglomerados										Total de Encuestas Aplicadas	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
24 de diciembre								50				50
Alcalde Díaz									18			18
Amelia Denis De Icaza				8								8
Ancón						7						7
Arnulfo Arias				17								17
Arosemena		2										2
Arraiján (Cabecera)		17										17
Barrio Balboa			4									4
Barrio Colón			7									7
Belisario Frías				28								28
Belisario Porras				14								14
Bella Vista						9						9
Betania						12						12
Burunga		18										18
Caimitillo								10				10
Calidonia						5						5
Cerro Silvestre		15										15
Chilibre									23			23
Curundú						4						4
Don Bosco					20							20

Corregimiento	Zonas / Conglomerados										Total de Encuestas Aplicadas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
El Chorrillo						6					6
El Coco			4								4
Ernesto Córdoba Campos				16							16
Feuillet			1								1
Guadalupe			4								4
Herrera			4								4
José Domingo Espinar					6						6
Juan Demóstenes Arosemena	19										19
Juan Díaz					28						28
La Cabima								2			2
Las Cumbres								22			22
Las Garzas										10	10
Las Mañanitas					18						18
Mateo Iturralde						3					3
Nuevo Emperador	3										3
Omar Torrijos		21									21
Pacora										31	31
Parque Lefevre						10					10
Pedregal					25						25
Playa Leona			6								6
Pueblo Nuevo						6					6

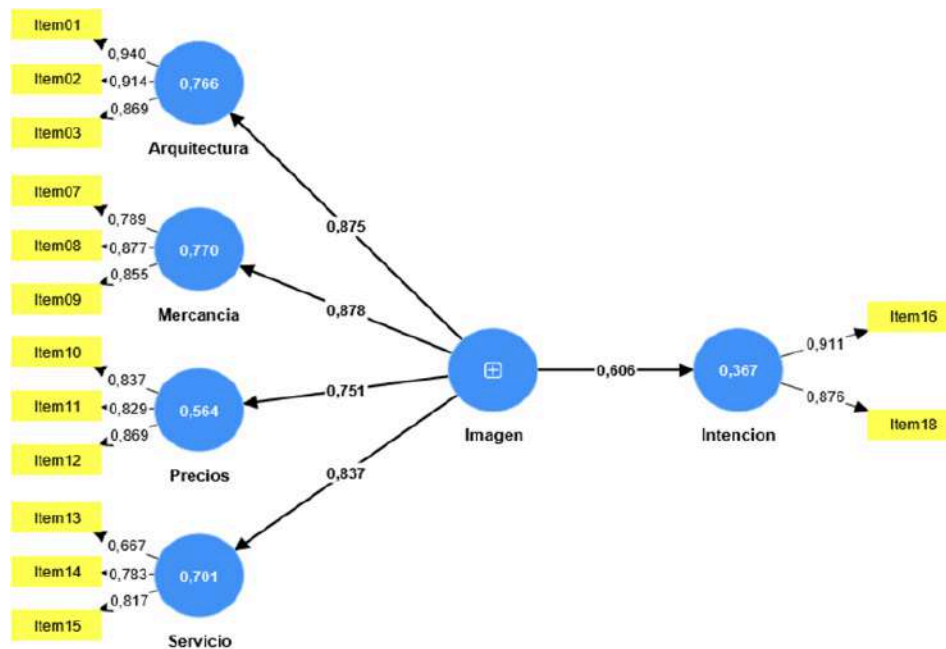
Corregimiento	Zonas / Conglomerados										Total de Encuestas Aplicadas	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Puerto Caimito	1											1
Río Abajo						3						3
Rufina Alfaro					8							8
San Francisco						2						2
Santa Ana						3						3
Santa Clara	3											3
Tocumen								56				56
Vacamonte	20											20
Veracruz		9										9
Victoriano Lorenzo						4						4
Vista Alegre	14											14
<b>Total Encuestas por Zona</b>	<b>60</b>	<b>82</b>	<b>30</b>	<b>83</b>	<b>105</b>	<b>74</b>	<b>106</b>	<b>52</b>	<b>23</b>	<b>41</b>		<b>656</b>

*Nota.* Los datos de esta tabla provienen de la encuesta a 656 participantes. Elaboración Propia.

## Anexo B: Modelos SEM y Ecuaciones por Zona Geográfica

**Figura B1**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 1*



*Nota.* Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural ilustrado en la **Figura B1**, que incluye las zonas de Juan Demóstenes Arosemena, Nuevo Emperador, Puerto Caimito, Santa Clara, Vacamonte y Vista Alegre, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.606 (0.875 * \text{arquitectura} + 0.878 * \text{mercancía} + 0.751 * \text{precio} + 0.837 * \text{servicio}) + \varepsilon$$

Donde:

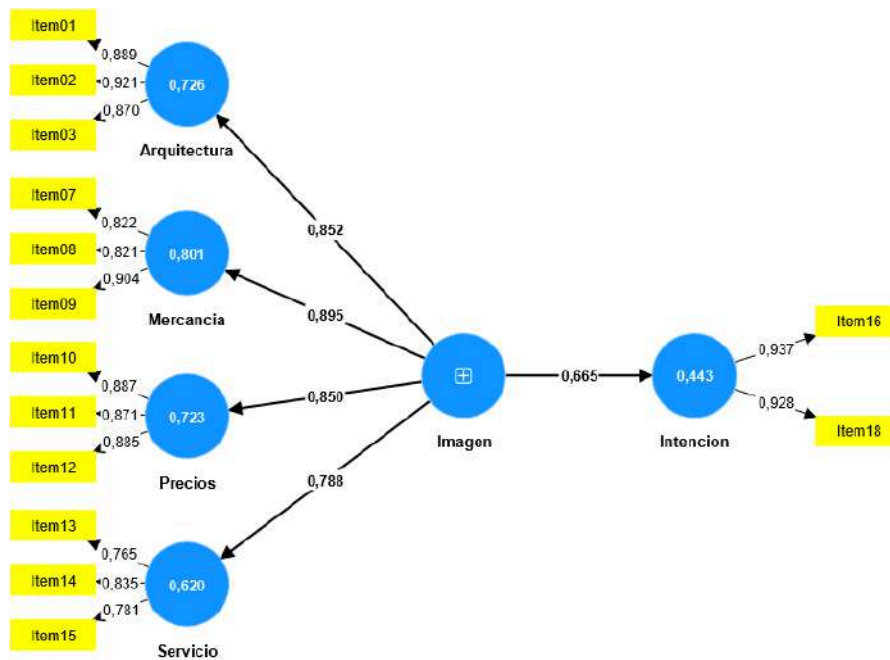
- 0.606 es el coeficiente de regresión de la variable latente de segundo orden (imagen) en la variable dependiente (intención de compra).

- 0.875, 0.878, 0.751 y 0.837 son los pesos de factorización de cada variable latente de primer orden (arquitectura, mercancía, precio y servicio, respectivamente) en la variable latente de segundo orden (imagen).
- $\epsilon$  es el término de error.

Esta ecuación resulta de gran utilidad para predecir la intención de compra de los consumidores ubicados en la zona 1 (conglomerado 1), considerando su percepción sobre aspectos clave como la arquitectura, mercancía, precio, servicio e imagen global del producto o servicio en cuestión. De esta manera, se logra una aproximación más precisa a las tendencias y comportamientos de los consumidores, permitiendo tomar decisiones más informadas y efectivas.

## Figura B2

Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 2



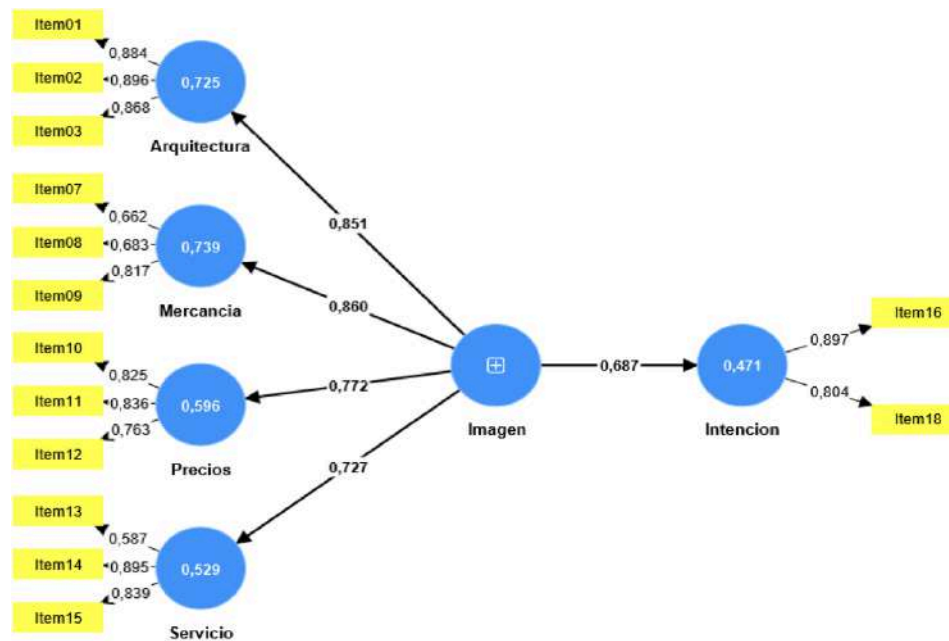
Nota. Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B2**, que incluye las zonas de Arosemena, Arraiján (Cabecera), Burunga, Cerro Silvestre, Omar Torrijos y Veracruz, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.665 (0.852 * \text{arquitectura} + 0.895 * \text{mercancía} + 0.850 * \text{precio} + 0.788 * \text{servicio}) + \epsilon$$

**Figura B3**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 3*



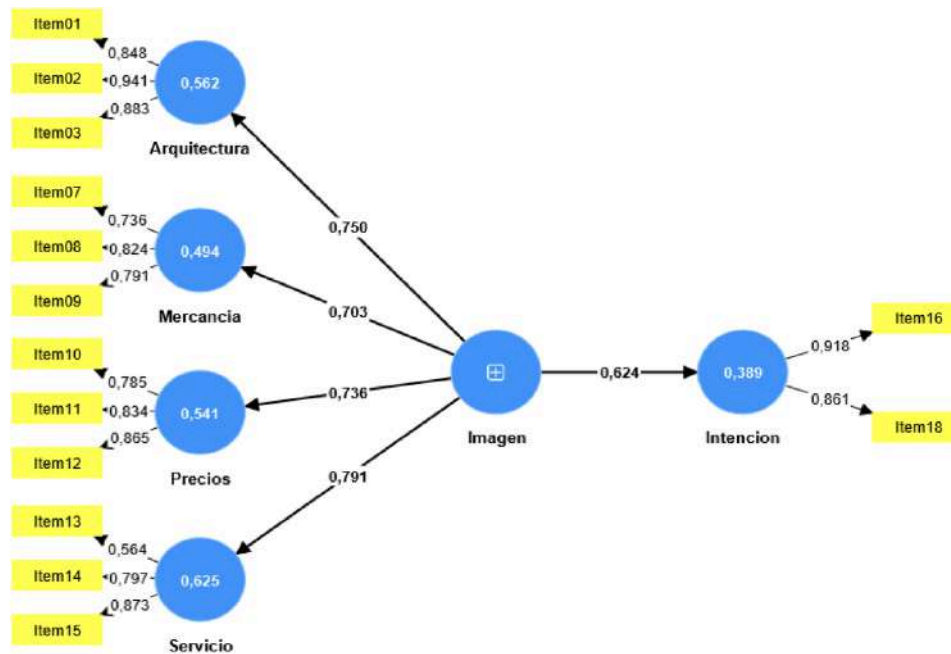
*Nota.* Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B3**, que incluye las zonas de Barrio Balboa, Barrio Colón, El Coco, Feuillet, Guadalupe, Herrera y Playa Leona, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.687 (0.851 * \text{arquitectura} + 0.860 * \text{mercancía} + 0.772 * \text{precio} + 0.727 * \text{servicio}) + \epsilon$$

**Figura B4**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 4*



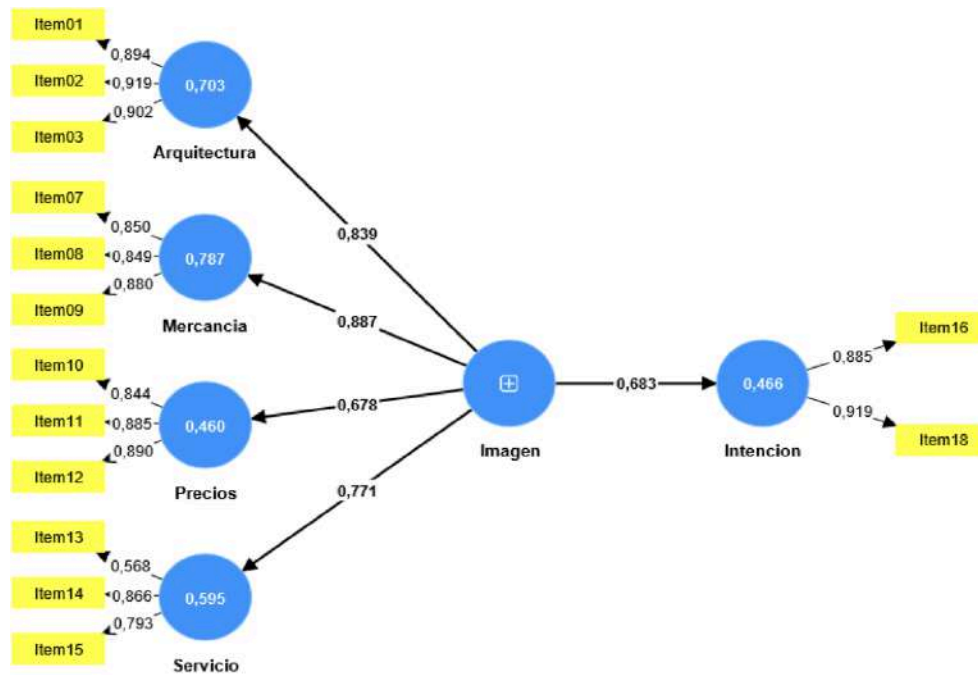
Nota. Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B4**, que incluye las zonas de Amelia Denis De Icaza, Arnulfo Arias, Belisario Frías, Belisario Porras y Ernesto Córdoba Campos, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.624 (0.750 * \text{arquitectura} + 0.703 * \text{mercancía} + 0.736 * \text{precio} + 0.791 * \text{servicio}) + \epsilon$$

**Figura B5**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 5*



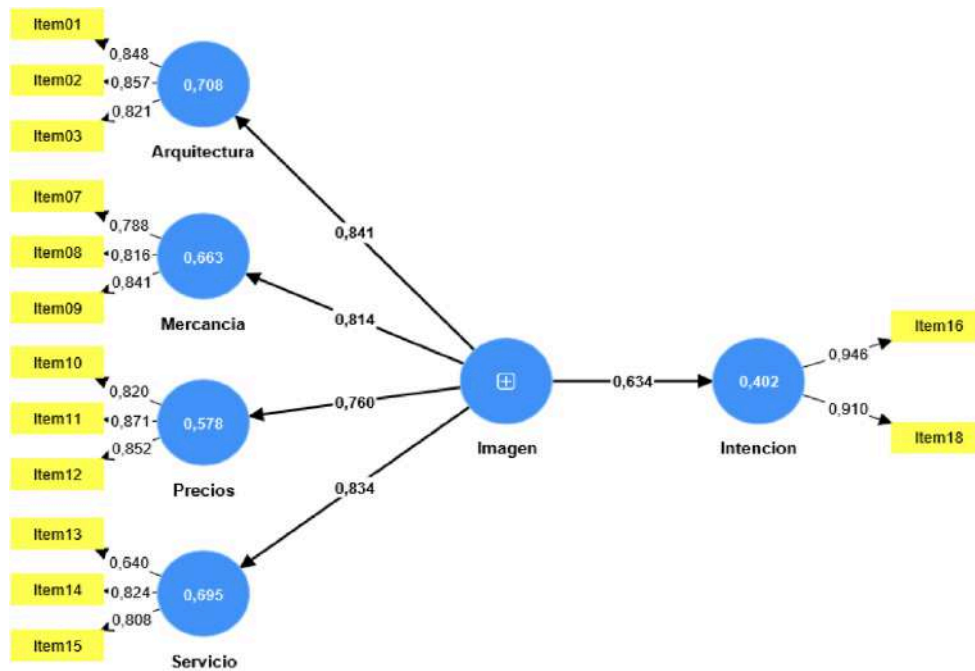
*Nota.* Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B5**, que incluye las zonas de Don Bosco, José Domingo Espinar, Juan Díaz, Las Mañanitas, Pedregal y Rufina Alfaro, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.683 (0.839 * \text{arquitectura} + 0.887 * \text{mercancía} + 0.678 * \text{precio} + 0.771 * \text{servicio}) + \epsilon$$

**Figura B6**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 6*



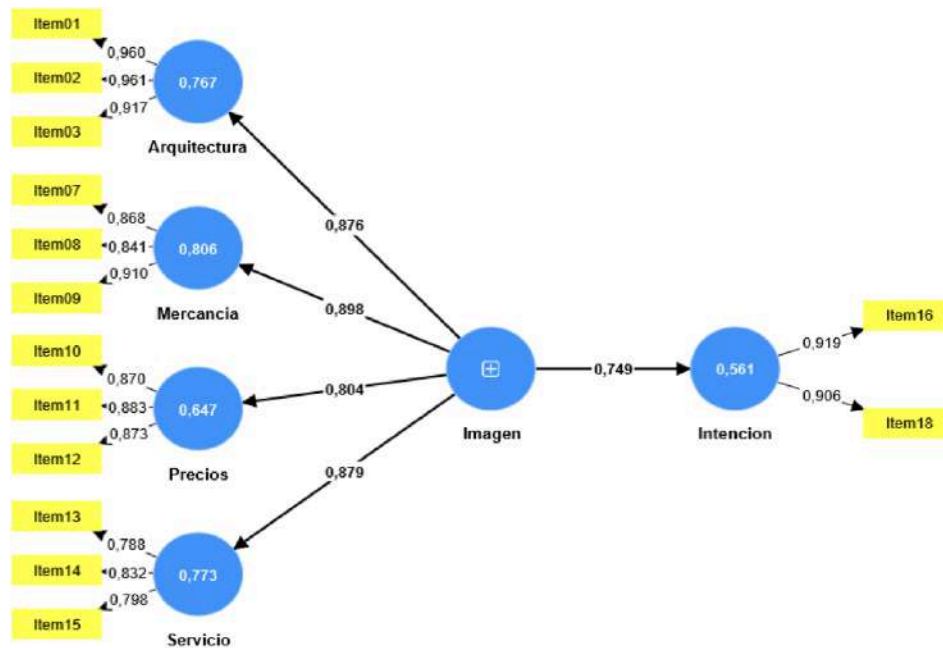
Nota. Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B6**, que incluye las zonas de Ancón, Bella Vista, Betania, Calidonia, Curundú, El Chorrillo, Mateo Iturralde, Parque Lefevre, Pueblo Nuevo, Río Abajo, San Francisco, Santa Ana y Victoriano Lorenzo, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.634 (0.841 * \text{arquitectura} + 0.814 * \text{mercancía} + 0.760 * \text{precio} + 0.834 * \text{servicio}) + \varepsilon$$

**Figura B7**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 7*



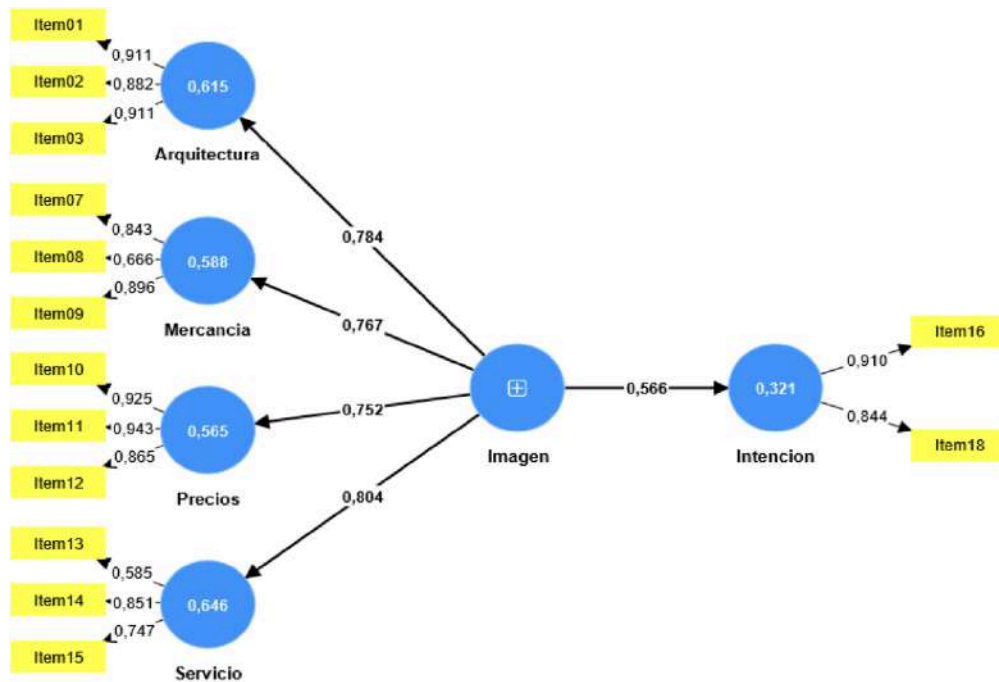
*Nota.* Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B7**, que incluye las zonas de 24 de diciembre y Tocumen, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.749 (0.876 * \text{arquitectura} + 0.898 * \text{mercancia} + 0.804 * \text{precio} + 0.879 * \text{servicio}) + \varepsilon$$

**Figura B8**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 8*



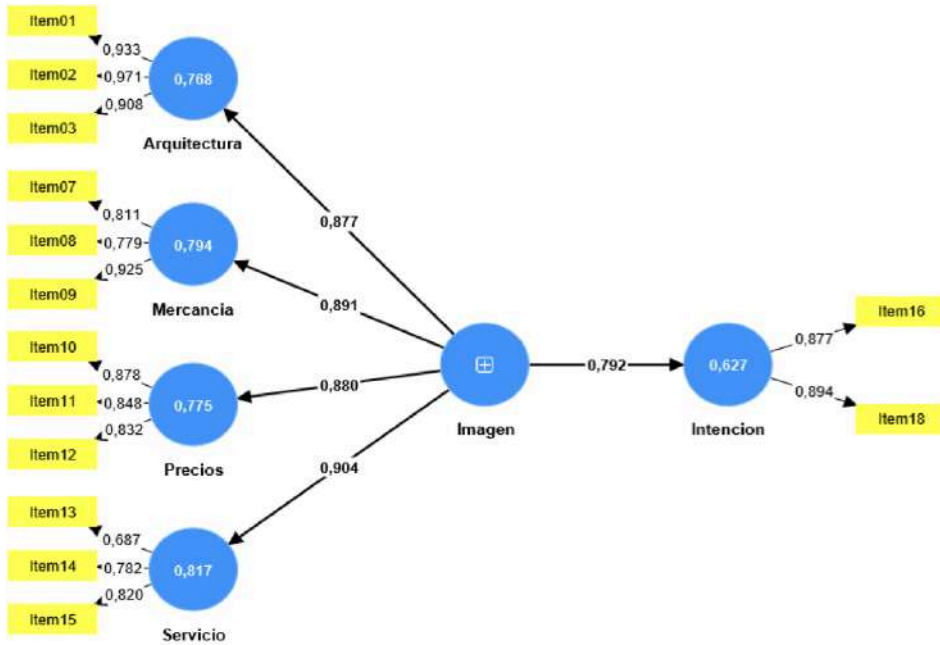
*Nota.* Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B8**, que incluye las zonas de Alcalde Díaz, Caimitillo, La Cabima y Las Cumbres, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.566 (0.784 * \text{arquitectura} + 0.767 * \text{mercancía} + 0.752 * \text{precio} + 0.804 * \text{servicio}) + \varepsilon$$

**Figura B9**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 9*



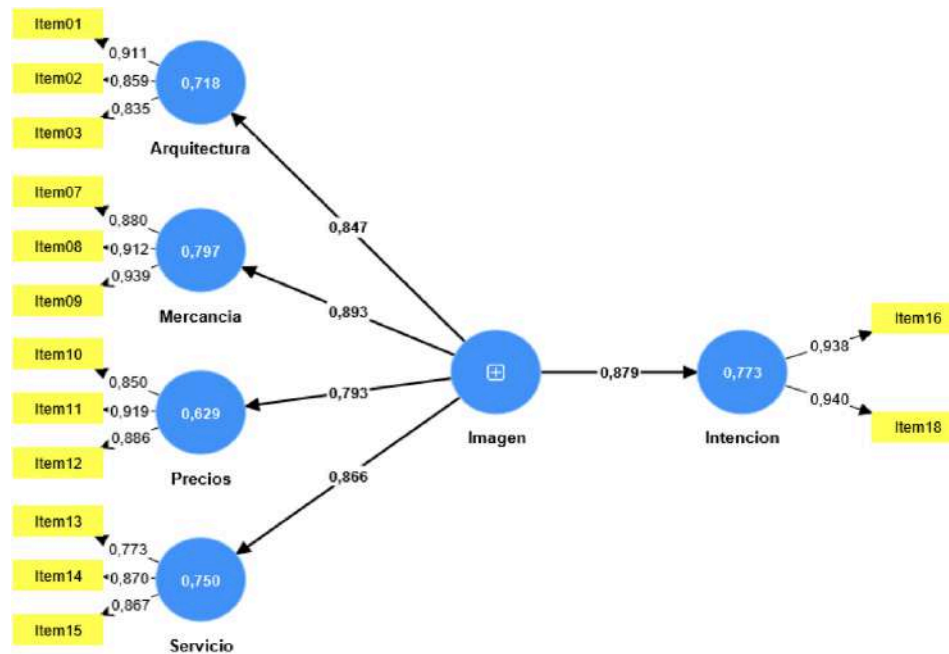
Nota. Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B9**, que incluye la zona de Chilibre, es la siguiente:

$$\text{Intención de compra} = 0.792 (0.877 * \text{arquitectura} + 0.891 * \text{mercancía} + 0.880 * \text{precio} + 0.904 * \text{servicio}) + \epsilon$$

**Figura B10**

*Modelo SEM de Imagen e Intención de Compra para en la zona 10*



*Nota.* Elaboración propia.

La ecuación predictiva para el modelo estructural de la **Figura B10**, que incluye las zonas de Las Garzas y Pacora, es la siguiente:

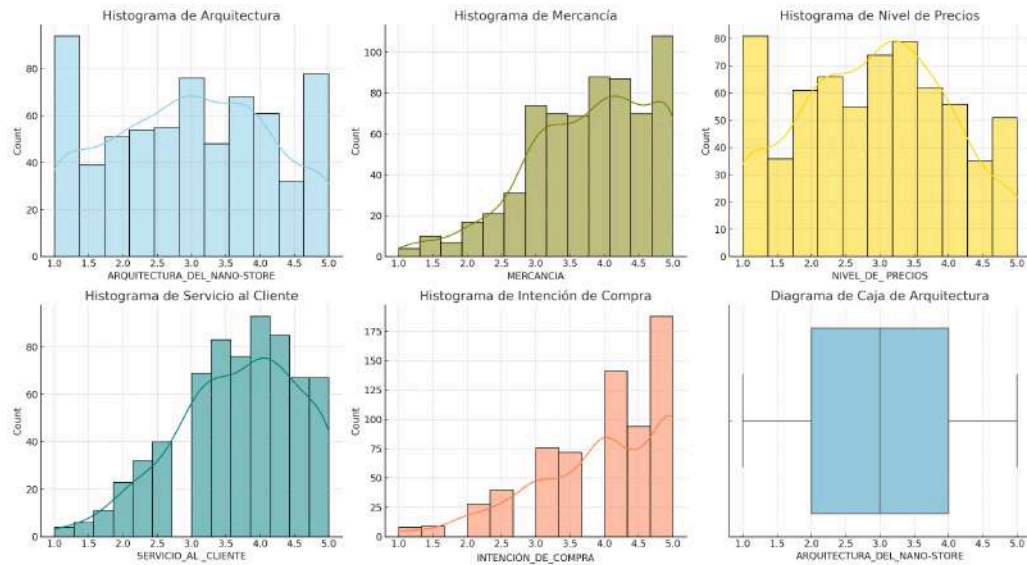
$$\text{Intención de compra} = 0.879 (0.847 * \text{arquitectura} + 0.893 * \text{mercancía} + 0.793 * \text{precio} + 0.866 * \text{servicio}) + \epsilon$$

## Anexo C: Clasificación por Tipo de Nano-Store

- Distribución de las puntuaciones para cada factor clave

Figura C1

Distribución de puntuaciones por factor clave

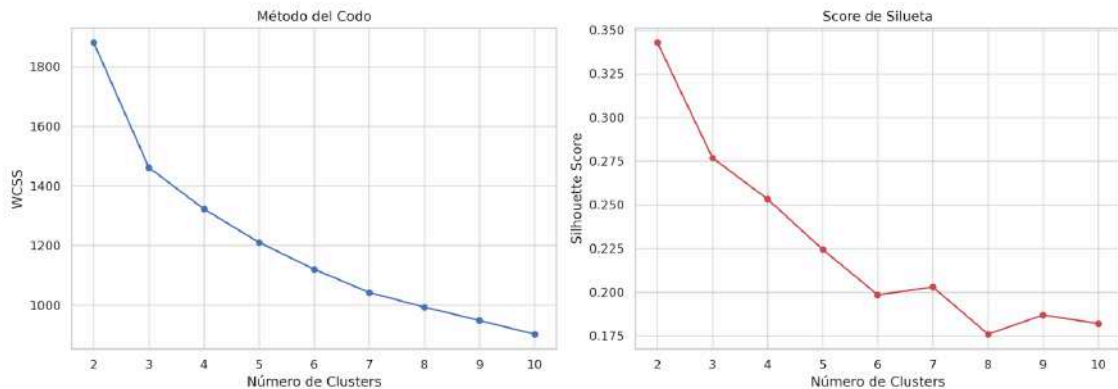


Nota. Elaboración propia.

- Gráficas del Método del Codo y Análisis de Silueta

Figura C2

Número óptimo de clusters mediante el análisis de codo y el análisis de silueta

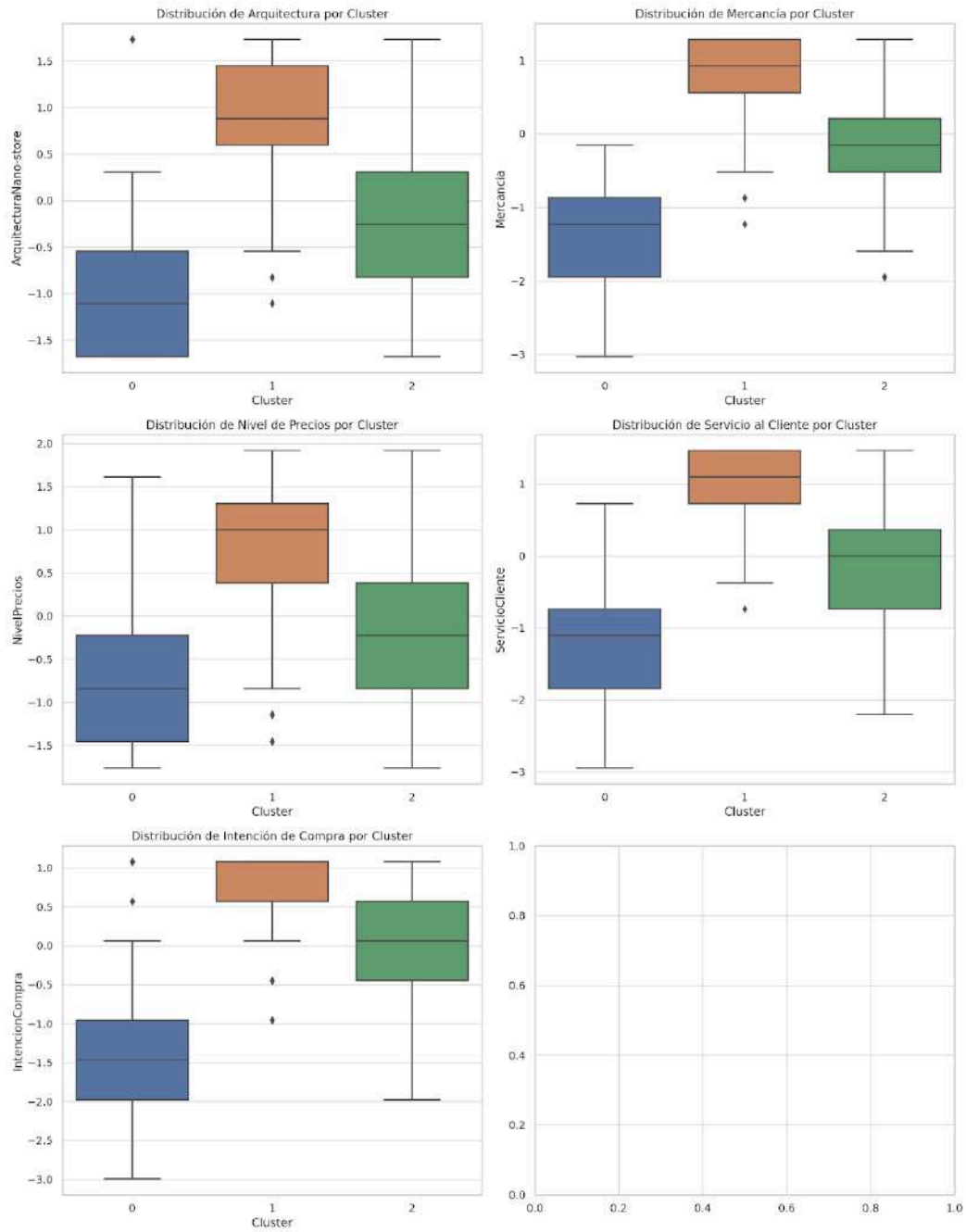


Nota. Elaboración propia

- *Histogramas y Diagramas de Caja de las Distribuciones Iniciales*

**Figura C3**

*Distribución de las variables dentro de los clusters identificados*



*Nota. Elaboración propia.*

- **Desglose detallado de la distribución de Nano-Stores por zona**

**Tabla C1**

*Distribución de los tipos de Nano-Stores por zona*

Zona Geográfica	Tipo de Nano-Store		
	Básico	Estándar	Premium
1	17	21	22
2	26	27	29
3	10	9	11
4	23	35	25
5	34	35	36
6	31	28	15
7	35	27	44
8	15	21	16
9	10	6	7
10	16	7	18

*Nota.* Elaboración propia.

**Anexo D: Intención de Compra (IC) por Zona y Tipo de Nano-Store**

**Tabla D1**

*Estimación de la intención de compra por Nano-Store Básico*

Zona	Ecuación Original	Ecuación Sustituida con Factores Clave	Suma Ponderada	Escala (Mín-Máx)	IC
1	Intención de compra = 0.606 (0.875 * Arquitectura + 0.878 * Mercancía + 0.751 * Nivel de Precios + 0.837 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.606 * (0.875 * 1.901 + 0.878 * 2.708 + 0.751 * 4.047 + 0.837 * 2.626)	5.62262	1 - 5	1.8
2	Intención de compra = 0.665 (0.852 * Arquitectura + 0.895 * Mercancía + 0.850 * Nivel de Precios + 0.788 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.665 * (0.852 * 1.901 + 0.895 * 2.708 + 0.850 * 4.047 + 0.788 * 2.626)	6.35245	1 - 5	2.7
3	Intención de compra = 0.687 (0.851 * Arquitectura + 0.860 * Mercancía + 0.772 * Nivel de Precios + 0.727 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.687 * (0.851 * 1.901 + 0.860 * 2.708 + 0.772 * 4.047 + 0.727 * 2.626)	6.16927	1 - 5	2.4

4	Intención de compra = 0.624 (0.750 * Arquitectura + 0.703 * Mercancía + 0.736 * Nivel de Precios + 0.791 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.624 * (0.750 * 1.901 + 0.703 * 2.708 + 0.736 * 4.047 + 0.791 * 2.626)	5.23238	1 - 5	1.3
5	Intención de compra = 0.683 (0.839 * Arquitectura + 0.887 * Mercancía + 0.678 * Nivel de Precios + 0.771 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.683 * (0.839 * 1.901 + 0.887 * 2.708 + 0.678 * 4.047 + 0.771 * 2.626)	5.98680	1 - 5	2.2
6	Intención de compra = 0.634 (0.841 * Arquitectura + 0.814 * Mercancía + 0.760 * Nivel de Precios + 0.834 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.634 * (0.841 * 1.901 + 0.814 * 2.708 + 0.760 * 4.047 + 0.834 * 2.626)	5.74966	1 - 5	1.9
7	Intención de compra = 0.749 (0.876 * Arquitectura + 0.898 * Mercancía + 0.804 * Nivel de Precios + 0.879 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.749 * (0.876 * 1.901 + 0.898 * 2.708 + 0.804 * 4.047 + 0.879 * 2.626)	7.23467	1 - 5	3.7
8	Intención de compra = 0.566 (0.784 * Arquitectura + 0.767 * Mercancía + 0.752 * Nivel de Precios + 0.804 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.566 * (0.784 * 1.901 + 0.767 * 2.708 + 0.752 * 4.047 + 0.804 * 2.626)	4.93669	1 - 5	1.0
9	Intención de compra = 0.792 (0.877 * Arquitectura + 0.891 * Mercancía + 0.880 * Nivel de Precios + 0.904 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.792 * (0.877 * 1.901 + 0.891 * 2.708 + 0.880 * 4.047 + 0.904 * 2.626)	7.93209	1 - 5	4.5
10	Intención de compra = 0.879 (0.847 * Arquitectura + 0.893 * Mercancía + 0.793 * Nivel de Precios + 0.866 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.879 * (0.847 * 1.901 + 0.893 * 2.708 + 0.793 * 4.047 + 0.866 * 2.626)	8.36085	1 - 5	5.0

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla D2**

*Estimación de la intención de compra por Nano-Store Estándar*

Zona	Ecuación Original	Ecuación Sustituida con Factores Clave	Suma Ponderada	Escala (Mín-Máx)	IC
1	Intención de compra = 0.606 (0.875 * Arquitectura + 0.878 * Mercancía + 0.751 * Nivel de Precios + 0.837 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.606 * (0.875 * 3.137 + 0.878 * 3.824 + 0.751 * 3.292 + 0.837 * 3.669)	7.05723	1 - 5	1.9
2	Intención de compra = 0.665 (0.852 * Arquitectura + 0.895 * Mercancía + 0.850 * Nivel de Precios + 0.788 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.665 * (0.852 * 3.137 + 0.895 * 3.824 + 0.850 * 3.292 + 0.788 * 3.669)	7.83674	1 - 5	2.6
3	Intención de compra = 0.687 (0.851 * Arquitectura + 0.860 * Mercancía + 0.772 * Nivel de Precios + 0.727 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.687 * (0.851 * 3.137 + 0.860 * 3.824 + 0.772 * 3.292 + 0.727 * 3.669)	7.67174	1 - 5	2.4

Zona	Ecuación Original	Ecuación Sustituida con Factores Clave	Suma Ponderada	Escala (Mín-Máx)	IC
4	Intención de compra = 0.624 (0.750 * Arquitectura + 0.703 * Mercancía + 0.736 * Nivel de Precios + 0.791 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.624 * (0.750 * 3.137 + 0.703 * 3.824 + 0.736 * 3.292 + 0.791 * 3.669)	6.46845	1 - 5	1.3
5	Intención de compra = 0.683 (0.839 * Arquitectura + 0.887 * Mercancía + 0.678 * Nivel de Precios + 0.771 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.683 * (0.839 * 3.137 + 0.887 * 3.824 + 0.678 * 3.292 + 0.771 * 3.669)	7.57079	1 - 5	2.3
6	Intención de compra = 0.634 (0.841 * Arquitectura + 0.814 * Mercancía + 0.760 * Nivel de Precios + 0.834 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.634 * (0.841 * 3.137 + 0.814 * 3.824 + 0.760 * 3.292 + 0.834 * 3.669)	7.17233	1 - 5	2.0
7	Intención de compra = 0.749 (0.876 * Arquitectura + 0.898 * Mercancía + 0.804 * Nivel de Precios + 0.879 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.749 * (0.876 * 3.137 + 0.898 * 3.824 + 0.804 * 3.292 + 0.879 * 3.669)	9.02828	1 - 5	3.7
8	Intención de compra = 0.566 (0.784 * Arquitectura + 0.767 * Mercancía + 0.752 * Nivel de Precios + 0.804 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.566 * (0.784 * 3.137 + 0.767 * 3.824 + 0.752 * 3.292 + 0.804 * 3.669)	6.12292	1 - 5	1.0
9	Intención de compra = 0.792 (0.877 * Arquitectura + 0.891 * Mercancía + 0.880 * Nivel de Precios + 0.904 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.792 * (0.877 * 3.137 + 0.891 * 3.824 + 0.880 * 3.292 + 0.904 * 3.669)	9.79868	1 - 5	4.4
10	Intención de compra = 0.879 (0.847 * Arquitectura + 0.893 * Mercancía + 0.793 * Nivel de Precios + 0.866 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.879 * (0.847 * 3.137 + 0.893 * 3.824 + 0.793 * 3.292 + 0.866 * 3.669)	10.42475	1 - 5	5.0

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla D3**

*Estimación de la intención de compra por Nano-Store Premium*

Zona	Ecuación Original	Ecuación Sustituida con Factores Clave	Suma Ponderada	Escala (Mín-Máx)	IC
1	Intención de compra = 0.606 (0.875 * Arquitectura + 0.878 * Mercancía + 0.751 * Nivel de Precios + 0.837 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.606 * (0.875 * 4.373 + 0.878 * 4.706 + 0.751 * 2.045 + 0.837 * 4.542)	8.0572	1 - 5	1.9
2	Intención de compra = 0.665 (0.852 * Arquitectura + 0.895 * Mercancía + 0.850 * Nivel de Precios + 0.788 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.665 * (0.852 * 4.373 + 0.895 * 4.706 + 0.850 * 2.045 + 0.788 * 4.542)	8.8148	1 - 5	2.5

Zona	Ecuación Original	Ecuación Sustituida con Factores Clave	Suma Ponderada	Escala (Mín-Máx)	IC
3	Intención de compra = 0.687 (0.851 * Arquitectura + 0.860 * Mercancía + 0.772 * Nivel de Precios + 0.727 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.687 * (0.851 * 4.373 + 0.860 * 4.706 + 0.772 * 2.045 + 0.727 * 4.542)	8.6894	1 - 5	2.4
4	Intención de compra = 0.624 (0.750 * Arquitectura + 0.703 * Mercancía + 0.736 * Nivel de Precios + 0.791 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.624 * (0.750 * 4.373 + 0.703 * 4.706 + 0.736 * 2.045 + 0.791 * 4.542)	7.2919	1 - 5	1.3
5	Intención de compra = 0.683 (0.839 * Arquitectura + 0.887 * Mercancía + 0.678 * Nivel de Precios + 0.771 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.683 * (0.839 * 4.373 + 0.887 * 4.706 + 0.678 * 2.045 + 0.771 * 4.542)	8.6956	1 - 5	2.4
6	Intención de compra = 0.634 (0.841 * Arquitectura + 0.814 * Mercancía + 0.760 * Nivel de Precios + 0.834 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.634 * (0.841 * 4.373 + 0.814 * 4.706 + 0.760 * 2.045 + 0.834 * 4.542)	8.1466	1 - 5	2.0
7	Intención de compra = 0.749 (0.876 * Arquitectura + 0.898 * Mercancía + 0.804 * Nivel de Precios + 0.879 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.749 * (0.876 * 4.373 + 0.898 * 4.706 + 0.804 * 2.045 + 0.879 * 4.542)	10.2563	1 - 5	3.7
8	Intención de compra = 0.566 (0.784 * Arquitectura + 0.767 * Mercancía + 0.752 * Nivel de Precios + 0.804 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.566 * (0.784 * 4.373 + 0.767 * 4.706 + 0.752 * 2.045 + 0.804 * 4.542)	6.9197	1 - 5	1.0
9	Intención de compra = 0.792 (0.877 * Arquitectura + 0.891 * Mercancía + 0.880 * Nivel de Precios + 0.904 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.792 * (0.877 * 4.373 + 0.891 * 4.706 + 0.880 * 2.045 + 0.904 * 4.542)	11.0354	1 - 5	4.4
10	Intención de compra = 0.879 (0.847 * Arquitectura + 0.893 * Mercancía + 0.793 * Nivel de Precios + 0.866 * Nivel de Servicio) + ε	Intención de compra = 0.879 * (0.847 * 4.373 + 0.893 * 4.706 + 0.793 * 2.045 + 0.866 * 4.542)	11.8325	1 - 5	5.0

*Nota.* Elaboración propia.

**Anexo E: Coordenadas de Nano-Stores, Centros de Distribución y Proveedores**

**Tabla E1**

*Coordenadas de centros de distribución potenciales por clúster*

<b>Cluster</b>	<b>Centro de Distribución</b>	<b>Tipo de Centro de Distribución</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
0	CD 1	Wp	9.088495	-79.5309557
1	CD 2	Wm1	8.9431441	-79.6446072
2	CD 3	Wm2	9.101775	-79.3799994
3	CD 4	Cr	9.02108361	-79.505043265

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla E2**

*Coordenadas de los potenciales Nano-Stores*

<b>Etiqueta</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
NS 1	8.9731439	-79.9646348	NS 51	9.0393962	-79.4338188
NS 2	8.9296785	-79.6341814	NS 52	8.9495005	-79.5468714
NS 3	8.9405432	-79.6446562	NS 53	8.9502622	-79.5427046
NS 4	8.9508417	-79.6558023	NS 54	9.0437659	-79.4850111
NS 5	8.8835722	-79.7900182	NS 55	9.0537187	-79.4715417
NS 6	8.8700859	-79.783972	NS 56	9.0431106	-79.4419167
NS 7	8.9003831	-79.750397	NS 57	9.0454313	-79.4374318
NS 8	8.8863499	-79.779292	NS 58	9.0333937	-79.4970727
NS 9	8.8979075	-79.7696227	NS 59	9.0127483	-79.4952444
NS 10	8.9560533	-79.6718574	NS 60	9.0199421	-79.4807703
NS 11	8.9714744	-79.6684818	NS 61	9.0150135	-79.5105712
NS 12	8.923805	-79.6743552	NS 62	9.0196861	-79.5020953
NS 13	8.93373	-79.6759924	NS 63	9.059651	-79.4523887
NS 14	8.9585553	-79.6978614	NS 64	9.0736224	-79.452578
NS 15	8.8684841	-79.8132808	NS 65	8.9779163	-79.5152867
NS 16	8.8767918	-79.8111859	NS 66	8.9908795	-79.5044303

<b>Etiqueta</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
NS 17	8.8818373	-79.7829643	NS 67	8.9971428	-79.5156128
NS 18	8.860135	-79.8080272	NS 68	8.9559651	-79.5412736
NS 19	8.9582448	-79.8703056	NS 69	9.0291862	-79.5041489
NS 20	8.9264976	-79.7194353	NS 70	9.1129698	-79.5334122
NS 21	9.0028038	-79.7303115	NS 71	9.1664182	-79.5420131
NS 22	8.9399903	-79.6377203	NS 72	9.1350087	-79.6112365
NS 23	8.9519568	-79.6522773	NS 73	9.1399846	-79.6197375
NS 24	8.7888871	-79.7726341	NS 74	9.1489226	-79.619039
NS 25	8.8730197	-79.7165985	NS 75	9.1760041	-79.6063745
NS 26	9.0305709	-79.7477095	NS 76	9.1899538	-79.6219079
NS 27	8.9101748	-79.7124118	NS 77	9.1211524	-79.5576769
NS 28	8.8911942	-79.6210075	NS 78	9.1289155	-79.5296981
NS 29	8.9300687	-79.699121	NS 79	9.1152024	-79.5769694
NS 30	9.042192	-79.5090629	NS 80	9.1048236	-79.5650571
NS 31	9.0430904	-79.5029364	NS 81	9.0907847	-79.3492044
NS 32	9.0455398	-79.5314171	NS 82	9.0971659	-79.3622085
NS 33	9.0399664	-79.5188796	NS 83	9.0836966	-79.3939682
NS 34	8.9407368	-79.5532333	NS 84	9.1009996	-79.3770721
NS 35	8.9811041	-79.5571019	NS 85	9.1097327	-79.3665223
NS 36	8.9995466	-79.5737614	NS 86	9.1271063	-79.3760778
NS 37	9.0614946	-79.4882383	NS 87	9.05079	-79.418248
NS 38	9.0674153	-79.4806815	NS 88	9.0725453	-79.4137089
NS 39	9.0662956	-79.4960675	NS 89	9.1185588	-79.2629388
NS 40	9.0788934	-79.4853038	NS 90	9.127654	-79.2538863
NS 41	9.0863882	-79.4868816	NS 91	9.0854745	-79.4041057
NS 42	9.0495797	-79.4923678	NS 92	9.0967435	-79.3968809
NS 43	9.0560114	-79.4995249	NS 93	9.1073088	-79.4049088
NS 44	9.0544162	-79.5054479	NS 94	9.0843627	-79.2922007
NS 45	8.9777488	-79.5280164	NS 95	9.1012098	-79.2924805
NS 46	8.9879893	-79.5198574	NS 96	9.0964359	-79.4482899
NS 47	9.0006143	-79.5310803	NS 97	9.0717747	-79.4300436
NS 48	9.0158991	-79.5322205	NS 98	9.0755874	-79.3584718

<b>Etiqueta</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
NS 49	8.9681532	-79.5347971	NS 99	9.0863226	-79.3638728
NS 50	8.9699368	-79.544084	NS 100	9.0896869	-79.3873127

*Nota.* Elaboración propia.

### **Tabla E3**

#### *Coordenadas de proveedores*

<b>Proveedor</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Proveedor 1	9.0098485	-79.5334398
Proveedor 2	9.0086288	-79.5031989
Proveedor 3	9.002311	-79.5266692
Proveedor 4	9.0513839	-79.4405766
Proveedor 5	9.0438841	-79.4671808
Proveedor 6	9.0034186	-79.5311445
Proveedor 7	9.0600454	-79.4082798
Proveedor 8	8.9278489	-79.7056852
Proveedor 9	9.0334951	-79.5802069
Proveedor 10	9.0268705	-79.5068308
Proveedor 11	9.0298839	-79.5749446
Proveedor 12	9.0630699	-79.404279
Proveedor 13	9.0224717	-79.5123267
Proveedor 14	9.0723513	-79.4060499
Proveedor 15	8.9876486	-79.5145674
Proveedor 16	8.9959685	-79.5299673
Proveedor 17	9.0147351	-79.5110986
Proveedor 18	8.9555025	-79.5425358
Proveedor 19	9.0161199	-79.4997217
Proveedor 20	9.0389787	-79.4711022
Proveedor 21	9.0371473	-79.4652077
Proveedor 22	9.0163557	-79.4956746
Proveedor 23	9.0449681	-79.4685789
Proveedor 24	9.0508094	-79.5073566

Proveedor	Latitud	Longitud
Proveedor 25	9.0067744	-79.5309713

Nota. Elaboración propia.

#### Tabla E4

##### *Demanda potencial por categoría de producto y zona geográfica*

Categoría	Abastos	Bebidas y Snack	Ferretería	Licores y cervezas	Limpieza	Mascotas	Uso personal	Vegetales
Zona 1	103,475.86	58,322.29	2,477.52	99,968.52	2,502.84	2,522.88	5,276.86	1,787.80
Zona 2	230,748.48	127,431.92	5,403.66	214,410.55	4,032.56	4,945.05	13,054.93	3,896.21
Zona 3	244,381.41	132,394.86	5,218.20	245,395.80	4,042.35	4,738.50	12,509.64	3,733.47
Zona 4	280,098.69	151,912.50	5,980.86	281,261.35	4,633.16	5,431.05	14,337.97	4,279.13
Zona 5	308,655.69	161,069.49	6,315.73	313,866.30	5,342.50	4,448.59	16,934.03	3,900.87
Zona 6	463,698.02	251,210.76	9,901.20	465,622.80	7,670.10	8,991.00	23,736.24	7,084.02
Zona 7	220,569.90	119,494.85	4,709.76	221,485.48	3,648.48	4,276.80	11,290.75	3,369.70
Zona 8	102,765.51	55,673.74	2,194.32	103,192.08	1,699.86	1,992.60	5,260.46	1,569.97
Zona 9	104,645.43	56,692.16	2,234.46	105,079.74	1,730.96	2,029.05	5,356.69	1,598.69
Zona 10	90,233.13	48,884.26	1,926.72	90,607.68	1,492.56	1,749.60	4,618.94	1,378.51

Nota. Elaboración Propia.

#### Tabla E5

##### *Distancias desde centroides zonales a cada Nano-Store*

N-S	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
1	41.21	47.60	29.06	78.21	87.07	67.78	83.47	94.71	94.60	106.14
2	12.72	8.32	26.97	40.13	49.46	29.22	66.79	58.36	69.80	65.08
3	10.69	6.59	25.03	42.04	51.27	31.17	68.43	59.99	71.45	66.20
4	8.56	4.53	23.08	42.09	51.15	31.35	68.05	59.51	70.94	65.73
5	12.99	19.19	0.80	47.77	56.80	37.42	73.34	64.04	75.60	68.30
6	14.03	20.33	1.88	48.46	57.44	38.18	73.88	64.51	76.10	68.68
7	5.16	11.50	7.46	43.24	52.00	33.19	68.06	58.76	70.09	64.06
8	12.67	18.97	2.42	46.59	55.51	36.37	71.92	62.45	74.13	67.30
9	10.43	16.66	4.26	45.20	54.14	34.94	70.60	61.17	72.82	66.27
10	6.60	1.76	20.27	39.01	48.18	28.22	65.22	56.73	67.58	63.69
11	7.54	2.64	21.68	37.54	46.70	26.75	63.80	55.31	66.22	62.75
12	13.61	6.97	23.34	37.79	47.19	26.90	64.60	55.99	67.11	63.62
13	11.96	5.38	21.88	37.64	47.03	26.75	64.47	55.85	67.00	63.54
14	5.21	5.09	13.27	40.43	49.57	29.74	66.59	58.07	68.91	64.76
15	16.16	22.54	5.88	51.07	60.10	40.69	76.59	67.71	78.87	72.17

<b>N-S</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Z4</b>	<b>Z5</b>	<b>Z6</b>	<b>Z7</b>	<b>Z8</b>	<b>Z9</b>	<b>Z10</b>
1	41.21	47.60	29.06	78.21	87.07	67.78	83.47	94.71	94.60	106.14
2	12.72	8.32	26.97	40.13	49.46	29.22	66.79	58.36	69.80	65.08
3	10.69	6.59	25.03	42.04	51.27	31.17	68.43	59.99	71.45	66.20
16	15.03	21.39	4.55	49.94	58.97	39.57	75.48	66.57	77.75	71.29
17	13.46	19.78	1.28	48.33	57.36	37.95	73.88	64.98	76.16	70.01
18	17.38	23.78	6.78	52.27	61.30	41.90	77.77	68.89	80.03	73.12
19	28.66	35.19	15.90	63.65	72.59	53.40	88.85	80.08	91.11	81.77
20	8.66	5.99	15.84	37.08	46.24	26.38	63.33	54.92	65.85	62.53
21	17.18	18.89	28.63	36.88	45.61	26.77	62.28	53.98	64.34	61.03
22	13.63	8.66	26.23	39.48	48.90	28.56	66.31	57.92	68.87	64.72
23	9.03	3.92	23.17	41.68	50.88	30.96	68.05	59.49	70.46	65.83
24	33.55	39.43	34.63	64.46	73.51	54.09	90.03	80.76	92.26	82.70
25	21.68	22.34	24.38	45.25	54.47	34.70	71.41	63.06	73.91	68.47
26	20.39	21.41	31.16	29.51	38.11	20.39	54.67	46.70	56.72	55.02
27	7.95	6.43	17.48	36.10	45.29	25.37	62.40	54.03	64.90	61.79
28	18.30	14.49	29.14	42.28	51.69	31.35	69.13	60.93	71.73	67.26
29	6.85	5.68	15.32	39.20	48.35	28.49	65.48	57.04	67.96	64.20
30	39.50	38.82	48.16	7.86	16.72	14.44	33.92	25.70	38.27	43.65
31	40.35	39.64	49.01	8.54	17.37	14.91	34.48	26.28	38.77	44.04
32	37.54	36.96	46.23	6.68	15.67	13.46	33.04	24.84	37.49	43.19
33	39.06	38.38	47.72	7.93	16.94	14.29	34.09	25.91	38.49	43.89
34	32.75	31.17	40.92	26.43	35.61	16.20	52.94	44.95	57.22	56.47
35	35.39	34.45	43.88	21.83	30.89	11.75	48.11	40.00	52.25	52.63
36	37.15	36.53	45.80	18.52	27.61	8.98	44.83	36.71	49.02	50.14
37	43.81	42.77	52.13	9.54	17.38	17.32	33.73	25.96	38.76	43.91
38	44.78	43.66	53.06	10.37	18.14	18.03	34.36	26.60	39.35	44.28
39	42.90	41.90	51.22	9.52	17.30	17.48	33.60	25.79	38.67	43.92
40	46.01	44.81	54.26	11.38	18.99	19.04	34.90	27.14	39.86	44.66
41	47.16	45.95	55.40	12.31	19.87	19.89	35.73	27.99	40.63	45.22
42	41.89	41.01	50.27	10.25	17.92	17.79	34.00	26.21	39.13	44.26
43	43.10	42.17	51.46	10.35	17.98	18.16	33.82	26.09	38.93	44.06
44	42.85	41.85	51.19	11.65	19.29	19.14	35.07	27.34	40.18	45.05
45	35.90	34.94	44.42	20.09	29.32	10.03	46.54	38.44	50.68	51.30
46	36.39	35.29	44.86	20.36	29.52	10.40	46.71	38.64	50.80	51.38
47	38.01	37.18	46.62	17.05	26.24	6.97	43.49	35.39	47.67	49.02
48	39.81	39.03	48.43	14.66	23.94	4.92	41.24	33.13	45.42	47.29
49	34.78	33.50	43.20	23.79	32.99	13.65	50.22	23.12	54.47	54.31
50	33.26	31.88	41.68	25.57	34.75	15.39	52.00	43.95	56.26	55.74
51	55.45	54.64	63.90	29.77	37.27	37.71	29.45	39.40	33.73	45.72
52	32.70	31.30	41.04	25.82	35.02	15.57	52.27	44.25	56.49	55.92
53	33.13	31.67	41.45	25.94	35.14	15.62	52.39	44.37	56.65	56.03
54	41.11	40.28	49.51	10.37	18.01	17.87	34.44	26.75	39.50	44.55
55	44.03	43.02	52.32	9.81	16.50	19.73	31.46	25.05	36.54	42.01
56	54.81	54.13	63.25	30.59	38.20	38.93	29.30	39.86	33.55	45.33
57	55.21	54.52	63.66	31.06	38.71	39.38	29.39	40.07	33.59	45.26
58	40.79	39.96	49.12	10.60	18.48	16.89	35.36	27.65	40.67	45.69
59	43.04	42.07	51.42	9.74	16.74	18.40	32.32	26.75	38.39	44.00
60	43.81	43.00	52.24	13.82	21.56	20.51	38.35	30.83	44.35	48.51
61	40.63	39.70	49.00	12.88	20.51	17.25	37.20	29.63	43.17	47.62
62	40.65	39.74	49.02	11.18	18.80	15.83	35.48	27.63	41.46	46.30
63	48.62	47.72	57.00	12.04	18.30	22.73	25.61	29.07	37.61	42.43
64	49.82	48.89	58.19	12.28	18.45	23.38	25.75	29.15	37.61	42.31
65	37.20	36.27	45.64	23.45	32.67	13.05	49.85	41.75	53.98	53.93

<b>N-S</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Z4</b>	<b>Z5</b>	<b>Z6</b>	<b>Z7</b>	<b>Z8</b>	<b>Z9</b>	<b>Z10</b>
1	41.21	47.60	29.06	78.21	87.07	67.78	83.47	94.71	94.60	106.14
2	12.72	8.32	26.97	40.13	49.46	29.22	66.79	58.36	69.80	65.08
3	10.69	6.59	25.03	42.04	51.27	31.17	68.43	59.99	71.45	66.20
66	36.34	35.16	44.88	22.20	31.38	12.04	48.64	40.62	52.83	53.07
67	37.91	37.03	46.45	20.92	30.13	10.67	47.39	39.35	51.58	52.06
68	33.48	32.04	41.75	26.50	35.68	16.23	52.86	44.90	57.09	56.34
69	39.60	38.79	48.13	15.83	25.04	7.39	42.22	34.16	46.37	48.01
70	48.08	47.99	53.73	23.69	26.46	25.04	40.11	27.52	34.73	31.14
71	55.62	55.14	61.33	33.38	34.39	34.02	47.94	35.47	42.71	39.00
72	47.16	46.14	54.32	33.44	34.43	29.34	46.35	34.21	40.73	33.81
73	46.00	45.12	53.05	31.42	32.77	27.85	45.08	32.91	39.67	33.59
74	45.34	44.71	52.12	29.93	31.55	27.12	44.48	32.37	39.60	34.43
75	46.13	45.12	53.42	32.33	33.53	28.00	45.52	33.01	39.74	31.84
76	49.00	47.82	56.39	35.95	36.47	31.00	48.08	35.36	41.66	30.20
77	41.63	40.90	48.58	27.78	29.80	22.98	42.11	29.58	36.59	30.88
78	41.44	40.78	48.29	26.24	28.55	22.19	41.45	28.67	35.94	31.47
79	43.22	42.51	50.18	27.68	29.69	23.98	42.84	29.84	37.53	33.23
80	43.51	42.63	50.61	29.52	31.17	24.97	43.60	30.78	38.49	34.03
81	57.14	57.91	64.95	36.58	42.66	30.88	28.43	36.25	36.07	47.97
82	55.79	56.50	63.55	35.14	41.23	29.49	27.17	34.73	34.53	46.23
83	52.41	53.17	60.17	31.80	37.85	26.13	23.83	31.47	31.33	43.25
84	53.56	54.32	61.33	32.87	39.00	27.21	23.00	30.94	30.34	41.55
85	55.14	55.91	62.92	34.51	40.59	28.81	21.66	29.65	29.01	39.44
86	56.99	57.77	64.76	36.28	42.37	30.62	19.63	27.98	27.01	37.76
87	44.95	44.27	51.75	28.78	29.36	21.95	37.51	31.01	40.89	47.98
88	47.85	47.26	54.56	32.79	32.69	25.94	33.99	27.93	37.22	44.10
89	71.15	71.91	78.95	51.27	57.50	45.66	45.53	43.75	48.72	37.35
90	72.50	73.25	80.31	52.60	58.83	46.96	45.38	43.66	48.45	36.25
91	49.05	51.87	58.36	22.69	11.13	24.10	3.09	27.64	37.79	15.03
92	49.76	52.60	59.03	22.00	10.43	23.66	4.07	27.23	37.37	15.22
93	49.19	52.10	58.32	20.07	8.63	22.27	5.53	25.07	35.18	12.67
94	65.42	68.22	74.75	34.92	27.85	40.72	16.84	41.70	52.10	3.11
95	65.68	68.46	75.02	35.24	28.19	41.00	16.67	42.08	52.47	3.61
96	41.88	44.77	51.17	12.90	3.35	16.19	11.00	17.95	28.15	23.97
97	44.25	47.08	53.52	15.96	5.98	18.56	8.38	20.59	30.75	20.48
98	55.13	57.92	64.51	28.19	15.46	28.55	4.57	30.66	40.88	17.89
99	54.60	57.40	63.95	27.36	14.77	27.88	5.31	29.93	40.16	18.66
100	51.16	53.95	60.52	23.05	11.35	24.36	8.57	26.26	36.47	21.63

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla E6***Distancias y tiempos de centros de distribución (CDs) a Nano-Stores*

Nano Stores	Distancia en kilómetros (CDs)				Tiempo de Recorrido en Horas (CDs)			
	Wp	Wm1	Wm2	Cr	Wp	Wm1	Wm2	Cr
NS 1	84.05	54.6	95.24	76.25	232	183	285	245
NS 2	36.6	2.67	46.55	27.57	176	145	204	161
NS 3	33.72	0.51	44.91	25.92	174	143	205	162
NS 4	32.23	1.86	43.42	24.43	172	140	206	164
NS 5	51.54	22.09	62.73	43.75	208	137	248	205
NS 6	51.45	22.0	62.64	43.66	210	139	248	205
NS 7	43.9	16.63	57.27	38.28	197	126	236	193
NS 8	49.56	20.11	60.75	41.77	205	135	245	202
NS 9	48.3	18.85	59.49	40.5	201	130	241	198
NS 10	34.95	5.5	46.14	27.16	173	137	210	167
NS 11	32.8	5.06	44.89	25.91	169	140	207	165
NS 12	37.81	9.05	49.7	30.71	181	134	214	172
NS 13	37.23	7.78	48.42	29.44	179	134	213	171
NS 14	38.13	8.67	49.31	30.33	176	131	216	174
NS 15	53.82	24.36	65.0	46.02	215	145	255	213
NS 16	53.94	24.48	65.12	46.14	213	143	254	211
NS 17	50.2	20.75	61.39	42.4	207	136	246	203
NS 18	53.78	24.32	64.96	45.98	216	145	255	212
NS 19	65.08	35.63	76.27	57.28	211	157	261	220
NS 20	40.3	10.85	51.49	32.51	187	122	225	182
NS 21	43.71	14.26	54.9	35.91	173	139	221	180
NS 22	35.33	1.4	45.28	26.3	174	144	203	161
NS 23	32.01	1.36	43.2	24.21	172	141	205	163
NS 24	58.95	30.2	70.83	51.85	227	157	258	216
NS 25	51.15	22.4	63.04	44.05	199	133	232	189
NS 26	47.71	18.26	58.9	39.91	172	147	224	185
NS 27	39.66	10.9	51.54	32.56	189	125	225	183
NS 28	34.99	13.36	44.94	25.96	186	150	207	166

Nano Stores	Distancia en kilómetros (CDs)				Tiempo de Recorrido en Horas (CDs)			
	Wp	Wm1	Wm2	Cr	Wp	Wm1	Wm2	Cr
NS 29	38.34	8.89	49.53	30.55	183	127	220	177
NS 30	6.9	31.07	19.73	2.96	149	187	159	124
NS 31	7.41	31.57	20.24	3.44	150	189	158	124
NS 32	12.63	27.63	25.18	7.25	145	182	165	128
NS 33	14.1	29.1	19.67	4.76	148	185	162	124
NS 34	21.25	13.31	31.2	12.21	171	167	184	144
NS 35	16.03	19.05	28.58	10.37	160	169	179	136
NS 36	18.24	22.33	30.79	12.58	155	166	180	138
NS 37	8.52	32.11	17.71	6.22	150	195	152	130
NS 38	9.59	33.18	17.54	8.71	150	198	150	132
NS 39	7.69	31.28	19.35	6.81	147	194	154	131
NS 40	9.9	33.98	19.54	9.51	148	198	150	135
NS 41	9.18	34.4	21.86	9.94	146	199	151	137
NS 42	8.0	33.31	17.15	4.37	151	192	154	126
NS 43	8.37	31.96	20.25	4.99	148	192	156	128
NS 44	6.39	30.55	19.22	4.85	147	190	157	127
NS 45	17.75	19.67	25.25	10.03	163	176	172	131
NS 46	17.65	20.73	24.71	5.12	161	179	169	128
NS 47	14.64	23.29	27.2	4.87	157	177	170	127
NS 48	12.32	23.43	24.88	5.55	153	178	168	125
NS 49	17.72	16.45	26.63	11.41	165	174	175	135
NS 50	17.42	15.83	29.98	8.39	164	171	177	136
NS 51	19.7	32.59	12.64	10.59	165	206	141	138
NS 52	20.11	13.81	30.07	11.08	169	169	181	141
NS 53	20.64	14.23	28.54	11.61	169	171	180	140
NS 54	13.73	31.25	15.21	5.78	154	193	153	126
NS 55	16.15	33.44	14.33	7.63	155	198	148	131
NS 56	18.47	33.34	10.79	9.36	163	204	143	136
NS 57	18.71	35.18	10.16	9.59	164	206	141	138
NS 58	9.02	25.02	16.26	2.3	153	189	157	122

Nano Stores	Distancia en kilómetros (CDs)				Tiempo de Recorrido en Horas (CDs)			
	Wp	Wm1	Wm2	Cr	Wp	Wm1	Wm2	Cr
NS 59	13.18	26.05	20.23	1.89	158	188	159	121
NS 60	13.2	29.59	17.55	4.35	159	192	155	125
NS 61	11.8	22.27	18.94	1.74	155	184	163	120
NS 62	11.23	23.21	17.98	0.69	156	186	160	119
NS 63	16.54	34.41	11.14	8.6	158	203	143	136
NS 64	14.67	38.26	14.07	10.93	156	205	142	138
NS 65	19.78	19.09	23.66	8.44	164	179	170	130
NS 66	16.6	23.2	21.94	4.63	162	183	165	126
NS 67	14.76	21.8	23.17	4.09	159	181	167	125
NS 68	20.88	17.53	27.7	12.48	168	171	179	138
NS 69	10.03	24.2	17.67	1.22	153	187	159	120
NS 70	3.75	36.93	24.67	12.29	132	193	164	145
NS 71	10.9	44.08	31.82	19.43	132	203	170	159
NS 72	13.64	27.21	36.38	23.32	127	185	186	161
NS 73	14.58	28.28	37.45	24.39	129	185	188	163
NS 74	15.36	28.63	37.81	24.74	130	187	189	165
NS 75	19.85	32.97	42.15	29.08	132	196	187	169
NS 76	20.8	34.5	43.68	30.61	138	197	193	175
NS 77	6.47	39.65	27.39	15.01	125	190	171	149
NS 78	6.06	39.25	26.99	14.6	132	197	163	149
NS 79	8.35	32.72	29.27	16.89	123	186	176	151
NS 80	7.05	34.66	27.97	15.59	126	186	172	146
NS 81	27.89	47.17	5.11	22.91	182	233	123	165
NS 82	25.91	45.19	3.13	20.93	178	230	120	162
NS 83	23.85	39.66	3.85	15.4	171	221	126	153
NS 84	23.71	42.99	0.56	18.73	174	227	121	159
NS 85	25.54	44.82	2.76	20.57	177	231	122	163
NS 86	29.87	49.15	7.09	24.89	174	231	127	164
NS 87	20.17	35.33	9.76	12.21	168	211	136	143
NS 88	19.3	40.37	5.55	13.14	166	215	132	147

Nano Stores	Distancia en kilómetros (CDs)				Tiempo de Recorrido en Horas (CDs)			
	Wp	Wm1	Wm2	Cr	Wp	Wm1	Wm2	Cr
NS 89	38.05	57.33	15.27	33.07	205	258	147	190
NS 90	39.9	59.18	17.12	34.93	207	261	150	193
NS 91	24.8	40.61	4.8	16.35	168	219	128	151
NS 92	22.58	41.09	2.58	16.83	169	222	126	154
NS 93	26.75	43.06	6.75	18.8	166	221	129	154
NS 94	35.57	54.85	12.79	30.59	198	247	139	179
NS 95	34.28	53.56	11.5	29.3	197	248	139	180
NS 96	12.75	38.9	10.84	14.43	155	209	140	144
NS 97	16.84	40.44	8.61	11.5	162	210	136	143
NS 98	29.33	48.61	5.51	24.36	181	229	123	161
NS 99	27.33	46.61	4.55	22.35	178	229	120	161
NS 100	25.18	40.99	2.96	16.74	172	223	123	155

Nota. Elaboración propia.

**Tabla E7**

*Distancias y tiempos de proveedores a centros de distribución*

Proveedor	Distancia en kilómetros (CDs)				Tiempo de Recorrido en Horas (CDs)			
	Wp	Wm1	Wm2	Cr	Wp	Wm1	Wm2	Cr
Proveedor 1	13.25	22.58	25.8	5.58	154	177	169	126
Proveedor 2	12.75	25.24	19.02	2.19	158	185	162	121
Proveedor 3	15.03	20.22	27.58	4.31	157	178	168	126
Proveedor 4	17.77	33.77	10.45	8.65	162	205	141	137
Proveedor 5	14.1	30.96	14.44	5.58	157	198	148	130
Proveedor 6	14.37	23.01	26.93	4.98	156	177	169	127
Proveedor 7	20.92	38.75	8.11	12.88	169	215	132	147
Proveedor 8	38.77	9.32	49.94	30.96	184	125	221	179
Proveedor 9	17.31	20.25	29.86	14.65	145	169	179	139
Proveedor 10	9.67	23.54	18.17	1.31	153	186	160	120

Proveedor	Distancia en kilómetros (CDs)				Tiempo de Recorrido en Horas (CDs)			
	Wp	Wm1	Wm2	Cr	Wp	Wm1	Wm2	Cr
Proveedor 11	17.45	20.39	30.0	14.79	146	170	177	137
Proveedor 12	21.45	39.28	8.64	13.41	170	216	131	148
Proveedor 13	13.26	23.02	19.75	2.21	153	184	162	120
Proveedor 14	25.18	38.67	5.17	14.41	168	216	130	149
Proveedor 15	17.79	20.7	23.45	5.26	162	180	168	127
Proveedor 16	15.8	21.55	28.36	5.36	158	177	170	128
Proveedor 17	11.94	22.41	19.07	1.87	155	184	163	120
Proveedor 18	19.08	14.87	27.76	10.04	168	171	179	139
Proveedor 19	12.2	26.88	18.0	1.12	157	187	160	120
Proveedor 20	13.77	29.61	14.1	5.24	157	196	150	128
Proveedor 21	14.61	30.63	15.66	6.09	159	198	149	130
Proveedor 22	12.21	27.05	17.49	1.59	157	188	159	121
Proveedor 23	14.04	31.18	14.38	5.52	157	198	149	130
Proveedor 24	6.01	30.18	18.84	3.77	148	189	158	126
Proveedor 25	13.94	22.59	26.5	5.51	155	178	169	126

Nota. Elaboración propia.

### Tabla E8

#### *Patrones de congestión vehicular por franjas horarias en Panamá*

Grupo	Franja horaria	Densidad de tráfico
1	06 – 07 h, 16 – 17 h	Mayor densidad de tráfico
2	08 – 09 h, 12 – 15 h	Densidad intermedia
3	10 – 11 h, 13 – 14 h	Menor densidad de tráfico

Nota. Elaboración propia.

**Tabla E9***Capacidad de suministro según proveedor y producto*

Proveedor	Peso Total	Abastos	Bebidas y Snacks	Ferretería	Licores y Cervezas	Limpieza	Mascotas	Uso Personal	Vegetales
P1	48.0	20	5.0	0	9.0	10	15	3.0	0
P2	18.0	18	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P3	21.3	0	2.0	0	0.0	8	12	2.7	0
P4	18.9	18	4.5	0	0.0	0	0	0.0	0
P5	1.0	0	0.0	0	9.0	0	0	0.0	0
P6	1.0	0	0.0	0	9.0	0	0	0.0	0
P7	31.9	20	5.0	0	0.0	7	3	2.7	0
P8	20.0	20	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P9	7.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0.0	7
P10	1.0	0	0.0	0	9.0	0	0	0.0	0
P11	14.0	10	5.0	0	9.0	2	0	0.0	0
P12	0.8	0	4.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P13	1.0	0	5.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P14	26.2	18	5.0	0	9.0	3	3	0.6	0
P15	1.0	0	5.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P16	34.8	20	5.0	6	3.6	4	3	1.2	0
P17	18.0	18	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P18	18.0	18	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P19	1.0	0	5.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P20	18.1	0	5.0	9	3.6	4	3	2.1	0
P21	20.0	20	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P22	14.0	10	4.0	0	0.0	3	0	0.6	0
P23	1.0	0	5.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P24	18.0	18	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0
P25	1.0	0	5.0	0	0.0	0	0	0.0	0

**Tabla E10***Capacidad diaria de manejo de productos por centro de distribución*

<b>Producto</b>	<b>Peso Promedio por Caja (kg)</b>	<b>Cross-Docking</b>	<b>Almacén Convencional</b>
Bebidas y Snacks	5	200	400
Licores y Cervezas	9	111	222
Abastos	20	50	100
Ferretería	30	33	67
Limpieza	10	100	200
Mascotas	15	67	133
Uso Personal	8	125	250
Vegetales	10	100	200

*Nota.* Elaboración propia.**Tabla E11***Costos fijos por tipo de centro de distribución*

<b>Tipo de Costo</b>	<b>Cross-Docking</b>	<b>Almacén Convencional</b>
Renta o Hipoteca (USD/m <sup>2</sup> )	750000	1250000
Depreciación del Edificio y Equipos (USD/m <sup>2</sup> )	175000	300000
Salarios de los Empleados (USD/año)	1050000	1500000
Servicios Públicos (USD/m <sup>2</sup> )	75000	125000
Seguros (USD/m <sup>2</sup> )	22500	35000
Mantenimiento y Reparaciones (USD/m <sup>2</sup> )	45000	75000
Seguridad (USD/m <sup>2</sup> )	25000	40000
Impuestos sobre la Propiedad (USD/m <sup>2</sup> )	30000	50000
<b>Costo Total de Apertura (USD)</b>	<b>2,172,500</b>	<b>3,375,000</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla E12***Costos de apertura según formato de Nano-Store*

<b>Tipo de Costo</b>	<b>NS - Básico</b>	<b>NS - Estándar</b>	<b>NS - Premium</b>
Renta o Hipoteca (USD/m <sup>2</sup> )	2000	4000	6000
Depreciación del Edificio y Equipos (USD/m <sup>2</sup> )	150	300	450
Salarios de los Empleados (USD/año)	15000	30000	45000
Servicios Públicos (USD/m <sup>2</sup> )	500	1000	1500
Seguros (USD/m <sup>2</sup> )	200	400	600
Mantenimiento y Reparaciones (USD/m <sup>2</sup> )	300	600	900
Seguridad (USD/m <sup>2</sup> )	200	400	600
Impuestos sobre la Propiedad (USD/m <sup>2</sup> )	100	200	300
<b>Costo Total de Apertura (USD)</b>	<b>33450</b>	<b>66900</b>	<b>100350</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla E13***Costo de apertura de CD tipo cross-docking*

<b>Categoría</b>	<b>Costo (USD)</b>	<b>Justificación</b>
Renta del espacio	6,000	Espacio más pequeño, optimizado para flujo rápido de mercancías.
Equipamiento	5,000	Montacargas y sistemas de transporte ligeros; menos estanterías.
Mano de obra	7,000	Personal para carga/descarga rápida, con menos énfasis en gestión de inventario.
Tecnología (WMS)	3,500	Software para coordinar entradas y salidas rápidas.
Permisos y legales	2,000	Licencias y trámites iniciales estándar en Panamá.
Servicios públicos	990	Consumo básico para operaciones iniciales.
Otros (seguro, limpieza)	1,000	Costos misceláneos para inicio de operaciones.
<b>Total</b>	<b>24,490</b>	

**Tabla E14***Costo de apertura de centro de distribución convencional*

<b>Categoría</b>	<b>Costo (USD)</b>	<b>Justificación</b>
Renta del espacio	18,000	Espacio más grande para almacenamiento de inventario.
Equipamiento	20,000	Más estanterías, montacargas pesados y sistemas de almacenamiento complejos.
Mano de obra	15,000	Personal adicional para gestión de inventario y almacenamiento prolongado.
Tecnología (WMS)	8,000	Software más robusto para control de inventario y rotación.
Permisos y legales	3,000	Mayores costos legales por mayor infraestructura.
Servicios públicos	2,470	Mayor consumo por operaciones más extensas.
Otros (seguro, limpieza)	1,000	Costos misceláneos similares al cross-docking.
<b>Total</b>	<b>67,470</b>	

**Tabla E15***Costo de despacho de proveedores a centros de distribución*

<b>Proveedores</b>	<b>Costo de Despacho a CDs (dólares)</b>			
	<b>Wm1</b>	<b>Wp</b>	<b>Cr</b>	<b>Wm2</b>
Proveedor 1	7.93	4.65	1.96	9.06
Proveedor 2	8.86	4.48	0.77	6.68
Proveedor 3	7.10	5.28	1.51	9.69
Proveedor 4	11.86	6.24	3.04	3.67
Proveedor 5	10.87	4.95	1.96	5.07
Proveedor 6	8.08	5.05	1.75	9.46
Proveedor 7	13.61	7.35	4.52	2.85
Proveedor 8	3.27	13.62	10.87	17.54
Proveedor 9	7.11	6.08	5.15	10.49
Proveedor 10	8.27	3.40	0.46	6.38
Proveedor 11	7.16	6.13	5.19	10.54
Proveedor 12	13.80	7.53	4.71	3.03
Proveedor 13	8.09	4.66	0.78	6.94

Proveedores	Costo de Despacho a CDs (dólares)			
	Wm1	Wp	Cr	Wm2
Proveedor 14	13.58	8.84	5.06	1.82
Proveedor 15	7.27	6.25	1.85	8.24
Proveedor 16	7.57	5.55	1.88	9.96
Proveedor 17	7.87	4.19	0.66	6.70
Proveedor 18	5.22	6.70	3.53	9.75
Proveedor 19	9.44	4.28	0.39	6.32
Proveedor 20	10.40	4.84	1.84	4.95
Proveedor 21	10.76	5.13	2.14	5.50
Proveedor 22	9.50	4.29	0.56	6.14
Proveedor 23	10.95	4.93	1.94	5.05
Proveedor 24	10.60	2.11	1.32	6.62
Proveedor 25	7.93	4.90	1.94	9.31

Nota. Elaboración propia.

**Tabla E16**

*Costos de despacho: centros de distribución (CDs) a Nano-Stores*

Nano Store	param_costija (Almacén)				param_costijc (cross-docking)			
	Wm1	Wp	Cr	Wm2	Wm1	Wp	Cr	Wm2
NS 1	29.44	19.12	33.36	26.71	2.55	1.66	2.89	2.32
NS 2	12.82	0.94	16.30	9.66	1.11	0.08	1.41	0.84
NS 3	11.81	0.18	15.73	9.08	1.02	0.02	1.36	0.79
NS 4	11.29	0.65	15.21	8.56	0.98	0.06	1.32	0.74
NS 5	18.05	7.74	21.97	15.32	1.57	0.67	1.91	1.33
NS 6	18.02	7.71	21.94	15.29	1.56	0.67	1.90	1.33
NS 7	15.38	5.82	20.06	13.41	1.33	0.51	1.74	1.16
NS 8	17.36	7.04	21.28	14.63	1.51	0.61	1.85	1.27
NS 9	16.92	6.60	20.84	14.19	1.47	0.57	1.81	1.23
NS 10	12.24	1.93	16.16	9.51	1.06	0.17	1.40	0.82
NS 11	11.49	1.77	15.72	9.07	1.00	0.15	1.36	0.79
NS 12	13.24	3.17	17.41	10.76	1.15	0.27	1.51	0.93

Nano Store	param_costija (Almacén)				param_costijc (cross-docking)			
	Wm1	Wp	Cr	Wm2	Wm1	Wp	Cr	Wm2
NS 13	13.04	2.72	16.96	10.31	1.13	0.24	1.47	0.89
NS 14	13.36	3.04	17.27	10.62	1.16	0.26	1.50	0.92
NS 15	18.85	8.53	22.77	16.12	1.63	0.74	1.97	1.40
NS 16	18.89	8.57	22.81	16.16	1.64	0.74	1.98	1.40
NS 17	17.58	7.27	21.50	14.85	1.52	0.63	1.86	1.29
NS 18	18.84	8.52	22.75	16.10	1.63	0.74	1.97	1.40
NS 19	22.79	12.48	26.71	20.06	1.98	1.08	2.32	1.74
NS 20	14.12	3.80	18.03	11.39	1.22	0.33	1.56	0.99
NS 21	15.31	4.99	19.23	12.58	1.33	0.43	1.67	1.09
NS 22	12.37	0.49	15.86	9.21	1.07	0.04	1.38	0.80
NS 23	11.21	0.48	15.13	8.48	0.97	0.04	1.31	0.74
NS 24	20.65	10.58	24.81	18.16	1.79	0.92	2.15	1.57
NS 25	17.92	7.85	22.08	15.43	1.55	0.68	1.91	1.34
NS 26	16.71	6.40	20.63	13.98	1.45	0.55	1.79	1.21
NS 27	13.89	3.82	18.05	11.40	1.20	0.33	1.57	0.99
NS 28	12.26	4.68	15.74	9.09	1.06	0.41	1.37	0.79
NS 29	13.43	3.11	17.35	10.70	1.16	0.27	1.50	0.93
NS 30	2.42	10.88	6.91	1.04	0.21	0.94	0.60	0.09
NS 31	2.60	11.06	7.09	1.20	0.23	0.96	0.61	0.10
NS 32	4.42	9.68	8.82	2.54	0.38	0.84	0.76	0.22
NS 33	4.94	10.19	6.89	1.67	0.43	0.88	0.60	0.14
NS 34	7.44	4.66	10.93	4.28	0.65	0.40	0.95	0.37
NS 35	5.61	6.67	10.01	3.63	0.49	0.58	0.87	0.31
NS 36	6.39	7.82	10.78	4.41	0.55	0.68	0.94	0.38
NS 37	2.98	11.25	6.20	2.18	0.26	0.98	0.54	0.19
NS 38	3.36	11.62	6.14	3.05	0.29	1.01	0.53	0.26
NS 39	2.69	10.96	6.78	2.39	0.23	0.95	0.59	0.21
NS 40	3.47	11.90	6.84	3.33	0.30	1.03	0.59	0.29
NS 41	3.22	12.05	7.66	3.48	0.28	1.04	0.66	0.30
NS 42	2.80	11.67	6.01	1.53	0.24	1.01	0.52	0.13
NS 43	2.93	11.19	7.09	1.75	0.25	0.97	0.62	0.15

Nano Store	param_costija (Almacén)				param_costijc (cross-docking)			
	Wm1	Wp	Cr	Wm2	Wm1	Wp	Cr	Wm2
NS 44	2.24	10.70	6.73	1.70	0.19	0.93	0.58	0.15
NS 45	6.22	6.89	8.84	3.51	0.54	0.60	0.77	0.30
NS 46	6.18	7.26	8.65	1.79	0.54	0.63	0.75	0.16
NS 47	5.13	8.16	9.53	1.71	0.44	0.71	0.83	0.15
NS 48	4.32	8.21	8.71	1.94	0.37	0.71	0.76	0.17
NS 49	6.21	5.76	9.33	4.00	0.54	0.50	0.81	0.35
NS 50	6.10	5.54	10.50	2.94	0.53	0.48	0.91	0.25
NS 51	6.90	11.41	4.43	3.71	0.60	0.99	0.38	0.32
NS 52	7.04	4.84	10.53	3.88	0.61	0.42	0.91	0.34
NS 53	7.23	4.98	10.00	4.07	0.63	0.43	0.87	0.35
NS 54	4.81	10.95	5.33	2.02	0.42	0.95	0.46	0.18
NS 55	5.66	11.71	5.02	2.67	0.49	1.02	0.44	0.23
NS 56	6.47	11.68	3.78	3.28	0.56	1.01	0.33	0.28
NS 57	6.55	12.32	3.56	3.36	0.57	1.07	0.31	0.29
NS 58	3.16	8.76	5.70	0.81	0.27	0.76	0.49	0.07
NS 59	4.62	9.12	7.09	0.66	0.40	0.79	0.61	0.06
NS 60	4.62	10.36	6.15	1.52	0.40	0.90	0.53	0.13
NS 61	4.13	7.80	6.63	0.61	0.36	0.68	0.58	0.05
NS 62	3.93	8.13	6.30	0.24	0.34	0.70	0.55	0.02
NS 63	5.79	12.05	3.90	3.01	0.50	1.05	0.34	0.26
NS 64	5.14	13.40	4.93	3.83	0.45	1.16	0.43	0.33
NS 65	6.93	6.69	8.29	2.96	0.60	0.58	0.72	0.26
NS 66	5.81	8.13	7.68	1.62	0.50	0.70	0.67	0.14
NS 67	5.17	7.64	8.12	1.43	0.45	0.66	0.70	0.12
NS 68	7.31	6.14	9.70	4.37	0.63	0.53	0.84	0.38
NS 69	3.51	8.48	6.19	0.43	0.30	0.74	0.54	0.04
NS 70	1.31	12.93	8.64	4.30	0.11	1.12	0.75	0.37
NS 71	3.82	15.44	11.14	6.81	0.33	1.34	0.97	0.59
NS 72	4.78	9.53	12.74	8.17	0.41	0.83	1.11	0.71
NS 73	5.11	9.91	13.12	8.54	0.44	0.86	1.14	0.74
NS 74	5.38	10.03	13.24	8.67	0.47	0.87	1.15	0.75

Nano Store	param_costija (Almacén)				param_costijc (cross-docking)			
	Wm1	Wp	Cr	Wm2	Wm1	Wp	Cr	Wm2
NS 75	6.95	11.55	14.76	10.19	0.60	1.00	1.28	0.88
NS 76	7.29	12.08	15.30	10.72	0.63	1.05	1.33	0.93
NS 77	2.27	13.89	9.59	5.26	0.20	1.20	0.83	0.46
NS 78	2.12	13.75	9.45	5.11	0.18	1.19	0.82	0.44
NS 79	2.92	11.46	10.25	5.92	0.25	0.99	0.89	0.51
NS 80	2.47	12.14	9.80	5.46	0.21	1.05	0.85	0.47
NS 81	9.77	16.52	1.79	8.02	0.85	1.43	0.16	0.70
NS 82	9.07	15.83	1.10	7.33	0.79	1.37	0.10	0.64
NS 83	8.35	13.89	1.35	5.39	0.72	1.20	0.12	0.47
NS 84	8.30	15.06	0.20	6.56	0.72	1.31	0.02	0.57
NS 85	8.95	15.70	0.97	7.20	0.78	1.36	0.08	0.62
NS 86	10.46	17.21	2.48	8.72	0.91	1.49	0.22	0.76
NS 87	7.06	12.37	3.42	4.28	0.61	1.07	0.30	0.37
NS 88	6.76	14.14	1.94	4.60	0.59	1.23	0.17	0.40
NS 89	13.33	20.08	5.35	11.58	1.16	1.74	0.46	1.00
NS 90	13.97	20.73	6.00	12.23	1.21	1.80	0.52	1.06
NS 91	8.69	14.22	1.68	5.73	0.75	1.23	0.15	0.50
NS 92	7.91	14.39	0.90	5.89	0.69	1.25	0.08	0.51
NS 93	9.37	15.08	2.36	6.58	0.81	1.31	0.21	0.57
NS 94	12.46	19.21	4.48	10.71	1.08	1.67	0.39	0.93
NS 95	12.01	18.76	4.03	10.26	1.04	1.63	0.35	0.89
NS 96	4.47	13.62	3.80	5.05	0.39	1.18	0.33	0.44
NS 97	5.90	14.16	3.02	4.03	0.51	1.23	0.26	0.35
NS 98	10.27	17.03	1.93	8.53	0.89	1.48	0.17	0.74
NS 99	9.57	16.33	1.59	7.83	0.83	1.42	0.14	0.68
NS 100	8.82	14.36	1.04	5.86	0.76	1.25	0.09	0.51

Nota. Elaboración propia.

## Anexo F: Resultados de Simulaciones en AMPL (Corridas 1, 2 y 3)

**Tabla F1**

*Corrida 1: Optimización por utilidad y costo*

<b>Nano-Store</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>86</b>	<b>91</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>97</b>
Zona	2	1	3	4	6	9	7	10	8	5
Tipo Nano-Store	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico
Centro de Distribución	Wp	Wp	Wp	Wp	Wp	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
Ingreso	10016.06	4603.03	10989.95	12386.67	13710.02	4705.93	9919.01	4057.76	4621.35	13710.02
Utilidad	6552.50	1756.81	7389.79	8619.48	10066.14	2360.16	7411.76	1732.07	2326.11	11249.84
Costo Apertura	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00
Costo Entradas Crossdoking	54.23	28.78	51.96	59.56	-	535.01	1127.69	461.32	564.86	1817.12
Costo Demanda No Satisfecha	-	0	-	-	202.55	-	-	-	-	9.54
Costo Mantener Inventario	1246.67	638.52	1381.52	1546.19	1217.06	143.03	301.47	123.33	92.79	245.57
Costo Inventario Inicial	16.88	7.70	18.64	20.99	24.27	2.74	5.78	2.36	2.44	5.07
Inventario Inicial	3790.53	1724.23	4114.06	4656.14	5302.55	736.12	1551.58	634.73	643.97	1548.65
Inventario Final	288322.9 1	146650.39	312913.34	353399.00	267616.04	37046.37	78085.66	31944.15	25145.1	74225.72
Demanda	3898.98	1781.79	4217.99	4775.25	8003.24	1806.15	3806.95	1557.38	1773.69	5310.08
Faltante	-	-	-	-	2700.69	-	-	-	-	127.18

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos utilizando el software AMPL y el Solver Gurobi.

**Tabla F2***Corrida 2: Optimización por intención de compra*

<b>Nano-Store</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>86</b>	<b>91</b>	<b>94</b>	<b>96</b>	<b>97</b>
Zona	3	1	2	4	6	9	7	10	5	8
Tipo Nano-Store	Básico	Premium	Básico	Estándar	Premium	Básico	Estándar	Estándar	Premium	Estándar
Centro de Distribución	Wm1	Wm1	Wm1	Wm2	Wm2	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
Tipo de CD	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock
Ingreso	10989.95	3307.5	10016.06	12882.82	13710.02	4705.93	10631.99	4439.5	-	5130.79
Utilidad	7755.9	-3360.32	6959.88	7486.17	5666.9	2204.27	5790.98	-31.41	-7266.86	666.99
IC	2.4	1.82	2.68	1.23	1.92	3.38	3.62	4.89	2.34	0.81
Costo Apertura	2200	6600	2200	4400	6600	2200	4400	4400	6600	4400
Costo Entradas Xdock	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Entradas Almacén	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Demanda No Satisfecha	-	21.16	-	18.35	154.86	-	7.97	1.37	380.57	-
Costo Mantener Inventario	1018.13	45.36	842.86	966.36	1266.23	296.99	426.97	68.92	286.17	62.98
Costo Inventario Inicial	15.87	1.2	13.28	11.91	22.01	4.67	6.07	0.61	0.12	0.81
Costo despacho XDock (DSC)	319.55	693.8	312.36	950.29	981.55	359.08	1529.33	1197.28	7055	973.87
Costo despacho Almacén (DNC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de Faltante		282.12		244.71	2064.75				5198.85	
Inventario Inicial	44.81	170.24	284.15	285.52	1099.04	1927.14	3274.27	3578.88	3692.65	3722.28
Inventario Final	239911.33	9638.54	230603.87	296212.42	211460.23	70984.79	125855.29	16303.32	85629.48	15394.25
Demanda	4217.99	1730.96	3898.98	5837.93	7749.84	1806.15	4658.57	1905.77	5129.94	2170.46

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos utilizando el software AMPL y el Solver Gurobi.

**Tabla F3***Corrida 3: Optimización por rentabilidad e intención de compra*

<b>Nano-Store</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>86</b>	<b>92</b>	<b>94</b>	<b>96</b>	<b>97</b>
Zona	3	2	1	4	6	9	7	10	8	5
Tipo Nano-Store	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico	Básico
Centro de Distribución	Wp	Wp	Wp	Wp	Wp	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
Tipo de CD	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock	Xdock
Ingreso	10989.95	10016.06	4603.03	12386.67	13710.02	4705.93	9919.01	4057.76	4621.35	13710.02
Utilidad	6124.66	5430.71	1456.04	7143.83	8342.81	1956.10	6142.86	1435.54	1927.88	9323.86
IC	2.40	2.65	1.73	1.23	1.83	3.38	3.59	4.89	0.84	2.09
Costo Apertura	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00	2200.00
Costo Entradas Crossdocking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Entradas Almacén	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Demanda No Satisfecha	-	-	-	-	202.55	-	-	-	-	9.54
Costo Mantener Inventario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Inventario Inicial	18.64	16.88	7.70	20.99	24.27	2.74	5.78	2.36	2.44	5.07
DSC	51.96	54.23	28.78	59.56	-	535.01	1127.69	461.32	564.86	1817.12
DNC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inventario Inicial	4114.06	3790.53	1724.23	4656.14	5302.55	736.12	1551.58	634.73	643.97	1548.65
Inventario Final	312913.3	288322.9	146650.3	353399.0	267616.0	37046.3	78085.6	31944.1	25145.1	74225.72
	4	1	9	0	5	7	6	5	0	
Demanda	4217.99	3898.98	1781.79	4775.25	8003.24	1806.15	3806.95	1557.38	1773.69	5310.08
Faltante	-	-	-	-	2700.69	-	-	-	-	127.18

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos utilizando el software AMPL y el Solver Gurobi.