

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Diseño de un modelo de localización para distribuidoras farmacéuticas en  
la ciudad de Guayaquil”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingenieros Industriales**

Presentado por:

Daniela Patricia Sánchez Román

José Odilón Cornejo Zambrano

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2022

## DEDICATORIA

El presente proyecto dedico a mis padres y hermana, quienes confían plenamente los resultados de mi dedicación y entrega. A mi familia, cuyo apoyo ha sido imprescindible para la realización de este. A ESPOL, por ser formadora de mi conocimiento y brindarme los mejores aprendizajes para el resto de mi vida.

**Daniela Sánchez**

## DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres y hermanas por todo el apoyo, paciencia y amor que me han ofrecido durante toda mi vida personal y profesional, siendo mi familia un gran pilar fundamental para seguir con mis objetivos.

A mi tía y madrina Mónica y mi primo Samuel por recibirme en su hogar temporalmente y acompañarme en este proceso de mi vida universitaria.

**José Cornejo**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, quien me ha acompañado en cada paso durante mi experiencia universitaria. A mis padres y mi hermana, por su confianza en mí y su apoyo mis aciertos y desaciertos. A mi hermana, a quien amo incondicionalmente haciéndome mejor persona buscando ser un buen ejemplo. A la Federación y las personas que conocí gracias a ésta, por ser una experiencia forjadora de carácter y maestra para toda la vida. A mis amigos, docentes y conocidos, que siempre estuvieron dispuestos a ofrecerme su ayuda en el momento más adecuado.

**Daniela Sánchez**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme fortaleza, paciencia y sabiduría para seguir adelante en los momentos difíciles.

A mis padres y hermanas por todo el esfuerzo, orgullo y confianza que han dedicado en mí, para que pueda conseguir todos los logros que me proponga.

A mis amigos de Chone y Guayaquil que me alentaron y animaron en todo momento para seguir adelante.

Y a mi tutora de proyecto, M.Sc. María Isabel Alcívar por sus consejos, ánimos y conocimientos brindados en cada etapa del proyecto y el resto de docentes por forjarme como profesional.

**José Cornejo**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Daniela Patricia Sánchez Román* y *José Odilón Cornejo Zambrano* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Daniela Patricia  
Sánchez Román



---

José Odilón Cornejo  
Zambrano

## EVALUADORES

---

**Sofía López I., MSc**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**María Isabel Alcívar G., MSc**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño de un modelo de localización para distribuidoras farmacéuticas en la ciudad de Guayaquil. Busca identificar, recolectar y traducir los requerimientos del cliente clave de “La Corporación” en especificaciones técnicas, para encontrar ubicaciones óptimas que permitan a “La Corporación” ingresar al mercado de distribuidoras farmacéuticas. Esto, con la finalidad de incrementar su participación en el mercado; y así, posicionar sus instalaciones, incrementando su rentabilidad, ubicándose cerca de la competencia y en áreas concurridas y de gran movilidad.

Se realizó un estudio completo del mercado de fármacos y sus actores principales, haciendo uso de herramientas de recolección de datos, identificación y traducción de requerimientos, planificación, entre otras. Se usó el software R Studio para la determinación de clústeres y mini clústeres en función de la densidad comercial. Se resolvió el modelo matemático con la herramienta Solver de Excel, haciendo uso de información recaudada de la web de Superintendencia de Compañías, arrojando resultados reales y validados en cada etapa con “La Corporación”.

Se obtuvieron 6 ubicaciones estratégicas en la ciudad de Guayaquil, jerarquizadas por relevancia en base a un análisis comercial realizado con “La Corporación”. Las zonas se encuentran en 1. Av. 9 de Octubre, 2. Av. Machala, 3. Zona Sauces 6, 4. Av. Boyacá, 5. Zona Garzota II y finalmente 6. Zona Policentro.

El proyecto es sostenible dado su impacto financiero, social y ambiental; con ahorros económicos de 76,19% en el proceso de selección de nuevas instalaciones, 37,5% en el tiempo de proceso y finalmente una reducción del 66,67% de huella de carbono por transporte de colaboradores durante el proceso de búsqueda.

**Palabras Clave:** Localización, Mercado, Distribuidoras, Farmacéuticas, Requerimientos.

## **ABSTRACT**

*The project consists of the design of a location model for pharmaceutical distributors in the city of Guayaquil. It seeks to identify, collect and translate the requirements of the key client of "The Corporation" into technical specifications to find optimal locations that allow "The Corporation" to enter the market of pharmaceutical distributors, which presents an increase in market share; positioning its facilities, increasing its profitability, locating itself close to the competition, crowded and highly mobile areas.*

*A complete study of the pharmaceutical market and its main actors was carried out, using data collection tools, identification and translation of requirements, planning, among others. R Studio software was used to determine clusters and mini clusters based on commercial density. The mathematical model was solved with the Microsoft Excel solver tool, using information collected from the Superintendence of Companies website, yielding real results, validated at each stage with "The Corporation".*

*Six locations were obtained from the city of Guayaquil, ranked based on a commercial analysis carried out with "La Corporación". The areas are located at 1. Av. 9 de Octubre, 2. Av. Machala, 3. Sauces Zone 6, 4. Av. Boyacá, 5. Garzota II Zone and finally 6. Policentro Zone.*

*The project is sustainable given its financial, social and environmental impact; with economic savings of 76.19% in the process of selecting new facilities, 37.5% in the process time and finally a reduction of 66.67% in the carbon footprint due to employee transportation.*

**Keywords:** *Location, Market, Distributors, Pharmaceutical, Requirements.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
CAPÍTULO 1 .....	1
1.    Introducción.....	1
1.1    Declaración de oportunidad.....	2
1.2    Justificación de oportunidad .....	2
1.3    Objetivos .....	5
1.3.1    Objetivo General.....	5
1.3.2    Objetivos Específicos.....	5
1.4    Marco teórico .....	5
1.4.1    Definición.....	5
1.4.2    Recolección de datos.....	7
1.4.3    Análisis .....	7
1.4.4    Diseño .....	8
1.4.5    Prototipo .....	8
CAPÍTULO 2 .....	10
2.    Metodología.....	10
2.1    Definición .....	10
2.1.1    Alcance.....	11
2.1.2    Voz del cliente (VOC) .....	12

2.1.3	Herramientas de calidad .....	13
2.1.4	Punto de vista (POV) .....	17
2.1.5	Planificación .....	18
2.2	Recolección de datos .....	18
2.2.1	Plan de recolección de datos .....	18
2.2.2	Verificación de los datos .....	21
2.3	Análisis.....	21
2.3.1	Evaluación de alternativas de modelos de localización .....	21
2.3.2	Análisis financiero .....	22
2.3.3	Matriz de decisión .....	23
2.4	Diseño.....	23
2.4.1	Plan de prototipo.....	24
2.4.2	Determinación de clústeres.....	24
2.4.3	Modelo de localización de Cobertura Máxima para clústeres .....	26
2.5	Prototipo.....	28
2.5.1	Implementación del modelo de localización para clústeres .....	28
2.5.1.1	Análisis de sensibilidad del modelo de localización para clústeres .....	31
2.5.2	Modelo de localización de mini clústeres .....	33
2.5.2.1	Determinación de mini clústeres.....	33
2.5.2.2	Modelo de localización de Cobertura Máxima para mini clústeres.....	36
2.5.2.3	Resolución del modelo .....	38
2.5.2.4	Análisis de sensibilidad del modelo de localización para mini clústeres	44
3.	Resultados y Análisis.....	46
3.1	Análisis comercial.....	46
3.2	Resultados finales .....	46
3.3	Impacto .....	48

3.3.1	Impacto financiero .....	49
3.3.2	Impacto Social .....	49
3.3.3	Impacto Ambiental .....	50
CAPITULO 4 .....		53
4.	Conclusiones y Recomendaciones .....	53
4.1	Conclusiones.....	53
4.2	Recomendaciones.....	54
BIBLIOGRAFÍA .....		55
APÉNDICES .....		57

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SKU	Stock Keeping Unit
ARCOSA	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
WLTP	Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure

## SIMBOLOGÍA

m	metro
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
km <sup>2</sup>	kilómetro cuadrado
ha	hectárea
USD	dólar
g	gramos
CO <sub>2</sub>	dióxido de carbono

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Canales de distribución en Ecuador .....	1
Gráfico 1.2 Serie de tiempo de los ingresos totales anuales de cinco distribuidoras farmacéuticas.....	4
Gráfico 1.3 Serie de tiempo de los ingresos totales anuales de cinco farmacias tradicionales.....	4
Gráfico 2.1 Proceso actual de localización de farmacias de la compañía realizado por el Departamento de Desarrollo Inmobiliario (SIPOC) .....	11
Gráfico 2.2 Critical to Quality Tree (CTQ).....	14
Gráfico 2.3 Quality Function Deployment (QFD) .....	16
Gráfico 2.4 Diagrama de Gantt.....	18
Gráfico 2.5 Plan de recolección de datos del X1 al X5 .....	19
Gráfico 2.6 Plan de recolección de datos del X6 al X10 .....	20
Gráfico 2.7 Opción 0: Método de localización como las farmacias .....	21
Gráfico 2.8 Opción A: Modelo de localización p-mediana (Min/Sum) .....	22
Gráfico 2.9 Análisis financiero de los métodos de localización .....	22
Gráfico 2.10 Matriz de decisión .....	23
Gráfico 2.11 Plan de Prototipo .....	24
Gráfico 2.12 Número óptimo de clústeres .....	25
Gráfico 2.13 Clústeres resultantes .....	26
Gráfico 2.14 Clústeres plasmados en el mapa .....	26
Gráfico 2.15 Mapa de clústeres resultantes .....	31
Gráfico 2.16 Análisis de sensibilidad para clústeres .....	32
Gráfico 2.17 Mini clústeres del clúster 3.....	34
Gráfico 2.18 Mini clústeres del clúster 4.....	34
Gráfico 2.19 Mini clústeres del clúster 5.....	34
Gráfico 2.20 Mini clústeres del clúster 6.....	35
Gráfico 2.21 Mini clústeres del clúster 7.....	35
Gráfico 2.22 Mini clústeres del clúster 8.....	36
Gráfico 2.23 Mini clústeres del clúster 12.....	36
Gráfico 2.24 Mapa de mini clústeres resultantes .....	43
Gráfico 2.25 Análisis de sensibilidad para mini clústeres .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Ingresos totales anuales de distribuidoras farmacéuticas desde 2016 hasta 2020.....	3
Tabla 1.2 Ingresos totales anuales de farmacias desde 2016 hasta 2020.....	3
Tabla 2.1 Tabla de correlaciones para el QFD.....	17
Tabla 2.2 Tabla de relaciones por peso para relación entre necesidades del cliente y especificaciones técnicas.....	17
Tabla 2.3 Tabla de código de color por farmacias y distribuidora farmacéutica.....	17
Tabla 2.4 Densidad del clúster i.....	28
Tabla 2.5 Índice de rentabilidad financiera del clúster i.....	29
Tabla 2.6 Escala de movilidad vehicular del clúster i.....	29
Tabla 2.7 Parámetro de selección del clúster i con índice de rentabilidad mayor o igual a 0,6 y escala de movilidad vehicular mayor o igual a 2.....	30
Tabla 2.8 Clústeres óptimos.....	30
Tabla 2.9 Lugares populares cercanos de cada clúster.....	31
Tabla 2.10 Análisis de sensibilidad para clústeres.....	32
Tabla 2.11 Densidad de farmacias, distribuidoras farmacéuticas y comercios del mini clúster j en clúster i.....	38
Tabla 2.12 Índice de rentabilidad financiera de mini clúster j en clúster i.....	39
Tabla 2.13 Escala de movilidad vehicular del mini clúster j en clúster i.....	40
Tabla 2.14 Parámetro de selección del mini clúster j en clúster i con índice de rentabilidad mayor o igual a 0.19 y escala de movilidad vehicular mayor o igual a 2.....	41
Tabla 2.15 Mini clústeres óptimos.....	42
Tabla 2.16 Lugares populares cercanos de cada mini clúster.....	44
Tabla 2.17 Análisis de sensibilidad para mini clústeres.....	44
Tabla 3.1 Mejores localizaciones.....	47
Tabla 3.2 Distancias recorridas desde punto de partida hasta ubicaciones seleccionadas para localizar nuevas instalaciones.....	51

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

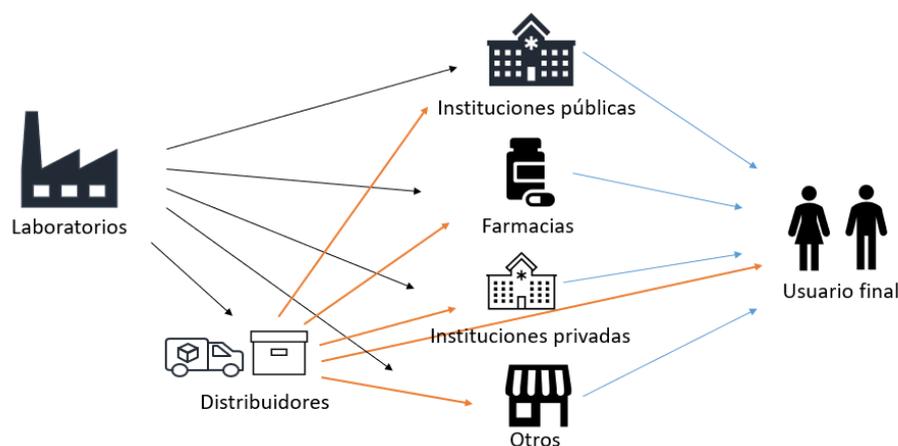
El mercado farmacéutico ecuatoriano va en evolución marcada los últimos 50 años (Ortiz-Prado E, 2014).

La demanda de fármacos aumenta notablemente debido a los cambios demográficos e incremento de enfermedades crónicas, sumándose el presupuesto de gobierno en materia de salud y fármacos y, finalmente, el posicionamiento del Ecuador como destino de turismo médico. (Pardillos Lara, 2020)

Ecuador es uno de los países de Sudamérica con mayor consumo de medicina per cápita (Alcívar, y otros, 2018). El 90% de puntos de venta de fármacos se encuentra en la zona urbana y un 10% en la zona rural (Márquez R. , 2019). Demostrándose, que existe relación entre el poder adquisitivo y acceso a los medicamentos (Ortiz-Prado E, 2014).

La comercialización de la industria farmacéutica considera algunos ejes importantes: producto, precio, distribución, y comunicación (Márquez R. , 2019).

De igual manera, hay varios actores en la distribución de los fármacos, siendo los principales ofertantes al usuario final: empresas farmacéuticas internacionales y nacionales; instituciones públicas y privadas y distribuidoras y farmacias (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2015); siendo las distribuidoras farmacéuticas el objeto de estudio para el desarrollo del presente proyecto.



**Gráfico 1.1 Canales de distribución en Ecuador**

**Fuente: Elaboración propia**

Actualmente, La Corporación forma parte de las compañías líderes para el mercado de farmacias, que se definen como establecimientos autorizados para la dispensación y expendio de medicamentos de uso y consumo humano. Sin embargo, existe la oportunidad para la compañía de ingresar al mercado de las distribuidoras farmacéuticas, que son establecimientos autorizados para realizar importación, exportación y venta al por mayor de medicamentos de uso y consumo humano (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2015), debido a su gran desempeño como uno de los principales actores de la oferta dado que las farmacéuticas han pasado a convertirse en una distribución de competencia mayorista (Márquez R. , 2019).

### **1.1 Declaración de oportunidad**

Se ha resuelto que las distribuidoras farmacéuticas son un mercado de constante y acelerado crecimiento; el mismo que ha ganado popularidad hoy en día siendo preferido por clínicas, hospitales, pequeños emprendimientos farmacéuticos y usuario final debido a su disponibilidad de productos, ubicación estratégica y percepción de precios más bajos para el consumidor.

La Corporación ha identificado esta oportunidad tomando como referencia las distribuidoras farmacéuticas existentes; motivo por el cual, se busca aprovechar el mercado y crecimiento proyectado por la demanda con el fin de formar parte de él.

Inicialmente, se desea ubicar mínimo tres y máximo diez distribuidoras farmacéuticas de más de 100 m<sup>2</sup> en la ciudad de Guayaquil. Se espera que los lugares seleccionados para la ubicación de distribuidoras farmacéuticas sean los más factibles tomando en consideración cercanía a otras distribuidoras farmacéuticas de la competencia, zonas comerciales y de gran movilidad vehicular y peatonal; proyectando más puestos de trabajo, acceso a medicinas para la población aledaña y un amplio margen de ventas para la corporación.

### **1.2 Justificación de oportunidad**

Para fines del proyecto, se realizó un análisis de ingresos anuales por ventas de fármacos en las distribuidoras farmacéuticas más representativas de Guayaquil desde el año 2016 al 2020, con el fin de contrastar con el ingreso anual por ventas de fármacos de las cinco farmacias tradicionales más representativas de Guayaquil; el cual exhibe

principalmente el incremento en el mercado de distribuidoras farmacéuticas al pasar de los años además del mayor valor en USD que ingresa. En la tabla 1.1 y 1.2 se muestran los ingresos totales anuales de las distribuidoras farmacéuticas y farmacias respectivamente.

**Tabla 1.1 Ingresos totales anuales de distribuidoras farmacéuticas desde 2016 hasta 2020**  
(Ekos, 2020)

<b>INGRESOS ANUALES (millones \$)</b>					
<b>DISTRIBUIDORAS FARMACÉUTICAS</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
DIFARE	\$ 651	\$ 688	\$ 727	\$ 757	\$ 850
LETERAGO DEL ECUADOR	\$ 350	\$ 375	\$ 398	\$ 422	\$ 489
FARMAENLACE	\$ 281	\$ 319	\$ 359	\$ 381	\$ 445
MEDICAMENTA ECUATORIANA	\$ 52	\$ 55	\$ 64	\$ 71	\$ 73
BOTICAS UNIDAS DEL ECUADOR	\$ 16	\$ 23	\$ 24	\$ 26	\$ 31
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.350</b>	<b>\$ 1.460</b>	<b>\$ 1.572</b>	<b>\$ 1.657</b>	<b>\$ 1.888</b>

**Tabla 1.2 Ingresos totales anuales de farmacias desde 2016 hasta 2020**  
(Ekos, 2020)

<b>INGRESOS ANUALES (millones \$)</b>					
<b>FARMACIAS</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
FYBECA	\$ 247	\$ 245	\$ 251	\$ 249	\$ 230
ECONOFARM	\$ 258	\$ 257	\$ 258	\$ 242	\$ 215
FARMACIAS SANTAMARTHA	\$ 19	\$ 31	\$ 40	\$ 53	\$ 81
FARMAMIA	\$ 30	\$ 41	\$ 53	\$ 63	\$ 72
PROVEFARMA	\$ 30	\$ 30	\$ 29	\$ 36	\$ 39
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 584</b>	<b>\$ 604</b>	<b>\$ 631</b>	<b>\$ 643</b>	<b>\$ 637</b>

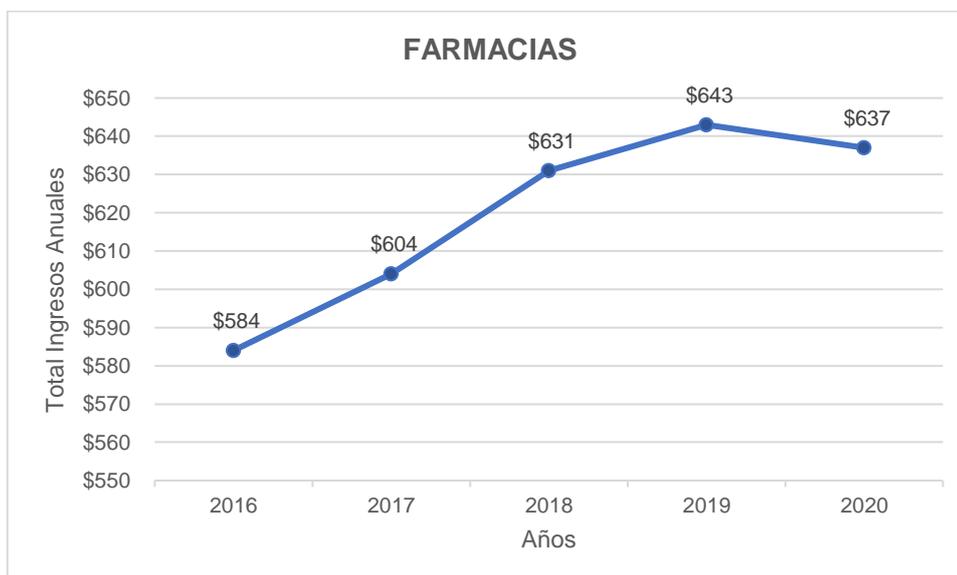
Los gráficos 1.2 y 1.3 corresponden a la información expuesta en los totales de las tablas 1.1 y 1.2 respectivamente.

Se puede contrastar el mercado ascendente para las distribuidoras farmacéuticas, mientras que las farmacias tradicionales experimentaron una baja en el año 2020, reforzando la premisa de la fuerza que ha estado adquiriendo el mercado de distribuidoras farmacéuticas.



**Gráfico 1.2 Serie de tiempo de los ingresos totales anuales de cinco distribuidoras farmacéuticas**

**Fuente: Elaboración propia**



**Gráfico 1.3 Serie de tiempo de los ingresos totales anuales de cinco farmacias tradicionales**

**Fuente: Elaboración propia**

Se realizó un análisis porcentual del ingreso de las distribuidoras farmacéuticas al igual que las farmacias tradicionales desde el 2016 al 2020, quedando como resultado un aumento en ingresos del 40% y 9% respectivamente.

Partiendo del análisis realizado, se evidencia la gran oportunidad existente para La Corporación de entrar al mercado creciente de distribuidoras farmacéuticas ubicándose

lugares adecuados y factibles, permitiéndoles ganar participación en el mercado entrante, altos márgenes de ganancias y creando un impacto social por mayores plazas de empleo y accesibilidad de medicina.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un modelo de localización para encontrar las ubicaciones más factibles para distribuidoras farmacéuticas en la ciudad de Guayaquil, con el fin de aprovechar su alta demanda de mercado.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar y recolectar los requerimientos del cliente reconociendo oportunidades para ofrecer más beneficios a la corporación.
2. Determinar las especificaciones técnicas para el diseño, eligiendo las que mejor traducen los requerimientos del cliente.
3. Identificar las variables y restricciones de relevancia para diseñar un modelo de localización de distribuidoras farmacéuticas por medio de observación, recolección de datos e investigación.
4. Seleccionar el tipo de modelo de ubicación más apropiado y óptimo para el proyecto, considerando las especificaciones técnicas encontradas.
5. Identificar las áreas más factibles, sustentables y económicamente viables para satisfacer al cliente, considerando rentabilidad, ubicación en áreas concurridas y áreas farmacéuticas.
6. Prototipar el diseño establecido del modelo de localización buscando evaluar resultados. Se espera que se pueda instalar una distribuidora que gane participación de mercado de distribuidoras farmacéuticas.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Definición**

En esta primera fase es importante para conformar el grupo de trabajo e identificar los actores relevantes para la implementación del presente proyecto, entre ellos, el

cliente clave y sus necesidades. Definir los objetivos y el alcance del presente proyecto ayuda a marcar una ruta para alcanzar las metas del proyecto (Minetto, 2019).

Las herramientas utilizadas en esta fase como soporte para el desarrollo de este proyecto se describen a continuación:

- **SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer):** Herramienta que permite identificar las etapas de un proceso como son los proveedores, las entradas, el proceso principal, las salidas y los clientes, ya sean internos o externos. Sirve como guía para determinar el alcance del proyecto debido a que permite identificar el estado actual del proceso de estudio permitiendo analizar el enfoque para cumplir con los objetivos y, además, mostrar dónde está la mayor oportunidad de mejora (Cañedo, Curbelo, Núñez, & Zamora, 2012).
- **Voice of Customer (VOC):** Técnica que permite recolectar las opiniones, expectativas y necesidades de los clientes (internos y/o externos), buscando mejorar un producto o servicio y satisfacer al cliente. Esta información se obtiene mediante diferentes canales de escucha como pueden ser las entrevistas, encuestas, indicadores de satisfacción, focus groups, entre otros (Pozo, 2020).
- **Critical to Quality tree (CTQ):** Herramienta que evalúa la voz del cliente y satisface el requerimiento clave para el cliente o proceso. En otras palabras, el CTQ permite traducir las necesidades o requerimientos de los clientes a especificaciones de diseño que puedan ser medibles (Saavedra, 2021).
- **Quality Function Deployment (QFD):** Metodología que permite identificar las características de calidad de un producto o servicio, a través de los requerimientos del cliente. Esta metodología se basa en traducir las necesidades o requerimientos del cliente a especificaciones de diseño, con la finalidad de darle valor a cada especificación según el nivel de importancia logrando otorgar mayor prioridad para lograr una mejor satisfacción al cliente (Olaya, Cortés, & Duarte, 2005).
- **Point of View (POV):** Herramienta que permite reformular el desafío o proyecto con el objetivo de estructurarlo correctamente. Se articula el “punto de vista” con la unión de tres elementos: cliente, necesidades e insight; que es el “por qué” de la necesidad.

Se espera un planteamiento claro y objetivo del POV, expresando las necesidades y oportunidades como verbo (Fernández Iglesias, 2019).

- **Diagrama de Gantt:** Herramienta usada para análisis y planificación de tareas que forman parte de un proyecto. Su visualización permite la organización, seguimiento y control de la ejecución de cada etapa del proyecto con el fin de que se cumpla la programación (Pérez, 2021).

#### 1.4.2 Recolección de datos

Esta siguiente etapa comienza a partir del marco proporcionado por la primera etapa “Definición”, buscando realizar la identificación y planificación de recolección de datos necesarios, esperando que el plan sea detallado y asegurando información confiable.

- **Plan de recolección de datos:** Herramienta que facilita y guía la forma de recolectar información importante para el proyecto, a partir de las especificaciones de diseño con el fin de obtener datos más específicos y relevantes para lograr los resultados esperados. Estos datos pueden ser cualitativos y cuantitativos y en el plan pueden incluirse las métricas de los datos, tipo de dato, los 5w + h, uso futuro, validación, entre otros (Westreicher, 2021).

#### 1.4.3 Análisis

En esta fase se analizan las diferentes alternativas metodológicas para evaluar la más factible y/o dar solución a la problemática u oportunidad identificada. En esta fase se pueden utilizar herramientas financieras y estadísticas que aseguren el planteamiento adecuado de las posibles soluciones.

- **Matriz de decisión:** Herramienta visual para la toma de decisiones. Realiza una evaluación completa de las alternativas analizadas en función de los factores importantes para el proyecto arrojando un resultando cuantitativo en la que el valor mayor es el adecuado (Toledo, 2020).
- **Análisis financiero:** Evaluación de los datos obtenidos de estados financieros, datos históricos, comparaciones con las mismas empresas o métodos a analizar que se realiza para conocer los diferentes resultados y escoger la opción más factible para la empresa (Barreto, 2020).

#### 1.4.4 Diseño

En esta fase, después de obtener la mejor alternativa metodológica para el desarrollo del proyecto, se ejecuta toda la información obtenida hasta el momento.

Para este proyecto de localización, se analizaron algunos modelos de optimización con el fin de obtener el más factible. Dichos modelos se detallan a continuación:

- **Modelo p mediana (Min/Sum):** Este modelo minimiza los desplazamientos poblacionales de los puntos de demanda a los puntos de oferta (Buzai & Baxendale, 2008).
- **Modelo p mediana con restricción de máxima distancia (Min/Max):** Se establece una distancia máxima desde el centro de oferta hacia la demanda. Al igual que el anterior, se busca minimizar los desplazamientos poblacionales en una distancia determinada (Buzai & Baxendale, 2008).
- **Modelo de máxima cobertura (Cob/Max):** Se quiere maximizar los valores totales de la demanda dentro de un radio de cobertura para los puntos de oferta (Buzai & Baxendale, 2008).
- **Modelo de máxima cobertura con restricción de distancia (Cob/Res):** En este modelo al igual que el anterior, se quiere maximizar los valores totales de la demanda dentro de un radio de cobertura para los puntos de oferta, con la diferencia que se determina un radio de distancia específico para la demanda (Buzai & Baxendale, 2008).
- **Modelo heurístico:** El modelo heurístico como forma de filtro, se lo utiliza para determinar las ubicaciones potenciales para localizar las instalaciones y a partir del modelo matemático se determinan los lugares de mejores resultados para la ubicación de las instalaciones (Duarte, Ortiz, & Garavito, 2005).

#### 1.4.5 Prototipo

En esta última fase se prueban, evalúan y validan diferentes opciones de variables, parámetros o restricciones para que cumplan de mejor manera los objetivos planteados inicialmente, evaluar el impacto sostenible del proyecto y que se evidencien los resultados con las especificaciones de diseño.

- **Análisis de sensibilidad:** Esta técnica estudia el impacto de las variables dependientes al hacer variaciones en valores de variables independientes como parámetros, restricciones, condiciones, etc.
- **Modelo de localización:** Verificar y validar los resultados obtenidos del modelo cumpliendo con las especificaciones técnicas del cliente.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Definición

En esta etapa, se realizó la identificación del equipo de trabajo ejecutante del proyecto y autores del presente documento, actores relevantes miembros del departamento de desarrollo inmobiliario: Gerente del departamento de Desarrollo Inmobiliario, jefa de Inteligencia Inmobiliaria; actores relevantes externos al departamento: coordinador de suministro, usuario final, supervisores de ventas y finalmente, el cliente clave: Subgerente del departamento de Desarrollo Inmobiliario.

Se procedió a plasmar el requerimiento del cliente clave, el mismo que busca ubicar distribuidoras farmacéuticas en la ciudad de Guayaquil tomando como referencia las distribuidoras actuales, las mismas que:

- Se ubican en zonas “calientes”
- Se ubican cercanas entre sí
- Venden una cantidad limitada de SKU’s
- Venden al por mayor
- Son diferenciadas a las farmacias tradicionales

Es importante recalcar que la Ley Orgánica de la Salud establece que: Las “farmacias” son establecimientos farmacéuticos autorizados para dispensación y expendio de medicamentos de uso y consumo humano; mientras que las “distribuidoras” son establecimientos farmacéuticos autorizados para realizar importación, exportación y venta al por mayor de medicamentos en general de uso humano. (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2015). Estas diferencias importantes permitieron plantear un análisis enfocado en el mercado que se espera ingresar.

Después, el cliente clave procedió a comentar las restricciones y sus requerimientos:

- La utilidad esperada de las zonas seleccionadas debe ser mayor a USD 30.000.
- Se plantea implementar entre 3 a 10 distribuidoras.

- El frente mínimo por cada distribuidora farmacéutica debe ser entre 6 m y 9 m.
- El área de la distribuidora farmacéutica debe ser mayor a 100 m<sup>2</sup>.

### 2.1.1 Alcance

Una vez comprendidos los conceptos relevantes para el proyecto, se procedió a recolectar información más profunda sobre la empresa, con el fin de comprender sus procesos. Se plasmó el procedimiento que actualmente realiza el Departamento de Desarrollo Inmobiliario en un diagrama SIPOC, para localizar farmacias tradicionales propias. El alcance del proyecto fue propuesto de la siguiente manera: Evaluar la factibilidad de ubicarse en determinadas zonas y saber dónde y cuántos distribuidores instalar en Guayaquil, con el fin de tomar ventaja de la elevada participación de mercado de distribuidoras farmacéuticas.

SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Gerente del Departamento de Desarrollo Inmobiliario	Presupuesto	Equipo de Desarrollo Inmobiliario busca instalaciones para alquilar	Segmentación de área	Telefónica
Iqvia	Proyecto de expansión			
	Reporte de participación de mercado	<b>Evaluar la factibilidad del área</b>	Reporte de ubicaciones seleccionadas	Gerente del Departamento de Desarrollo Inmobiliario
Telefónica	Estudio de movilidad del área segmentada	<b>Seleccionar ubicaciones</b>		
Gerente del Departamento de Desarrollo Inmobiliario	Presupuesto	Negociación	Contrato	Acuerdo
Gerente, Subgerente y Jefe del Departamento de Desarrollo Inmobiliario	Propuestas		Documentos aplicables	
GAP&Áreas de proyectos	Revisión de normas municipales			

**Gráfico 2.1 Proceso actual de localización de farmacias de la compañía realizado por el Departamento de Desarrollo Inmobiliario (SIPOC)**

**Fuente: Elaboración propia**

### **2.1.2 Voz del cliente (VOC)**

Se procedió a realizar la recolección de información de comentarios, sentimientos y presunciones del cliente clave, mediante reuniones presenciales y digitales, obteniendo:

- “Queremos posicionamiento de mercado.”
- “Si los clientes ven un Fybeca cerca de un sector lleno de distribuidoras, nadie va.”
- “Tenemos que ingresar a sectores de concentración de clientes del ahorro. Si ubicamos una distribuidora en Samborondón, no va a funcionar.”
- La participación de mercado de las distribuidoras no está creciendo tan rápido como antes lo hacía.”

Una vez recolectados los requerimientos del cliente clave, se consideró de relevancia recolectar información del estado actual, comentarios y percepción de actores principales para el presente proyecto, por motivo de verse directamente involucrados en el sector farmacéutico.

#### **VOC Gerente del Departamento de Desarrollo Inmobiliario**

- “Hemos investigado que gran parte del dinero está concentrado en las distribuidoras farmacéuticas. Queremos entrar al mercado porque aún no formamos parte de él.”

#### **VOC Usuario Final**

- “Le compro a distribuidoras farmacéuticas porque es más económico que comprar en una farmacia.”
- “Vine al centro de la ciudad porque hay muchas distribuidoras, así puedo comparar precios y encontrar productos que tal vez no encuentre en otras distribuidoras.”

#### **VOC Colaboradora de cobranzas de farmacia “Fybeca”**

- “No se vende igual desde que las distribuidoras farmacéuticas se ubicaron en un área cercana a nuestra farmacia.”

#### **VOC Colaborador de cobranzas distribuidora “Comdex”**

- “Tenemos ocho diferentes distribuidoras en este sector, todas venden.”

### **2.1.3 Herramientas de calidad**

Una vez que se recolectó la información del cliente clave y de los actores principales en el entorno farmacéutico, se procedió a evaluar y analizar la investigación para identificar las necesidades concretas, traduciéndolas a especificaciones técnicas de diseño por medio de la herramienta Critical to Quality Tree (CTQ).

VOC	NEED	DRIVER	CTQ
"Si los clientes ven un Fybeca cerca de un sector lleno de distribuidoras, nadie va."	Percepción de ahorro en la compra del usuario final.	Percepción económica	Ventas promedio diarias de las distribuidoras y farmacias de la competencia.
"Le compro a distribuidoras farmacéuticas porque es más económico que comprar en una farmacia."			Salario promedio de habitantes cercanos al área.
"Tenemos que ingresar a sectores de concentración de clientes del ahorro. Si ubicamos una distribuidora en Samborondón, no va a funcionar."			Inversión de infraestructura de distribuidoras de la competencia por área.
"Vine al centro de la ciudad por que hay muchas distribuidoras, así puedo comparar precios y encontrar productos que tal vez no encuentre en otras distribuidoras."	Localizar distribuidoras propias en áreas de distribuidoras farmacéuticas.	Presencia de distribuidoras cercanas a nuestra distribuidora.	Número de distribuidoras de la competencia por área
"Hemos investigado que gran parte del dinero está concentrado en las distribuidoras farmacéuticas. Queremos entrar al mercado por que aún no formamos parte de él."	Ganar posicionamiento de la distribuidora propia en el mercado de distribuidoras farmacéuticas.	Localizar nuestras distribuidoras en áreas con la participación de mercado de distribuidoras y farmacias más grande (más de 30k mensual).	Índice de rentabilidad financiera por farmacias y distribuidoras de la competencia.
"Queremos posicionamiento de mercado."			
"No se vende igual desde que las distribuidoras farmacéuticas se ubicaron en un área cercana a nuestra farmacia."			
"Tenemos ocho diferentes distribuidoras en este sector, todas venden."	Localizarnos en áreas concurridas	Localizar nuestras distribuidoras en áreas comerciales.	Numero de locales comerciales por área (panaderías, cafeterías, restaurantes, bancos y minimarkets).
		Localizar nuestras distribuidoras en áreas de alta movilidad.	Regulaciones ambientales aplicadas a las localidades.
			Movilidad vehicular y peatonal.

**Gráfico 2.2 Critical to Quality Tree (CTQ)**

**Fuente: Elaboración propia**

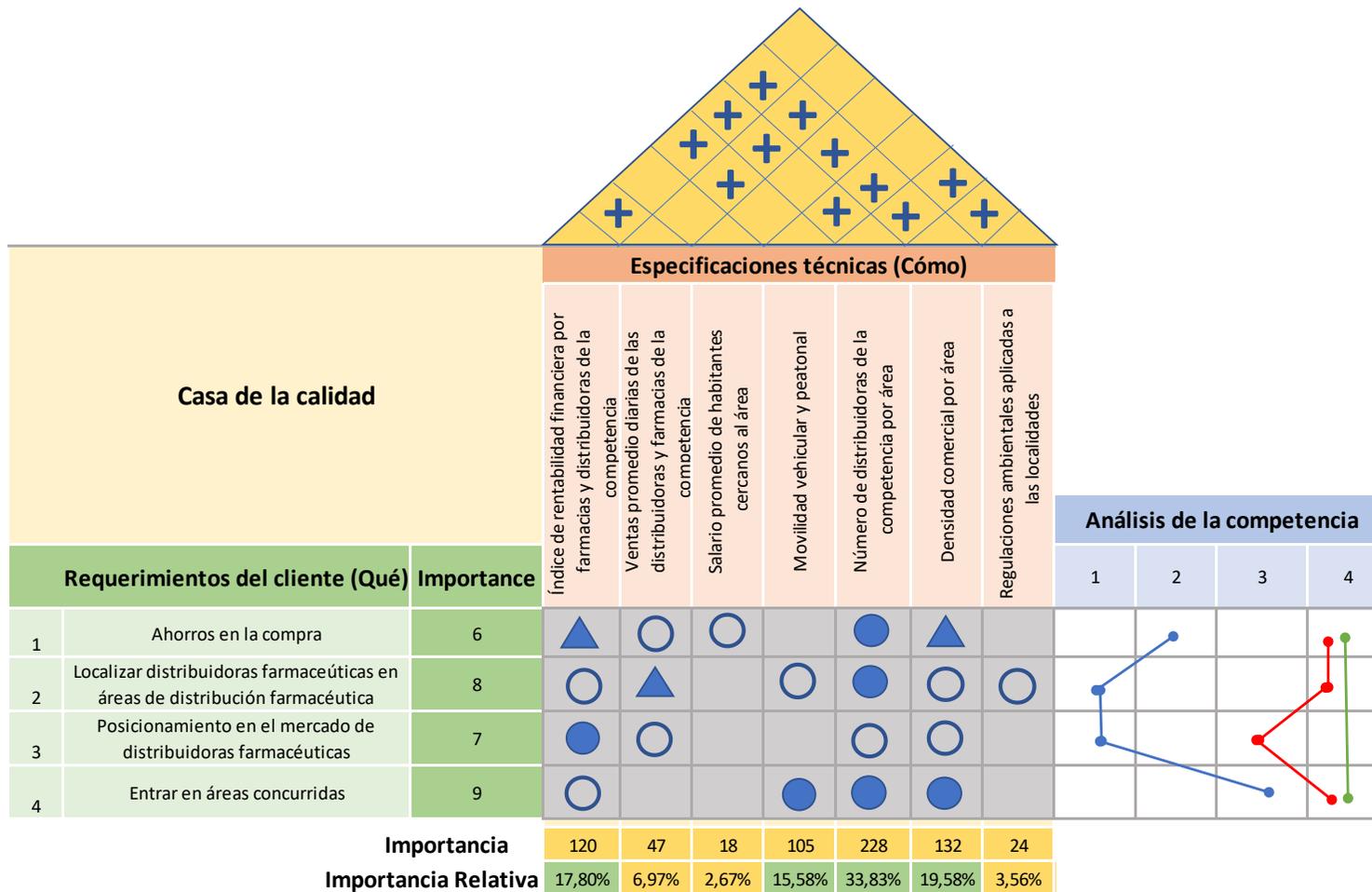
Después de que se contó con la información de necesidades, requerimientos y especificaciones técnicas para el diseño, se procedió hacer uso de la herramienta QFD para cuantificar la importancia del requerimiento del cliente, seguido por contrastar con cada especificación técnica de manera cuantitativa estableciendo correlaciones entre las especificaciones técnicas y un análisis de la competencia.

Para identificar la naturaleza de la correlación de las especificaciones técnicas (positiva o negativa), se hizo uso de la tabla 2.1.

Se usó la tabla 2.2 con motivo de cuantificar la importancia de cada especificación técnica con respecto a cada necesidad del cliente.

La herramienta utilizada determinó cuatro especificaciones técnicas principales cómo las más importantes para el diseño del modelo:

- Índice de rentabilidad financiera de distribuidoras y farmacias de la competencia (USD).
- Movilidad vehicular.
- Número de distribuidoras y farmacias de la competencia por área.
- Número de locales comerciales por área (hospitales, clínicas, panaderías, cafeterías, restaurantes, bancos y pequeños supermercados).



**Gráfico 2.3 Quality Function Deployment (QFD)**

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 2.1 Tabla de correlaciones para el QFD**

**Fuente: Elaboración propia**

<b>Correlaciones</b>	
+	Positiva
-	Negativa
	Sin correlación

**Tabla 2.2 Tabla de relaciones por peso para relación entre necesidades del cliente y especificaciones técnicas**

**Fuente: Elaboración propia**

<b>Relación</b>		<b>Ponderación</b>
●	Fuerte	9
○	Media	3
▲	Débil	1
	Sin relación	0

**Tabla 2.3 Tabla de código de color por farmacias y distribuidora farmacéutica**

**Fuente: Elaboración propia**

	COMDEX
	FARMAREBAJAS
	FYBECA

#### **2.1.4 Punto de vista (POV)**

Para la elaboración del Point of View (POV), se tomó en cuenta al Cliente, sus necesidades y visión, dando como resultado al enunciado: “La Corporación necesita ingresar al mercado de distribuidoras farmacéuticas en Guayaquil, localizando las ubicaciones más factibles en función de los requerimientos, a razón de que la participación de mercado de las farmacias no está creciendo al mismo ritmo que años atrás, mientras que la participación de mercado de las distribuidoras farmacéuticas está creciendo aceleradamente evidenciando una relación negativa.”

## 2.1.5 Planificación

El desarrollo de la etapa termina con el planteamiento de un diagrama de Gantt, el cual permitió tener un mayor control de las actividades y trabajar dentro de un marco de tiempo para la ejecución de las acciones.

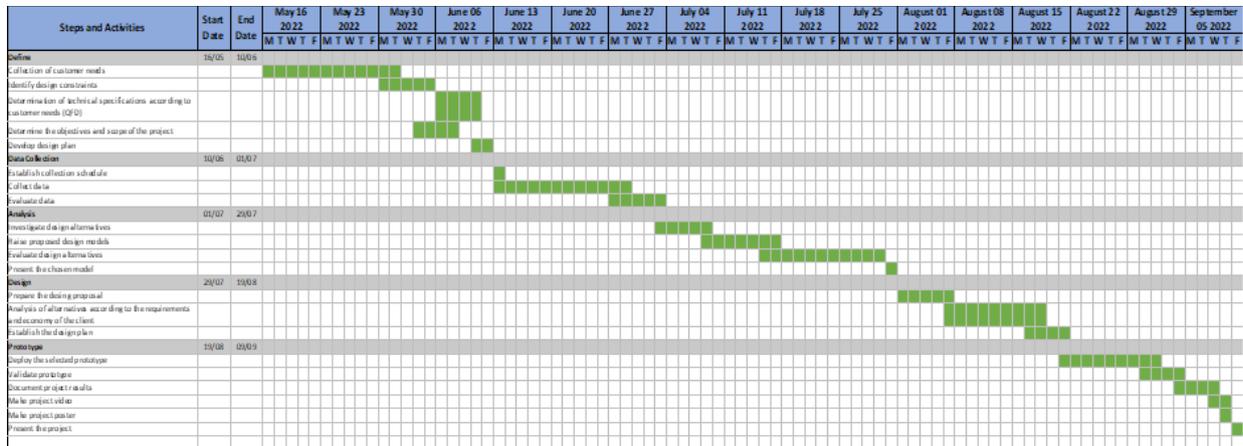


Gráfico 2.4 Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Recolección de datos

En esta siguiente etapa se realizó una recolección y verificación de datos como resultado de una planificación a detalle a través del plan de recolección de datos.

### 2.2.1 Plan de recolección de datos

Se realizó el plan de recolección de datos con el fin de recaudar datos numéricos de las cuatro especificaciones técnicas más importantes para el modelo, los indicadores de sostenibilidad, el número de localizaciones encontradas en el proyecto, y finalmente, información para la clusterización.

What?				When?	Where?	Why?	Who?	How?		Verification
Nomenclature	Data to collect	Units	Data type	When was date?	Data source	Reason for collecting	Data collector	Observation method	Collection method	Verification method
X1	Distribuidoras farmacéuticas de la competencia	Unidad	Discreta	Desde Martes Junio 14, 2022	Base de datos de Superintendencia de compañías	Conocer la densidad de distribuidoras por área para usarlas como parámetro en el modelo. La data será usada en la etapa de análisis.	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación indirecta	Descargar base de datos desde la página de Superintendencia de que incluye el nombre del establecimiento, fecha y direcciones. Importarlas a google my maps para obtener las ubicaciones en el mapa.	Ley de compañías Superintendencia de compañías
X2	Farmacias (propias y competencia)	Unit	Discreta	Desde Martes Junio 14, 2022	Base de datos de Superintendencia de compañías	Conocer la densidad de farmacias por área para usarlas como parámetro en el modelo. La data será usada en la etapa de análisis.	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación indirecta	Descargar base de datos desde la página de Superintendencia de que incluye el nombre del establecimiento, fecha y direcciones. Importarlas a google my maps para obtener las ubicaciones en el mapa.	Ley de compañías Superintendencia de compañías
X3	Número de áreas	Unit	Discreta	Desde Sábado Julio 2, 2022	X1 and X2 Cliente clave	Dividir la ciudad en áreas para conocer la variable decisión para el modelo de localización. La data será usada en la etapa de análisis.	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Entrevistas Observación indirecta	Usar R-Studio para definir los grupos y número de áreas. Validación de clusterización con cliente clave.	Screenshots of R-Studio output Record of meeting
X4	Negocios comerciales	Unit	Discreta	Desde Martes Junio 14, 2022	Índicadores de Superintendencia de compañías	Conocer el número de comercios y su ubicación (panaderías, cafeterías, clínicas, hospitales, bancos, restaurantes, y minimarkets) para usar como parámetro para el modelo. La data será usada en la etapa de análisis.	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Entrevistas Observación indirecta	Descargar base de datos desde la página de Superintendencia de que incluye el nombre del establecimiento, fecha y direcciones. Importarlas a google my maps para obtener las ubicaciones en el mapa.	Ley de compañías Superintendencia de compañías
X5	Índice de rentabilidad financiera de distribuidoras y farmacias de la competencia	Unit	Continua	Desde Martes Junio 14, 2022	Índicadores de Superintendencia de compañías	Conocer el índice de rentabilidad financiera para encontrar las distribuidoras y farmacias con mayor posicionamiento de mercado y usar como parámetro en el modelo. La data será usada en la etapa de análisis	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación indirecta	Descargar base de datos de indicadores desde la página de Superintendencia de que incluye el nombre del establecimiento, fecha, CIU e indicador.	Ley de compañías Superintendencia de compañías

**Gráfico 2.5 Plan de recolección de datos del X1 al X5**

**Fuente: Elaboración propia**

What?				When?	Where?	Why?	Who?	How?		Verification
X6	Índice de rentabilidad por área	Unidad	Continúa	Desde Sábado Julio 2, 2022	X3 and X5	Conocer el índice de rentabilidad financiera para las distribuidoras/farmacias por área y usar como parámetro en el modelo. La data será usada en la etapa de análisis	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación indirecta	Descargar base de datos de indicadores desde la página de Superintendencia de que incluye el nombre del establecimiento, fecha, CIU e indicador.	Acta de reunión Ley de compañías Superintendencia de compañías
X7	Tráfico	Unidad	Cualitativa	Desde Martes Junio 14, 2022	Google Maps	Encontrar y distinguir una escala de tráfico en las calles para usar como parámetro en el modelo. La data será usada en la etapa de análisis	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación indirecta	Verificar en Google Maps el tráfico en calles en horas determinadas.	Google maps, reportes.
X8	Tráfico por área	Unidad	Cualitativa	Desde Sábado Julio 2, 2022	X3 and X7 Google Maps	Encontrar y distinguir una escala de tráfico por área, para usar como parámetro en el modelo. La data será usada en la etapa de análisis	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación indirecta	Sumar los valores de tráfico por calle en áreas determinadas.	Confiable de Google maps, reportes.
X9	Distribuidoras propias localizadas	Unidad	Discreta	Desde Sábado Agosto 20, 2022	Resultados del modelo de localización. Reunión con cliente clave	Conocer las ubicaciones de distribuidoras en Guayaquil. La información será encontrada en la etapa de prototipado.	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación directa.	Plan de recolección de datos de todos los parámetros y variables que serán usados en el modelo de localización.	Modelo de optimización. Validación con cliente clave.
X10	Viabilidad financiera	USD	Continúa	Desde Sábado Agosto 20, 2022	Entrevistas X11 data	Conocer la viabilidad económica de las distribuidoras a ubicar. La información será encontrada en la etapa de prototipado.	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación directa.	Información estimada de arriendos, procedimientos legales, y adecuación de espacio que serán recolectados en entrevista con el cliente clave.	VAN, TIR, análisis de sensibilidad.
X11	Número de trabajadores para cada distribuidora localizada	Unidad	Discreta	Desde Sábado Agosto 20, 2022	Entrevista X11 data	Conocer cuantas plazas de trabajo se abrirán por cada distribuidora, la data va a ser analizada en la etapa de prototipado.	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación directa.	Información estimada para valores de salarios, costos de capacitaciones, seguros. Información será recolectada por medio de entrevista con cliente clave.	Análisis de sensibilidad
X12	Huella de carbono por transporte	Unidad	Discreta	Desde Sábado Agosto 20, 2022	Web, google maps	Conocer la huella de carbono por el transporte de colaboradores durante el proceso de ubicación de distribuidoras. La data va a ser analizada en la etapa de prototipado.	Daniela Sánchez & Odilón Cornejo	Observación indirecta	Verificar el google maps la distancia recorrida.	Confiable de google maps

**Gráfico 2.6 Plan de recolección de datos del X6 al X10**

**Fuente: Elaboración propia**

## 2.2.2 Verificación de los datos

La ley de compañías establece que toda compañía legal debe ser controlada por la superintendencia de compañías, motivo por el cual, al recolectar la información para las variables X1, X2, X4, X5, X6 directamente desde la información oficial de la Superintendencia de compañías, se verifica su veracidad.

La recolección de información para X3, X7, X8, X10 se realiza a través de variables ya existentes y la misma será validada por el cliente clave además de su previa validación de fuente principal.

La variable X9 corresponde a un reporte de Google Maps, el cual es verificado. La variable X11 se encontrará como resultado del proyecto en las siguientes etapas, y finalmente, las variables X12 y X13 serán validadas por medio de un análisis de sensibilidad, y la variable X14 es comprobable por medio del ARCSA.

## 2.3 Análisis

Para la fase de análisis se hizo un repaso bibliográfico de los diferentes modelos de localización, a partir de los cuales se verificó las ventajas y desventajas de modelo de localización con el fin de proceder a elegir el modelo más acertado.

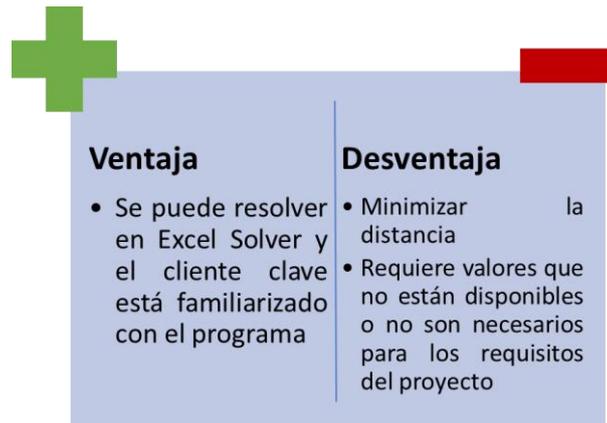
### 2.3.1 Evaluación de alternativas de modelos de localización

Se tomó como opción 0 al método que realiza La Corporación actualmente para localizar posibles lugares de ubicación para instalar, el gráfico 2.8 muestra las ventajas y desventajas de este.



**Gráfico 2.7 Opción 0: Método de localización como las farmacias**

**Fuente: Elaboración propia**



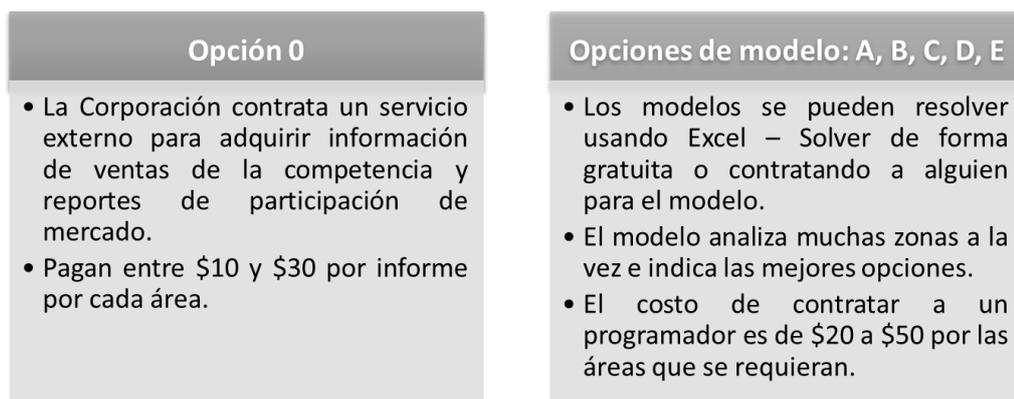
**Gráfico 2.8 Opción A: Modelo de localización p-mediana (Min/Sum)**

**Fuente: Elaboración propia**

Tras el análisis de ventajas y desventajas de la opción 0 y de cada modelo de localización (véase el resto de opciones de modelos en el Apéndice A), se determinó con ayuda de una matriz de decisión (Gráfico 2.11) el modelo más adecuado para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

### 2.3.2 Análisis financiero

Para conocer las diferencias económicas correspondientes a utilizar el método actual de la empresa para la localización de ubicaciones o comenzar a utilizar un modelo de localización. Se realizó un análisis financiero, en la que se describen la metodología y los costos que conlleva utilizarla y así tener una mejor perspectiva del método más factible. En el siguiente gráfico se muestran estos aspectos:



**Gráfico 2.9 Análisis financiero de los métodos de localización**

**Fuente: Elaboración propia**

### 2.3.3 Matriz de decisión

Con esta herramienta lo que se buscó fue elegir la mejor alternativa de los diferentes modelos analizados, que cumpla con los requerimientos y criterios del cliente para el proyecto. A continuación, se muestra el gráfico de la matriz de decisión:

Categorías	Criterios de Evaluación	Puntos	Opciones de modelo					
			0	A	B	C	D	E
Requerimientos del cliente	Áreas de alta demanda	5	3	2	2	5	5	4
	Bajo costo	4	3	4	4	4	4	4
Especificaciones de diseño	Varios resultados (localizaciones)	3	1	2	2	4	4	3
Otros requerimientos	Facilidad de comprensión del modelo	2	1	3	3	3	3	2
	Tipo de variables útiles	4	1	2	2	4	3	4
	Funcionalidad de Excel	3	4	4	4	4	4	4
Total			48	58	58	87	83	77

**Gráfico 2.10 Matriz de decisión**

**Fuente: Elaboración propia**

Como se observa en el gráfico, se utilizaron diferentes criterios de evaluación, desde las categorías del QFD con otros requerimientos adicionales. Cada criterio tiene un puntaje de importancia del 1 al 5 y en las opciones del modelo, también se creó un nivel de valores del 1 al 5; dónde 1 es Muy bajo y 5 es Muy Alto, para evaluar cada modelo con cada criterio y darle el puntaje que corresponda. Esta asignación de valores, se la realizó con el cliente clave y como resultado final de realizar la sumatoria de cada modelo de la multiplicación de sus valores con el puntaje de cada categoría, se obtuvo el puntaje total para cada modelo y el de mayor puntuación será el más factible para el proyecto. Y como se muestra en el gráfico, la opción C es el de mayor puntaje, correspondiente al “Modelo de localización de Cobertura Máxima”.

## 2.4 Diseño

En esta etapa después de haber obtenido el modelo de optimización más factible para el proyecto, se procedió a realizar la formulación del modelo con las restricciones y requerimientos del cliente y la información necesaria para llevarlo a cabo.

Adicionalmente, se realizaron diferentes análisis para validar el correcto funcionamiento del modelo matemático.

## 2.4.1 Plan de prototipo

En primer lugar, se creó un plan de prototipo con las diferentes actividades principales a realizar durante la etapa de diseño y la última etapa de prototipado. En dicho plan se detallan las descripciones de cada actividad, las herramientas a utilizar, los responsables de llevarlo a cabo, el lugar donde se realiza, las fechas de inicio y fin de la actividad y las validaciones. A continuación, se muestra el plan de prototipo:

Descripción		Herramientas	Responsables	Lugar	Fecha		Estado de validación	
¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Quién?	¿Dónde?	Inicio	Fin		
Determinación de las ubicaciones geográficas de los clústeres y mini clústeres	Necesario utilizar como variable del modelo, recolectar parámetros por áreas y determinar zonas factibles para la ubicación de distribuidores farmacéuticos.	Programa Rstudio	Odilón Cornejo y Daniela Sánchez	Reunión de Zoom	29/07/2022	05/08/2022	Asesor de proyectos y reunión con clientes clave	Hecho
Prueba de planteamiento y diseño (modelo de programación de localización)	Núcleo del proyecto. Necesario ubicar las distribuidoras farmacéuticas de acuerdo a los resultados encontrados.	Excel	Odilón Cornejo y Daniela Sánchez	Reunión de Zoom	05/08/2022	12/08/2022	Asesor de proyectos y reunión con clientes clave	Hecho
Validación de diseño	Necesario para saber si el modelo de programación de clustering y localización es adecuado y cumple con las expectativas del cliente.	Excel / Análisis	Odilón Cornejo y Daniela Sánchez	Reunión de Zoom	29/07/2022	19/08/2022	Asesor de proyectos y reunión con clientes clave	Hecho
Hacer ajustes al modelo	Tirar del modelo, hacerlo más funcional y ajustarlo a las oportunidades encontradas y requerimientos del cliente clave.	Excel	Odilón Cornejo y Daniela Sánchez	Reunión de Zoom	19/08/2022	09/09/2022	Asesor de proyectos y reunión con clientes clave	Hecho
Análisis de sensibilidad	Necesario para probar el efecto sobre el número de clústeres con diferentes índices de rentabilidad financiera. Esperamos elegir la alternativa más óptima y factible.	Excel	Odilón Cornejo y Daniela Sánchez	Reunión de Zoom	19/08/2022	09/09/2022	Asesor de proyectos y reunión con clientes clave	Hecho
Diseño final de prototipo	Ajustar el prototipo que incluye métricas y planes para hacer que el proyecto sea ejecutable.	Excel	Odilón Cornejo y Daniela Sánchez	Reunión de Zoom	19/08/2022	09/09/2022	Asesor de proyectos y reunión con clientes clave	Hecho
Análisis comercial	Determinar la conveniencia de las ubicaciones seleccionadas por el modelo. Se trata de realizar un análisis tomando como referencia comportamientos y tendencias del mercado actual.	Análisis, investigación en Internet, experiencia de expertos	Odilón Cornejo, Daniela Sánchez y Equipo de Desarrollo Inmobiliario	Reunión en la oficinas de Fybca	19/08/2022	09/09/2022	Asesor de proyectos y reunión con clientes clave	Hecho
Impacto	Necesario para determinar y evaluar los resultados que tendrá el proyecto para la empresa cliente y la sociedad.	Análisis, experiencia experta	Odilón Cornejo y Daniela Sánchez	Reunión de Zoom	19/08/2022	09/09/2022	Asesor de proyectos y reunión con clientes clave	Hecho
Compartir proyecto con cliente clave	Para uso de la empresa según lo acordado y finalización del trabajo.	Compartir explicación y documentos	Odilón Cornejo y Daniela Sánchez	Oficinas de Fybca	19/08/2022	09/09/2022	Reunión con clientes clave	Hecho

**Gráfico 2.11 Plan de Prototipo**

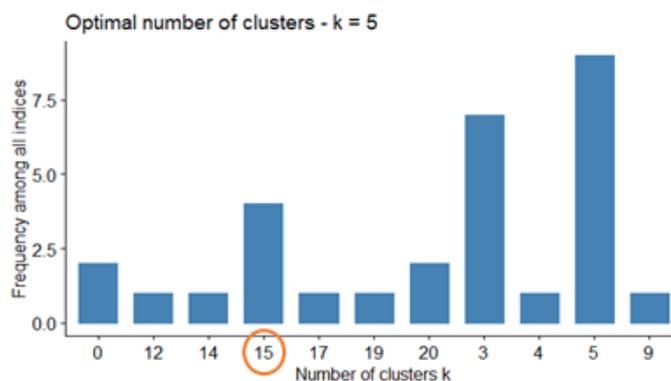
**Fuente: Elaboración propia**

Como se observa en la gráfica, se detallan las actividades en orden de ejecución para llevar a cabo el proyecto de forma ordenada y correcta.

## 2.4.2 Determinación de clústeres

Estos clústeres fueron obtenidos mediante el uso del programa R Studio, la cual utiliza datos numéricos de las coordenadas de cada distribuidora y farmacia obtenidos en la etapa de recolección de datos. Dichos datos se los ingresó en el programa y mediante unos códigos de programación (ver códigos en Apéndice B) se obtuvieron las agrupaciones.

En primer lugar, R Studio analiza los datos ingresados de las coordenadas geográficas con el estudio de 30 modelos de K-means (tipo de agrupación por distancia euclidiana) aproximadamente, de las cuales, por regla de mayoría se indican la cantidad de clústeres óptimos a utilizar en el modelo.

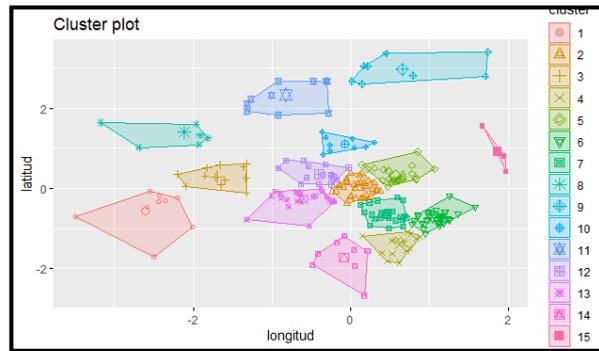


**Gráfico 2.12 Número óptimo de clústeres**

**Fuente: Programa R Studio**

En la gráfica 2.13 se muestra que alrededor de 9 modelos dicen que 5 clústeres es la cantidad óptima para trabajar, 6 modelos dicen que 3 clústeres son los óptimos y 4 modelos dicen que 15 clústeres son los óptimos. Lo que quiere decir, es que los principales resultados que muestra el programa son factibles para trabajar, por lo que queda a criterio propio la cantidad óptima a utilizar. Por lo tanto, al analizar dichas sugerencias del programa, se optó por tomar 15 clústeres como resultado óptimo para nuestro proyecto, debido a que, así se reduce el área de cada agrupación y hay más opciones de lugares para analizar con detalle, obteniendo resultados más precisos en cuestiones de localización.

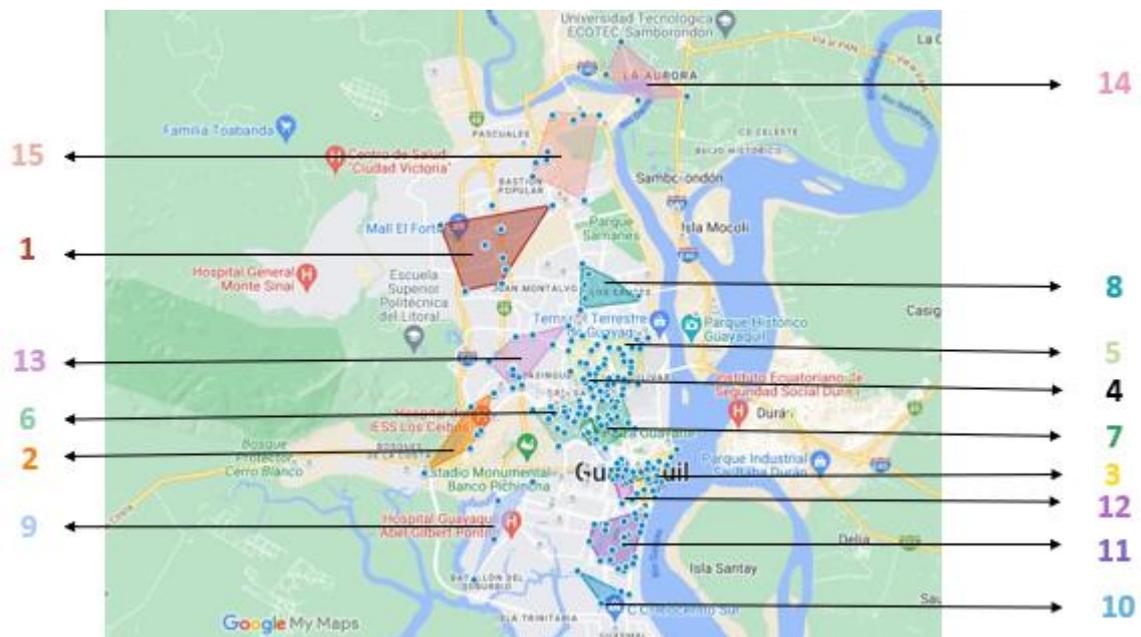
Finalmente, se indica la cantidad de clústeres a trabajar y, por consiguiente, el programa arroja las agrupaciones correspondientes a los datos ingresados mediante un gráfico (ver gráfico 2.14), además, de generar una tabla con los nombres de las distribuidoras y farmacias con los respectivos clústeres obtenidos.



**Gráfico 2.13 Clústeres resultantes**

**Fuente: Programa R Studio**

Una vez obtenido dicha agrupación geográfica, se procede a representarlo en el mapa para identificar las zonas a trabajar con el modelo. Para esto fue necesario utilizar Google My Maps para editar y crear dichas agrupaciones e identificarlos más fácilmente.



**Gráfico 2.14 Clústeres plasmados en el mapa**

**Fuente: Elaboración propia**

### 2.4.3 Modelo de localización de Cobertura Máxima para clústeres

Como se mostró en la etapa de análisis, el modelo más factible para el proyecto, fue el de cobertura máxima. Dicho modelo busca maximizar la demanda, producción, densidad, entre otros, en un radio de cobertura en general. Por lo cual, en este proyecto,

se buscó obtener la mayor cobertura de los clústeres obtenidos anteriormente y que el modelo seleccione los que cumplan con ciertas condiciones, restricciones y requerimientos establecidos por el cliente.

A continuación, se muestra la formulación matemática del modelo de cobertura máxima con los respectivos parámetros y restricciones necesarios:

### Parámetros:

$i$  = número del clúster o zona

$I$  = conjunto de clústeres o zonas establecidas en la clusterización

$a_i$  = densidad de distribuidoras, farmacias, comercios y hospitales en  $km^2$  del clúster  $i$

$b_i$  = índice de rentabilidad financiera del clúster  $i$

$c_i$  = escala de movilidad vehicular del clúster  $i$

$$d_i = \begin{cases} 1, \text{ si } b_i \geq 0,6 \text{ y } c_i \geq 2 \\ 0, \text{ caso contrario} \end{cases}$$

### Variable de decisión:

$$x_i = \begin{cases} 1, \text{ si la distribuidora es localizada en el clúster } i \\ 0, \text{ caso contrario} \end{cases}$$

### Función Objetivo:

$$Max Z = \sum_{i \in I} a_i * x_i \quad (2.1)$$

### Restricciones:

$$\sum_{i \in I} x_i \geq 3; \forall i \in I \quad \text{Mínimo 3 distribuidoras} \quad (2.2)$$

$$\sum_{i \in I} x_i \leq 10; \forall i \in I \quad \text{Máximo 10 distribuidoras} \quad (2.3)$$

$$x_i \leq d_i \quad \text{Clústeres con mejor índice de rentabilidad y movilidad} \quad (2.4)$$

$$x_i, d_i \in \{0,1\} \quad x_i \text{ y } d_i \text{ son binarios} \quad (2.5)$$

## 2.5 Prototipo

Para la etapa de prototipado se probó, analizó e implementó el modelo de localización haciendo uso de la herramienta Solver de Excel y poder llegar a los resultados de diseño esperados.

### 2.5.1 Implementación del modelo de localización para clústeres

En base a los datos mostrados en las tablas 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7, la corrida del modelo dio como resultado un total de 7 clústeres óptimos, los mismos que se pueden visualizar en las tablas 2.8 y 2.9 y el gráfico 2.16, con una densidad de farmacias, distribuidoras farmacéuticas, locales comerciales hospitales y clínicas maximizada a 282,56 locales/km<sup>2</sup>. La formulación en la herramienta Solver de Excel se la puede visualizar en el Apéndice C.

**Tabla 2.4 Densidad del clúster i**

**Fuente: Elaboración propia**

Densidad del clúster i			
i	Número de distribuidoras, farmacias y comercios	Área km <sup>2</sup>	Densidad $a_i$
1	20	7,79	3
2	23	2,27	10
3	119	1,48	80
4	94	2,76	34
5	79	2,17	36
6	97	2,41	40
7	56	2,13	26
8	34	2,32	15
9	10	1,65	6
10	14	0,84	17
11	47	3,17	15
12	51	1,01	50
13	25	3,22	8
14	11	3,2	3
15	22	5,91	4

**Tabla 2.5 Índice de rentabilidad financiera del clúster i**

**Fuente: Elaboración propia**

Rentabilidad Financiera	
i	Índice $b_i$
1	0,71
2	1,33
3	0,90
4	0,83
5	0,92
6	0,86
7	0,61
8	0,60
9	0,55
10	0,12
11	0,40
12	0,70
13	0,79
14	0,00
15	0,97

**Tabla 2.6 Escala de movilidad vehicular del clúster i**

**Fuente: Elaboración propia**

Escala de movilidad vehicular	
i	Escala $c_i$
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	2
12	2
13	1
14	1
15	1

**Tabla 2.7** Parámetro de selección del clúster  $i$  con índice de rentabilidad mayor o igual a 0,6 y escala de movilidad vehicular mayor o igual a 2

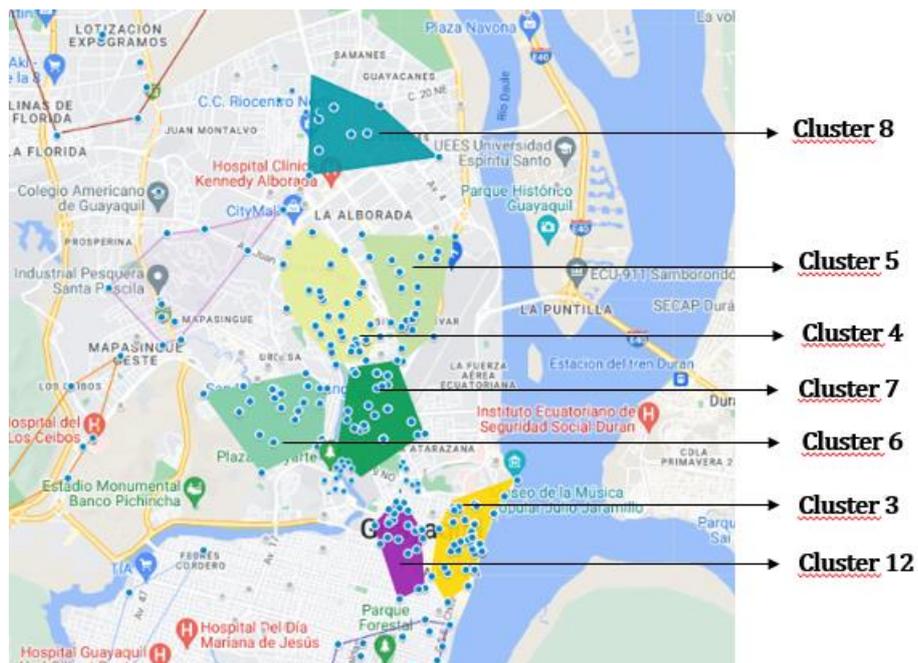
Fuente: Elaboración propia

Parámetro Condicionante		
$i$	Análisis	Índice $d_i$
1	$0.7 > 0.6 \wedge 1 < 2$	0
2	$1.33 > 0.6 \wedge 1 < 2$	0
3	$0.9 > 0.6 \wedge 2 = 2$	1
4	$0.83 > 0.6 \wedge 2 = 2$	1
5	$0.92 > 0.6 \wedge 2 = 2$	1
6	$0.86 > 0.6 \wedge 2 = 2$	1
7	$0.61 > 0.6 \wedge 2 = 2$	1
8	$0.6 = 0.6 \wedge 2 = 2$	1
9	$0.55 < 0.6 \wedge 2 = 2$	0
10	$0.12 < 0.6 \wedge 2 = 2$	0
11	$0.4 < 0.6 \wedge 2 = 2$	0
12	$0.7 > 0.6 \wedge 2 = 2$	1
13	$0.79 > 0.6 \wedge 1 < 2$	0
14	$0.0 < 0.6 \wedge 1 < 2$	0
15	$0.97 > 0.6 \wedge 1 < 2$	0

**Tabla 2.8** Clústeres óptimos

Fuente: Elaboración propia

Variable Decisión	
$x_i$	binario
x1	0
x2	0
<b>x3</b>	<b>1</b>
<b>x4</b>	<b>1</b>
<b>x5</b>	<b>1</b>
<b>x6</b>	<b>1</b>
<b>x7</b>	<b>1</b>
<b>x8</b>	<b>1</b>
x9	0
x10	0
x11	0
<b>x12</b>	<b>1</b>
x13	0
x14	0
x15	0



**Gráfico 2.15 Mapa de clústeres resultantes**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.9 Lugares populares cercanos de cada clúster**

Fuente: Elaboración propia

Clúster	Lugares populares cercanos
3	Bahía, Malecón 2000, Museo de música popular Julio Jaramillo
4	Urdenor, Av. Juan Tanca Marengo, Kennedy Norte
5	Av. De Las Américas, Centro de convenciones Simón Bolívar, Omni Hospital, Mall del Sol, Garzocentro, Aeropuerto.
6	Miraflores, C.C. Albán Borja, Urdesa central, Plaza Aventura, Plaza triángulo
7	Universidad de Guayaquil, Clínica Kennedy, Policentro y CC San Marino
8	C.C. Riocentro Norte, Sauces VI, Alborada XIV etapa Guayacanes, Sauces VIII, Mall del Río
12	Oro Verde Hotel, Piscina Olímpica Alberto Vallarino, C.C. Plaza Colón, Av. 9 Octubre

### 2.5.1.1 Análisis de sensibilidad del modelo de localización para clústeres

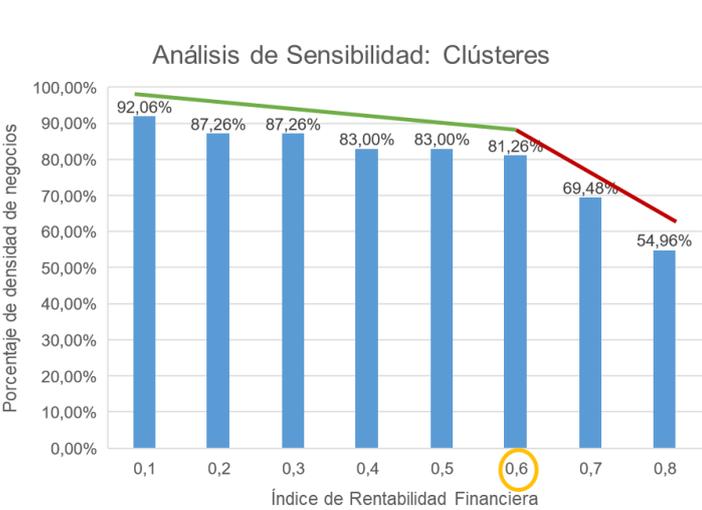
Con el fin de analizar la variabilidad de la densidad comercial (función objetivo) en función del índice de rentabilidad financiera, se realizaron pruebas de resultados del

modelo; los mismos que arrojaron mejores resultados de cobertura para índices menores o iguales a 0,6, siendo su diferenciación cada vez menos efectiva a medida que el índice disminuye. Motivo por el cual, se comprobó que tomar 0,6 como índice de rentabilidad financiera aporta mejores resultados al modelo, a la vez, que es más efectivo en su diferenciación de lugares estratégicos.

**Tabla 2.10 Análisis de sensibilidad para clústeres**

**Fuente: Elaboración propia**

Índice de rentabilidad financiera	Cobertura de densidad comercial	Número de clústeres seleccionados	Cobertura de densidad comercial en porcentaje	Efectividad en diferenciación de lugares estratégicos
0,1	320,11	10	92,06%	Baja
0,2	303,45	9	87,26%	Baja
0,3	303,45	9	87,26%	Baja
0,4	288,62	8	83,00%	Moderada
0,5	288,62	8	83,00%	Moderada
0,6	282,56	7	81,26%	Alta
Mediana: 0,7	241,61	5	69,48%	Alta
0,8	191,12	4	54,96%	Alta



**Gráfico 2.16 Análisis de sensibilidad para clústeres**

**Fuente: Elaboración propia**

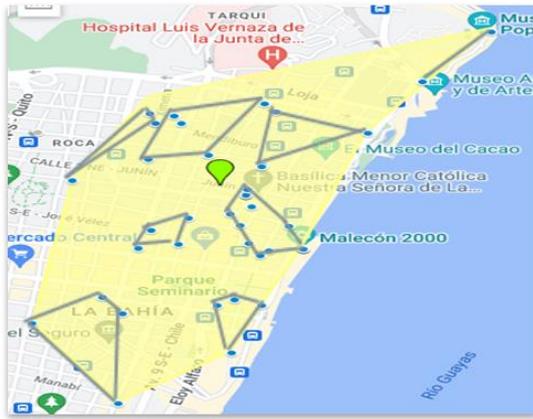
## **2.5.2 Modelo de localización de mini clústeres**

Después de la revisión y validación del modelo de localización de clústeres, se identificó la necesidad de desarrollar los resultados y realizar una segunda parte del planteamiento para la identificación de mini clústeres óptimos, los mismos que se encontrarían dentro de cada clúster respectivo, con el fin de localizar resultados más precisos y no de forma tan macro.

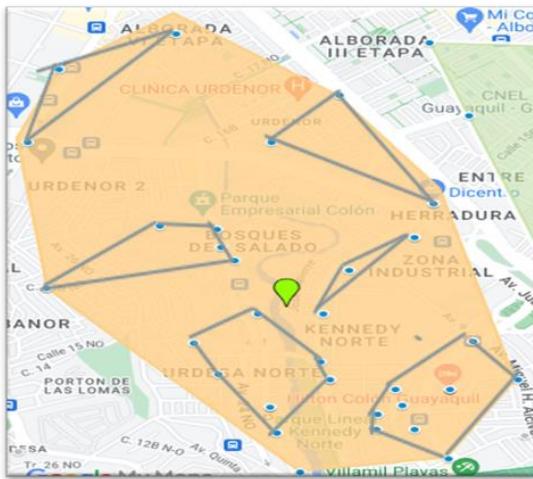
### **2.5.2.1 Determinación de mini clústeres**

Para la determinación de mini clústeres, se realizó el mismo procedimiento detallado en la etapa “Diseño” con el software estadístico R Studio.

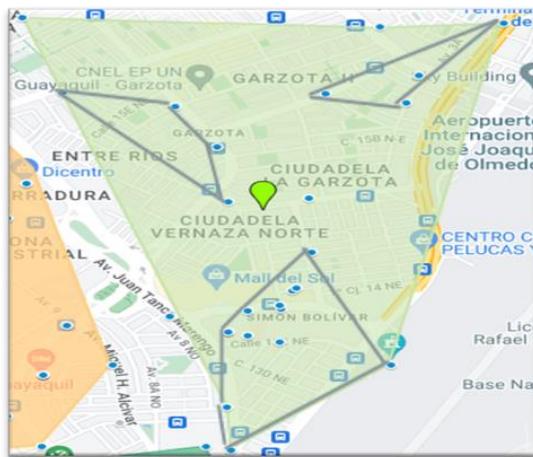
Las gráficas 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23 y 2.24 detallan los mini clústeres geolocalizados por cada clúster.



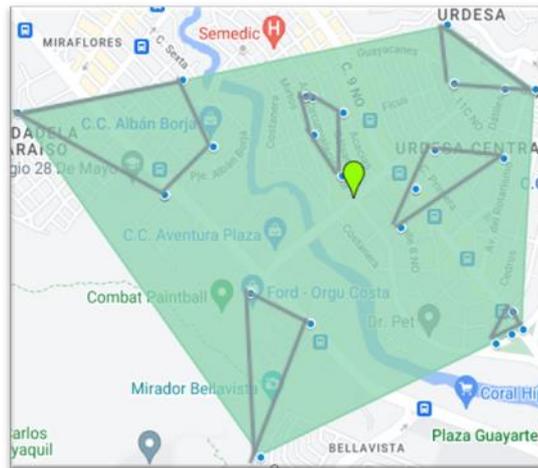
**Gráfico 2.17 Mini clústeres del clúster 3**  
**Fuente: Elaboración propia**



**Gráfico 2.18 Mini clústeres del clúster 4**  
**Fuente: Elaboración propia**

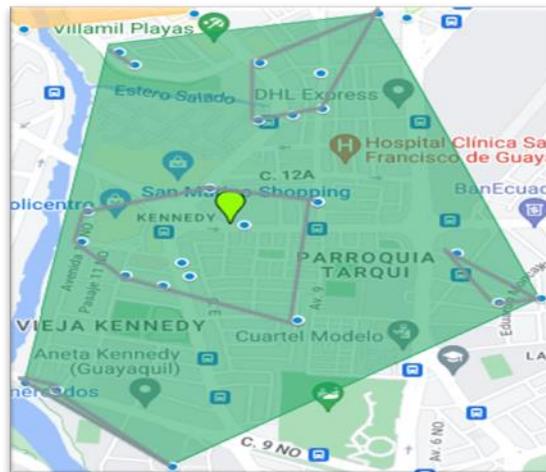


**Gráfico 2.19 Mini clústeres del clúster 5**  
**Fuente: Elaboración propia**



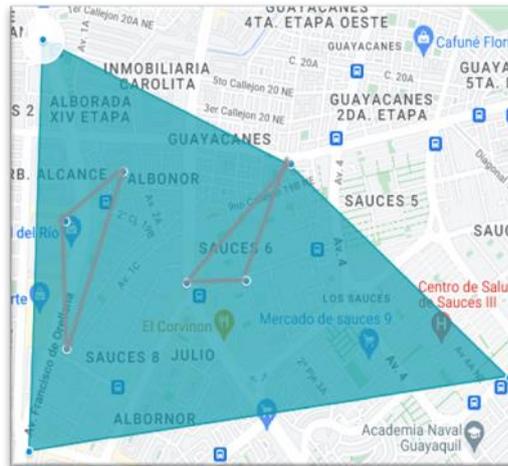
**Gráfico 2.20 Mini clústeres del clúster 6**

**Fuente: Elaboración propia**



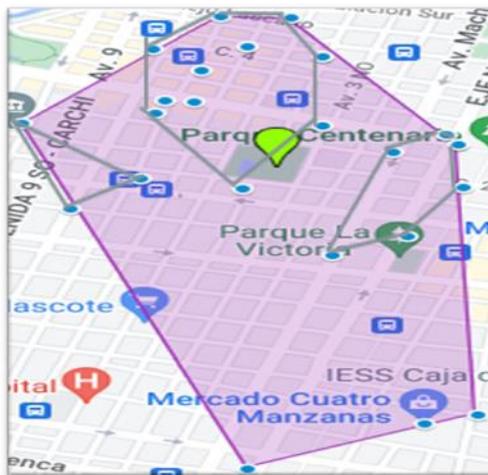
**Gráfico 2.21 Mini clústeres del clúster 7**

**Fuente: Elaboración propia**



**Gráfico 2.22 Mini clústeres del clúster 8**

**Fuente: Elaboración propia**



**Gráfico 2.23 Mini clústeres del clúster 12**

**Fuente: Elaboración propia**

### **2.5.2.2 Modelo de localización de Cobertura Máxima para mini clústeres**

Finalmente, se realizó un segundo planteamiento matemático para la localización de mini clústeres óptimos, añadiendo la restricción de que cada clúster en la que debe tener entre 1 y 2 mini clústeres por clúster. La formulación quedó de la siguiente manera:

### Parámetros:

$i$  = número del clúster o zona

$I$  = conjunto de clústeres o zonas establecidas en la clusterización

$j$  = número del mini clúster o mini zona

$J$  = conjunto de mini clústeres o mini zonas establecidas en la clusterización

$a_{ij}$  = densidad de distribuidoras, farmacias y comercios del mini clúster  $j$  en clúster  $i$

$b_{ij}$  = índice de rentabilidad financiera del mini clúster  $j$  en clúster  $i$

$c_{ij}$  = escala de movilidad vehicular del mini clúster  $j$  en clúster  $i$

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } b_{ij} \geq 0.19 \text{ y } c_{ij} \geq 2 \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

### Variable de decisión:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si la distribuidora es localizada en mini clúster } j \text{ en clúster } i \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

### Función objetivo:

$$\text{Max } Z = \sum_{i,j \in I,J} a_{ij} \cdot x_{ij} \quad (2.6)$$

### Restricciones:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \geq 1; \forall i \in I \quad \text{Mínimo 1 mini clúster por cada clúster} \quad (2.7)$$

$$\sum_{j \in I} x_{ij} \leq 2; \forall i \in I \quad \text{Máximo 2 mini clústeres por cada clúster} \quad (2.8)$$

$$\sum_{i,j \in I,J} x_{ij} \leq 10; \forall i, j \in I, J \quad \text{Máximo 10 distribuidoras farmacéuticas} \quad (2.9)$$

$$x_{ij} \leq d_{ij} \quad \text{Mini clústeres de mejor índice de rentabilidad y movilidad} \quad (2.10)$$

$$x_{ij}, d_{ij} \in \{0,1\} \quad x_{ij} \text{ y } d_{ij} \text{ son binarios} \quad (2.11)$$

### 2.5.2.3 Resolución del modelo

Con la información expuesta en las tablas 2.11, 2.12, 2.13 y 2.14 se procedió a correr el modelo haciendo uso de la herramienta Solver de Excel; el cual dio como resultado un total de 10 mini clústeres óptimos, los mismos que se pueden visualizar en las tablas 2.15, 2.16 y el gráfico 2.25, con una densidad de farmacias, distribuidoras farmacéuticas, locales comerciales hospitales y clínicas maximizada a 15,51 locales/ha<sup>2</sup>. La formulación en la herramienta Solver de Excel se la puede visualizar en el Apéndice C.

**Tabla 2.11 Densidad de farmacias, distribuidoras farmacéuticas y comercios del mini clúster j en clúster i**

Fuente: Elaboración propia

ij	Número de farmacias, distribuidoras farmacéuticas y comercios	Área ha	Densidad $a_{ij}$
31	12	6,27	1,91
32	7	2,32	3,02
33	8	1,46	5,48
34	6	9,47	0,63
35	5	1,17	4,27
36	9	5,01	1,80
37	18	4,76	3,78
41	10	18,4	0,54
42	14	14,1	0,99
43	6	7,08	0,85
44	7	17,3	0,40
45	16	40,5	0,40
51	36	32,7	1,10
52	5	13,7	0,36
53	10	10,9	0,92
61	5	0,536	9,33
62	4	4,26	0,94

63	7	8,19	0,85
64	8	19,9	0,40
65	4	4,83	0,83
66	8	2,82	2,84
71	4	1,08	3,70
72	3	1,62	1,85
73	9	8,5	1,06
74	21	29,3	0,72
81	4	7,79	0,51
82	5	7,05	0,71
121	10	5,89	1,70
122	4	0,285	14,04
123	18	16,1	1,12
124	3	2,74	1,09

**Tabla 2.12 Índice de rentabilidad financiera de mini clúster j en clúster i**

**Fuente: Elaboración propia**

ij	Índice $b_{ij}$
31	0,899
32	0,188
33	0,003
34	0,036
35	0,434
36	0,686
37	0,644
41	0,834
42	0,347
43	0,302
44	0,000
45	0,824
51	0,921
52	0,000
53	0,447
61	0,087
62	0,000
63	-1,490

64	0,151
65	0,862
66	0,227
71	0,000
72	0,336
73	0,135
74	0,578
81	0,163
82	0,199
121	0,703
122	0,000
123	0,058
124	0,000

**Tabla 2.13 Escala de movilidad vehicular del mini clúster j en clúster i**

**Fuente: Elaboración propia**

ij	Escala $c_{ij}$
31	2
32	2
33	2
34	2
35	1
36	2
37	2
41	1
42	2
43	2
44	2
45	1
51	2
52	2
53	2
61	1
62	1
63	1
64	2

65	2
66	2
71	1
72	1
73	2
74	2
81	2
82	2
121	2
122	1
123	2
124	2

**Tabla 2.14** Parámetro de selección del mini clúster j en clúster i con índice de rentabilidad mayor o igual a 0.19 y escala de movilidad vehicular mayor o igual a 2

Fuente: Elaboración propia

ij	Análisis	Índice $d_{ij}$
31	$0.89 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
32	$0.18 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
33	$0.003 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
34	$0.036 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
35	$0.434 > 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>0</b>
36	$0.686 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
37	$0.644 > 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>1</b>
41	$0.834 > 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>0</b>
42	$0.347 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
43	$0.302 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
44	$0.000 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
45	$0.824 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
51	$0.921 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
52	$0.000 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
53	$0.347 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
61	$0.087 < 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>0</b>
62	$0.000 < 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>0</b>
63	$-1.49 < 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>0</b>

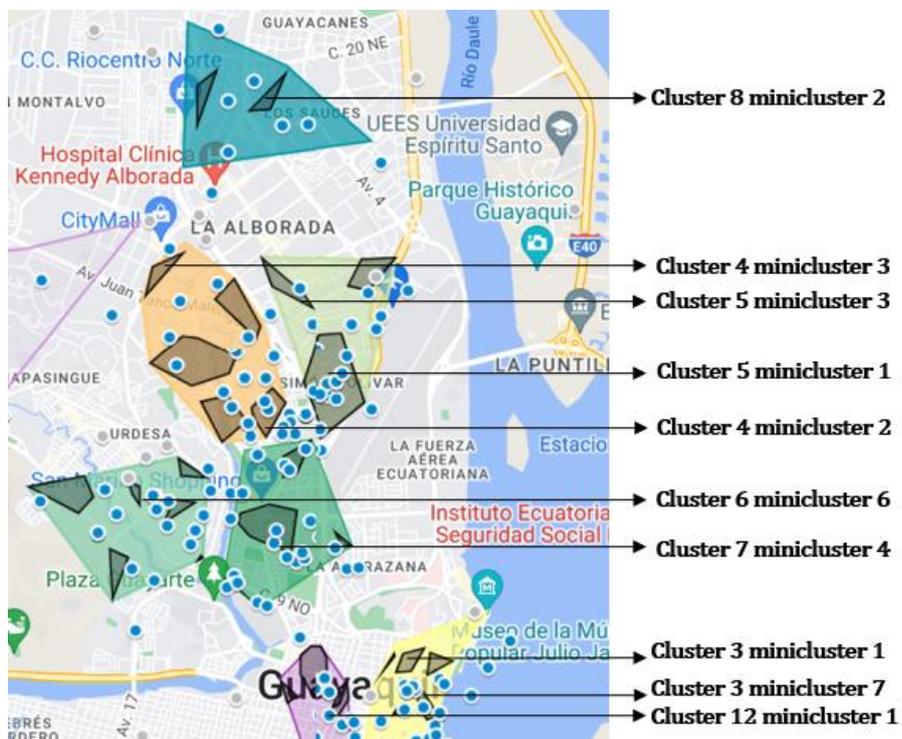
64	$0.151 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
65	$0.862 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
66	$0.227 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
71	$0.000 < 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>0</b>
72	$0.336 > 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>0</b>
73	$0.135 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
74	$0.578 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
81	$0.163 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
82	$0.199 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
121	$0.703 > 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>1</b>
122	$0.000 < 0.19 \wedge 1 < 2$	<b>0</b>
123	$0.058 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>
124	$0.000 < 0.19 \wedge 2 = 2$	<b>0</b>

**Tabla 2.15 Mini clústeres óptimos**

**Fuente: Elaboración propia**

<b>Variable decisión</b>	
<b>X<sub>ij</sub></b>	<b>Binario</b>
<b>x31</b>	<b>1</b>
x32	0
x33	0
x34	0
x35	0
x36	0
<b>x37</b>	<b>1</b>
x41	0
<b>x42</b>	<b>1</b>
<b>x43</b>	<b>1</b>
x44	0
x45	0
<b>x51</b>	<b>1</b>
x52	0
<b>x53</b>	<b>1</b>
x61	0
x62	0
x63	0

x64	0
x65	0
<b>x66</b>	<b>1</b>
x71	0
x72	0
x73	0
<b>x74</b>	<b>1</b>
x81	0
<b>x82</b>	<b>1</b>
<b>x121</b>	<b>1</b>
x122	0
x123	0
x124	0



**Gráfico 2.24 Mapa de mini clústeres resultantes**

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 2.16 Lugares populares cercanos de cada mini clúster**

Fuente: Elaboración propia

Clúster	Mini clúster	Lugares populares cercanos
3	1	Calle Boyacá, CNT
	7	Av. 9 de octubre, Registro Civil, Malecón 2000
4	2	Av. Francisco de Orellana, Gobierno Zonal de Guayaquil, Hotel Hilton Colón, Edificio Las Cámaras
	3	Av. Benjamín Carrión, Universidad de Guayaquil, Liceo Cristiano de Guayaquil
5	1	Av. de Las Américas, Mall del Sol, Centro de Convenciones Simón Bolívar, Omni Hospital
	3	Garzota, Alborada II etapa, Albotenis club, Garzocentro
6	6	Urdesa Av. Las Monjas, Av. Circunvalación Sur, Ficus, Bálsamos
7	4	Av. Carlos Plaza Dañín, Clínica Kennedy, Policentro, San Marino
8	2	Sauces 6
12	1	Av. Machala, Av. Quito

#### 2.5.2.4 Análisis de sensibilidad del modelo de localización para mini clústeres

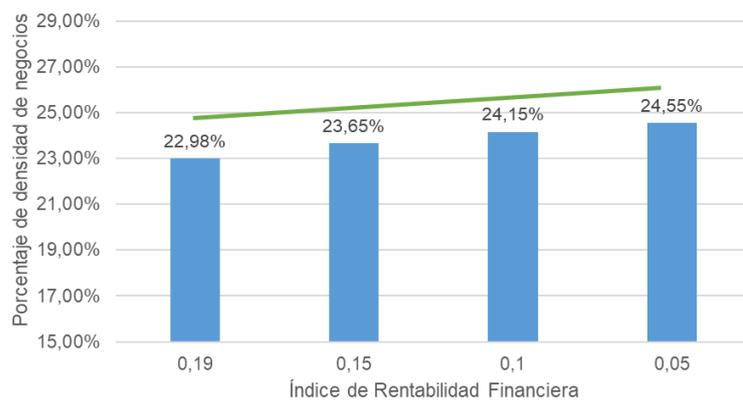
De igual manera que el análisis de sensibilidad para mini clústeres, se buscó analizar la variabilidad de la densidad comercial (función objetivo) en función del índice de rentabilidad financiera, realizando pruebas de resultados del modelo; los mismos que arrojaron resultados similares en cobertura para índices menores o iguales a 0.19 motivo por el cual se decidió que es valor más adecuado a seleccionar es la mediana 0.19.

**Tabla 2.17 Análisis de sensibilidad para mini clústeres**

Fuente: Elaboración propia

Índice de rentabilidad financiera	Densidad comercial	Porcentaje de densidad comercial	Número de mini clústeres seleccionados
Mediana: 0,19	15,51	22,98%	10
0,15	15,96	23,65%	10
0,1	16,3	24,15%	10
0,05	16,57	24,55%	10

### Análisis de sensibilidad: Mini clústeres



**Gráfico 2.25 Análisis de sensibilidad para mini clústeres**

**Fuente: Elaboración propia**

# CAPITULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Una vez obtenido el total de los mini clústeres finales con sus respectivas ubicaciones geográficas, se procedió a realizar un recorrido por cada una de las zonas, para verificar los sitios disponibles de alquiler y para analizar que cada zona cumpla con las especificaciones técnicas del modelo. Después, se realizó una reunión con el cliente clave y el equipo de Desarrollo Inmobiliario para realizar un análisis comercial de las diferentes zonas obtenidas.

### 3.1 Análisis comercial

En este análisis se enfocó en determinar los aspectos fundamentales que debe tener un sitio para lograr un correcto posicionamiento y de esta manera, asegurar con mayor certeza su rentabilidad económica. Junto al cliente clave y el equipo de Desarrollo Inmobiliario se tomaron en cuenta los siguientes puntos importantes:

- Poder adquisitivo de la población cercana
- Aceras y direcciones de calles
- Margen de beneficio de medicamentos para cada sector
- Movilidad vehicular y peatonal durante el día y la noche

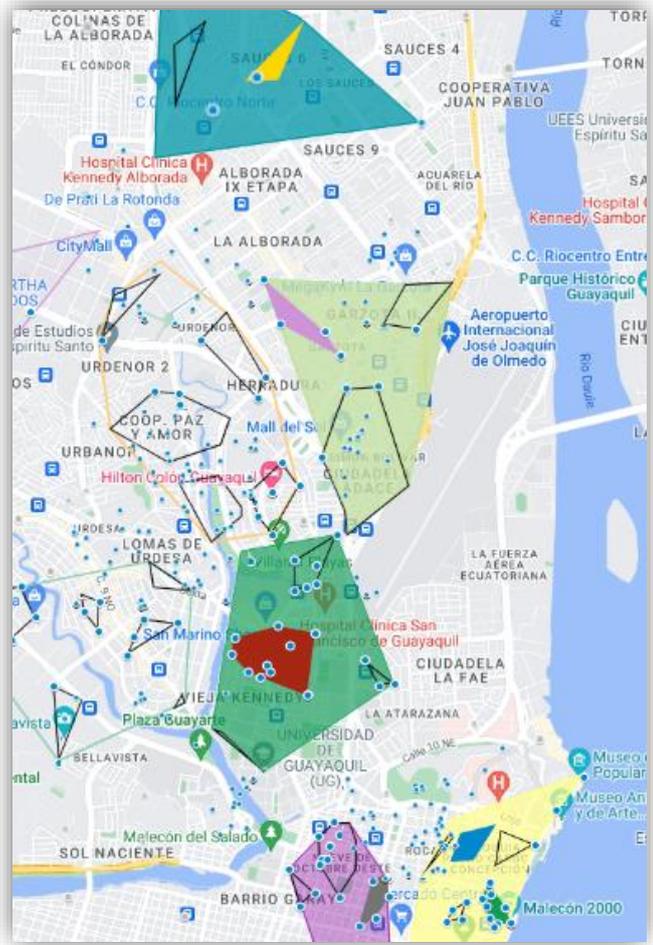
### 3.2 Resultados finales

Después de realizar el análisis comercial de cada zona, se determinó junto al equipo las mejores de las 10 resultantes y se las ordenó por su factibilidad. Obteniendo como resultado, que 6 zonas son las de mayor relevancia y entre ellas están: el mini clúster 37, 121, 82, 31, 53 y 74 ordenados de mayor a menor relevancia respectivamente. En la tabla 3.2 se puede observar de mejor manera estos resultados, junto con los lugares cercanos más popular de cada uno, para tener una referencia geográfica de sus ubicaciones.

**Tabla 3.1 Mejores localizaciones**

Fuente: Elaboración propia

No.	Cluster	Minicluster	Lugares populares cercanos
1	3	7	Av. 9 de Octubre, Edificio La Previsora, Registro Civil, Malecón 2000
2	12	1	Av. Machala, Av. Quito (cerca del Parque Centenario)
3	8	2	Sauces 6
4	3	1	Av. Boyacá, CNT
5	5	3	Garzota II, Alborada II etapa, Albotenis Club, CNEL
6	7	4	Av. Carlos Plaza Dañín, Clínica Kennedy, Policentro, San Marino



**Gráfico 3.2 Mapa de las mejores localizaciones**

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 3.2 se puede observar que hay unas pequeñas zonas de distintos colores, las cuales hacen referencia a las localizaciones finales obtenidas. Dichos colores provienen de la tabla 3.1, en la que se los agregó a cada zona para que se los pueda identificar fácilmente en el mapa.

A partir de estos resultados finales, se presentan dos opciones para adquirir locales en cada una de las zonas.

- **Opción 0:** buscar locales vacíos o disponibles para alquilar.
- **Opción 1:** negociar con los inquilinos los mejores lugares para alquilar.

El cliente y su equipo en su gran mayoría han trabajado con la opción 1, por lo que, de parte de ellos, se tomó como mejor opción para alquilar locales la número 1. Sin embargo, se logró encontrar en ciertas zonas varios sitios disponibles y bien ubicados, por lo que, como posible alternativa o último recurso se muestran varias imágenes de dichos locales en la sección de Apéndice D.

### **3.3 Impacto**

Se realizó análisis holístico del proyecto para evaluar si existe un impacto positivo significativo y el mismo pueda ser reproducido con el fin de ser sostenible y contribuyendo con bienestar hacia el equipo de desarrollo inmobiliario y la sociedad en general.

La evaluación del impacto está enfocada en el alcance del proyecto, que es el modelo de localización de distribuidoras farmacéuticas como sustituto el actual proceso realizado por los integrantes del equipo de desarrollo inmobiliario de “La Corporación”.

En el actual proceso de localización de nuevas sucursales se realizan algunas actividades importantes, las mismas que involucran la búsqueda de instalaciones a alquilar en sitio, contratación de reportes de información demográfica y económica de competencia, comercios y población circundante, estudios de movilidad del área, entre otros; acarreando con elevados gastos de transporte, viáticos, contrataciones de reportes y estudios, además, del tiempo que toma al mismo en ejecutarse. Motivo por el cual, se realizó una comparación del modelo completo y sus resultados en tres ejes principales: financiero, social y ambiental.

### **3.3.1 Impacto financiero**

El impacto financiero está realizado en función de las 6 distribuidoras a ubicar con información real proporcionada por el cliente clave de “La Corporación”.

#### **Proceso actual de localización de instalaciones**

Contratación de reportes y estudios: USD 60

Viáticos: USD 50

Transporte: USD 100

Total: USD 210

#### **Proceso con modelo de localización propuesto**

Contratación de reportes y estudios: No necesario

Viáticos: USD 16,70

#### **Porcentaje de ahorro haciendo uso de modelo de localización propuesto**

76,19%

Se realizó un análisis del impacto financiero que aportaría la realización del presente proyecto hacia “La Corporación”, dando resultados aproximados, los mismos que fueron proporcionados por el cliente clave y tabulados por los líderes del proyecto.

Se calculó que para las 6 distribuidoras farmacéuticas se obtendría una utilidad aproximada de USD 560,000 siendo muy rentable para la compañía y cumpliendo con los objetivos del proyecto.

### **3.3.2 Impacto Social**

El impacto social está realizado en función del tiempo de proceso para la ubicación de un nuevo local, la información usada fue proporcionada por el cliente clave de “La Corporación”.

#### **Proceso actual de localización de instalaciones**

El tiempo de proceso de localización de instalaciones es de alrededor de 4 semanas. El mismo consta de espera de reportes, visitas a las posibles ubicaciones alrededor de 6 veces, análisis de información y esperas varias.

### **Proceso con modelo de localización propuesto**

El tiempo de proceso de localización de instalaciones haciendo uso de modelo de localización propuesto es de alrededor de 2,5 semanas. El mismo ya no contempla espera de reportes, además, de que las visitas a las posibles ubicaciones se reducen de 6 a 2, dada las aproximaciones geográficas obtenidas con el modelo.

El tiempo de proceso va a constar de búsqueda de información en la web, validación de información y visitas al sitio alrededor de dos veces.

### **Porcentaje de ahorro haciendo uso de modelo de localización propuesto**

37,5%

Además, se realizó un análisis del impacto social que aportaría la realización del presente proyecto, revelando que la ubicación de las 6 distribuidoras farmacéuticas proporcionaría 48 plazas nuevas fijas de trabajo a razón de 8 plazas por distribuidora.

### **3.3.3 Impacto Ambiental**

El impacto ambiental está realizado en función del proceso de ubicación de 6 nuevas instalaciones, la información usada fue proporcionada por el cliente clave de “La Corporación”. Está enfocada en la huella de carbono causada por el transporte de miembros del equipo de desarrollo inmobiliario.

Combustible: E5

Emissiones (WLTP): 122 gCO<sub>2</sub>/km.

La tabla 3.2 realiza el cálculo de distancia recorrida para las 6 nuevas ubicaciones, considerando el total de 6 viajes por instalación para proceso actual de localización de instalaciones y 2 viajes por instalación para el proceso haciendo uso del modelo de localización propuesto.

**Tabla 3.2 Distancias recorridas desde punto de partida hasta ubicaciones seleccionadas para localizar nuevas instalaciones**

**Fuente: Elaboración propia**

<b>Distancia punto de partida: oficina</b>				
<b>Clúster i mini clúster j</b>	<b>Dirección</b>	<b>km</b>	<b>Número de viajes</b>	
			<b>Sin modelo</b>	<b>Con modelo</b>
Clúster 3 mini clúster 7	Calle 9 de octubre	13,1	6	2
Clúster 12 mini clúster 1	Calle Machala	12,8	6	2
Clúster 8 mini clúster 2	Zona Sauces 6	6,5	6	2
Clúster 3 mini clúster 1	Calle Boyacá	12,8	6	2
Clúster 5 mini clúster 3	Zona Garzota	9,5	6	2
Clúster 7 mini clúster 4	Zona Policentro	12	6	2
<b>Total</b>			<b>400,2 km</b>	<b>133,4 km</b>

### **Proceso actual de localización de instalaciones**

Se realizan 6 viajes por cada nueva instalación.

$$Carbon\ footprint = \frac{km * WLTP}{1000} \quad (3.1)$$

$$Carbon\ footprint = \frac{400,2 * WLTP}{1000} \quad (3.2)$$

$$Carbon\ footprint = 48,8244\ gCO_2/km \quad (3.3)$$

### **Proceso con modelo de localización propuesto**

Se realizan 2 viajes por cada nueva instalación.

$$Carbon\ footprint = \frac{km * WLTP}{1000} \quad (3.4)$$

$$Carbon\ footprint = \frac{133,4 * WLTP}{1000} \quad (3.5)$$

$$Carbon\ footprint = 16,2748\ gCO_2/km \quad (3.6)$$

**Porcentaje de reducción de huella de carbono haciendo uso del modelo de localización propuesto**

66,67%

# CAPITULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

1. Los clústeres seleccionados cumplen con todos los requerimientos del cliente: posicionamiento, ubicarse cerca de distribuidoras farmacéuticas, comerciales y lugares de alta movilidad. Era necesario un análisis comercial final con el cliente.
2. El modelo de máxima cobertura fue el más adecuado para maximizar la densidad comercial y cubrir zonas concurridas. La información utilizada es adecuada y actualizada.
3. Se seleccionó el número óptimo de clústeres y mini clústeres para delimitar una zona cercana a distribuidoras farmacéuticas, farmacias, negocios, hospitales y clínicas. Obteniendo 6 ubicaciones como resultado óptimo.
4. El modelo fue validado en cada etapa y el cliente estuvo de acuerdo con el análisis de sensibilidad. El cliente tomó la decisión de negociar el lugar de alquiler con los inquilinos.
5. El modelo representó un ahorro monetario del 76,19% en el proceso de selección de ubicación para un nuevo establecimiento y una utilidad esperada promedio por cada zona de \$90.000. Un ahorro del 37,5% en el tiempo del proceso y generando 8 lugares de trabajo por cada zona. Y una reducción del 66,67% en la huella de carbono de las actividades de transporte dentro del proceso.

## **4.2 Recomendaciones**

1. Debe trabajar con información actualizada debido a los rápidos cambios sociales y comerciales.
2. El código CIIU es un buen recurso para identificar con precisión las actividades comerciales. Se recomienda su uso.
3. Utilizar herramientas cuantitativas y cualitativas adecuadas permitirá tomar decisiones más acertadas.
4. Se debe hacer una planificación detallada para anticipar retrasos y cumplir con los plazos establecidos.
5. Se recomienda realizar un análisis comercial junto con expertos para elegir con más claridad los sitios adecuados.
6. Se recomienda diseñar/proponer un sistema de abastecimiento de alta capacidad y eficiente para hacerlo más sostenible con el medio ambiente.

# BIBLIOGRAFÍA

- Alcívar, C., Borrero, D., Cevallos Sierra, G., Coral, M., Cornejo León, F., Galarza, D., . . . Simbaña Rivera, K. (2018). *Mercado Farmacéutico Ecuatoriano*. UDLA Ediciones.
- Barreto, N. (2020). Análisis financiero: factor sustancial para la toma de decisiones en una empresa del sector comercial. *Universidad y Sociedad*.
- Buzai, G., & Baxendale, C. (2008). Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: Análisis espacial de escuelas EGB en la ciudad de Luján. *Revista Universitaria de Geografía*, 233-254.
- Cañedo, C., Curbelo, M., Núñez, K., & Zamora, R. (2012). Los procedimientos de un sistema de gestión de información: Un estudio de caso de la Universidad de Cienfuegos. *Biblios*, 40-50.
- Duarte, J., Ortiz, N., & Garavito, E. (2005). MATEMÁTICO PARA LA LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES INDUSTRIALES. *UIS Ingenierías*, 9-15.
- Ekos. (2020). *Ekos Negocios*. Obtenido de <https://www.ekosnegocios.com/ranking-empresarial/2020>
- Fernández Iglesias, M. J. (25 de 06 de 2019). *Desire*. Obtenido de <https://desire.webs.uvigo.es/el-punto-de-vista/>
- Garza, R., González, C., Rodríguez, E., & Hernández, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 19-35.
- Márquez R., M. M. (2019). Configuración económica de la industria farmacéutica. En *Actualidad Contable Faces*, vol. 22. (págs. 61-100).
- Minetto, B. (12 de Febrero de 2019). *Blog de la calidad*. Obtenido de <https://blogdelacalidad.com/que-es-dmaic/#:~:text=DMAIC%20es%20el%20acr%C3%B3nimo%20en,el%20ciclo%20se%20debe%20reiniciar.>
- Olaya, E., Cortés, C., & Duarte, O. (2005). Despliegue de la función calidad (QFD): beneficios y limitaciones detectados en su aplicación al diseño de prótesis mioeléctrica de mano. *Ingeniería e Investigación*, 30-38.

- Ortiz-Prado E, G. C. (2014). Acceso a medicamentos y situación del mercado farmacéutico en Ecuador. *Panam Salud Publica*, 36(1):57–62.
- Pardillos Lara, M. C. (2020). *Estudio de mercado. El mercado farmacéutico en Ecuador 2020*. ICEX España Exportación e Inversiones.
- Pérez, A. (25 de 04 de 2021). *OBS Business School*. Obtenido de <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>
- Pozo, J. (2020). *El viaje del cliente*. Obtenido de <https://elviajedelcliente.com/que-es-la-voz-del-cliente/>
- Saavedra, O. (24 de Febrero de 2021). *Linkedin*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/ctq-cr%C3%ADticos-para-la-calidad-omar-alonso-saavedra-cisneros/?originalSubdomain=es>
- Superintendencia de Control del Poder de Mercado. (2015). *Estudio de Mercado Sector Farmacéutico Ecuatoriano*. Quito.
- Toledo, F. (11 de 09 de 2020). *Federico Toledo*. Obtenido de <https://www.federico-toledo.com/matriz-de-decision/>
- Westreicher, G. (15 de Marzo de 2021). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/recoleccion-de-datos.html#:~:text=La%20recolecci%C3%B3n%20de%20datos%20es,realizaci%C3%B3n%20de%20un%20estudio%20estad%C3%ADstico.>

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

Opción B: Modelo de localización p-mediana con restricción de distancia (Min/Max)



Ventaja	Desventaja
<ul style="list-style-type: none"><li>Se puede resolver en Excel Solver y el cliente clave está familiarizado con el programa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Minimizar la distancia</li><li>Requiere valores que no están disponibles o no son necesarios para los requisitos del proyecto</li></ul>

Opción C: Modelo de localización de cobertura máxima (Cob/Max)



Ventaja	Desventaja
<ul style="list-style-type: none"><li>Maximizar las demandas</li><li>Se puede resolver en Excel Solver y el cliente clave está familiarizado con el programa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Tiempo de respuesta un poco lento con muchas variables</li></ul>

Opción D: Modelo de localización de cobertura máxima con restricción de distancia (Cob/Res)



Ventaja	Desventaja
<ul style="list-style-type: none"><li>Maximizar las demandas</li><li>Se puede resolver en Excel Solver y el cliente clave está familiarizado con el programa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Se debe especificar una distancia de radio</li></ul>

## Opción E: Modelo de localización heurístico



<b>Ventaja</b>	<b>Desventaja</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se puede resolver en Excel Solver y el cliente clave está familiarizado con el programa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utiliza dos métodos, heurístico y matemático, por lo que el modelo es más largo.</li></ul>

## APÉNDICE B

Código de programación de R Studio para conocer el número óptimo de clústeres.

```
### CARGAR LA MAYORÍA DE LOS PACKS FUNCIONALES DE CLUSTERS###

ipak <- function(pkg){
  new.pkg <- pkg[!(pkg %in% installed.packages()[, "Package"])]
  if (length(new.pkg))
    install.packages(new.pkg, dependencies = TRUE)
  sapply(pkg, require, character.only = TRUE)}

packages <- c("tidyverse","cluster", "factoextra","NbClust","tidyr")
ipak(packages)

### LEER EL ARCHIVO CON LAS COORDENADAS ###

datos <- read.csv("C:/Users/USER/Downloads/cluster 6.csv", row.names = 1)
head(datos)

datos <- scale(datos , center = TRUE, scale = TRUE)
head(datos)

### CORRER VARIOS MÉTODOS DE NÚMERO DE CLUSTERS ÓPTIMO ###

resnumclust<-NbClust(datos, distance = "euclidean", min.nc=2, max.nc=10,
                    method = "kmeans", index = "alllong")
fviz_nbcclust(resnumclust)
```

Código de programación de R Studio para generar los clústeres a partir del número óptimo obtenido.

```
### GENERAR LOS CLUSTER POR EL NÚMERO ÓPTIMO ###

set.seed(100)

clust15 <- kmeans(datos, centers = 15, nstart = 25)

### GRAFICAR CLUSTERS ###

fviz_cluster(clust15, data = datos, geom = "point")

### VISUALIZAR LOS NOMBRES DE LAS COORDENADAS CON EL CLUSTER CORRESPONDIENTE ###

datos15 <- read.csv("C:/Users/USER/Downloads/cluster 6.csv", row.names = 1)
head(datos15)

datos15$cluster <- as.factor(clust15$cluster)
head(datos15)
```

## APÉNDICE C

Formulación del modelo de localización para clústeres en la herramienta Solver de Excel.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para:  Máx  Mín  Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

- SBS44:SBS58 <= SF544:SF558
- SBS44:SBS58 = binario
- SIS49 <= 10
- SIS49 >= 3

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Formulación del modelo de localización para mini clústeres en la herramienta Solver de Excel.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para:  Máx  Mín  Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

- SBS73:SBS103 <= SF573:SF5103
- SBS73:SBS103 = binario
- SIS78:SIS84 <= 2
- SIS78:SIS84 >= 1
- SJS78 <= 10

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

## APÉNDICE D

Local de alquiler del mini clúster 7 en el clúster 3 (Av. 9 de octubre).



Local de alquiler del mini clúster 1 en el clúster 12 (Av. Machala y Av. Quito).



Local de alquiler del mini clúster 1 en el clúster 3 (Av. Boyacá, CNT).

