



**Diseño de una configuración de distribución bajo el enfoque VMI y el modelo VRP en  
PYMES del sector panificador de la ciudad de Bogotá**

**Rubén Darío Lerma Barbosa**

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano  
Maestría en Ingeniería Industrial

Bogotá D.C., Colombia

2022



**Diseño de una configuración de distribución bajo el enfoque VMI y el modelo VRP en  
PYMES del sector panificador de la ciudad de Bogotá**

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de:  
**Magister en Ingeniería Industrial**

Director (a):  
Edward Parra Florez

Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano  
Maestría en Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C., Colombia  
2022

*Lema*

*Forma bien a la gente para que pueda marcharse,  
trátales mejor para que no quieran hacerlo*

*Richard Branson*

## **Agradecimientos**

El presente proyector de grado se realiza gracias a la experiencia laboral en la empresa de ANDITEC SAS, donde se encontraron falencias del sector panadero, pero también, el potencial que tiene y que es se puede apoyar desde la academia constantemente para que sean más estructuradas las empresas del sector.

Mi gratitud para el Ingeniero Edward Parra Florez, director del proyecto de grado, quien me ha guiado de manera estupenda en su desarrollo, aplicando detalladamente cada uno de los conceptos de la ingeniería industrial que abarca el proyecto, permitiendo concluirlo con una gran satisfacción de la estructura del presente. También a la Ingeniera Alix Johana Gaffaro, quien me apoyo desde el semillero de Gerencia de Proyectos e iniciativas empresariales, participando en diferentes ponencias con el Politécnico Grancolombiano, a su vez al Ingeniero Andres Zamudio líder de la maestría por siempre colaborarme en mis inquietudes.

También, le agradezco a cada uno de los docentes que hicieron parte de la formación de mi maestría en ingeniería industrial y los gerentes de las diferentes empresas que permitieron compartir parte de su información para que por medio de esta investigación les ayude a mejorar parte de sus procesos.

## Tabla de Contenido

<b>Lista de Figuras</b>	7
<b>Lista de Tablas</b>	8
<b>Resumen del Proyecto</b>	9
<b>Abstract</b>	10
<b>Título de la propuesta</b>	11
<b>Planteamiento del problema</b>	11
<b>Objetivos</b>	14
<b>Objetivo general</b>	14
<b>Objetivos específicos</b>	14
<b>Justificación</b>	15
<b>Marco de Referencia</b>	16
<b>Antecedentes Históricos</b>	16
<b>Marco Teórico</b>	18
<b>Cadena de suministro</b>	18
<b>Logística</b>	19
<b>Modelos de distribución</b>	19
<b>VRP (Vehicle Routing Problem)</b>	20
<b>VMI (Vendor Managed Inventory)</b>	20
<b>Dropshipping</b>	20
<b>Marco Legal</b>	22
<b>Estado del Arte</b>	24
<b>Metodología</b>	27
<b>Tipo de Investigación</b>	27
<b>Nivel de investigación</b>	27
<b>Diseño de investigación</b>	28
<b>Variable de estudio</b>	29
<b>Definición de Hipótesis</b>	29
<b>Definición de variables e indicadores</b>	29
<b>Población y muestra</b>	29
<b>Instrumento de recolección de información</b>	30
<b>Categorías de análisis y fases metodológicas de la investigación</b>	31
<b>Fases o etapas metodológicas.</b>	31

<b>Resultados del objetivo 1. Diagnosticar el sistema de distribución del pan industrial desde las plantas productoras hasta los consumidores finales de la ciudad de Bogotá.</b>	33
<i>Análisis descriptivo de la distribución del sector</i>	33
<i>Análisis descriptivo de la encuesta</i>	38
<b>Resultados del objetivo 2. Analizar las consideraciones del enfoque VMI y su aplicación en la distribución del pan industrial.</b>	43
<i>Consideraciones del enfoque VMI</i>	43
<b>Resultados del objetivo 3. Formular una configuración de distribución derivada del modelo VRP para el pan industrial.</b>	50
<i>Formulación conceptual de la estructura VRP</i>	50
<i>Restricciones</i>	52
<i>Características del problema de ruteo VRP para la aplicación del caso de estudio del sector panadero</i>	52
<i>Formulación de una configuración de distribución VRP en un caso de estudio y análisis de sensibilidad</i>	53
<i>Resultados</i>	60
<b>Conclusiones</b>	63
<b>Recomendaciones</b>	65
<b>Bibliografía</b>	66
<b>Anexos</b>	71
<b>Anexo 1. Instrumento de recolección de datos (Encuesta)</b>	71
<b>Anexo 2. Etapas metodológicas</b>	73
<b>Anexo 3. Certificado ponencia</b>	74
<b>Anexo 4. Configuración VRP e Indicadores</b>	75

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Restricciones de tránsito de carga en Bogotá.....	22
<b>Figura 2</b> Estrato socioeconómico de la población encuestada.....	38
<b>Figura 3</b> Consumo de pan en los hogares .....	39
<b>Figura 4</b> Que influye en el momento de la compra de pan .....	39
<b>Figura 5</b> Tipo de pan consumido en los hogares .....	40
<b>Figura 6</b> Tiene fácil acceso para comprar pan industrial de su gusto .....	41
<b>Figura 7</b> Cuadras recorridas para comprar pan .....	41
<b>Figura 8</b> Disponibilidad del producto cuando lo va a adquirir .....	42
<b>Figura 9</b> Flujograma del proceso .....	49
<b>Figura 10</b> Visual de escenario.....	54
<b>Figura 11</b> Indicadores .....	60

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> Diagnóstico de la distribución de 3 PYMES .....	36
<b>Tabla 2</b> Lineamientos del VMI parte 1 de 5 .....	44
<b>Tabla 3</b> Lineamientos del VMI parte 2 de 5 .....	45
<b>Tabla 4</b> Lineamientos del VMI parte 3 de 5 .....	46
<b>Tabla 5</b> Lineamientos del VMI parte 4 de 5 .....	47
<b>Tabla 6</b> Lineamientos del VMI parte 5 de 5 .....	48
<b>Tabla 7</b> Indicadores de rangos mínimos de aceptación.....	48
<b>Tabla 8</b> Subíndices.....	50
<b>Tabla 9</b> Parámetros.....	51
<b>Tabla 10</b> Variables .....	51
<b>Tabla 11</b> Las distancias en km (kilómetros) escenario 1 .....	55
<b>Tabla 12</b> Las distancias en km (kilómetros) escenario 2 .....	56
<b>Tabla 13</b> Las distancias en km (kilómetros) escenario 3 .....	57
<b>Tabla 14</b> Las distancias en km (kilómetros) escenario 4 .....	58
<b>Tabla 15</b> Las distancias en km (kilómetros) escenario 5 .....	58
<b>Tabla 16</b> Descripción de Variables .....	59



## Resumen del Proyecto

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una configuración de distribución bajo el enfoque VMI y el modelo VRP en PYMES del sector panificador de la ciudad de Bogotá, debido que la mayoría trabaja de manera empírica. La investigación tiene un enfoque metodológico mixto, ya que de forma cuantitativa se realiza el desarrollo de un modelo conceptual logístico de distribución, con el objetivo de determinar las mínimas distancias entre supermercados y el centro de distribución, y a su vez cuenta con componentes cualitativos, al lograr recopilar datos de experiencias profesionales y de un cuestionario, a fin de describir el comportamiento de distribución y el consumo de pan, bajo la naturaleza de una investigación descriptiva. En la primera parte del documento se identifica la teoría relacionada con el planteamiento del problema, objetivo general y específicos, justificación, estado del arte y también la metodología. En la segunda parte se desarrollaron los resultados de la investigación, diagnosticando el sistema de distribución del pan y estudiando los hallazgos del uso de un cuestionario utilizado, señalando los lineamientos para la aplicación de un enfoque VMI para el sector panadero y configurando un modelo de distribución conceptual con parámetros de VRP (Vehicle Routing Problem), que le permite a las PYMES, no solo del sector panadero, tener una buena planeación la gestión de inventarios, compras, junto con una buena comunicación entre el cliente y el proveedor, sino también, contar con un modelo de ruteo y entregas que les permiten recudir costos de almacenamiento, de distancias y realizar entregas más oportunas, reduciendo así las devoluciones de productos perecederos. Por último, se realizó un análisis de 5 escenarios donde se modificaron las variables de estudio para el diseño de una solución inicial de distribución para el sector panadero.

***Palabras Claves:*** Cadena de suministro, logística, modelos de distribución, VMI, VRP.

## Abstract

The objective of this work is to design a distribution configuration under the VMI approach and the VRP model in SMEs of the bakery sector in the city of Bogota, since most of them work empirically. The research has a mixed methodological approach, since in a quantitative way the development of a conceptual logistic model of distribution is carried out, with the objective of determining the minimum distances between supermarkets and the distribution center, and at the same time it has qualitative components, by collecting data from professional experiences and a questionnaire, in order to describe the distribution behavior and bread consumption, under the nature of a descriptive research. The first part of the document identifies the theory related to the problem statement, general and specific objectives, justification, state of the art and methodology. In the second part, the results of the research were developed, diagnosing the bread distribution system and studying the findings from the use of a questionnaire used, pointing out the guidelines for the application of a VMI approach for the bakery sector and configuring a conceptual distribution model with VRP (Vehicle Routing Problem) parameters, which allows SMEs, not only in the bakery sector, to have a good inventory and purchasing management planning, together with a good communication between the customer and the supplier, but also to have a routing and delivery model that allows them to reduce storage costs, distances and make more timely deliveries, thus reducing returns of perishable products. Finally, an analysis of 5 scenarios was carried out where the study variables were modified for the design of an initial distribution solution for the bakery sector.

**Key words:** *Supply chain, logistics, distribution models, VMI, VRP.*

### **Título de la propuesta**

Diseño de una configuración de distribución bajo el enfoque VMI y el modelo VRP en PYMES del sector panificador de la ciudad de Bogotá.

### **Planteamiento del problema**

De acuerdo con (Kantar, 2019) en la actualidad existe una tendencia nacional por el consumo de pan a industrial con un 68%, que es adquirido en los minimercados, donde se concentra el fuerte de las ventas del sector. Es importante tener en cuenta que de acuerdo con la Consultora (Sensorial, 2016) el sector panadero en Colombia creció empíricamente, sin estructura, ajustando procesos sobre la marcha y sin planificación, donde se adquiere maquinaria para el procesamiento, flota vehículos, contratando personal, entre otros, que generan sobrecostos en la comercialización del producto e impactan en el precio de venta al consumidor.

De acuerdo con el estudio “Tendencias internacionales en panadería y bollería” realizado por Mercasa (2017), el país con mayor consumo de pan es Turquía, con un consumo per cápita de 104 kg al año. En América latina, el país con mayor consumo es Chile, seguido por Argentina y Ecuador consumos por encima de los 37 kg, para el caso de Colombia el consumo promedio es de 22 kg lo cual lo ubica como uno de los países con más bajo consumo.

Uno de los principales factores que impactan el bajo consumo es la poca divulgación que hay en el país, referente a los beneficios a nivel nutritivo que recomiendan los especialistas nutricionales. Según la investigación realizada por (Azcona, 2016), afirma que “una dieta rica en pan y especialmente integral se asocia con menor índice de masa corporal (IMC), circunferencia de cintura y menor riesgo de incremento ponderal a lo largo del tiempo”. También la Doctora Navia (2021), indica que las personas que sufren de sobre peso, pueden tener una opción de dieta balanceada con la ayuda del pan integral, porque contiene fibras que permiten controlar el apetito, dando sensación de saciedad y también aportando los carbohidratos necesarios para que el cuerpo tenga un equilibrio con las defensas,

A pesar del escenario desfavorable expuesto en los párrafos anteriores, el sector panadero es un mercado maduro y tiene una gran proyección de crecimiento. Según (Kantar, 2019) el 98% de los hogares consumen este producto y se relaciona con la investigación realizada por (Gutierrez, 2014), donde determina que el 95% de la población estudiada en su proyecto de grado tiene el hábito de comer pan, por otra parte el autor postula que “es un alimento energético que aporta por 100 gramos aproximadamente entre 244- 285 Kcal, de los cuales los carbohidratos aportan entre 44-58% de las calorías, las proteínas entre 7-10% y las grasas entre 0,4-1,5%”.

Según (Velasco, 2019), el pan es uno de los productos más completos dentro de la pirámide nutricional, donde se puede incluir en cada una de las comidas por la cantidad de hidratos de carbono que recomiendan los especialistas nutricionales y recalca que es un producto económico para producir, de tal manera que ayuda a la economía de los hogares

Por lo tanto, se identifica que el pan es un alimento esencial y básico para la dieta de los seres humanos, que, sin importar la clase social, nivel o estrato, se recomienda que debe estar presente en las mesas de los hogares, por los beneficios que le brinda al ser humano. Según lo reportado por (Organización Mundial de la Salud , 2003) se recomienda el consumo de pan en la ingesta diaria de alimentos no supere los 250 gr, a su vez, la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2002) expone que algunos panes, al ser preparado con harina de trigo, en países industrializados se fortifica con vitaminas B y algunas veces con hierro y otros nutrientes aportando valores nutricionales al pan, que al tener bajo contenido de grasa, reduce así las posibilidades de que se vuelva rancio el mismo, volviéndose una buena compra, ahorro de tiempo y combustible “energía” para las familias de bajos recursos.

En Colombia según la revista (LA BARRA, 2019), existen más de 25.000 panaderías y pastelerías, que registran ventas por más de tres billones de pesos y generan cerca de 400.000 empleos directos, pero a pesar de que el negocio panadero en el mundo y específicamente en Colombia es rentable, sin embargo, según la Consultora (Sensorial, 2016) “El 68% de los panaderos en Colombia tienen formación empírica y tan solo el 2% tiene educación

universitaria”. (Cardenas, 2013) menciona que “Los empresarios del sector operan con horizontes inmediatos mostrando falencias en diferentes ámbitos: personal capacitado, gestión de inventarios, talento humano, sistemas de información, procesos de calidad, entre otros, que le apunten a mejorar el servicio, la calidad y asepsia”.

Como resultado importante se plantea el interrogante, ‘¿Cómo disminuir los costos de distribución del pan industrial aplicando el enfoque VMI en PYMES del sector panificador de la ciudad de Bogotá? Para dar respuesta a este interrogante se planteó el objetivo general y objetivos específicos de esta investigación.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar una configuración de distribución bajo el enfoque VMI y el modelo VRP en PYMES del sector panificador de la ciudad de Bogotá

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar el sistema de distribución del pan industrial desde las plantas productoras hasta los consumidores finales de la ciudad de Bogotá.
- Analizar las consideraciones del enfoque VMI y su aplicación en la distribución del pan industrial.
- Formular una configuración de distribución derivada del modelo VRP para el pan industrial.

### **Justificación**

(LA BARRA, 2019) señala que el sector panadero se encuentra en evolución y creciente en el país, pero, tiene en el aspecto negativo, la falta de capacitación e investigación ya que la Consultora (Sensorial, 2016) informa que “El 68% de los panaderos en Colombia tienen formación empírica y tan solo el 2% tiene educación universitaria”. Motivo que permite realizar un estudio de caso inicial en el sector panadero, con el objetivo de brindarle pautas y soluciones a las empresas PYMES del sector en Bogotá, y así ofrezcan un producto con precios más competitivos que la competencia y esto se da porque las PYMES se centran en las ventas únicamente y no en el costeo, que es el deber ser.

Teniendo en cuenta que las empresas PYMES se caracterizan por ser familiares, se une el factor expuesto en el párrafo anterior, que es la falta de educación y más aún especializada en el sector formador y empresarial. Lo que implica que los productos ofrecidos por este tipo de empresas carecen del desarrollo de procesos logísticos basados en ingeniería, de tal manera que el presente proyecto le va a permitir a los empresarios del sector ampliar los conocimientos con referencia a la cadena de abastecimiento que tiene el sector panadero para minimizar las distancias recorridas en la distribución, y que es dada por el resultado de una recopilación de información primaria, por medio de un cuestionario y la experiencia del trabajo en el sector, que permita entender el comportamiento de las cadenas de abastecimiento que componen el sector.

Según la Secretaria Distrital (2017), Bogotá tiene una concentración poblacional del 76.9% en los estratos 1, 2 y 3, por lo tanto, este proyecto se focalizará en estos sectores, con el fin de abarcar una muestra representativa del comportamiento de distribución y consumo del producto en estudio.

De acuerdo con lo anterior, se propone un Diseño de una configuración de distribución bajo el enfoque VMI y el modelo VRP en PYMES del sector panificador de la ciudad de Bogotá.

## **Marco de Referencia**

Los referentes teóricos que permiten desarrollar la investigación se ubican a partir de cuatro núcleos temáticos: los antecedentes históricos, el marco teórico, marco legal y el estado del arte; los cuales permiten consolidar los términos necesarios para definir el tema de investigación

### **Antecedentes Históricos**

Dentro de los antecedentes históricos se destacan todas aquellas contribuciones investigativas asociadas a la importancia de la logística y la cadena de suministro, las cuales tienen su soporte en las teorías explicadas por (Ballou, 2004) quien señalo conceptos y métodos para su estudio, en los cuales manifiesta que la importancia de la planeación efectiva en la gerencia logística, se basa en decisiones sobre localización, inventario y transporte junto con el servicio al cliente, elementos que son tomados de base para dar solución a la problemática que se plantea en este proyecto de investigación.

En la actualidad existen muchos modelos y herramientas que ayudan a modelar las variables que intervienen en la gestión de la cadena de suministro, uno de ellos es el Problema de Ruteo de Vehículos (VRP) donde según (Golden & Assad, 1988), su característica fundamental se enfoca en determinar las mejores rutas para entregar productos a los clientes que están dispersos geográficamente. Los primeros algoritmos para resolver el VRP aparecen a mediados de los años 50. De acuerdo con (Bazgan, Hassin, & Monnot, 2005), en estos problemas:

N clientes tienen que ser atendidos por los vehículos con una capacidad limitada desde un depósito común. Una solución consiste en un conjunto de rutas, donde cada vehículo comienza y termina en un mismo depósito después de visitar un subconjunto de clientes. Cada cliente es visitado exactamente una vez. Un problema específico es considerado un problema de ruteo de vehículos (VRP) si se presenta una restricción en el número de los clientes visitados por un vehículo (p. 27-42).



Desde el punto de vista de (Tapia, 2016) quien propone la formulación de un modelo de optimización para la distribución un producto perecedero (la berenjena) utilizando una red de distribución de producto programada con base en los costos y demanda de clientes. Donde su relevancia se basa en el modelo de distribución a nivel nacional de la berenjena y como llegan a los clientes por medio de puntos intermedios, para bajar los costos y funciones de acuerdo con la demanda que tengan los clientes.

Como señala (Becerra & Restrepo, 2015):

Dentro de la investigación se formula una solución alternativa de logística y distribución que cumple con las necesidades de entrega del producto de acuerdo con la demanda, propone un modelo de ruteo según las condiciones viales del Valle del Cauca, para lo cual se identificaron las principales vías, y las características, que comunican a todos los municipios del departamento. (p. 23)

En la cual se identifican problemas de ruteo de vehículos en productos perecederos y propone un modelo basado en históricos de demanda del producto y por medio de dos softwares de ruteo, dibuja las rutas permitiendo recorridos a tiempo, minimizando los problemas presentados antes del modelo.

## **Marco Teórico**

En el desarrollo de este proyecto de investigación, se ubica los diferentes sustentos teóricos de los eslabones de la cadena de suministro que abren el campo de trabajo, para su desarrollo.

### **Cadena de suministro**

Desde la posición de (Riveros & Rodriguez, 2016) quienes relacionan a diferentes autores para definir la cadena de suministro, esta se encarga del flujo que tiene la materia prima desde su extracción hasta el consumidor o usuario final. Donde involucra cada una de las áreas de una empresa, generando flujo de información de manera permanente y la articulación de ellas para la elaboración del producto. También genera ayuda a la generación de conocimiento nuevo, mejorar los procesos de calidad, innovar e implementación de nuevos canales de comunicación para ser más eficientes.

Además, (Riveros & Rodriguez, 2016) agrega que, para la adecuada ejecución de actividades, se debe realiza una planificación de actividades según la demanda, innovar en los productos ofrecidos, reforzar los lazos con el cliente y cumplir con los pedidos.

Según (Mula, 2010), la correcta ejecución de actividades, la cadena de suministro puede clasificarse en niveles según la planeación: estratégicas, tácticas y operativas. En la estrategia, se hace una planeación con la visión a largo en la cadena de suministro. El táctico, trabaja 14 horizontes a mediano plazo. Y, el operativo, realiza planes semanales con tareas específicas y operaciones

Lo expuesto en la cadena de suministro, se deben tener en cuenta diferentes variables que permiten el desarrollo correcto de la misma, no cuenta con una única definición, estas pueden variar según la necesidad específica de cada compañía.

## **Logística**

La Real Academia de la lengua española (2016) define logística como: “Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio, especialmente de distribución”. (p.1)

Citando a (Riveros & Rodriguez, 2016) quienes mencionan que “la logística es la encargada de planear, organizar, dirigir y controlar los diferentes flujos (materiales, información, dinero) de un lugar a otro, con el objetivo de satisfacer al cliente mediante la entrega del producto, lugar, tiempo y precio adecuado”. (p. 12)

En el libro Gestión logística Integral de Luis Aníbal Mora (2010), define logística como “La gerencia de la cadena de abastecimiento, desde la Materia prima hasta el lugar donde el producto o servicio es finalmente consumido o utilizado; el producto, el lugar, en el momento, al costo adecuado”.

## **Modelos de distribución**

Con base en ( Conexión ESAN, 2016) quienes da a conocer el punto de vista del docente Agustín López-Quesada con respecto a modelos de distribución señala que: “Se puede definir un Modelo de Distribución Comercial como las distintas formas que tiene una compañía de hacer llegar sus productos al mercado, ya sea de forma directa o indirecta (...) Para una organización un canal de distribución contribuye desde el plano estratégico, sobre todo para el mercado de consumo masivo” (p.1)

De acuerdo con (Transgesa, 2020) quien revela el informe publicado por Javier Melero el cual explica que al hablar de los modelos de logística de distribución se refiere al tipo de infraestructura que crea una entidad para hacer llegar los productos hasta el mercado, explica que las compañías tienen autonomía de optar por varios modelos en simultánea, compaginándolos o apostando por unos u otros en determinada ubicación geográfica, tipo de cliente, etc. (p.1)

### **VRP (Vehicle Routing Problem)**

El VRP conocido en español como problema de ruteo de vehículos, los autores (Marín & Meléndez, 2017) exponen al respecto:

El VRP consiste en una serie de clientes que se encuentran geográficamente dispersos, donde cada cliente presenta una demanda, se tiene un depósito y una flota de vehículos con capacidad limitada. Su objetivo es minimizar el costo de las rutas, cada vehículo sirve una única ruta durante el periodo de planificación, teniendo esta que iniciar y terminar en un depósito central, para servir un conjunto de clientes con demandas conocidas. (p. 61)

Desde el punto de vista de (Avendaño, 2020) que menciona y cita la definición del problema que se presenta de ruteo como:

En un problema de enrutamiento de vehículos VRP (vehicle routing problem) se pretende diseñar las rutas de una flota de transporte que sirve a un conjunto de clientes. Cada vehículo parte de un depósito principal, recorre un determinado número de clientes, y finalmente vuelve al depósito principal (ciclo hamiltoniano) (p. 17)

### **VMI (Vendor Managed Inventory)**

Según (Martín Darío Arango Serna, 2011), el VMI (Vendor Managed Inventory), o también conocido como Inventario Administrado por Proveedor es un modelo en cual el proveedor asume la responsabilidad del mantenimiento de los niveles de inventario y la determinación de las cantidades ordenadas para sus clientes, permitiendo una evaluación sistemática de los beneficios de los proveedores y los clientes, y facilitando la coordinación de la cadena de suministro. Estos mismos autores señalan que para poder implementar el VMI, se requiere compartir la información entre los eslabones de la cadena de suministro como los son los clientes y proveedores, con el fin de coordinar e integrar los diferentes procesos.

### **Dropshipping**

Es uno de los conceptos que se encuentran dentro de la logística actual y que se ha fortalecido en el tiempo como estrategia de almacenamiento y entrega, donde se involucran

diferentes medios para sus seguimiento y actividades electrónicas. Según (Burgos, 2018) el dropshipping es:

Una estrategia que se basa en que el vendedor de una tienda online dispone y ofrece productos de una tienda sin tenerlos en stock, de forma que cuando el cliente compra, los pedidos son enviados y entregados directamente desde las instalaciones del dropshipper. O, dicho de otro modo, es un método de gestionar en el que el minorista no guarda mercancías, sino que transfiere las órdenes que recibe del cliente y los detalles del envío del producto adquirido al fabricante, a otro minorista, o a un mayorista que envía entonces las mercancías directamente al cliente.

Es importante tener en cuenta que una de las características más importantes dentro de estas estrategias es la relación que se debe crear entre el proveedor y el cliente, con la finalidad de fortalecer la comunicación y satisfacer las necesidades del cliente.

En el desarrollo de estas estrategias se implementan diferentes dinámicas para cumplir los tiempos y demandas del cliente y entre ellas está el sistema de ruteo en el vehículo adecuado.

## Marco Legal

Dentro del marco legal, se debe tener en cuenta las restricciones vehiculares que se tienen en Bogotá impuestas desde su gobierno actual y que de acuerdo con lo establecido en el Decreto 840 de 2020, incluyendo las modificaciones introducidas en el Decreto 077 de 2020; lo anterior, según lo ordenado por el Art 8° del Decreto 121 del 26 de abril de 2020, para el tránsito de vehículos de carga. Que se deben tener en cuenta para la logística de distribución enfocada en la última milla.

La restricción en la ciudad de Bogotá aplica para vehículos de transporte de carga tanto de servicio público como particular, conforme con las siguientes categorías, horarios, zona de restricción y sección vial es el siguiente:

**Figura 1**

### *Restricciones de tránsito de carga en Bogotá según la secretaria De Movilidad de Bogotá*

Tipología de vehículo	Zona de restricción	Horario	Soporte normativo	Excepciones
Vehículos que superen los 8.500 Kilogramos	La zona de restricción inicia en el límite oriental de la ciudad con Calle 170-Calle 170 Carrera 16- Calle 164-Carrera 20-Calle 170-Avenida Boyacá-Avenida de La Esperanza Avenida de las Américas-Carrera 30- Calle 24 — Carrera 22 — Carrera 24 — Calle 6 — Carrera 30 — Avenida Calle 3 — Carrera 68 — Avenida de las Américas — Avenida Boyacá — Avenida Primero de Mayo — Avenida Carrera 68 — Autopista Sur	Lunes a viernes entre las 06:00 y las 08:00 horas y entre las 17:00 y las 20:00 horas	Art. 3° del Decreto 840 del 27 de diciembre de 2019, modificado por el Art. 1° del Decreto 077 del 4 de marzo de 2020	Existen 12 categorías de vehículos exceptuados de cumplir la restricción establecida en la zona 1, la cual aplica para vehículos que superen los 8.500 Kg y la restricción establecida en todo el Distrito Capital, para los vehículos de carga que superen los 20 años de servicio.  Ampliación información Art. 6° del Decreto 840 del 27 de diciembre de 2019 modificado por el Art 3° del Decreto 077 del 4 de marzo de 2020 y Circular 001 de 2020.
Vehículos de carga tanto de servicio público como particular que superen los 20 años de servicio. Incluye camionetas de carga, con tipo de carrocería estacas, furgón, estibas y panel	Todo el perímetro del Distrito Capital	Lunes a viernes sin incluir festivos entre las 06:00 y las 08:00 horas y entre las 17:00 y las 20:00 horas  Sábados entre las 05:00 y las 21:00. Ver programación segundo semestre 2021	Art. 5° del Decreto 840 del 27 de diciembre de 2019, modificado por el Art 2° del Decreto 077 del 4 de marzo de 2020	Adicional, y en relación con la restricción que aplica a los vehículos de carga de año modelo superior a 20 años, que incluye las camionetas con tipo de carrocería estacas, furgón, estibas y panel, estarán exceptuados aquellos que fueron repotenciados entre los años 2001 y 2020, siempre y cuando, el modelo del motor reemplazado esté debidamente inscrito en el RUNT. Par. 2° Art. 2° del Decreto 077 del 4 de marzo de 2020
los 3.500 Kilogramos	Sector de la Localidad de la Candelaria comprendido entre la Carrera 9 y la Avenida Circunvalar, y de la Avenida Jiménez a la Calle 7 (Se puede circular por las vías límite definidas para la zona)	Durante todo el día	Par. 1° Art. 3° del Decreto 840 del 27 de diciembre de 2019.	En casos excepcionales, la Secretaría Distrital de Movilidad, podrá autorizar la circulación de vehículos de carga que transporten combustibles para realizar actividades de abastecimiento en la ciudad.
Vehículos con designación superior a dos ejes	Malla vial local secundaria en zonas residenciales sección vial V - 7 equivalente a 13 metros en todo el Distrito Capital	Restricción en malla vial en horarios fuera de restricción habitual, es decir, de las 8:00 y las 16:30 y entre las 19:00 y 5:30 horas	Art. 7° del Decreto 840 del 27 de diciembre de 2019	
Vehículos de carga en general	Malla Vial Local Vía V-8 (10 metros pública peatonal y vehicular restringida) y Vía V-9 (8 metros peatonal)	Durante todo el día	Art. 7° del Decreto 840 del 27 de diciembre de 2019	
Maquinaria agrícola, industrial y/o vehículos de construcción	Todo el perímetro del Distrito Capital	Todos los días entre las 6:00 a.m. y las 10:00 p.m.	Art. 8° del Decreto 840 del 27 de diciembre de 2019 modificado por el Art. 5° del Decreto 077 del 4 de marzo de 2020	Transporte de maquinaria destinada a obras públicas siempre y cuando la obra asociada a la actividad, cuente con el Plan de Manejo de Tránsito -PMT- aprobado y vigente

*Nota:*

[https://www.movilidadbogota.gov.co/web/preguntas\\_frecuentes/cuales\\_son\\_las\\_areas\\_y\\_horarios\\_de\\_restriccion\\_de\\_circulacion\\_de\\_vehiculos\\_de\\_0](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/preguntas_frecuentes/cuales_son_las_areas_y_horarios_de_restriccion_de_circulacion_de_vehiculos_de_0)

Las restricciones que pierden vigencia a partir de la expedición del Decreto 840 de 2019 y Decreto 077 de 2020, respectivamente son:

Restricción ambiental para vehículos de carga de más de 5 toneladas. Art. 10° del Decreto 174 del 30 de mayo de 2006.

Restricción para vehículos de transporte de carga de más de 7 toneladas. Art. 4° del Decreto 520 del 13 de noviembre de 2013 a su vez modificado por el Art 1° del Decreto 690 del 31 de diciembre de 2013 y el Art 2° del Decreto 593 del 17 de octubre de 2018.

Restricción para vehículos de transporte de carga con designación de 3 (tres ejes) en adelante. Art. 5° del Decreto 520 del 13 de noviembre de 2013 a su vez modificado por el Art. 2° del Decreto 690 del 31 de diciembre de 2013 y el Art 3° del Decreto 593 del 17 de octubre de 2018.

## Estado del Arte

A continuación, se presenta la revisión de fuentes para la construcción del estado del arte, donde a partir de investigaciones y/o artículos que fueron publicados desde un ámbito internacional y nacional, se abordan los temas relacionados a los modelos logísticos para la distribución de manera general y distribuciones enfocadas a última milla

Al revisar la literatura sobre el tema resaltan algunos trabajos. Desde un ámbito nacional se encuentran los autores (Arango, Gómez, & Serna, 2017) quienes indican en su artículo el desarrollo el cual se enfocan “una clasificación de los modelos logísticos que se han desarrollado para dar solución a los problemas de integración, coordinación, sostenibilidad y movilidad que surgen en la distribución urbana de mercancías (DUM)” (p.57). Dentro del estudio dan a conocer el crecimiento de las zonas urbanas que ha estado en aumento y se reforzaron los procesos de distribución de bienes y servicios, que, por el crecimiento poblacional, el vehicular, también han aumentado, provocando congestiones, en la gran mayoría de ciudades del mundo, obstaculizando los objetivos planteados entre los diferentes actores involucrados dentro del proceso.

Los autores (Ruíz, Arango, Serna, & Zapata, 2020) indican que los procesos de distribución en empresas de mensajería son complejos a razón del alto número de clientes, de sucursales y vehículos involucrados. De acuerdo con lo que indican los autores:

Dicha situación hace que los procesos de planificación de la red y entre ellos la asignación de los recursos (infraestructura, personas y vehículos) sean difícil de realizar, por lo que es necesario usar herramientas como modelos matemáticos que permiten encontrar las mejores condiciones de funcionamiento, minimizando los costos de operación y asegurando los niveles de servicio adecuados para la satisfacción de los clientes (p.248).

Desde un ámbito internacional, resaltan investigaciones enfocadas a la distribución tales como la que indican en su tesis los autores (Estrella & Cuichan, 2020), estos buscan:



Analizar, evaluar y controlar el desempeño logístico de un caso de estudio, donde su principal objetivo es detectar los errores internos y externos que afectan su eficiente desenvolvimiento, como: retrasos en las entregas, desorganización en la bodega, proceso de devolución ineficaz, inadecuada planificación de rutas y empleo de recursos innecesarios, para esto se toma como caso particular la empresa de servicio de encomiendas Rapid Service Ltda. Regional Latacunga ya que ésta tiene factores de distribución y logística de transporte inadecuados que deben ser evaluados minuciosamente para su posterior mejora. (p.10)

Esta empresa presenta fallas en todo el proceso de su logística de distribución de encomiendas que provoca un incremento económico en cuanto a la operación y en tiempos de entrega estipulados dentro de la misma compañía, a raíz de dicha situación los autores proponen implementar unos ajustes dentro de los procesos logísticos de la empresa, donde se evidencie una mejora continua y la optimización de todos los recursos, identificando los errores más comunes durante el proceso de recepción, almacenamiento, distribución, entrega y devolución de encomiendas.

Por su parte, los autores (Alvarez & Cruz, 2019), buscan determinar la influencia de la mejora de procesos logísticos en las empresas distribuidoras de bebidas, y como resultado las empresas de distribución tienen enfoques especializados su operación de transporte. Finalizando en el documento de investigación, los autores concluyen que las empresas que se enfocan en mejorar sus procesos de manera continua son aquellas que logran mantener un lugar por encima de la competencia reduciendo costos y maximizando sus ganancias.

Cuando se habla de distribuciones enfocadas a última milla, se piensa en lo óptimo que debe ser esta distribución sin que exista falla alguna dentro de todo su proceso, esto concluyen los autores (Gómez, Arcila, & Trujillo, 2020) al realizar el análisis de los resultados dentro de su tesis:

El análisis de los datos arrojados por las encuestas se obtuvo como resultado que todo el proceso logístico está funcionando de modo adecuado, sin embargo cabe resaltar que día

a día las empresas están en un mejoramiento continuo que implica cambios en los procesos logísticos para obtener una mejor integración de toda la cadena de suministro, pensando principalmente en la entrega perfecta al consumidor final, es aquí donde se ve el papel fundamental de los modelos gerenciales, de la innovación en las TIC (Tecnología de la Información y Comunicaciones) que generan competitividad y mejoramiento en cada proceso para una mejor sincronización y por ende una distribución adecuada. (p. 1)

De acuerdo con (Kananfleet, 2016), la última milla en el último siglo está representado un gran desafío en el área de logística, porque hay factores actuales como el aumento de la población, donde juega un papel importante, ya que promueve el aumento de las zonas poblacionales en la ciudad, POT (planes de organización territorial), aumento del flujo vehicular, entre otros factores que influyendo directamente en la distribución de mercancías. La operación más importante en distribución es la terrestre para hacer las entregas finales a los clientes. Por este motivo, se han creado diferentes técnicas para dominar y mejorar los procesos de la distribución y la logística de productos diferentes productos, la innovación continua es fundamental además de buscar nuevas formas de canalizar los procesos logísticos. En última instancia, el objetivo de todas estas tecnologías es hacer que los clientes estén satisfechos con los servicios prestados. Ofrecer alternativas a diferentes clientes y entornos de distribución puede convertir a las empresas proveedoras más competitivas en la prestación de diferentes servicios.

Las entrevistas realizadas por (Goodman, 2005) a los diferentes directores ejecutivos de varias empresas sobre sus puntos de vista sobre la "logística de la última milla" en la cadena de suministro, y se evidencio que se tienen diferentes puntos de vista sobre los métodos utilizados en esta parte de la cadena de suministro. De tal manera, que la última milla es el mismo día de envío. Sin embargo, estamos de acuerdo en que esta etapa es altamente representativa en términos de costo, porque según el "Comité Profesional de Gestión de la Cadena de Suministro", el 28% del costo total de transporte se da dentro de la última milla. Esto significa que hay mucho dinero en apostar.

## **Metodología**

La metodología hace referencia al conjunto de pasos a seguir para realizar en el estudio, junto con las técnicas y métodos que se implementaran para cumplir con los objetivos planteados.

### **Tipo de Investigación**

La investigación cuenta con un enfoque metodológico mixto, ya que tendrá tantos componentes cualitativos como cuantitativos, para lo cual Hernández Sampieri et al (2018) indica:

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p. 546).

Este proyecto de investigación es de carácter mixto, debido a que de forma cuantitativa se realiza el desarrollo de un modelo logístico de distribución con el objetivo de determinar las mínimas distancias entre supermercados y el centro de distribución, y a su vez cuenta con componente cualitativo al lograr recopilar datos por medio de un cuestionario, a fin de describir el comportamiento de consumo de pan.

### **Nivel de investigación**

Según (Sampieri, 2018) define que una investigación descriptiva como aquella que “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población”.

De acuerdo con lo planteado, este tipo de investigación se ajusta a esta definición debido a que se analizarán las características de distribución y las tendencias de consumo de pan por estratos, accesibilidad al pan, kilómetros entre el centro de distribución y diferentes

supermercados, a su vez se realizara un estudio cuantitativo para minimizar los costos de distribución del pan industrial, al aplicar problema de ruteo de vehículos.

### **Diseño de investigación**

Un diseño no experimental cuantitativo, según (Sampieri, 2018) son “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos”. Por lo antes planteado, esta investigación se enmarca en la mencionada clasificación debido a que se analizó el comportamiento de distribución, de acuerdo con la experiencia laboral del autor en el sector y se aplicó un cuestionario a consumidores de pan, sin modificar los datos obtenidos, con la finalidad de conseguir información que aportara a los objetivos específicos planteados.

Otra clasificación que se articula al diseño es de campo, de acuerdo con lo que plantea (Arias E. R., 2020) debido a que hace referencia a todos los datos que se recopilan directamente de la realidad y que están relacionados con el problema planteado. En este caso particular se toma la información suministrada con la aplicación de un cuestionario, cuyo desarrollo se realizó en un tiempo determinado, en el primer semestre de 2021, a 107 personas de la localidad de Kennedy en Bogotá, y la cual se tomó como caso de estudio, para aplicar el modelo que se propone en esta investigación.

Esta investigación se clasifica en un diseño de campo, de acuerdo con (Arias E. R., 2020) debido a que hace referencia a todos los datos que se recopilan directamente de la realidad y que están relacionados con el problema planteado. En este caso particular se aplicó un cuestionario a consumidores de pan con la finalidad de conseguir información que aportara a los objetivos específicos planteados.

En este mismo sentido, según (Sampieri, 2018), una investigación es no experimental cuando esta se realiza de sin realizar ninguna alteración intencional a las variables que se van a evaluar, de tal manera que se observa de forma natural los fenómenos. De acuerdo con esta definición, esta investigación se enmarca en la misma, debido a que se observaron los procesos de distribución de pan, distancias y costos sin modificar los datos obtenidos en el cuestionario,

cuyo desarrollo se realizó en un tiempo determinado, en el primer semestre de 2021, lo que la hace un diseño no experimental transeccional, con recolección de la información en un solo momento, en un lapso único.

Una clasificación de la investigación no experimental del autor antes señalado es transeccional o transversal, ya que recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único.

### **Variable de estudio**

De acuerdo con (Arias F. , 2006), una variable es una característica que se va a medir, que se puede definir como una cualidad o característica, magnitud o cantidad susceptible de sufrir cambios y es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación.

### **Definición de Hipótesis**

Una configuración de distribución aplicando el enfoque VMI en PYMES del sector panificador, permitirá minimizar el costo de las rutas de distribución en supermercados de Bogotá para estratos del 1 al 3.

### **Definición de variables e indicadores**

La definición de variables e indicadores se encontrará en el desarrollo de la propuesta de la configuración matemática

### **Población y muestra**

La muestra para este proyecto es no probabilística por conveniencia, que según (Manterola, 2017), permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos y está determinada por las personas cercanas al desarrollador del proyecto y la población son los ciudadanos de Bogotá. Sin embargo, se realiza este tipo de cálculo de muestra, para validar estadísticamente el nivel de confianza de los resultados. La población total de Bogotá, según la secretaria de cultura, recreación y deporte hay un total de 8.076.734 de personas actualmente, y con el fin de mantener un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 8% sobre la muestra a realizar se estima que el tamaño de esta se encuentra dado por 107 personas como mínimo.

### Tamaño de la Muestra

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

**e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)**

**z = puntuación z**

**p= probabilidad que ocurra**

**q= probabilidad de que no ocurra**

$$n = \frac{1.65^2 * 0.50 * 0.50}{0.08^2}$$

$$n = \frac{2,7225 * 0,25}{0,0064}$$

$$n = 106,34 \cong 107$$

### Instrumento de recolección de información

Como fuente primaria se realizó una entrevista semiestructurada, para obtener información referente a la configuración de distribución que tienen las PYMES del sector panadero. De acuerdo con (Laura Díaz-Bravo, 2013) “es realizar un trabajo de campo para comprender la vida social y cultural de diversos grupos, a través de interpretaciones subjetivas para explicar la conducta del grupo”, la cual ayudo a comprender las dinámicas de distribución directamente de las plantas de producción a las tiendas de supermercado.

Otro instrumento utilizado fue un cuestionario, según (Bernal, 2010) se define como “un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios, con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto de investigación” (p.122).

La aplicación tanto de la entrevista como del cuestionario tienen como propósito, permitir abordar uno de los objetivos de la investigación.

El cuestionario permite confirmar la tendencia actual del consumo del pan en las familias bogotanas indicada en el artículo de “La gestión del marketing frente a las nuevas tendencias de consumo” de Sandra Patricia García Cáceres (2016), donde se determina que influye más calidad

o precio, y estratos socio económicos donde hay más consumo de este alimento. Este instrumento se aplica de manera virtual, utilizando la herramienta GOOGLE FORMS.

### **Categorías de análisis y fases metodológicas de la investigación**

Para analizar la información recolectada con los instrumentos, es necesario categorizar las variables de la investigación, para unificar los criterios de descripción (Noguero, 2002) “Se denominan categorías a cada uno de los elementos o dimensiones de las variables investigadas y que van a servir para clasificar o agrupar según ellas las diversas unidades”

Para esta investigación la categoría de análisis se definió bajo dos instrumentos o técnicas de recolección de datos, la cual la primera es la encuesta, en donde se agruparán las preguntas de este instrumento, basado en tres pilares importantes para identificar y dar cumplimiento a los objetivos planteados, los cuales fueron: Estrato socioeconómico, consumo de pan y preferencia de pan específicamente hablando de marca. Y la segunda, fue una entrevista semiestructurada, que se enfoca al interés de la distribución de una de las PYMES, donde se preguntó: Cuales eran los valores de precios al distribuidor, cliente y consumidor y cuál era el valor mínimo de abastecimiento a un cliente.

Por otra parte, para la validación del instrumento, se evaluó con personas grupales expertas en el área específica, quienes revisaron el instrumento.

### **Fases o etapas metodológicas.**

De acuerdo, a lo que indica Arias (2006) los tipos de investigación se clasifican en tres: según el nivel, según el diseño y según el propósito, para esta dar cumplimiento a los objetivos planteados y según el autor del libro la investigación entra dentro de una investigación según el nivel, dado a: “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (p. 23), donde tendrá cada fase o etapa metodológica tantos componentes de investigación explicativa como descriptivos, buscando dar respuesta a la hipótesis planteada y así caracterizar el resultado.

El presente proyecto está dividido en cuatro apartados para su desarrollado, de la siguiente manera:

- Marco de referencia
- Metodología
- Formulación de la configuración de distribución
- Resultados

Para que cumplir con el desarrollo uno de cada uno de los apartados, se llevan a cabo como mínimo 5 actividades. Los apartados que generan el cuerpo del documento son el marco referencial y metodología, que son trabajados de manera paralela, con la finalidad de darle una estructura sólida al proyecto y con ello poder generar la formulación de la configuración de distribución, para resolver la problemática propuesta.

En el apartado referencial, se trabajan actividades como definición de palabras claves, bibliometría, redacción del estado del arte, redacción del marco teórico y consolidación. El apartado metodológico, se trabajan actividades como el tipo de metodología que se va a aplicar, el alcance del proyecto, que población se va a tener en cuenta, cuáles son los instrumentos de medición, la consolidación de la metodología y por último la revisión de objetivos con la finalidad de analizar si deben ser replanteados. Estos dos apartados tienen un alcance de desarrollo de 3 semanas.

El apartado de la formulación de la configuración de distribución, el tiempo de duración es de 7 semanas, donde se revisan de manera detallada, los supuestos, la consolidación de la información necesaria, la modelación, validación de la configuración de distribución, revisión y consolidación. Este apartado es el que mayor duración tiene en el desarrollo del proyecto, donde se desarrolla de manera minuciosa para cumplir con cada uno de los objetivos propuestos.

El apartado de resultados tiene una duración de 4 semanas, donde se realiza la síntesis de los resultados obtenidos, se analizan para poder generar las fases de proposición y con ello llegar a generar las conclusiones y recomendaciones.

El cronograma de actividades desarrolladas en el proyecto se observa en el Anexo 2



## **Resultados**

Para cumplir con los objetivos planteados en el proyecto de investigación, y bajo la metodología diseñada para ello, a continuación, se muestran los resultados obtenidos de la investigación para desarrollar un Diseño de una configuración de distribución bajo el enfoque VMI y el modelo VRP en PYMES del sector panificador de la ciudad de Bogotá

### **Resultados del objetivo 1. Diagnosticar el sistema de distribución del pan industrial desde las plantas productoras hasta los consumidores finales de la ciudad de Bogotá.**

Los resultados son el producto de experiencia profesional en el sector panadero y un cuestionario del consumo de pan en la ciudad de Bogotá (anexo 1) la cual buscó identificar que tendencia hay en el consumo de pan a fin de realizar un análisis de las diferentes variables que tiene el consumo, el estrato socio económico, tipo de pan (industrial o caliente) y consumo de marca.

Posterior se detallan los resultados del cuestionario realizado a 112 personas, cuyos valores fueron considerados para analizar las consideraciones del enfoque VMI y su aplicación en la distribución del pan industrial.

### ***Análisis descriptivo de la distribución del sector***

Por motivos de acuerdos de confidencialidad, a continuación, se procede a describir los modelos de distribución que manejan tres diferentes PYMES en la ciudad de Bogotá. Dentro de esta descripción se mencionan temas referentes a comercialización de producto desde la planta, clientes y zonas de cobertura, utilización de flota propia, los intermediarios hasta las tiendas, política de devoluciones, entre otros elementos para algunos casos particulares.

#### **1. Empresa PYME 1**

El productor, no realiza la distribución de su producto. Solo realiza la venta de su producto en el punto de fábrica y para dar cobertura de su producto en algunas zonas de Bogotá, invita a todos aquellos conductores de vehículos de capacidad máxima de 2 toneladas, a

convertirse en distribuidores, vendiendo el producto en barrios de la zona sur occidental de la ciudad (Kennedy, Ciudad Bolívar, Bosa y Soacha). De tal manera, que el conductor no tiene una vinculación directa con el productor, convirtiéndose en un distribuidor autorizado que debe cumplir con ciertas políticas en el precio y en devolución.

Durante el proceso de recolección de información de la PYME 1, se realizó una entrevista semiestructurada con uno de los conductores que trabaja bajo el modelo de distribuidor. Durante la charla con el conductor se identifica que en promedio se visitan 10 supermercados al día, con un vehículo que tiene capacidad de 550kg. La decisión de atender un cliente o no, se establece de acuerdo con su consumo promedio que debe superar de 40kg semanales.

Adicional a ello indica los acuerdos que tiene con el productor, en donde se establece como se debe desarrollar la comercialización del producto. Dichos acuerdos se describen a continuación:

- El precio de venta al conductor para comercializar el producto es menor en un 10%, que el ofrecido al público en el punto de fábrica.
- El conductor le puede ofrecer al supermercado o tendero el producto, con un incremento del 20% del valor adquirido.
- El Supermercado o tendero, puede vender el producto al consumidor final con un incremento máximo del 10% del valor adquirido.
- Cumpliendo con cada uno de los ítems anteriores, el producto se ofrecerá al cliente final con un precio inferior al 20% de las marcas reconocidas.
- El precio ofrecido al público del producto es similar a los ofrecidos por otras PYMES del sector.
- El productor no se encarga de realizar la recolección de los productos caducados o rechazados por mala calidad.
- Solo repone los productos rechazados por mala calidad, directamente al conductor.

## 2. Empresa PYME 2

El productor, realiza la distribución de su producto con flota propia y adicional a ello contrata a terceros, para casos especiales; para clientes específicos con los que tiene contrato de abastecimiento por un tiempo determinado. Vende en el punto de fábrica, ubicada en la zona norte de Bogotá, tiene contrato con un con un supermercado de gran superficie y abastece las zonas de Usaquén, Barrios Unidos, Suba y Engativá.

Algunas premisas de la negociación son:

- El productor se concentra en realizar la comercialización del producto.
- Los precios de venta al consumidor deben ser similares a los precios de los productos que ofrecen los productores PYMES del sector.
- El productor realizar la recolección de los productos caducados o devueltos por mala calidad.
- El productor repone directamente al supermercado los productos caducados y rechazados por mala calidad.
- Es una PYME de capacidad productiva mediana

## 3. Empresa PYME 3

El productor, realiza la distribución de su producto con flota propia. Vende en el punto de fábrica y tiene cobertura solo en la zona Kennedy, Fontibón y Engativá, porque tiene la planta ubicada en Fontibón.

Algunas premisas de la negociación son:

- El productor se concentra en realizar la comercialización del producto.
- Los precios de venta al consumidor deben ser similares a los precios de los productos que ofrecen los productores PYMES del sector.
- El productor realizar la recolección de los productos caducados o devueltos por mala calidad.
- El productor repone directamente al supermercado los productos caducados y rechazados por mala calidad.
- Es una PYME de capacidad productiva baja

## Diagnóstico de la distribución del sector

De acuerdo con la información recolectada se elabora la tabla 1, en donde se presentan el modo de comercialización que utiliza, zona de cobertura en la ciudad, cuales clientes tiene, la flota de transporte, si utiliza intermediarios, cuáles son las políticas de devolución por caducidad y políticas de devoluciones por calidad.

**Tabla 1**

*Diagnóstico de la distribución de 3 PYMES*

Empresa	Comercialización	Zona de Cobertura	Clientes	Flota	Intermediación	Tiempo promedio de abastecimiento al supermercado	Política de devoluciones por caducidad	Política de Devoluciones por Calidad
PYME 1	Realizada por un conductor que se convierte como distribuidor autorizado	Kennedy, Ciudad Bolívar, Bosa y Soacha	Supermercados de Barrio	Tercerizada	Si	10 minutos	El productor no se encarga de realizar la recolección de los productos caducados y generalmente no realiza reposición del producto	El productor no se encarga de realizar la recolección de los productos rechazados por mala calidad. Solo repone los productos rechazados por mala calidad, directamente al conductor.
PYME 2	Propia	Usaquén, Barrios Unidos, Suba y Engativá	Supermercados de Barrio y un supermercado de gran superficie	Propia y Tercerizada	No	20 minutos	El productor realiza la recolección y reposición directa del producto caducado al supermercado	El productor realiza la recolección y reposición directa del producto devuelto por mala calidad al supermercado

<b>Empresa</b>	<b>Comercialización</b>	<b>Zona de Cobertura</b>	<b>Clientes</b>	<b>Flota</b>	<b>Intermediación</b>	<b>Tiempo promedio de abastecimiento al supermercado</b>	<b>Política de devoluciones por caducidad</b>	<b>Política de Devoluciones por Calidad</b>
PYME 3	Propia	Kennedy, Fontibón y Engativá	Supermercados de Barrio	Propia	No	10 minutos	El productor realiza la recolección y reposición directa del producto caducado al supermercado	El productor realiza la recolección y reposición directa del producto devuelto por mala calidad al supermercado

*Nota: Elaboración propia*

Los datos relevantes de acuerdo con la descripción de cada una de las PYMES destacan que en gran medida asumen la responsabilidad de realizar la distribución completa y las devoluciones. Sin embargo, existen casos como el de la PYME 1 en donde se ofrecen sus productos desde el punto de fábrica y son personas ajenas a la organización quienes se encargan de realizar la distribución. Se destaca, que la cobertura de este tipo de empresas abarca sectores de la ciudad, donde se encuentra la mayor densidad poblacional que es en los estratos del 1 al 3. Las PYMES se caracterizan en ofrecerle al cliente reposición de productos caducados, realizándolo con flota propia o tercerizada. La atención al cliente tiene en promedio una duración de 45 minutos, donde se tiene en cuenta, el tiempo para tomar el pedido del cliente, el abastecimiento, y el tiempo de traslado entre los diferentes clientes.

### *Análisis descriptivo de la encuesta*

Los siguientes resultados de la encuesta, fueron realizados con la aplicación del cuestionario a habitantes de la ciudad de Bogotá. (Ver anexo 1)

En la primera sección de la encuesta, donde se define el perfil socioeconómico del consumo de pan, se encontraron las siguientes observaciones:

Ítem 1 ¿De las siguientes opciones, Estrato socio económico donde vive?

### **Figura 2**

*Estrato socioeconómico de la población encuestada*



*Nota:* Elaboración propia

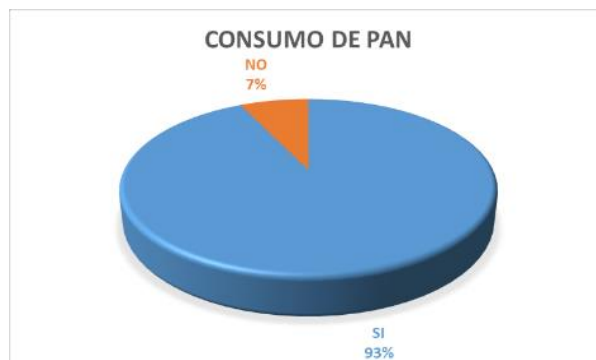
- Estrato socio económico:

Se observa en la Figura 2. Estrato socio económico, el 32,1% de los encuestados se clasificaron como pertenecientes al estrato 3, aspecto influyente para inferir en qué estrato puede estar concentrado el consumo del pan en la ciudad de Bogotá y analizar su logística de distribución.

## Ítem 2 ¿En su hogar consumen pan?

### Figura 3

*Consumo de pan en los hogares*



*Nota:* Elaboración propia

- Consumo de pan en los hogares bogotanos:

Según la Figura 3, el 92,7% de los encuestados afirman que consumen pan en su hogar, lo cual se puede contrastar en el documento de investigación de Sandra Garcia en el año (2016) – “La gestión del marketing frente a las nuevas tendencias de consumo: el caso de los productos de panadería en Bogotá”, Bogotá tiene el mayor consumo de pan en Colombia.

En la segunda sección de la encuesta, se define como es el comportamiento del consumo de pan de los ciudadanos de Bogotá, donde se encontraron las siguientes observaciones:

## Ítem 3 ¿Qué influye en la compra del pan?

### Figura 4

*Que influye en el momento de la compra de pan*



*Nota:* Elaboración propia

- Influencia en el momento de la compra del pan:

Se observa en la Figura 4. Que influye en el momento de la compra de pan, el 84,8% de los encuestados respondieron que la calidad, evidenciando que los consumidores buscan adquirir un pan de calidad.

Ítem 4 ¿Qué tipo de pan consume?

### Figura 5

*Tipo de pan consumido en los hogares*



*Nota:* Elaboración propia

- Tipo de pan consumido

Se observa en la Figura 5. Tipo de pan consumido en los hogares, que el 60,7% de los encuestados respondieron que consumen ambos tipos de pan, de tal manera que, en los hogares de Bogotá, consumen pan industrial y pan caliente durante la semana.

En la segunda sección de la encuesta, se encuentra como es la accesibilidad y preferencia de los consumidores bogotanos de pan, por medio de las siguientes observaciones:

Ítem 5 ¿Tiene acceso cercano para comprar pan industrial de su gusto? (tiendas cercanas)



### Figura 6

*Tiene fácil acceso para comprar pan industrial de su gusto*



*Nota:* Elaboración propia

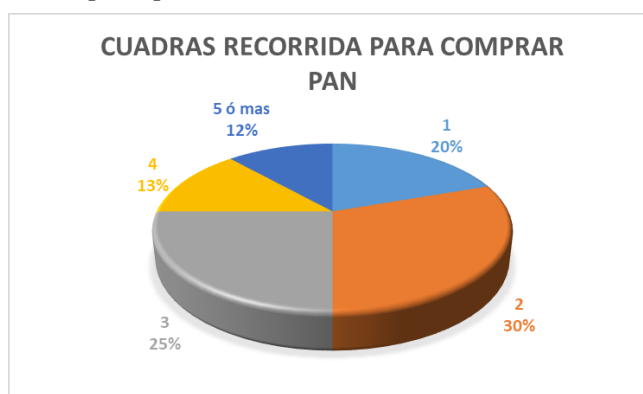
- Acceso para comprar pan

Se observa en la Figura 6. Tiene fácil acceso para comprar pan industrial de su gusto, el 94% de los encuestados respondieron que SI tienen fácil acceso.

Ítem 6 ¿Cuántas cuadras camina para adquirir el pan?

### Figura 7

*Cuadras recorridas para comprar pan*



*Nota:* Elaboración propia

- Distancia para comprar pan

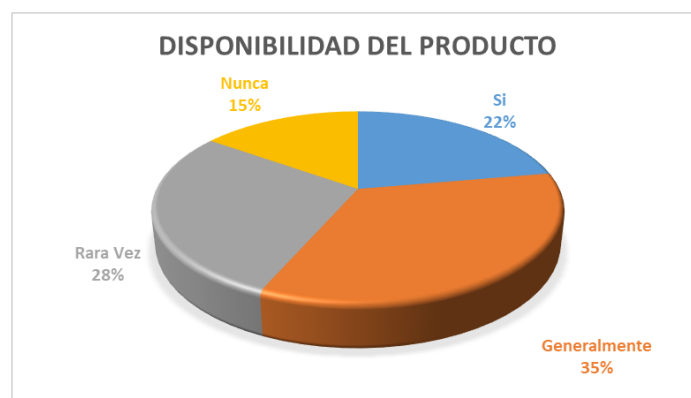
Se observa en la Figura 7. Cuadras recorridas para comprar pan, el 70 % de los encuestados respondieron que caminan máximo 3 cuadras para adquirir el pan de su gusto. El resultado de

esta pregunta permite evidenciar que hay una amplia atención y oferta del pan industrial en las diferentes tiendas.

Ítem 7 ¿Dónde usted compra el pan, hay disponibilidad del producto?

### Figura 8

*Disponibilidad del producto cuando lo va a adquirir*



*Nota:* Elaboración propia

- Disponibilidad de pan al momento de comprar

De acuerdo con los resultados de la Figura 8. Disponibilidad del producto cuando lo va a adquirir, más del 95% de los encuestados respondieron que si encuentran disponibilidad del pan que van a adquirir.

### Resultado del Cuestionario

Se puede demostrar que hay un alto consumo de pan industrial en los hogares bogotanos, en especial en el estrato 3, donde la calidad es el factor que influye para su compra. También se observó que, aunque los consumidores del pan tienen fácil acceso al momento de querer conseguirlo, tienen que recorrer al menos 3 cuadras y no siempre pueden conseguir el pan de su preferencia al momento que desean comprarlo, por tanto, tomando en consideración el análisis cualitativo del cuestionario y el estudio del estado del arte, dichas afirmaciones dejaron ver la necesidad de tener un mejor modelo de distribución del pan, para lo cual este proyecto de grado puede contribuir a mitigar esta falencia y lograr tener 100% cubiertas las tiendas de este alimento para su consumo.

## **Resultados del objetivo 2. Analizar las consideraciones del enfoque VMI y su aplicación en la distribución del pan industrial.**

A fin de desarrollar el segundo objetivo del presente trabajo “Analizar las consideraciones del enfoque VMI y su aplicación en la distribución del pan industrial” se realizó una investigación de documentos descritos en el capítulo de Marco Teórico de esta investigación, acompañado de una investigación de campo, cuyos resultados fueron desarrollados en el apartado anterior.

### ***Consideraciones del enfoque VMI***

Un modelo de negocio debe generar valor para una organización y tiene como finalidad generar sostenibilidad en el tiempo, para lo cual debe apoyarse en modelos de cooperación entre sus socios o aliados estratégicos, que busque la integración de sus procesos por medio de tecnologías, información, entre otros. Dentro de esas estrategias de modelos de cooperación, se encuentra el Vendor Management Inventory – VMI - cuyo objetivo es lograr cadenas de suministro más eficientes, donde el reabastecimiento debe ser gestionado por el proveedor con información del cliente.

De acuerdo con la información recolectada se elaboran las tablas de la 2 a la 7, para presentar los lineamientos del VMI:

**Tabla 2***Lineamientos del VMI parte 1 de 5*

<b>Lineamiento</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Meta</b>
Definición de roles y responsabilidades, que mejoren la relación cliente – proveedor, con políticas claras de información entre las partes.	Compartir la información de las ventas que tiene el cliente en tiempo real	<p>El cliente debe registrar las ventas diariamente</p> <p>El cliente le delega la responsabilidad del abastecimiento al proveedor.</p> <p>El proveedor debe tener un sistema de información que es alimentado del registro de las ventas del cliente en tiempo real.</p> <p>El proveedor debe crear alarmas de desabastecimiento del cliente</p>	Tener registro verídico del movimiento de inventarios que tiene el cliente a fin de generar reportes

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 3***Lineamientos del VMI parte 2 de 5*

<b>Lineamiento</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Meta</b>
Generación en tiempo real de reportes de ventas y existencia del producto	Minimizar los índices de productos devueltos por caducidad	<p>El cliente genera reportes históricos del movimiento de inventario por medio de las ventas registradas en tiempo real .</p> <p>El proveedor establece el mínimo de stock, para cada uno de los clientes, con la finalidad generen alarmas tempranas para evitar desabastecimiento</p> <p>El cliente debe tener por lo menos un abastecimiento en la semana, con un pedido mínimo de 40kg</p> <p>El proveedor le genera una alarma al cliente que en 3 días no va a tener producto y genera una orden de abastecimiento que el cliente autoriza para convertirse en una orden compra y este, realizar el despacho</p>	Abastecimiento automático del producto

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 4***Lineamientos del VMI parte 3 de 5*

<b>Lineamiento</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Meta</b>
Clusterización - Categorizar la información del consumidor	Realizar la georreferenciación de los clientes	<p>Se registran los clientes, con los siguientes datos: razón social, ubicación y cantidad mínima a abastecer</p> <p>Por medio de la herramienta Google Maps, se ubican las direcciones de los clientes, determinando las distancias entre ellos y la planta de producción.</p> <p>El proveedor determina la zona que va a abastecer de acuerdo a las alarmas.</p>	Tener ubicación de los clientes y dividirlos por zonas

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 5***Lineamientos del VMI parte 4 de 5*

<b>Lineamiento</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Meta</b>
Generación de una estrategia de distribución	Distribuir el producto en el menor tiempo y costo posible, entre todos los clientes de la zona	<p>El proveedor abastece como mínimo 40Kg al cliente. La cantidad a abastecer la determina el histórico de ventas que tiene el cliente.</p> <p>El proveedor asigna el vehículo que esté disponible, para abastecer mínimo 10 clientes y puede transportar una carga máxima, de acuerdo a las especificaciones del vehículo.</p> <p>El proveedor por medio de un modelo VRP, garantizara realizar el abastecimiento requerido a los clientes que se programan para ese día.</p> <p>El proveedor tendrá un reporte en tiempo real del abastecimiento durante el día – Hora de Salida y de Entrada al Nodo Cliente, por medio del ingreso de inventario en el sistema del cliente.</p> <p>El proveedor afianza el trabajo colaborativo con el cliente gracias a la articulación correcta de los lineamientos del VMI</p>	Encontrar la ruta más corta en un recorrido de abastecimiento

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 6***Lineamientos del VMI parte 5 de 5*

Lineamiento	Objetivo	Actividades	Meta
Creación de indicadores	Realizar mediciones que ayuden a mejorar los procesos	Identificación de los objetivos a medir Se establecen los rangos de medición Se construyen las formulas Se diseñan los indicadores	Cumplir con los rangos de aceptación

*Nota:* Elaboración Propia, Indicadores

De acuerdo con el lineamiento explicado en la tabla 6, parte 5 de 5, se encuentra la propuesta de indicadores que ayuden a tener parámetros de medición y control del proceso de configuración de distribución bajo el enfoque VMI en la tabla 7

**Tabla 7***Indicadores de rangos mínimos de aceptación*

Indicador	Periodicidad	Objetivo	Formula	Unid	Rango de aceptación
1. Entregas de pedidos en el día	Diario	Nro. de pedidos que se entregan en los tiempos establecidos	$\frac{\text{Entregas Realizadas}}{\text{Total de Entregas}}$	%	Mayor al 80%
2. Costo del combustible en el transporte	Diario	Medir el costo del kilómetro recorrido	$\frac{\text{Costo total de transporte}}{\text{Kilometros recorridos}}$	Pesos	No aplica* este valor es solo por tener las referencias de costos de distribución.
3. Capacidad Utilizada del vehículo	Diario	Medir el % de la capacidad utilizada por el vehículo para abastecer a los clientes	$\frac{\text{Peso transportado}}{\text{Peso del vehiculo}}$	%	Mayor al 80%

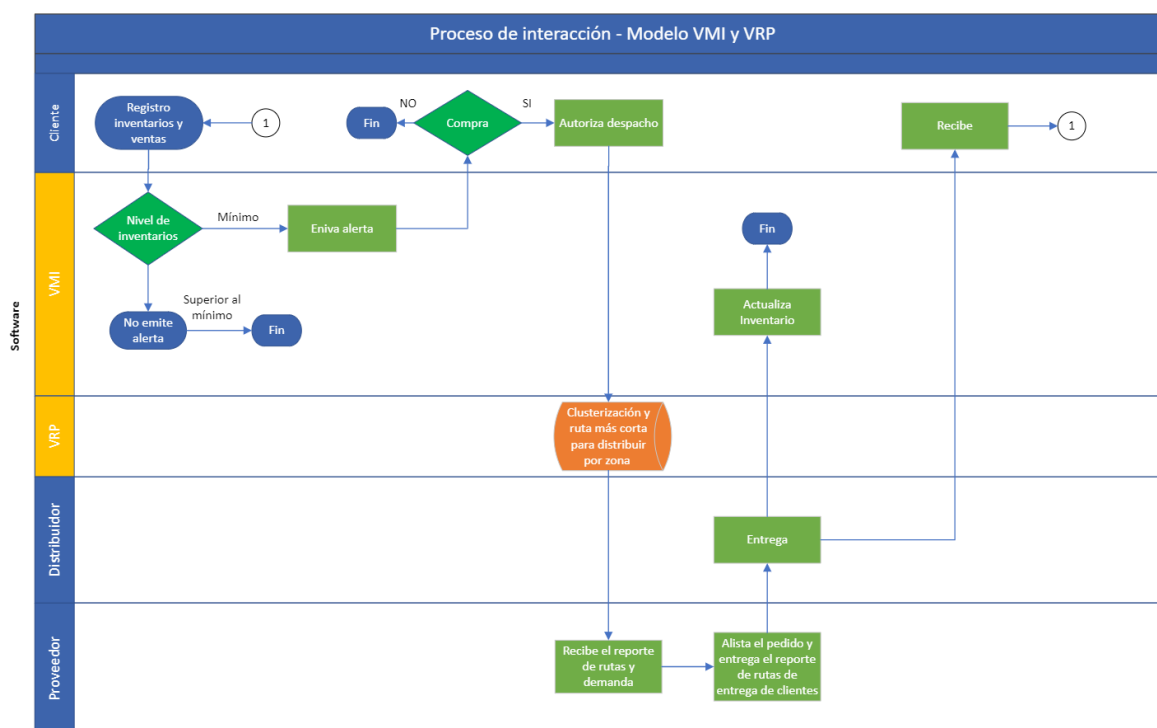
*Nota:* Elaboración Propia, Indicadores



En la figura 9, se puede observar el resumen de la interacción del proveedor, distribuidor y el cliente, por medio de las herramientas VMI articulada con VRP para la distribución del pan industrial, que se desarrollaron en este apartado, en las cuales el tener información disponible y en tiempo real del movimiento de los inventarios, junto con la cantidad mínima para abastecer, se despliegan acciones de respuesta rápida para abastecer en el menor tiempo posible. El cliente al tener un medio de comunicación con el proveedor, alimenta el inventario, el cual genera un reporte de movimiento de ventas, que se traduce en stock, el cual dentro de un modelo llamado VMI podrá observar cuando llega a su mínimo y solicitar el pedido de manera automática a su proveedor, a su vez esta información alimenta al módulo llamado VRP, con el cual se parametrizan las ubicaciones de los clientes y hace un reporte de ruteo para que se distribuya el pan en las menores distancias entre los clientes, este reporte es tomado por el proveedor, quien lo entrega al distribuidor para indicarle las rutas de entrega y este las siga para realizar una distribución más rápida y efectiva, siendo un proceso cíclico y de mejora.

**Figura 9**

*Flujograma del proceso*



*Nota.* Elaboración Propia

### **Resultados del objetivo 3. Formular una configuración de distribución derivada del modelo VRP para el pan industrial.**

El plan de actividades desarrollado en los resultados del objetivo anterior, permiten tener un enfoque de VMI de colaboración entre el cliente y el proveedor, al manejar un inventario establecido para su distribución, que junto con el estudio realizado en la encuesta y la información pública distrital de la estratificación de la ciudad de Bogotá, se realizó la identificación de variables y parámetros, que permitieron configurar la distribución del pan industrial, aplicando una estructura VRP de ruteo conceptual, que se mostrara a continuación:

#### ***Formulación conceptual de la estructura VRP***

Un modelo VRP describe el diseño de rutas más cortas, para una configuración de distribución que ayude a optimizar el enfoque VMI propuesto en este trabajo de investigación y que se describió en el apartado anterior

Para la formulación conceptual del modelo, se realizó una adaptación del modelo presentado por (Toth & Vigo, 2002), donde se establecieron las Variables (Ver tabla 4), Parámetros (Ver tabla 3), Índices (Ver tabla 2), Función Objetivo (Ecuación 1) y Restricciones (Ecuaciones 2 a la 6), así como los lineamientos propios que se deseen aplicar, de acuerdo con el área de negocio, que, en este caso, se aplicaron al sector panadero y dando un caso aplicado que ayude a la comprensión de su aplicación, como se muestra a continuación:

**Tabla 8**

*Subíndices*

<b>Nombre de los subíndices</b>	<b>Descripción de los subíndices</b>
i	Origen
j	Destino

*Nota:* Elaboración Propia, parámetros del modelo

**Tabla 9***Parámetros*

<b>Parámetros</b>	<b>Descripción de los parámetros</b>
D (i, j)	Distancia en km desde origen (i) al destino (j)
Dem (i)	Demanda del cliente (i)
Cap	Capacidad del vehículo

*Nota:* Elaboración Propia, parámetros del modelo

**Tabla 10***Variables*

<b>Variables</b>	<b>Descripción de Variables</b>
X (i, j)	Variable Binaria en la matriz que asigna el valor de 1 cuando decide tomar la ruta (i, j) y 0 cuando no toma la ruta.
Y(i,j)	Cantidad de unidades que va en el vehículo del nodo i al nodo j

*Nota:* Elaboración Propia, Variables del modelo

*Función objetivo: Minimizar la distancia recorrida para abastecer X cantidad de clientes*

$$\text{Min } Z = \sum_i^n \sum_j^n D_{ij} * X_{ij} \forall i, \dots, I, j \dots J \quad (1)$$

La ecuación [1] es la función objetivo del problema minimizar la distancia recorrida para abastecer desde el origen hasta el destino, donde se incluye la variable binaria para asignar si realiza la visita al cliente o no, de acuerdo con la distancia.

### **Restricciones**

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1; \forall i = 0,1,2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ji} = 1; \forall i = 0,1,2, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{ji} - \sum_{j=1}^n Y_{ij} = Dem_i; \forall i = 0,1,2, \dots, n \quad (4)$$

$$Cap * X_{ij} \geq Y_{ij} \geq 0; \forall j = 0,1,2, \dots, n \quad (5)$$

$$X_{ij} = \{0,1\} \forall i, j \in n \quad (6)$$

La ecuación (2) y (3) Obliga a que el vehículo salga del centro de distribución y visite a todos los clientes solo una vez y regrese al centro de distribución. La restricción (4) hace un balance de las unidades que transporta frente a las unidades que deja al cliente, que debe ser igual a la demanda del cliente. La restricción (5) restringe a la capacidad del vehículo, la cual debe ser mayor e igual a la cantidad de unidades que transporta el vehículo y que a su vez debe ser mayor que cero y finalmente la restricción (6) señala que la variable de decisión  $X_{ij}$  debe ser binaria.

### ***Características del problema de ruteo VRP para la aplicación del caso de estudio del sector panadero***

- La función objetivo estará en kilómetros porque se conocen las distancias entre los clientes y centro de distribución
- Los vehículos se ubican inicialmente en el centro de distribución donde inicia el recorrido a cada uno de los clientes y finalmente regresan al centro de distribución.
- La máxima capacidad para repartir en el recorrido está determinada por la capacidad del vehículo
- De acuerdo con la restricción vehicular en Bogotá, pueden transitar vehículos de placa publica con capacidad de carga hasta 7 toneladas, durante las 24 horas

- La suma de la capacidad de los diferentes vehículos es mayor o igual a la suma de las demandas de todos los clientes
- El costo de la ruta depender inicialmente de distancia, consumo de combustible u otros, sin embargo, el propósito siempre será minimizarlo.
- Determinar la cantidad de unidades que va a cargar cada uno de los vehículos y cuál será su ruta de abastecimiento.
- Con los resultados obtenidos del modelo de ruteo, se verifica el cumplimiento de los indicadores propuestos en el VMI

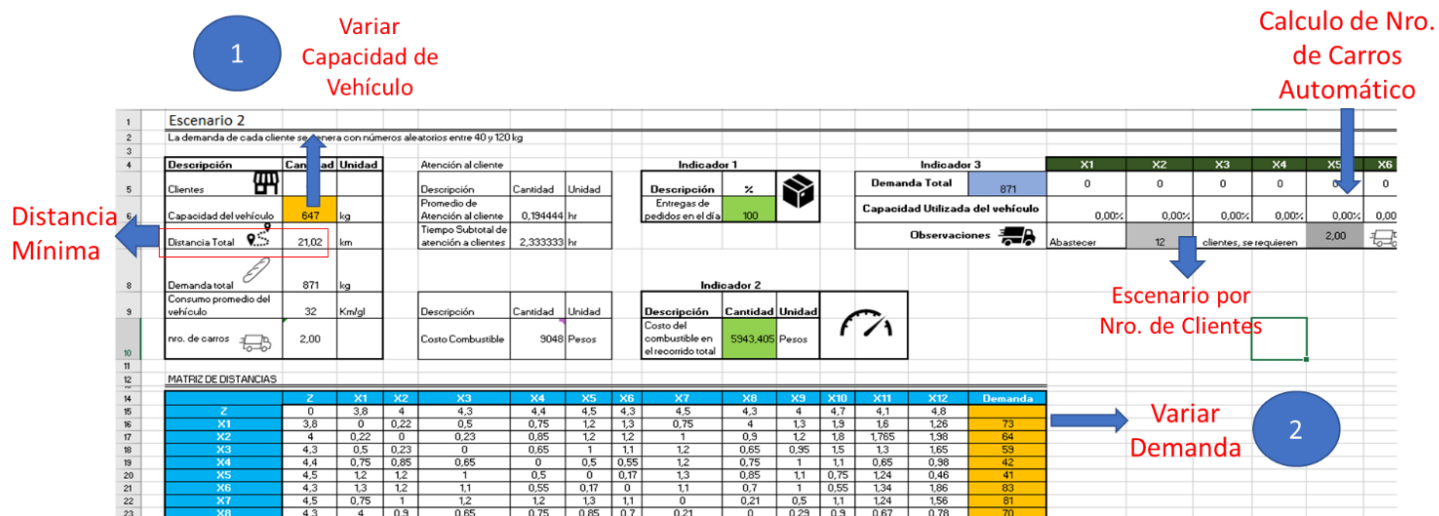
### ***Formulación de una configuración de distribución VRP en un caso de estudio y análisis de sensibilidad***

Al aplicar la formulación conceptual de distribución VRP, se realizó un análisis de cinco escenarios desarrollados en el Anexo 4, utilizando la herramienta Open Solver en Excel, con el fin de modificar las variables de estudio para el diseño de una solución inicial de distribución para el sector panadero.

A continuación, en la figura 10 se puede ver la visual de la corrida de un escenario, el cual varía de acuerdo con el número de clientes y los datos a modificar, los cuales son “*la capacidad del vehículo*” y “*las demandas de cada uno de los clientes*”, señaladas en color amarillo. Así mismo se pueden ver los cálculos automáticos de las distancias mínimas y los resultados de los indicadores del VMI, que se muestran en la figura 11.

**Figura 10**

*Visual de escenario*



*Nota:* Elaboración propia

La configuración del VRP, se corrió en cada escenario aumentando la cantidad de clientes en 20%, 30%, 40% y 50%, respectivamente, donde la asignación de la demanda de cada cliente se obtuvo por medio de la generación de números aleatorios entre 40 y 120 (valores en kg), incluyendo distancias estimadas para cada uno de los clientes y el punto de distribución, con diferentes capacidades del vehículo y los indicadores propuestos en el VMI, que impactan directamente en la solución.

Por medio de los resultados de la caracterización del comportamiento de distribución de las PYMES desarrolladas en el objetivo 1, se propone articulado al enfoque VMI, una herramienta que le permitirá al sector panificador PYME, optimizar las rutas a recorrer para satisfacer la totalidad de la demanda de los clientes en los diferentes sectores de Bogotá, donde minimiza el costo de transporte, de acuerdo con las restricciones de capacidad de los vehículos y número de camiones que se requieren para satisfacer la demanda de los clientes. Esta herramienta les permitirá a los gerentes de las PYMES ingresar los parámetros principales como

lo son la cantidad de clientes a atender, sus ubicaciones de acuerdo con la ubicación del centro de distribución, para encontrar la solución óptima de distribución.

Para la validez de la configuración propuesta, esta se realizó en 3 etapas o fases:

1) Se realiza la propuesta del modelo de programación lineal, donde se tienen en cuenta cada una de las restricciones antes expuestas como lo son la demanda de los clientes y capacidades de los vehículos.

2) Se generan números aleatorios para las demandas de los clientes; estos números están entre el rango de 40 y 120 (unidades en kg), y adicional se varia la capacidad del vehículo a libertad. Estas variables se tienen en cuenta dentro de las restricciones del modelo propuesto.

3) De acuerdo con los valores asignados en el ítem anterior, la última etapa o fase, se realiza por medio de OPENSOLVER, herramienta de Excel, para que tengan fácil acceso las PYMES a esta configuración, cuya corrida varía en tiempo de acuerdo con la cantidad de variables y dará como resultado la opción óptima de distribución para que se desplacen los vehículos (ver Anexo 4).

En el desarrollo de los escenarios, se corre la configuración de distribución propuesta, cuyos datos distancias (tomadas de acuerdo con Google Maps) se pueden observar en las tablas de la 11 a la 15. En la tabla 16 se muestra la descripción del cliente (variable).

**Tabla 11**

*Las distancias en km (kilómetros) escenario 1*

Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
Z	0	3,8	4	4,3	4,4	4,5	4,3	4,5	4,3	4	4,7
X1	3,8	0	0,22	0,5	0,75	1,2	1,3	0,75	4	1,3	1,9
X2	4	0,22	0	0,23	0,85	1,2	1,2	1	0,9	1,2	1,8
X3	4,3	0,5	0,23	0	0,65	1	1,1	1,2	0,65	0,95	1,5
X4	4,4	0,75	0,85	0,65	0	0,5	0,55	1,2	0,75	1	1,1
X5	4,5	1,2	1,2	1	0,5	0	0,17	1,3	0,85	1,1	0,75
X6	4,3	1,3	1,2	1,1	0,55	0,17	0	1,1	0,7	1	0,55
X7	4,5	0,75	1	1,2	1,2	1,3	1,1	0	0,21	0,5	1,1
X8	4,3	4	0,9	0,65	0,75	0,85	0,7	0,21	0	0,29	0,9
X9	4	1,3	1,2	0,95	1	1,1	1	0,5	0,29	0	0,85
X10	4,7	1,9	1,8	1,5	1,1	0,75	0,55	1,1	0,9	0,85	0

Descripción	Cantidad	Unidad
Cientes	10	un
Capacidad	550	kg

Nota: Elaboración Propia, Escenario 1

**Tabla 12**

*Las distancias en km (kilómetros) escenario 2*

	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
Z	0	3,8	4	4,3	4,4	4,5	4,3	4,5	4,3	4	4,7	4,1	4,8
X1	3,8	0	0,22	0,5	0,75	1,2	1,3	0,75	4	1,3	1,9	1,6	1,26
X2	4	0,22	0	0,23	0,85	1,2	1,2	1	0,9	1,2	1,8	1,765	1,98
X3	4,3	0,5	0,23	0	0,65	1	1,1	1,2	0,65	0,95	1,5	1,3	1,65
X4	4,4	0,75	0,85	0,65	0	0,5	0,55	1,2	0,75	1	1,1	0,65	0,98
X5	4,5	1,2	1,2	1	0,5	0	0,17	1,3	0,85	1,1	0,75	1,24	0,46
X6	4,3	1,3	1,2	1,1	0,55	0,17	0	1,1	0,7	1	0,55	1,34	1,86
X7	4,5	0,75	1	1,2	1,2	1,3	1,1	0	0,21	0,5	1,1	1,24	1,56
X8	4,3	4	0,9	0,65	0,75	0,85	0,7	0,21	0	0,29	0,9	0,67	0,78
X9	4	1,3	1,2	0,95	1	1,1	1	0,5	0,29	0	0,85	1,4	1,24
X10	4,7	1,9	1,8	1,5	1,1	0,75	0,55	1,1	0,9	0,85	0	1,8	1,75
X11	4,1	1,6	1,765	1,3	0,65	1,24	1,34	1,24	0,67	1,4	1,8	0	1,86
X12	4,8	1,26	1,98	1,65	0,98	0,46	1,86	1,56	0,78	1,24	1,75	1,86	0

Descripción	Cantidad	Unidad
Cientes	12	un
Capacidad	647	kg

Nota: Elaboración Propia, Escenario 2



**Tabla 13***Las distancias en km (kilómetros) escenario 3*

Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	
Z	0	3,8	4	4,3	4,4	4,5	4,3	4,5	4,3	4	4,7	4,1	4,8	5,1
X1	3,8	0	0,22	0,5	0,75	1,2	1,3	0,75	4	1,3	1,9	1,6	1,26	1,8
X2	4	0,22	0	0,23	0,85	1,2	1,2	1	0,9	1,2	1,8	1,765	1,98	2,5
X3	4,3	0,5	0,23	0	0,65	1	1,1	1,2	0,65	0,95	1,5	1,3	1,65	0,8
X4	4,4	0,75	0,85	0,65	0	0,5	0,55	1,2	0,75	1	1,1	0,65	0,98	0,54
X5	4,5	1,2	1,2	1	0,5	0	0,17	1,3	0,85	1,1	0,75	1,24	0,46	0,56
X6	4,3	1,3	1,2	1,1	0,55	0,17	0	1,1	0,7	1	0,55	1,34	1,86	0,56
X7	4,5	0,75	1	1,2	1,2	1,3	1,1	0	0,21	0,5	1,1	1,24	1,56	2,8
X8	4,3	4	0,9	0,65	0,75	0,85	0,7	0,21	0	0,29	0,9	0,67	0,78	0,34
X9	4	1,3	1,2	0,95	1	1,1	1	0,5	0,29	0	0,85	1,4	1,24	1,35
X10	4,7	1,9	1,8	1,5	1,1	0,75	0,55	1,1	0,9	0,85	0	1,8	1,75	2
X11	4,1	1,6	1,765	1,3	0,65	1,24	1,34	1,24	0,67	1,4	1,8	0	1,86	0,54
X12	4,8	1,26	1,98	1,65	0,98	0,46	1,86	1,56	0,78	1,24	1,75	1,86	0	0,98
X13	5,1	1,8	2,5	0,8	0,54	0,56	0,56	2,8	0,34	1,35	2	0,54	0,98	0

Descripción	Cantidad	Unidad
Cientes	13	un
Capacidad	700	kg

*Nota:* Elaboración Propia, Escenario 3

**Tabla 14***Las distancias en km (kilómetros) escenario 4*

	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
Z	0	3,8	4	4,3	4,4	4,5	4,3	4,5	4,3	4	4,7	4,1	4,8	5,1	4,6
X1	3,8	0	0,22	0,5	0,75	1,2	1,3	0,75	4	1,3	1,9	1,6	1,26	1,8	1,26
X2	4	0,22	0	0,23	0,85	1,2	1,2	1	0,9	1,2	1,8	1,765	1,98	2,5	1,65
X3	4,3	0,5	0,23	0	0,65	1	1,1	1,2	0,65	0,95	1,5	1,3	1,65	0,8	0,98
X4	4,4	0,75	0,85	0,65	0	0,5	0,55	1,2	0,75	1	1,1	0,65	0,98	0,54	0,76
X5	4,5	1,2	1,2	1	0,5	0	0,17	1,3	0,85	1,1	0,75	1,24	0,46	0,56	0,87
X6	4,3	1,3	1,2	1,1	0,55	0,17	0	1,1	0,7	1	0,55	1,34	1,86	0,56	0,76
X7	4,5	0,75	1	1,2	1,2	1,3	1,1	0	0,21	0,5	1,1	1,24	1,56	2,8	0,87
X8	4,3	4	0,9	0,65	0,75	0,85	0,7	0,21	0	0,29	0,9	0,67	0,78	0,34	0,87
X9	4	1,3	1,2	0,95	1	1,1	1	0,5	0,29	0	0,85	1,4	1,24	1,35	0,87
X10	4,7	1,9	1,8	1,5	1,1	0,75	0,55	1,1	0,9	0,85	0	1,8	1,75	2	0,8
X11	4,1	1,6	1,765	1,3	0,65	1,24	1,34	1,24	0,67	1,4	1,8	0	1,86	0,54	0,98
X12	4,8	1,26	1,98	1,65	0,98	0,46	1,86	1,56	0,78	1,24	1,75	1,86	0	0,98	0,87
X13	5,1	1,8	2,5	0,8	0,54	0,56	0,56	2,8	0,34	1,35	2	0,54	0,98	0	1,98
X14	4,6	1,26	1,65	0,98	0,76	0,87	0,76	0,87	0,87	0,87	0,8	0,98	0,87	1,98	0

Descripción	Cantidad	Unidad
Cientes	14	un
Capacidad	750	kg

*Nota: Elaboración Propia, Escenario 4***Tabla 15***Las distancias en km (kilómetros) escenario 5*

	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
Z	0	3,8	4	4,3	4,4	4,5	4,3	4,5	4,3	4	4,7	4,1	4,8	5,1	4,6	5,9
X1	3,8	0	0,22	0,5	0,75	1,2	1,3	0,75	4	1,3	1,9	1,6	1,26	1,8	1,26	1,35
X2	4	0,22	0	0,23	0,85	1,2	1,2	1	0,9	1,2	1,8	1,765	1,98	2,5	1,65	1,567
X3	4,3	0,5	0,23	0	0,65	1	1,1	1,2	0,65	0,95	1,5	1,3	1,65	0,8	0,98	1,2
X4	4,4	0,75	0,85	0,65	0	0,5	0,55	1,2	0,75	1	1,1	0,65	0,98	0,54	0,76	1,43
X5	4,5	1,2	1,2	1	0,5	0	0,17	1,3	0,85	1,1	0,75	1,24	0,46	0,56	0,87	0,9
X6	4,3	1,3	1,2	1,1	0,55	0,17	0	1,1	0,7	1	0,55	1,34	1,86	0,56	0,76	0,87
X7	4,5	0,75	1	1,2	1,2	1,3	1,1	0	0,21	0,5	1,1	1,24	1,56	2,8	0,87	0,95
X8	4,3	4	0,9	0,65	0,75	0,85	0,7	0,21	0	0,29	0,9	0,67	0,78	0,34	0,87	0,9
X9	4	1,3	1,2	0,95	1	1,1	1	0,5	0,29	0	0,85	1,4	1,24	1,35	0,87	0,96

<b>X10</b>	4,7	1,9	1,8	1,5	1,1	0,75	0,55	1,1	0,9	0,85	0	1,8	1,75	2	0,8	1,123
<b>X11</b>	4,1	1,6	1,765	1,3	0,65	1,24	1,34	1,24	0,67	1,4	1,8	0	1,86	0,54	0,98	1,25
<b>X12</b>	4,8	1,26	1,98	1,65	0,98	0,46	1,86	1,56	0,78	1,24	1,75	1,86	0	0,98	0,87	0,96
<b>X13</b>	5,1	1,8	2,5	0,8	0,54	0,56	0,56	2,8	0,34	1,35	2	0,54	0,98	0	1,98	2,5
<b>X14</b>	4,6	1,26	1,65	0,98	0,76	0,87	0,76	0,87	0,87	0,87	0,8	0,98	0,87	1,98	0	1,56
<b>X15</b>	5,9	1,35	1,567	1,2	1,43	0,9	0,87	0,95	0,9	0,96	1,123	1,25	0,96	2,5	1,56	0

Descripción	Cantidad	Unidad
Clientes	15	un
Capacidad	800	kg

**Tabla 16***Descripción de Variables*

Variable	Descripción
Z	Centro de distribución
X1	Cliente 1
X2	Cliente 2
X3	Cliente 3
X4	Cliente 4
X5	Cliente 5
X6	Cliente 6
X7	Cliente 7
X8	Cliente 8
X9	Cliente 9
X10	Cliente 10
X11	Cliente 11
X12	Cliente 12
X13	Cliente 13
X14	Cliente 14
X15	Cliente 15

*Nota:* Elaboración Propia, descripción de variables

## Resultados

En la imagen 11, se presentan el resumen de los resultados obtenidos de los 5 escenarios, donde se señala los parámetros que varían por cada escenario para obtener las distancias mínimas para abastecer a los diferentes clientes, dato que se requiere para el cálculo de los indicadores desarrollados en el objetivo 2 de este estudio.

**Figura 11**

### Indicadores

Descripción		Escenarios				
		Escenario 1 10 clientes	Escenario 2 12 clientes	Escenario 3 13 clientes	Escenario 4 14 clientes	Escenario 5 15 clientes
<b>Capacidad del vehículo (kg)</b>		550,00	647,00	700,00	550,00	800,00
<b>Demanda de los clientes (kg)</b>		699,00	871,00	944,00	1096,00	1086,00
<b>Distancia optima (km)</b>		19,75	21,02	21,45	23,24	22,30
<b>Indicador 1 Entregas de pedidos en el día (%)</b>		✔ 100,00	✔ 100,00	✔ 100,00	✔ 100,00	✔ 100,00
<b>Indicador 2 Costo del combustible en el transporte (\$)</b>		5105,66	5943,41	5391,10	8411,02	7206,09
<b>Indicador 3 Capacidad Utilizada del vehículo (%)</b>	<b>Vehículo 1</b>	✘ 41,27	✔ 81,61	⚠ 60,14	✔ 100,00	✘ 38,50
	<b>Vehículo 2</b>	✔ 85,82	✘ 53,01	⚠ 74,71	✔ 99,27	✔ 97,25

Como se puede evidenciar en la imagen anterior, la articulación del enfoque VMI y la configuración VRP permiten a las PYMES no solo del sector panadero, tener parámetros de control que garanticen una mejor gestión en sus procesos. De acuerdo al análisis de sensibilidad de parámetros en los diferentes escenarios, se observa que se puede cumplir al 100% las entregas y bajar los costos de combustible de acuerdo a las distancias mínimas a recorrer, por otro lado, también se evidencia que la capacidad de los vehículos no es cubierta en su totalidad, es debido a que las demandas y las distancias pueden variar, para ello se estableció como parámetro aceptable al menos un 80% de capacidad del vehículo, dando como resultado en el 50% de los casos, cumplieron este indicador.

Es importante tener en cuenta que la configuración propuesta no incluyó ventanas de tiempo, porque a pesar de que se tienen estadísticas de movilidad en Bogotá, donde un vehículo en promedio recorre 28 km/hr, se presentan picos de movilidad donde para recorrer 2 km se puede tardar más de 1 hora.

La configuración del VRP, le permite al usuario asignar los valores de las demandas de los clientes, las distancias entre clientes y su centro de distribución, capacidad del vehículo que tiene para transportar el producto, para así encontrar la ruta óptima de acuerdo con sus necesidades y variables.

El análisis de sensibilidad fue realizado incrementando el número de clientes, a fin de permitirle a la PYME analizar diferentes cambios en las variables, cómo el comportamiento que tiene la asignación del número de vehículos o rutas de acuerdo a la demanda, donde además le permita al usuario determinar los costos adicionales que tendría al no tener la capacidad de disponibilidad de vehículos y de peso; como por ejemplo si requiere un vehículo más para cumplir con las demandas de sus clientes, debería establecer si realiza la inversión de comprar un vehículo, la tercerización del transporte o simplemente adicionar el coste de horas extras para hacer una ruta adicional, resaltando que esta última es la menos recomendable. Es importante resaltar que al comprar un vehículo nuevo tiene un costo mínimo de \$67,520,000 más la documentación requerida para el rodamiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, la configuración VRP indica la cantidad de recorridos que se deben realizar para abastecer la demanda que tiene asignada, de tal manera que la PYME puede decidir si el abastecimiento lo realiza con un solo vehículo (teniendo en cuenta los tiempos de acuerdo con la experiencia) o decide enviar otro vehículo, que puede ser propio o tercerizado.

## Conclusiones

Al desarrollar el diagnóstico del sistema de distribución del pan industrial desde las plantas productoras hasta los consumidores finales de la ciudad de Bogotá, se puede determinar que las empresas PYMES son empíricas y se enfocan en abastecer los sectores de los estratos del 1 al 3, debido a es donde se concentra la mayor población de la ciudad.

Con el uso del cuestionario, se pudo demostrar que hay un alto consumo de pan industrial en los hogares Bogotanos, en especial en el estrato 3, donde la calidad es el factor que influye para su compra. También se observó que, aunque los consumidores del pan tienen fácil acceso al momento de querer conseguirlo, tienen que recorrer al menos 3 cuadras y no siempre pueden conseguir el pan de su preferencia al momento que desean comprarlo, por tanto, tomando en consideración el análisis cualitativo del mismo y el estudio del estado del arte, dichas afirmaciones dejaron ver la necesidad de tener un mejor modelo de distribución del pan, para lo cual este proyecto de grado puede contribuir a mitigar esta falencia.

Al analizar las consideraciones del enfoque VMI y su aplicación en la distribución del pan industrial, se indagó con diversos autores la aplicación del empleo de este en diversos sectores, encontrando similitudes en los lineamientos, en los cuales es prioritario realizar acuerdos de cooperación en la información de inventarios para que las entregas sean oportunas. Por otra parte, no se observó su aplicación en el sector panadero, reforzando con este trabajo, que puede ser una herramienta de utilidad para potenciar el mismo.

El diseño de una configuración de distribución bajo el enfoque VMI para el pan industrial, puede potenciarse con la combinación de una configuración VRP, que permita a las PYMES, no solo del sector panadero, tener una buena planeación para realizar la distribución de su producto, sino también les permitirá reducir distancias para la entrega de pan y su vez, reducir las devoluciones de productos perecederos, al comprar solo el producto requerido, en el momento adecuado, asimismo reduciendo los costos y espacios de almacenamiento, que pueden ser aprovechados para comprar productos de larga duración. Por lo antes descrito, se puede

afirmar que esta propuesta de combinación de modelos (VMI y VRP) puede ser replicado en distintos modelos de negocio de productos perecederos.

El trabajo presentado permite sentar los fundamentos para futuros desarrollos de software y uso extensivo de programas de ruteo en las pequeñas y medianas empresas, que contribuyan a mejorar su competitividad logística.



## Recomendaciones

Para PYMES con un modelo de negocio estructurado podrían implementar el modelo utilizando otras herramientas como Python, GAMS, R, entre otros, que permiten incluir mayor cantidad de variables, con tiempos de respuestas más rápidos. Sin embargo, se resalta que el aplicativo Open Solver es accesible para todas las PYMES, ya que es un complemento de Excel.

Este trabajo de investigación puede ampliarse al desarrollar un software con la combinación de los dos modelos propuestos (VMI y VRP) que sea de fácil comercialización y aplicabilidad para sectores PYMES de productos perecederos y poco estructurados, ya que tiene algoritmos simples de aplicar y su desarrollo no es costoso.

A partir de este proyecto se establece una puerta para desarrollar otros trabajos de grado, donde se pueda contemplar otras variables importantes como los tiempos de desplazamiento y los tiempos de entrega del producto, los cuales requieren de un trabajo de campo en estudios de tiempos y movimientos, que se pueden articular con otras investigaciones que aporten al sector.

## Bibliografía

- Conexión ESAN. (15 de 08 de 2016). *Modelos de Distribución Comercial: la clave para llegar con eficacia a los consumidores*. Obtenido de Conexión ESAN:  
<https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2016/08/15/modelos-distribucion-comercial-la-clave-para-llegar-con-eficacia-a-consumidores/>
- Alvarez, M., & Cruz, E. (12 de Diciembre de 2019). *OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS LOGÍSTICOS EN EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN*. Obtenido de Universidad Privada Del Norte - Cajamarca - Perú:  
[repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24360/Alvarez%20Cardenas%2c%20Monica%20Juliet%20-%20Cruz%20Roman%2c%20Elmer%20Roger.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24360/Alvarez%20Cardenas%2c%20Monica%20Juliet%20-%20Cruz%20Roman%2c%20Elmer%20Roger.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arango, M., Gómez, C., & Serna, C. (2017). Modelos logísticos aplicados en la distribución urbana de mercancías. *Revista EIA*, 14(28), 57-76.
- Arias, E. R. (10 de Diciembre de 2020). *Economipedia*. Obtenido de  
<https://economipedia.com/definiciones/investigacion-de-campo.html>
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación, Introducción a la metodología científica*. Caracas, Venezuela: EDITORIAL EPISTEME.
- Avendaño, D. (25 de 11 de 2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE RUTAS DEL PROVEEDOR TRANSPORTES Y SEGUROS ESPECIALIZADOS DE LA EMPRESA SALUD TOTAL EPS-S, MEDIANTE EL MODELO MATEMÁTICO DE OPTIMIZACIÓN LINEAL DEL AGENTE VIAJERO*. Obtenido de UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA:  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32879/1/2021\\_Disen%C3%B3%20Sistema%20\\_%20rutas%20.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32879/1/2021_Disen%C3%B3%20Sistema%20_%20rutas%20.pdf)
- Azcona, Á. C. (S.F de S.F de 2016). *Importancia del consumo diario de pan para la salud*. Obtenido de ucm.es: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2016-10-12-Carbajal-pan-salud-2016.pdf>
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro*. Pearson.
- Bazgan, C., Hassin, R., & Monnot, J. (2005). Approximation algorithms for some vehicle routing problems. *Discrete Applied Mathematics*, 146, 27-42. doi:doi:10.1016/j.dam.2004.07.003
- Becerra, N., & Restrepo, V. (06 de 12 de 2015). *DISEÑO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO DE ACOPIO Y DISTRIBUCIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO PERECEDERO NO REFRIGERADO PARA EL AREA DE INFLUENCIA DEL VALLE DEL CAUCA*. Obtenido de UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE:  
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/8288/T06241.pdf;jsessionid=48DED01D303240736EE201B949F7B242?sequence=1>

- Burgos, F. S. (agosto de 2018). <https://www.esic.edu/>. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.esic.edu/esicmarket/index.php/esicm/article/download/233/480>
- Cardenas, I. (29 de 11 de 2013). *Coordinación de agentes en cadenas de suministro descentralizadas, caso de estudio sector panificador, Palmira, Valle*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52035>
- Chopra. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. Pearson.
- Estrella, E., & Cuichan, J. (3 de Febrero de 2020). *DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA LA EMPRESA RAPID SERVICE LTDA. DEL CANTÓN LATACUNGA*. Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI: <http://181.112.224.103/bitstream/27000/5928/1/T-001453.pdf>
- Golden, B., & Assad, A. (1988). *Vehicle routing : methods and studies*. New York: North-Holland: Elsevier Science Pub. Co.
- Gómez, R., Arcila, C., & Trujillo, O. (09 de Diciembre de 2020). *Distribución de última milla de sustancias peligrosas por parte de los operadores logísticos en Barbosa Antioquia*. Obtenido de Institución universitaria Esumer: <http://repositorio.esumer.edu.co/handle/esumer/2569>
- Goodman, R. (1 de Diciembre de 2005). Whatever you call it, just don't think of last-mile logistics, last. Evanston, Estados unidos, Estados unidos: Global Logistics & Supply Chain Strategies.
- Gutierrez, D. (15 de Junio de 2014). *EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE PAN Y DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES*. Obtenido de repository.javeriana.edu.co: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16078/GutierrezGomezDianaLorena2014.pdf?sequence=1>
- <https://www.carroya.com/>. (21 de 10 de 2014). *Carroya*. Obtenido de <https://www.carroya.com/noticias/notas-asesor/mecanica/cuanta-gasolina-consume-una-minivan-7-pasajeros-1998-super-carry-por-kilometro>
- Kananfleet. (26 de Septiembre de 2016). *Administrador de flotillas y activos*. Obtenido de <http://www.gnklogistica.com.mx/> : <https://administrafлотilla.com/blog/3-proyectos-que-revolucionaran-la-ultima-milla-en-logistica>
- Kantar. (2019). *Portafolio* . Obtenido de <https://www.portafolio.co/tendencias/asi-consumen-pan-los-colombianos-531490>
- LA BARRA. (2019). Entrevista a Ángela Montenegro, directora del Instituto Colombiano de Panadería y Pastelería (ICPP). *Revista la Barra*, 12-19.
- Laura Díaz-Bravo, U. T.-G.-H.-R. (16 de Septiembre de 2013). *Metodología de investigación en educación médica*. Obtenido de [scielo.org.mx](http://scielo.org.mx):

- [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009)
- Manterola, T. O. (2017). *Scielo*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Marín, L., & Meléndez, S. (06 de 12 de 2017). *Un modelo de optimización de rutas de transporte urbano en el área metropolitana de Bucaramanga con VRPTW mediante el algoritmo de optimización por enjambre de partículas evolutivo*. Obtenido de Universidad Industrial de Santander: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2017/166039.pdf>
- Martín Darío Arango Serna, W. A. (06 de 2011). *Revista de la universidad de Antioquia*. Obtenido de Revista de la universidad de Antioquia: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/13823/12261>
- Montenegro Carrascal, M. V. (s.f de s.f de 2018). *Coordinación de existencias mediante la Administración de Inventarios por VMI*. Obtenido de <https://acortar.link/lpe8QG>
- Mora, L. (2010). *Gestión Logística Integral*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Moreno, Ó. A. (2014). Gestión de compras eficientes y sostenibles: modelo para la gestión de la cadena de suministro y para romper paradigmas. *Gestión de compras eficientes y sostenibles: modelo para la gestión de la cadena de suministro y para romper paradigmas*.
- Mula, J. P. (2010). Modelos para la planificación centralizada de la producción y el transporte de la cadena de suministros: revisión.
- Murcia, J. L. (2017). Obtenido de Mercasa: [https://www.mercasa.es/media/publicaciones/233/1495532464\\_Mercasa\\_distribucion\\_y\\_consumo\\_147\\_100px.pdf](https://www.mercasa.es/media/publicaciones/233/1495532464_Mercasa_distribucion_y_consumo_147_100px.pdf)
- Navia. (14 de 07 de 2021). *restauracion colectiva*. Obtenido de restauracion colectiva: <https://www.restauracioncolectiva.com/n/sube-el-consumo-del-pan-integral-un-producto-totalmente-recomendable-para-los-escolares>
- Noguero, F. (2002). *Universidad Vuelva*. Obtenido de <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/1912/b15150434.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (S.F de S.F. de 2002). <https://www.fao.org/home/es>. Obtenido de Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos: <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0u.htm>
- Organización Mundial de la Salud . (S.F de S.F de 2003). *Food based dietary*. Obtenido de euro.who.int: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/150083/E79832.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/150083/E79832.pdf)

- PRICE, G. P. (24 de 01 de 2022). Obtenido de <https://es.globalpetrolprices.com>:  
[https://es.globalpetrolprices.com/Colombia/gasoline\\_prices/](https://es.globalpetrolprices.com/Colombia/gasoline_prices/)
- Real Academia de la Lengua Española. (13 de 04 de 2016). *Logística*. Obtenido de Real Academia de la Lengua Española: <https://dle.rae.es/log%C3%ADstico>
- Riveros, A., & Rodriguez, A. (20 de 11 de 2016). *GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE BIMBO*. Obtenido de UNIVERSIDAD DEL ROSARIO:  
<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/12668/RiverosBenitez-angela-2016.pdf?sequence=1>
- Ruíz, S., Arango, M., Serna, C., & Zapata, J. (2020). Modelo matemático para la optimización de la red de distribución de una empresa de transporte de paquetería y mensajería terrestre. *Revista DYNA*, 87(214), 248-257. doi: <http://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.84679>
- Sablón, N. A. (2015). Propuesta para la evaluación de la planificación colaborativa de la cadena de suministro.
- Sampieri. (2018). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- Sandra Patricia García Cáceres, R. L. (2016). La gestión del marketing frente a las nuevas tendencias de consumo: el caso de los productos de panadería en Bogotá. *Mercadología*, 9.
- Secretaria distrital de planeación . (2017). Obtenido de <http://www.sdp.gov.co/>:  
[http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/encuesta\\_multiproposito\\_2017\\_-\\_principales\\_resultados\\_bogota\\_region.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/encuesta_multiproposito_2017_-_principales_resultados_bogota_region.pdf)
- Sensorial. (31 de Agosto de 2016). *El Negocio Panadero en Colombia - Sectorial*. Obtenido de sectorial.co: <https://www.sectorial.co/informativa-industria-panificadora-y-de-pastas/item/52007-el-negocio-panadero-en-colombia>
- Solano Payares, C. J. (2020). Modelos de Inventario Administrado por el Vendedor (VMI): Síntesis de Investigación 2012-2017. *Revista EIA*, ISSN 1794-1237, 11-  
<http://www.scielo.org.co/pdf/eia/v17n34/2463-0950-eia-17-34-191.pdf>.
- Tapia, L. (15 de 11 de 2016). *DISEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA DE LA BERENJENA EN CÓRDOBA-COLOMBIA MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL MODELO SCOR Y EL ENFOQUE DE OPTIMIZACIÓN*. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR:  
<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0069814.pdf>
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The vehicle routing problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Transgesa. (13 de Mayo de 2020). *MODELOS DE LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN*. Obtenido de Transgesa - Tu confianza nos mueve: <https://www.transgesa.com/blog/modelos-logistica-distribucion/>

Velasco, I. E. (Abril de 2019). Obtenido de Universidad pontificia comilla:  
<https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/28727/Tfg-Encinas%20Velasco%2C%20Irene.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

www.gerencia.com. (03 de 01 de 2022). *Gerencie*. Obtenido de  
<https://www.gerencie.com/cuanto-cuesta-un-trabajador-con-salario-minimo.html>

## Anexos

### Anexo 1. Instrumento de recolección de datos (Encuesta)

#### Encuesta estudio del consumo de Pan en Bogotá

La encuesta busca identificar la tendencia del consumo de pan en los diferentes estratos socio económicos y el tipo de pan, en la ciudad de Bogotá.

#### **Estrato socio económico**

1. ¿Estrato socio económico donde vive?

Estrato 1

Estrato 2

Estrato 3

Estrato 4

Estrato 5

2. ¿En su hogar consumen pan?

Sí

No

3. ¿Qué influye en la compra del pan?

Calidad

Precio

4. ¿Qué tipo de pan consume?

Pan industrial (pan de diferentes marcas en los supermercados, tipo sándwich, mogollas)

Pan caliente (pan de una panadería tipo cafetería – recién horneado)

Ambos

#### **Accesibilidad y preferencia**

5. ¿Tiene acceso cercano para comprar pan industrial de su gusto? (tiendas cercanas)

Si

No

6. ¿Cuántas cuadras camina para adquirir el pan? \*

1

2

3

4

5 o más

7. ¿Dónde usted compra el pan, hay disponibilidad del producto?

Si

Generalmente

Rara vez

Nunca

*Nota.* Fuente: (Elaboración propia, 2021)



## Anexo 2. Etapas metodológicas

TAREA	Semestre I	Semestre II	Semestre III
<b>Marco de referencia</b>			
Definición de palabras claves			
Redacción del estado del arte			
Redacción del marco teórico			
Consolidación del marco de referencia			
<b>Metodología</b>			
Tipo de metodología			
Alcance			
Población			
Instrumentos			
Consolidación de la metodología			
Revisión de objetivos			
<b>Formulación del modelo</b>			
Definición de los supuestos			
Identificación de información necesaria			
Formulación del modelo			
Estudio de caso			
<b>Resultados</b>			
Síntesis de resultados			
Análisis de resultados			
Fases de proposición			
Recomendaciones y conclusiones			
Revisión y validación del documento			
Conclusiones			
<b>Ponencia</b>			
Presentación del documento			
Aceptación de ponencia			
Exposición			
Revisión y validación del documento			

### Anexo 3. Certificado ponencia



## **Anexo 4. Configuración VRP e Indicadores**