

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Desarrollo de un nuevo sistema de optimización y logística para la
distribución de productos a domicilio: Parroquia de Cumbayá**

Chavaleth Pamela Alarcón Correa
Paulo César Zurita Játiva

Tesis de grado presentada como requisito para la
obtención del título de Ingeniería Industrial

Quito

Marzo del 2006

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio Politécnico**

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Desarrollo de un nuevo sistema de optimización y logística para la
distribución de productos a domicilio**

Chavaleth Pamela Alarcón Correa
Paulo César Zurita Játiva

Ximena Córdova, PhD.
Director de la Tesis

Firma

Ximena Córdova, PhD.
Miembro del Comité de Tesis

Firma

Patricio Cisneros , MSc.
Miembro del Comité de Tesis

Firma

Diego Gabela, MBA.
Miembro del Comité de Tesis

Firma

Fernando Romo, MSc.
Decano del Colegio Politécnico

Firma

Quito, marzo del 2006

© Derechos de Autor
Chavaleth Pamela Alarcón Correa
Paulo César Zurita Játiva
2006

Resumen

El siguiente proyecto presenta la elaboración de un nuevo sistema de distribución de productos a domicilio. Este sistema se encarga de optimizar la utilización de recursos, con el fin de disminuir los costos totales y permitir a las empresas asociadas disponer de mayor tiempo para enfocarse en la producción y calidad de sus productos.

Para el correcto funcionamiento del sistema propuesto, se requiere de un soporte tecnológico que permita una constante comunicación entre las empresas asociadas y el centro de distribución. Además, es necesario determinar rutas de reparto óptimas, así como la cantidad de personal apropiada; para ello se utilizarán conceptos referentes a modelos matemáticos de optimización.

Abstract

The following project presents the creation of a new delivery system. In order to reduce the total cost, the new system optimizes the utilization of the resources giving the associated companies more time to improve the production and quality of their products.

It is necessary for the new system, the development of a technological platform which will allow a constant communication between the associated companies and the proposed system. Also it is necessary to apply concepts referred to mathematical models, in order to find an optimum quantity of employees and the proper routes to transport the products.

Introducción

En los últimos años, el Valle de Cumbayá ha mostrado un crecimiento económico acelerado y como resultado de ello, se han establecido un sin número de negocios que van desde conocidas cadenas comerciales hasta pequeñas empresas de familia.

A pesar de que existen varias empresas ya posicionadas, esto no es un impedimento para que nuevos negocios busquen captar parte del creciente mercado. Es así que, mentes innovadoras siguen generando originales conceptos comerciales; los mismos que mejoran cada vez más la calidad de los productos y servicios ofertados.

Debido al gran número de empresas existentes el nivel de competitividad es muy elevado, por lo que cada una de ellas se esfuerza por generar factores diferenciadores con el fin de asegurar su posición en el mercado. La entrega de productos a domicilio, constituye un servicio que permite a ciertas empresas satisfacer necesidades de clientes que otras no están en capacidad de hacerlo.

Las expectativas de los consumidores crecen a la misma velocidad que el mercado en el que se encuentran, es así que sus demandas son más exigentes y sus gustos varían con mayor rapidez. Por esta razón, los negocios que han alcanzado un nivel estable de ventas y cuentan con la fidelidad de sus clientes, consideran importante trabajar en una nueva propuesta de valor para los consumidores. El servicio a domicilio, correctamente planificado y administrado, puede convertirse en el valor agregado que buscan las entidades comerciales.

Tabla de contenido

Resumen	iv
Abstract	v
Tabla de contenido	vi
Lista de tablas	ix
Lista de figuras	x
Introducción	1
Capítulo 1. Investigación de Mercado	2
1. Ficha Técnica	2
1.1. Metodología de la investigación	2
1.2. Diseño del instrumento de investigación	2
1.3. Levantamiento de la investigación	4
2. Análisis de la oferta	4
3. Análisis de la demanda	9
Capítulo 2. Estudio de la distribución de productos a domicilio actual	11
1. Levantamiento de los procesos del servicio a domicilio	11
2. Personal e infraestructura utilizada	12
3. Análisis de la cadena de demanda del sistema de distribución actual	15
3.1. Etapas de la cadena de demanda	15
3.2. Visión de procesos de la cadena de demanda	16
3.3. Viabilizadores de la cadena de demanda	18
3.4. Red de distribución en la cadena de demanda	20
4. Costos del sistema de distribución actual	21
4.1. Costos de personal e infraestructura	22
4.2. Costos de operación	23
4.3. Costos de tecnología	24

Capítulo 3. Elaboración del sistema de distribución propuesto	25
1. Definición del sistema de distribución propuesto	25
1.1. Diagrama de procesos	27
1.2. Infraestructura propuesta	28
1.3. Personal propuesto	29
1.4. Estructuración de la base tecnológica	38
2. Logística del proceso de distribución de productos a domicilio	43
2.1. Diseño del sistema de transporte	43
2.2. Manejo de productos	45
2.3. Políticas de distribución del producto	46
3. Localización y definición de rutas	47
3.1. Modelo matemático de localización	48
3.2. Modelo matemático de optimización de rutas	53
Capítulo 4. Estructura base para manejar el nuevo sistema de distribución	62
1. Aplicación del nuevo sistema de distribución	62
1.1. Visión	62
1.2. Misión	63
1.3. Cadena de valor	63
1.4. Estructura organizacional	69
2. Análisis de la cadena de demanda del sistema de distribución propuesto	70
2.1. Etapas de la cadena de demanda	70
2.2. Visión de procesos de la cadena de demanda	71
2.3. Viabilizadores de la cadena de demanda	73
2.4. Red de distribución de la cadena de demanda	75
3. Costos de implementación del nuevo sistema de distribución	75
3.1. Costos de personal	76
3.2. Costos de infraestructura	76
3.3. Costos de operación	78
3.4. Costos de tecnología	78

Conclusiones y recomendaciones **80**

Anexos **85**

Anexo 1. Formato de la entrevista	85
Anexo 2. Resultados de la investigación de mercado	88
Anexo 3. Formato de la segunda entrevista	99
Anexo 4. Diagrama de procesos del sistema de distribución	100
Anexo 5. Cálculo del costo de mantenimiento de las motocicletas	105
Anexo 6. Cálculo del costo de operación de las motocicletas	106
Anexo 7. Diagrama de procesos del sistema de distribución actual	107
Anexo 8. Ubicación de las zonas comerciales	112
Anexo 9. Resolución del modelo matemático de localización	113
Anexo 10. Localización no factible del centro de distribución	115
Anexo 11. Resolución de la heurística del modelo	116
Anexo 12. Posibles ubicaciones del centro de distribución	117
Anexo 13. Localización del centro de distribución	118
Anexo 14. Zonas de cada nodo	119
Anexo 15. Plano de la red de distribución	120
Anexo 16. Red de distribución	121
Anexo 17. Resultados de la optimización de la ruta U-Z	122
Anexo 18. Diagrama de rutas óptimas	125

Bibliografía **126**

Glosario **128**

Lista de tablas

Tabla 1. Costos de personal e infraestructura para transporte	22
Tabla 2. Costos de personal e infraestructura para transporte propio	23
Tabla 3. Coordenadas rectilíneas de las zonas comerciales	49
Tabla 4. Respuesta óptima para el algoritmo de localización	50
Tabla 5. Respuesta de la heurística del modelo de localización	52
Tabla 6. Costo de personal	76
Tabla 7. Costos referentes al local comercial	77
Tabla 8. Costos referentes al equipamiento del local	77
Tabla 9. Costos referentes a las motocicletas	78

Lista de figuras

Figura 1. Distribución de las empresas participantes	6
Figura 2. Etapas de la cadena de demanda	16
Figura 3. Procesos de la cadena de demanda	18
Figura 4. Diseño de la red de distribución	21
Figura 5. Sistema de distribución propuesto	27
Figura 6. Distribución de servicios a domicilio durante cada hora	30
Figura 7. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 1	31
Figura 8. Distribución de servicios a domicilio cada treinta minutos	31
Figura 9. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 2	32
Figura 10. Distribución de servicios a domicilio cada veinte minutos	32
Figura 11. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 3	33
Figura 12. Distribución de servicios a domicilio cada quince minutos	33
Figura 13. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 4	34
Figura 14. Distribución de servicios a domicilio cada diez minutos	34
Figura 15. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 5	35
Figura 16. Distribución de servicios a domicilio cada cinco minutos	35
Figura 17. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 6	36
Figura 18. Distribución de servicios a domicilio cada diez minutos	37
Figura 19. Ciclos cumplidos por los repartidores durante la semana	38
Figura 20. Estructura de la base tecnológica	42
Figura 21. Dimensiones del compartimiento	46
Figura 22. Cadena de valor de la empresa	63
Figura 23. Macro proceso Marketing	64
Figura 24. Macro proceso Venta	65
Figura 25. Macro proceso Afiliación y Registro	66
Figura 26. Macro proceso Distribución	67
Figura 27. Macro proceso Servicio al Cliente	68
Figura 28. Estructura organizacional de la empresa	69

Figura 29. Etapas de la cadena de demanda del centro de distribución	71
Figura 30. Ciclos y procesos push/pull de la cadena de demanda del nuevo sistema	73
Figura 31. Red de distribución del nuevo sistema de distribución	75

Capítulo 1

Investigación de Mercado

4. Ficha Técnica

4.1. Metodología de la investigación

La investigación de mercados abarca desde el desarrollo del instrumento de investigación y el estudio minucioso del mismo, hasta la elaboración de estadísticas que permitirán analizar las tendencias en el consumo.

La metodología de investigación propuesta para este proyecto, inicia con el proceso de entrevista a algunas empresas del área de Cumbayá; entre dichas empresas se puede distinguir dos grandes grupos, aquellas que ofrecen servicio a domicilio de sus productos y aquellas que no lo ofrecen. El siguiente paso consiste en la tabulación de los datos previamente obtenidos; y para finalizar se realiza un análisis cualitativo de la información, con el fin de determinar el comportamiento del mercado.

4.2. Diseño del instrumento de investigación

La entrevista es el instrumento de investigación utilizado para este proyecto. Esta consiste en realizar preguntas específicas del tema de interés, con el objetivo de que el administrador o dueño de la empresa entrevistada facilite información sobre su experiencia en el tema.

Para que el diseño de la entrevista sea correcto, el primer paso fue determinar aquellas variables claves para el proyecto, de este modo no se invierten horas de trabajo en un análisis que posteriormente no será de utilidad. Los principales temas que fueron la base de la entrevista, se presentan a continuación:

Factores para las empresas que ofrecen servicio a domicilio

- Infraestructura que se emplean para el servicio a domicilio.
- Utilización del personal e infraestructura.
- Demanda que existe este momento del servicio a domicilio
- Capacidad y tiempo de respuesta para el manejo de pedidos.
- Administración del personal que atiende el servicio a domicilio.
- Política de pago y cobro del servicio a domicilio.

Factores para las empresas que no ofrecen servicio a domicilio

- Demanda insatisfecha por parte de las empresas por no contar con entrega a domicilio.
- Razón por las cual las empresas no brindan servicio a domicilio.
- Aceptación por parte de las empresas de la opción de implementar servicio a domicilio.

En función de los factores expuestos, se procedió a desarrollar las preguntas que conformaran la entrevista, las mismas que estarían dirigidas a los administradores o dueños de cada empresa participante, debido a que se requiere de información relacionada a la planificación y administración del negocio.

Para el diseño de la entrevista, fueron utilizados dos diferentes formatos; el de opción múltiple, para aquellos temas donde era necesario que la persona entrevistada responda dentro de ciertos parámetros de estudio y el de criterio, para aquellos temas donde la categorización de las respuestas era muy amplia.

La información contenida en la entrevista fue distribuida en dos partes, la primera se muestra en la carilla frontal de la hoja y en ella se encuentran preguntas relacionadas al servicio a domicilio. La segunda parte está ubicada en la carrilla posterior de la hoja y trata únicamente temas relacionados a las empresas que no ofrecen servicios a domicilio.

Para facilitar el desarrollo de las entrevistas, fueron incluidos dos campos adicionales. El primero, un campo destinado para el nombre de la empresa entrevistada y el segundo, una introducción que explica el propósito de la entrevista.

El formato final de la entrevista se encuentra en el Anexo 1.

4.3. Levantamiento de la investigación

Para llevar a cabo el levantamiento de la investigación, el primer paso fue desarrollar una lista de empresas que represente una muestra de la variedad de negocios existentes en la zona.

Luego, se realizó una visita a cada empresa para efectuar el proceso de entrevista. La visita se ejecutó durante un periodo del día en el que las empresas no tienen gran demanda, y la persona entrevistada fue el administrador o dueño de cada negocio, pues este es el encargado de la toma de decisiones gerenciales en la empresa.

Después de concluidas las entrevistas, el siguiente paso fue la tabulación de los datos obtenidos. Por medio de herramientas estadísticas se logró condensar la información y posteriormente se procedió a evaluar las tendencias existentes.

Debido a que se trata de un análisis cualitativo, se entiende que la muestra no es representativa y los resultados no son proyectables; por esta razón los resultados se presentan como fracciones y no como porcentajes.

5. Análisis de la oferta

El Valle de Cumbayá ha alcanzado un gran desarrollo durante los últimos años. Las diferentes zonas comerciales que han sido establecidas, cuentan con varios negocios que

ofrecen una amplia variedad de productos y servicios cuyo único fin es satisfacer las necesidades y expectativas del sector.

En la actualidad, el sector de Cumbayá cuenta con la participación de aproximadamente cien empresas entre las que se encuentran restaurantes, heladerías, panaderías, delicatessen, centros ferreteros, ropa y accesorios, florerías, papelerías, centros de revelado fotográfico, entidades financieras, video clubes y demás.

Para el contexto de este proyecto serán tomadas en cuenta únicamente veinte y nueve empresas del total existente; las mismas que incluyen restaurantes, panaderías y pastelerías, papelerías, centros de revelado fotográfico, florerías y video clubes.

Dentro de los veinte y nueve negocios participantes se distinguen dos diferentes grupos; el primero está constituido por las empresas que ofrecen servicio a domicilio, siendo estas un total de once, (Anexo 2, Apéndice 2.1). Las dieciocho empresas restantes constituyen el segundo grupo y son aquellas que no ofrecen servicio a domicilio de sus productos, (Anexo 2, Apéndice 2.1).

Esta diferenciación se convirtió en un factor clave para definir a las empresas participantes finales, pues se consideraron factores como percibibilidad, fragilidad, estándares de calidad y tamaño de los productos ofertados; los mismos que determinan la factibilidad de la entrega a domicilio.

Dentro de las veinte y nueve empresas se encuentran inmersos una extensa variedad de productos. En su gran mayoría los participantes son empresas de comida: diez son cadenas de comida rápida, once son restaurantes y tres son panaderías y pastelerías. En la Figura 1. se presenta una gráfica con la distribución de las empresas participantes.

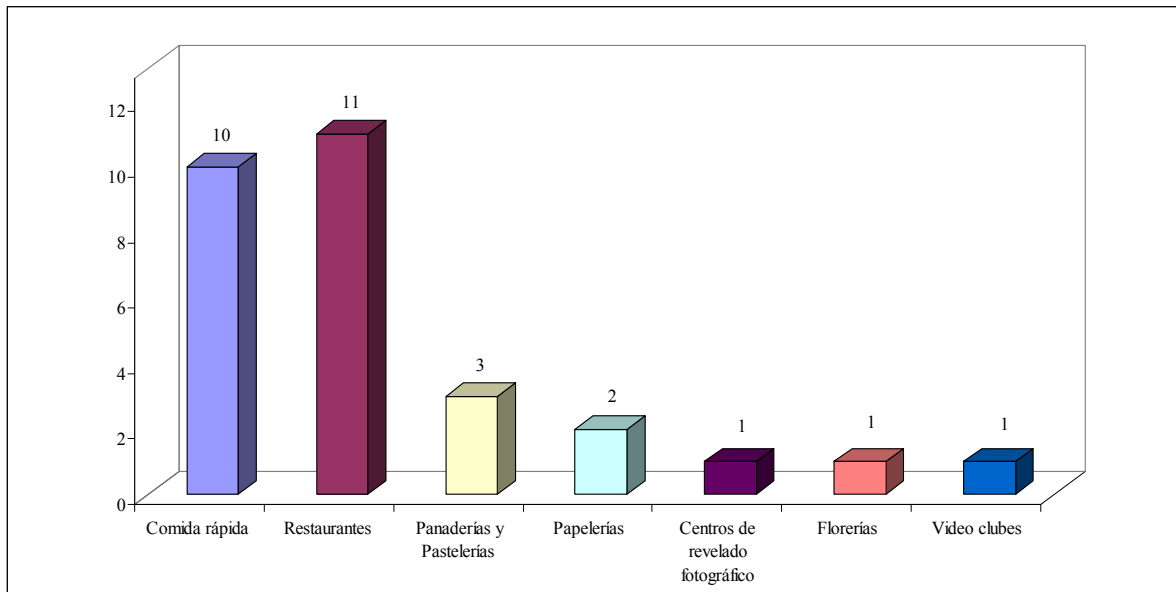


Figura 1. Distribución de las empresas participantes.

Dentro de las empresas que ofrecen servicio a domicilio, la mayoría tiene un recargo por servicio que fluctúa entre uno y dos dólares. Una de las empresas participantes realiza la entrega por menos de un dólar, mientras tres de ellas la realizan sin recargo alguno, (Anexo 2, Apéndice 2.15).

Además de un recargo por servicio a domicilio, existen empresas que exigen un monto mínimo de compra para realizar la entrega. Es así que, uno de los negocios participantes exige entre uno y cinco dólares; tres exigen entre seis y diez dólares; y una empresa exige más de diez dólares de compra. Por otra parte, seis empresas de las dieciocho participantes no exigen monto mínimo alguno, (Anexo 2, Apéndice 2.16).

Las formas de pago que se aceptan por servicio a domicilio son generalmente efectivo, cheque o tarjeta de crédito. Sin embargo, existen empresas que no tienen la misma flexibilidad que otras; es así que dos no aceptan tarjeta de crédito y una no acepta cheques, (Anexo 2, Apéndice 2.17).

El tiempo de entrega no constituye un factor crítico para todos los participantes, seis de las once empresas ofrecen la entrega en más de treinta minutos. Posiblemente esto se debe a que se trata de productos cuyo tiempo de preparación es más exigente, es así que no están en capacidad de responder al mismo nivel que las cadenas de comida rápida. Por otra parte, en algunas de las empresas el tiempo de respuesta no está dado únicamente en función del tiempo de preparación del producto solicitado, sino también depende de la disponibilidad de personal y del número de consumidores que se encuentran presentes en el punto de venta, (Anexo 2, Apéndice 2.18).

Como se puede apreciar en los datos presentados anteriormente en el Anexo 2, Apéndice 2.1, de las veinte y nueve empresas participantes son dieciocho las que no ofrecen servicio a domicilio de sus productos. La mayor parte de estas sostiene que los costos de implementación resultan muy elevados. Es así que nueve empresas consideran que factores como salario de repartidores, tecnología requerida, compra de equipo y mantenimiento del mismo, resultan poco atractivos a nivel administrativo para ofrecer productos a domicilio, (Anexo 2, Apéndice 2.20).

Además de considerar los costos de implementación como una barrera de entrada, siete de las dieciocho empresas no ofrecen servicio a domicilio debido a la falta de personal específico para la distribución de órdenes, (Anexo 2, Apéndice 2.20).

Por otra parte, dos empresas de dieciocho consideran que sus productos tienen algún impedimento para ser entregados a domicilio. Se menciona que la calidad del producto puede ser afectada si el tiempo de entrega excede a cierto límite, lo que definitivamente constituye un factor restrictivo, (Anexo 2, Apéndice 2.20).

Las razones mencionadas anteriormente no son las únicas expresadas por las empresas, otro factor determinante es la demanda incierta. Algunos de los negocios entrevistados son nuevos en el sector de Cumbayá y sus productos se dan a conocer poco a poco, lo que impide implementar el servicio a domicilio, pues hasta que adquieran cierto posicionamiento la demanda será mínima y esta no justificará los gastos en los que incurre la empresa, (Anexo 2, Apéndice 2.20).

Otro factor que toman en cuenta las empresas, es la capacidad de producción. Consideran que es importante no solamente proporcionar un servicio sino hacerlo de manera efectiva, de modo que antes de atender pedidos a domicilio es necesario que la empresa este en capacidad de responder a un posible incremento en la demanda en determinado periodo del día.

En vista de que no todas las empresas están en capacidad de ofrecer servicio a domicilio, se ven obligadas a buscar alternativas que, de una u otra forma, le permitan satisfacer las necesidades del cliente. Por esta razón se pueden generar servicios sustitutos como por ejemplo productos para llevar, en donde los consumidores pueden llamar y colocar la orden para luego proceder a retirarla en el tiempo indicado por la empresa o bien pueden utilizar el servicio al auto y esperar hasta que el producto este listo para proceder a llevarlo hasta sus hogares.

Además de las alternativas ya expuestas, los negocios pueden generar un servicio sustituto dentro de su propio local. Por medio de la personalización del servicio dentro del establecimiento se puede atraer a un mayor número de consumidores, es así que factores como: ambientes originalmente decorados, mini eventos en honor a fechas especiales y personal con carisma junto a una atención impecable, pueden atraer el buen gusto del consumidor.

6. Análisis de la demanda

En el punto anterior, se describió la situación actual que presentan las empresas ya establecidas en el valle de Cumbayá, respecto a la entrega de productos a domicilio. El análisis de la información obtenida, permitió un mejor entendimiento de la administración del servicio a domicilio en las empresas que lo ofrecen; así como una mayor comprensión de la posición que mantienen las empresas que no ofrecen servicio a domicilio frente al mismo.

Además, los datos de la entrevista reflejaron tendencias de consumo de los habitantes de Cumbayá. El análisis de la demanda propone describir el comportamiento de los consumidores de servicio a domicilio, es así que se analizará ¿Quién es el consumidor?, ¿Cuál es su proceso de compra?, ¿Cuándo compra?, ¿En qué momento compra? y ¿Cuánto compra?

El Valle de Cumbayá se encuentra ubicado en la parte occidental de las afueras de la ciudad de Quito. Actualmente, existen 21078 personas viviendo dentro de este sector y se entiende que hay gran diversidad entre sus habitantes, (INEC, www.inec.org). Parte de la población de este valle pertenece al sector medio alto, pero también existen pobladores de menor estrato social.

Los consumidores del servicio a domicilio son todas aquellas personas que habitan en Cumbayá y que solicitan el mismo, sin importar si lo hacen constante o esporádicamente. Dentro de este segmento se encuentran hombres y mujeres de cualquier edad que prefieren obtener los productos directamente en su hogar sin necesidad de moverse.

Hablando de manera general el proceso que los consumidores siguen para realizar las compras, empieza cuando el consumidor se comunica con la empresa deseada para emitir el pedido. Una vez realizada esta actividad, la empresa procede a tomar la orden, procesarla y

enviarla al consumidor. Por último el consumidor cancela el pedido una vez que lo recibe procede a disfrutarlo.

Analizando la información obtenida en las entrevistas, se conoce que para la mayoría de las empresas entrevistadas los días de mayor demanda de servicios a domicilios son viernes, sábado y domingo, es decir, durante el fin de semana, (Anexo 2, Apéndice 2.8). De manera general, el periodo del día con mayor demanda es la tarde, específicamente el medio día, (Anexo 2, Apéndice 2.9).

Otro dato interesante que se pudo obtener a través de las entrevistas, fue que la cantidad de servicios a domicilio que la mayoría de las empresas maneja se encuentra en el rango de cero a cinco servicios diarios durante la semana (Anexo 2, Apéndice 2.6), mientras que los fines de semana esta cifra aumenta a alrededor de once a quince pedidos a domicilio, (Anexo 2, Apéndice 2.7).

Capítulo 2

Estudio de la distribución de productos a domicilio actual

Para tener un mejor entendimiento de los diferentes métodos utilizados por cada empresa participante, se realizó una entrevista complementaria enfocada únicamente a las empresas que ofrecen servicio a domicilio de sus productos. Con esta información se podrá realizar un análisis más real del actual sistema de distribución.

El formato utilizado en la entrevista se mantiene igual al diseñado anteriormente, es así que consta de un campo para el nombre de la empresa, una introducción y preguntas tanto de opción múltiple como de criterio. El Anexo 3 muestra el formato final de la entrevista.

5. Levantamiento de los procesos del servicio a domicilio

Dentro de las empresas participantes se pueden apreciar varios macro procesos que determinan su funcionamiento. Para este proyecto, el macro proceso de interés es el denominado “Atención de servicios a domicilio”, el mismo que está constituido por tres diferentes procesos.

Cada uno de los procesos identificados define claramente las interacciones de los participantes y refleja las diferentes opciones que se pueden presentar al llevar a cabo el servicio a domicilio. Dichos procesos se enlistan a continuación y sus respectivos diagramas se presentan en el Anexo 4.

1. Proceso de recepción de pedido (Anexo 4, Apéndice 4.1)
2. Proceso de ejecución de pedido (Anexo 4, Apéndice 4.2)
3. Proceso de distribución de pedido (Anexo 4, Apéndice 4.3)

6. Personal e infraestructura utilizada

Como se puede apreciar en los procesos descritos en el punto anterior, existen diferentes formas de manejar los pedidos a domicilio. Dentro de las once empresas que ofrecen servicio a domicilio, se pueden apreciar diferentes tecnologías empleadas, así como variedad de políticas relacionadas con el personal.

Las empresas en su totalidad utilizan el teléfono para receptor el pedido del cliente. De las once empresas, una recibe pedidos a través de fax, una los recepta por medio de correo electrónico y una los puede recibir de forma personal debido al tipo de producto que ofrece, (Anexo 2, Apéndice 2.13). Entre las empresas que utilizan el teléfono como medio de contacto, existen algunas que trabajan a través de un número convencional y otras que lo hacen mediante un número 1-800 asumiendo todo el costo de la llamada, o 1-700 compartiendo el costo de la misma con el cliente.

En cada empresa existe una persona encargada de responder el teléfono, sin embargo esta actividad debe ser desarrollada en coordinación con otras funciones que están bajo su responsabilidad. Es característico de cada empresa tener un saludo estándar al momento de interactuar con el cliente, la mayoría coincide en que lo más importante es lograr que este identifique claramente a la empresa. La persona encargada de receptor el pedido tiene la obligación de tratar de manera cordial al cliente, proporcionarle toda la información necesaria y registrar todas las especificaciones realizadas; con el fin de que sus requerimientos sean satisfechos de la mejor manera.

El equipo utilizado para registrar el pedido también varía de empresa a empresa, la orden puede ser tomada por escrito o ingresada en un computador. De las once empresas que

ofrecen servicio a domicilio, cinco registran el pedido electrónicamente; mientras que las seis restantes lo hacen por escrito, (Anexo 2, Apéndice 2.14).

Las empresas participantes que cuentan con un computador, también cuentan con una base de datos que contiene información de sus clientes. Algunos de estos negocios manejan la base de datos para obtener información domiciliaria y el pedido es generado en una caja registradora. Otros combinan la base de datos con un sistema de facturación, para emitir un recibo que contenga tanto la descripción de la orden como la información del cliente. Existen también ciertos participantes que han desarrollado un sistema más efectivo y no sólo combinan la base de datos con la facturación, sino que pueden mantener un registro de antiguas órdenes.

Para la entrega del producto, las empresas en su mayoría cuentan con motocicletas o autos. De las once empresas que ofrecen servicio a domicilio, nueve utilizan automóviles, ocho utilizan motocicletas y una utiliza furgón en ocasiones especiales debido al tamaño del pedido registrado, (Anexo 2, Apéndice 2.2). De los datos se deduce que varias empresas están utilizando dos o más tipos de transporte simultáneamente.

El transporte utilizado no siempre pertenece a la empresa, es así que de las once empresas seis utilizan únicamente transporte contratado, una trabaja con transporte propio y cuatro emplean tanto transporte contratado como transporte propio, (Anexo 2, Apéndice 2.3).

El transporte contratado puede consistir en motocicletas que pertenecen a los repartidores, o automóviles proporcionados por la asociación de taxis que opera en el sector; el transporte propio incluye motocicletas y autos. Se entiende entonces, que las empresas trabajan simultáneamente con transporte propio y contratado cuando, a pesar de tener repartidores de planta, se ven obligados a utilizar el servicio de taxi debido a una demanda superior a la esperada.

El personal encargado de efectuar el servicio a domicilio son los repartidores contratados por la empresa. Durante los días de la semana, un total de seis empresas trabajan con un repartidor, mientras que las empresas restantes cuentan con un máximo de dos repartidores, (Anexo 2, Apéndice 2.4). Durante los fines de semana, el número de repartidores se incrementa para la mayoría, es así que algunas de ellas trabajan con hasta cuatro repartidores. (Anexo 2, Apéndice 2.5).

El número de repartidores varía en función del tamaño de la empresa y su posicionamiento en el mercado; para las cadenas es imprescindible contar con suficiente personal que cubra la demanda de servicios a domicilio, pero para aquellos negocios que se encuentran en etapa de desarrollo, el número de repartidores es mínimo debido a que la demanda no alcanza niveles muy elevados.

Los repartidores cuentan con un horario de trabajo determinado por las horas de atención que ofrecen las empresas participantes. La mayoría de negocios en estudio requiere que el repartidor trabaje un mínimo de nueve horas, es así que en cinco de las once empresas los repartidores trabajan de nueve a doce horas diarias. En las empresas restantes el total de horas trabajadas por el personal de distribución puede ser de cinco a ocho o de una a cuatro horas por día, (Anexo 2, Apéndice 2. 11).

La principal actividad realizada por los repartidores es la distribución de productos, pero esta no es la única. Del total de empresas participantes, siete asignan al repartidor actividades de limpieza, tres lo emplean en seguridad y una en caja, (Anexo 2, Apéndice 2.12). Existen también empresas que no se identifican con esta política, es así que tres de los once negocios participantes evitan la intervención de los repartidores en asuntos internos del negocio, (Anexo 2, Apéndice 2.12).

7. Análisis de la cadena de demanda del sistema de distribución actual

Para llevar a cabo el análisis de la cadena de demanda, se desarrollarán algunos conceptos antes de describir y evaluar el desempeño actual del sistema; dichos conceptos fueron adquiridos del libro “Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation” de los autores Sunil Chopra y Peter Meindl.

La cadena de demanda está constituida por todas las partes involucradas en satisfacer las necesidades del cliente; entre ellas se encuentran proveedores, bodegas, almacenes de venta e inclusive el consumidor. Además, dentro de ésta se incluyen todas las funciones que hacen posible cumplir con los requerimientos del cliente; funciones como desarrollo de nuevos productos, mercadeo, operaciones, distribución, finanzas, servicio al cliente, entre otras.

El objetivo de la cadena de demanda es maximizar el valor total que ésta genera, dicho valor es la diferencia entre cuánto vale el producto para el consumidor y el esfuerzo gastado a lo largo de la cadena de demanda para satisfacer los requerimientos del mismo.

7.1. Etapas de la cadena de demanda

La cadena de demanda es de carácter dinámico y a través de las diferentes etapas involucradas en ella existe un flujo constante de información, productos y dinero. Entre las etapas se encuentran comúnmente:

- Consumidores o clientes
- Almacenes o lugares de venta
- Mayoristas o distribuidores
- Fabricantes o productores
- Proveedores de componentes o materia prima

El concepto explicado previamente permite definir las etapas de la cadena de demanda para las empresas participantes. La etapa inicial está constituida por el cliente y su necesidad de producto; la siguiente etapa es el lugar de venta, es decir, el local comercial contactado por el consumidor en donde se prepara o produce la orden y la última etapa la constituyen los proveedores de los distintos productos que las empresas requieren para elaborar el pedido. En la Figura 2 se ilustran las etapas de la cadena de demanda para las empresas participantes.

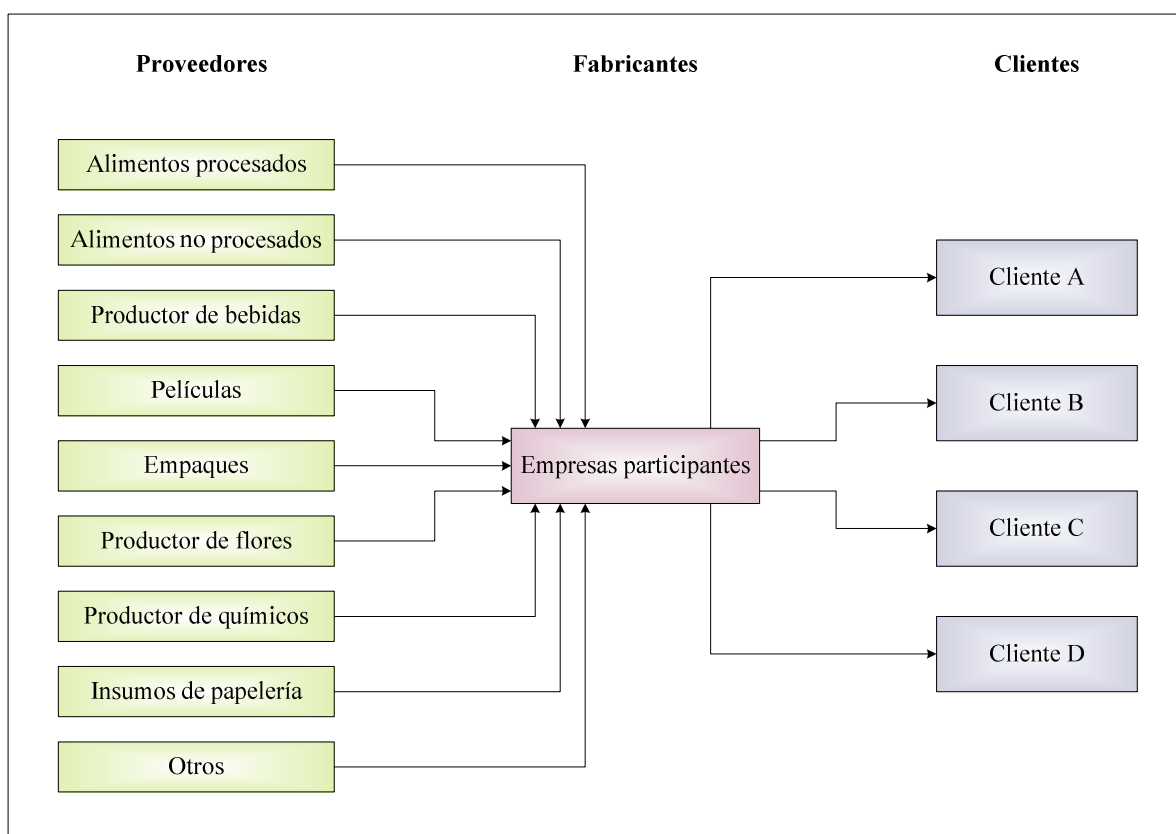


Figura 2. Etapas de la cadena de demanda.

7.2. Visión de procesos de la cadena de demanda

La cadena de demanda implica una secuencia de procesos dentro de las diferentes etapas y también entre las mismas; dichos procesos se combinan para poder cumplir con las

necesidades del cliente. Existen dos diferentes formas de observar los procesos que interactúan en la cadena de demanda, la primera es a través de ciclos y la segunda se conoce como push/pull (hala/empuja).

En la visión de procesos a través de ciclos, los procesos de la cadena de demanda se dividen en una serie de ciclos y cada uno de ellos ocurre entre dos etapas de la cadena. Por lo general los ciclos que se desarrollan son:

- Ciclo de orden del cliente
- Ciclo de reabastecimiento
- Ciclo de manufactura
- Ciclo de abastecimiento de materia prima

En la perspectiva push/pull, los procesos se dividen en dos diferentes categorías dependiendo de si se ejecutan en respuesta a la orden de un cliente o anticipándose a la misma. Los procesos pull son aquellos que se inician con la orden del cliente, mientras que los procesos push se inician y realizan antes de recibido el pedido.

El concepto de ciclos descrito se aplica a continuación para las empresas participantes. Dentro del servicio a domicilio para los negocios existen únicamente tres de los cuatro ciclos descritos; el ciclo de orden del cliente que ocurre entre el consumidor y el distribuidor, el ciclo de manufactura que ocurre entre el distribuidor y el fabricante, y finalmente el ciclo de abastecimiento de materia prima que ocurre entre el fabricante y el proveedor.

En base al concepto de push/pull, se establece que la orden del cliente generada al momento de contactar a las empresas participantes determina qué procesos son pull y cuáles son push. Dado que una vez recibido el pedido la empresa procede a preparar la orden, los procesos pull ocurren durante el ciclo de orden del cliente y manufactura. Éstos fueron

unificados debido a que las empresas participantes una vez preparado el producto lo llevan directamente hasta el cliente, sin la necesidad de un intermediario.

Considerando que las empresas participantes no pueden anticiparse a preparar una orden sin conocer las especificaciones del cliente, los procesos push ocurren durante el ciclo de abastecimiento de componentes o materia prima. Esto sucede debido a que la empresa recibe productos de sus proveedores antes de receptada la orden para estar en capacidad de cumplir con los requerimientos del cliente. En la Figura 3 se muestran las dos formas de observar los procesos que interactúan en la cadena de demanda.

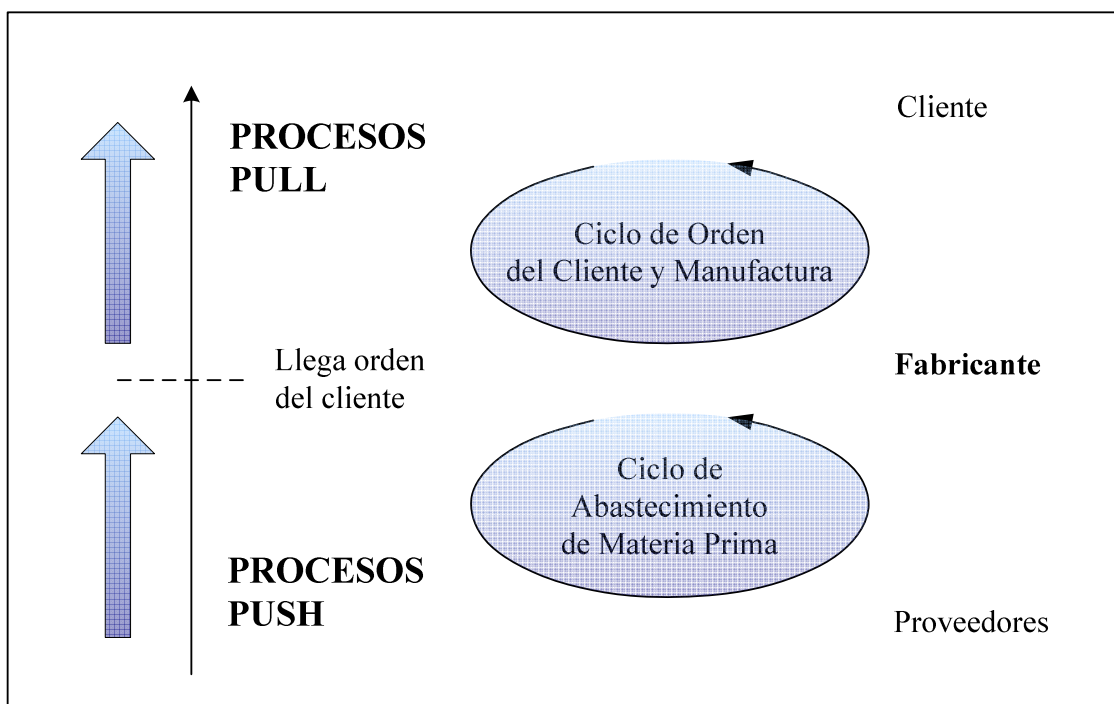


Figura 3. Procesos de la cadena de demanda.

7.3. Viabilizadores de la cadena de demanda

En el primer punto fue definida la cadena de demanda y su objetivo principal, para que dicho objetivo ocurra es necesario que las empresas alcancen un balance entre capacidad de respuesta y eficiencia frente a una demanda incierta.

Para entender como pueden las empresas mejorar el desempeño de la cadena de demanda en términos de capacidad de respuesta y eficiencia, es necesario examinar los viabilizadores de la cadena, los mismos que se describen a continuación.

Instalaciones: Constituyen lugares en donde el producto es almacenado, ensamblado o fabricado y su impacto sobre la cadena de demanda está dado en función de su localización, capacidad y flexibilidad.

Considerando el concepto expuesto, las instalaciones para las empresas participantes están constituidas por locales comerciales en donde se elaboran o preparan las órdenes de los clientes. Como se mencionó anteriormente, los locales se encuentran ubicados en las distintas zonas comerciales de Cumbayá y cerca de las zonas residenciales más representativas.

Inventario: Se refiere a la materia prima, trabajo en proceso y producto terminado dentro de la cadena de demanda; un cambio en las políticas de inventario puede afectar dramáticamente la capacidad de respuesta o eficiencia de la cadena.

Las empresas participantes cuentan en su mayoría con inventario de trabajo en proceso, debido a que el producto terminado se obtiene únicamente a través de la orden del cliente. Las diferentes partes que conforman una orden pueden estar listas por separado pero las especificaciones del pedido son las que generan el producto final.

Transporte: Involucra el mover inventario de un lugar a otro en la cadena de demanda; éste puede ser de diferentes tipos y considerar varias rutas.

La mayor parte de empresas transportan el producto final a través de motocicletas o automóviles. Las rutas a seguir están determinadas por los pedidos entrantes, pues organizan la distribución coordinando la entrega de dos o más pedidos cada vez que existe esa posibilidad.

Información: Consiste en datos sobre instalaciones, inventario, transporte y el consumidor; y constituye el más importante de los viabilizadores, pues afecta directamente a cada uno de los anteriormente mencionados. El buen manejo de la información le permitirá a la empresa detectar ciertas tendencias en la demanda y como consecuencia ésta podrá administrar de mejor manera tanto sus instalaciones como el inventario o las opciones de transporte.

Para asegurar la satisfacción de las necesidades del cliente, las empresas participantes deben mantener información actualizada sobre el inventario. Un programa de inventarios funcional debe ser capaz de advertir a la empresa cuando es necesario el abastecimiento de un producto o sus componentes, en función de las órdenes registradas.

Las tendencias de consumo constituyen un aporte importante para las empresas, es así que algunas de ellas buscan determinar las preferencias del cliente a través de una base de datos. Si es posible obtener datos que revelen ciertas particularidades del cliente, será posible generar nuevos productos con el fin de captar mayor parte del mercado.

7.4. Red de distribución en la cadena de demanda

La distribución ocurre entre cualquier par de etapas de la cadena de demanda y constituye un factor determinante dentro de ella, pues afecta tanto el costo de la cadena de demanda como la experiencia del consumidor.

La red de distribución interrelaciona tanto instalaciones, inventario y transporte; elegir correctamente el diseño de ésta tiene como resultado que las necesidades del cliente sean satisfechas al menor costo posible.

En las empresas participantes la distribución del producto se realiza de forma directa desde la empresa hasta el consumidor final, sin la participación de ningún intermediario. La Figura 4

ilustra la red de distribución en la cadena de demanda, en ella se puede apreciar que el flujo tanto de información como de producto ocurre únicamente entre la empresa y el cliente.

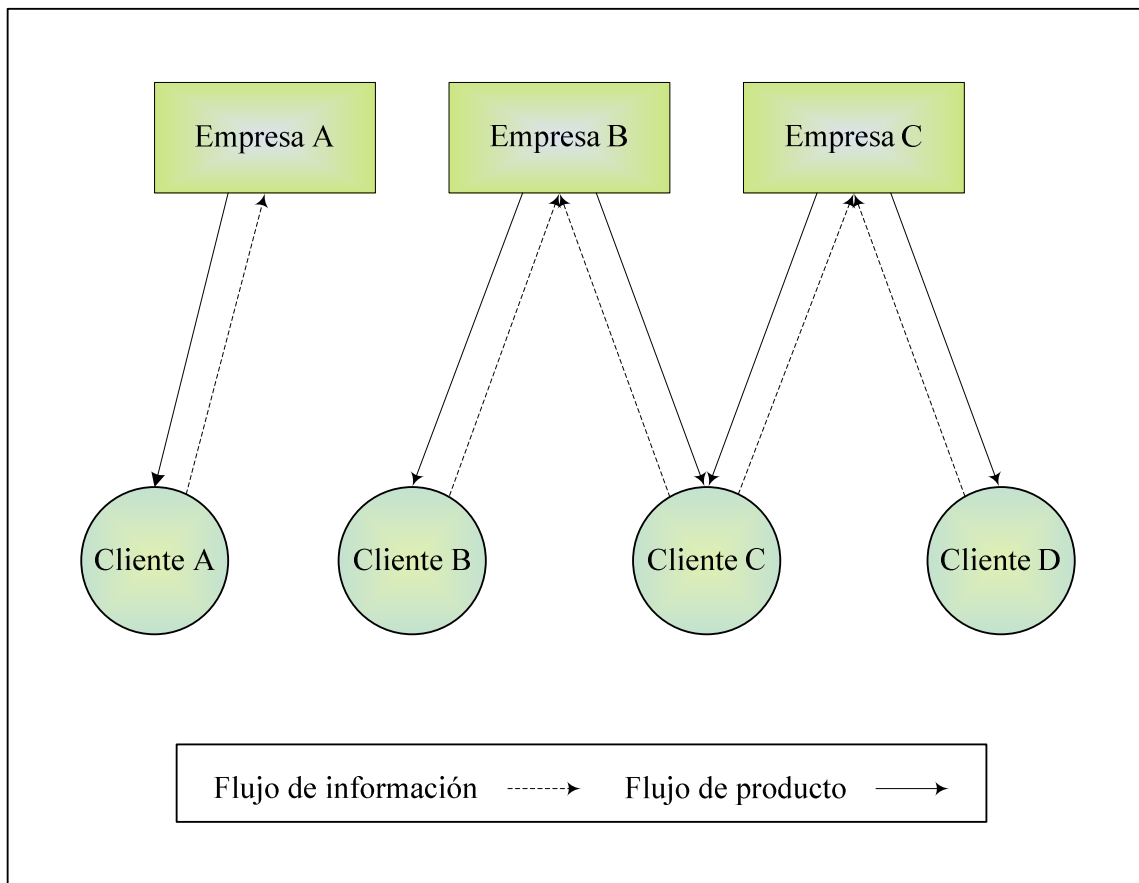


Figura 4. Diseño de la red de distribución

8. Costos del sistema de distribución actual

Para desarrollar el análisis de costos de la distribución de productos a domicilio, se consideran únicamente a los participantes del proceso descrito. Es decir, no se toma en cuenta a aquellos factores que intervienen en el desempeño normal de la empresa, tales como arriendo, personal administrativo y operativo, servicios básicos, materia prima, entre otros.

8.1. Costos de personal e infraestructura

Los costos de personal involucran únicamente a la(s) persona(s) que realiza(n) la distribución del producto, mientras que los costos de infraestructura involucran al equipo empleado para la entrega. Dichos costos son administrados de diferente manera dentro de cada empresa en función de si el transporte es propio y/o contratado.

Como se especificó en el punto anterior, las motocicletas son proporcionadas por los repartidores cuando las empresas trabajan con transporte contratado. Las condiciones bajo las que se contrata el transporte especifican que se debe pagar un salario al repartidor, una mensualidad por uso de la motocicleta y una comisión por entrega realizada.

El monto de la comisión varía dependiendo de si la entrega se realiza dentro del horario establecido o si ésta se lleva a cabo en un periodo extra. Esto ocurre debido a que en ciertas ocasiones los pedidos se registran minutos antes del final de la jornada y las empresas se ven obligadas a cumplir con el servicio ofrecido.

La mensualidad por uso de la motocicleta es exigida por los repartidores y ésta cubre los gastos de mantenimiento y combustible, por lo tanto el buen funcionamiento del móvil es completa responsabilidad del repartidor. En la Tabla 2 se muestra un resumen de los costos previamente descritos.

Tabla 1. Costos de personal e infraestructura para transporte contratado

	Salario del Repartidor (\$/mes)	Mensualidad por uso de Motocicleta (\$/mes)	Comisión por Entrega (\$/entrega)	Comisión por Entrega durante horas extra (\$/entrega)
Transporte Contratado	200	80	0.5	1

Las empresas que trabajan con transporte propio se encargan del pago de salario al repartidor contratado y a diferencia de las anteriores, éstas no costean una comisión por entrega realizada. En este caso, el costo de mantenimiento del equipo es responsabilidad de la empresa; el cálculo de dicho costo se muestra en el Anexo 5. La Tabla 3 resume los costos en los que tentativamente incurren las empresas con transporte propio.

Tabla 2. Costos de personal e infraestructura para transporte propio

	Salario del Repartidor (\$/mes)	Mensualidad por uso de Motocicleta (\$/mes)	Comisión por Entrega (\$/entrega)	Comisión por Entrega durante horas extra (\$/entrega)
Transporte Contratado	180	6	0	0

La política de salario para los repartidores varía de empresa a empresa. Del total de once negocios, cinco pagan a los repartidores por mes y uno lo realiza por hora. Ninguna de las participantes cancela el monto del salario por semana y cinco emplean otras políticas como por ejemplo por quincenas o por pedido, (Anexo 2, Apéndice 2.10).

8.2. Costos de operación

Los costos de operación se refieren al monto que deben cancelar las empresas para que la distribución de productos se lleve a cabo.

De las once empresas que ofrecen servicio a domicilio, nueve utilizan automóviles para efectuar la entrega. Algunos de estos son propiedad de los dueños o administradores del negocio, pero la mayoría utiliza el servicio de taxi que opera dentro del área de Cumbayá. El

costo del servicio proporcionado por la asociación de taxis es en promedio \$1 por cada entrega y dicho valor es recargado al monto total del pedido realizado por el cliente.

De las once empresas participantes, ocho utilizan motocicletas y como se describió en el punto anterior, algunas de ellas son propias. Para este caso, el costo de operación está dado por el consumo de combustible del equipo durante la distribución de productos. Se asume que el costo es de 14 centavos por cada servicio a domicilio realizado y el cálculo de dicho costo se presenta en el Anexo 6.

8.3. Costos de tecnología

La tecnología empleada por las empresas participantes para efectuar el servicio a domicilio consta de una línea telefónica y/o un cable para conexión a Internet.

La línea telefónica es el único medio de interacción con el cliente para la mayoría de los negocios. La tarifa que deben cancelar las empresas por cada llamada realizada es de 1 centavo por minuto.

La conexión de acceso a Internet es una herramienta para el servicio a domicilio que solamente una empresa utiliza. Existen diferentes opciones que pueden ser aplicables, conexión mediante una línea telefónica o conexión por cable, son algunas de ellas. El costo puede variar en función de las compañías que proporcionan el servicio de Internet, actualmente en promedio se costea a 0.14 centavos el minuto si la conexión es por cable y 1.08 centavos si la conexión es a través de la línea telefónica.

Capítulo 3

Elaboración del sistema de distribución propuesto

4. Definición del sistema de distribución propuesto

Después de realizado el análisis de la situación actual del proceso de distribución, se puede concluir que para las empresas participantes las falencias de los procesos o la falta de estos, puede resultar en una desventaja frente a sus competidores.

En el caso de las empresas que ofrecen servicio a domicilio, se debe considerar que el objetivo del negocio es la elaboración de productos de calidad y no la correcta distribución de los mismos. El sistema de distribución propuesto evitará que las empresas tengan que desviarse de su prioridad como negocio y permitirá una administración del servicio a domicilio, más eficiente, segura y competitiva.

Para las empresas que aún no cuentan con entrega de productos a domicilio por motivos de costos o falta de personal e infraestructura, el sistema de distribución propuesto permitirá la implementación del mismo, de este modo las empresas lograrán superar su desventaja actual frente a sus competidores.

El sistema de distribución propuesto estará a disposición de grandes y medianas empresas localizadas en el área de Cumbayá. Su funcionamiento se basa en la centralización de la parte operativa del macro proceso “Atención de servicios a domicilio”, haciendo posible la aplicación de economías de escala y como consecuencia optimizando los recursos empleados para la distribución de productos.

Los recursos utilizados para llevar a cabo el servicio a domicilio en el área de Cumbayá, estarán centralizados en un lugar estratégico dentro de la zona comercial, con el objetivo de que todas las empresas puedan beneficiarse de éste.

El sistema de distribución propuesto contará como un soporte tecnológico que permita la interacción de los participantes del proceso. Para ello se propone la elaboración de una aplicación Web, la misma que permitirá el flujo de información entre las empresas y el centro de distribución. La aplicación pretende lograr que los datos del consumidor final estén al alcance de todas las empresas participantes y que la información sobre los pedidos realizados se transfiera inmediatamente al centro de distribución.

Una vez recibida la información sobre el pedido y el cliente, el centro de distribución se encargará de procesar las órdenes y asignar un repartidor entre los repartidores disponibles al momento de recibir el pedido.

El repartidor se trasladará por medio de motocicletas hasta la empresa que recibió la llamada del cliente, recogerá allí el pedido especificado y lo llevará hasta el consumidor final quien deberá cancelar el monto correspondiente. Debido a que algunas órdenes serán generadas mientras los repartidores cumplen con una entrega, es necesario que exista un medio de comunicación continua entre el centro de distribución y los repartidores, el mismo que permitirá coordinar nuevas entregas.

Para poder contar con un servicio de calidad, la disponibilidad de los recursos debe ser total para cada una de las empresas en el momento en que lo soliciten, es por eso que es necesario que el centro de distribución cuente con un número de repartidores proporcional a la cantidad total de servicios a domicilio de las empresas participantes, considerando las horas de mayor demanda como una restricción que se debe satisfacer.

En la Figura 5 se puede apreciar gráficamente el funcionamiento del sistema de distribución propuesto, previamente descrito.

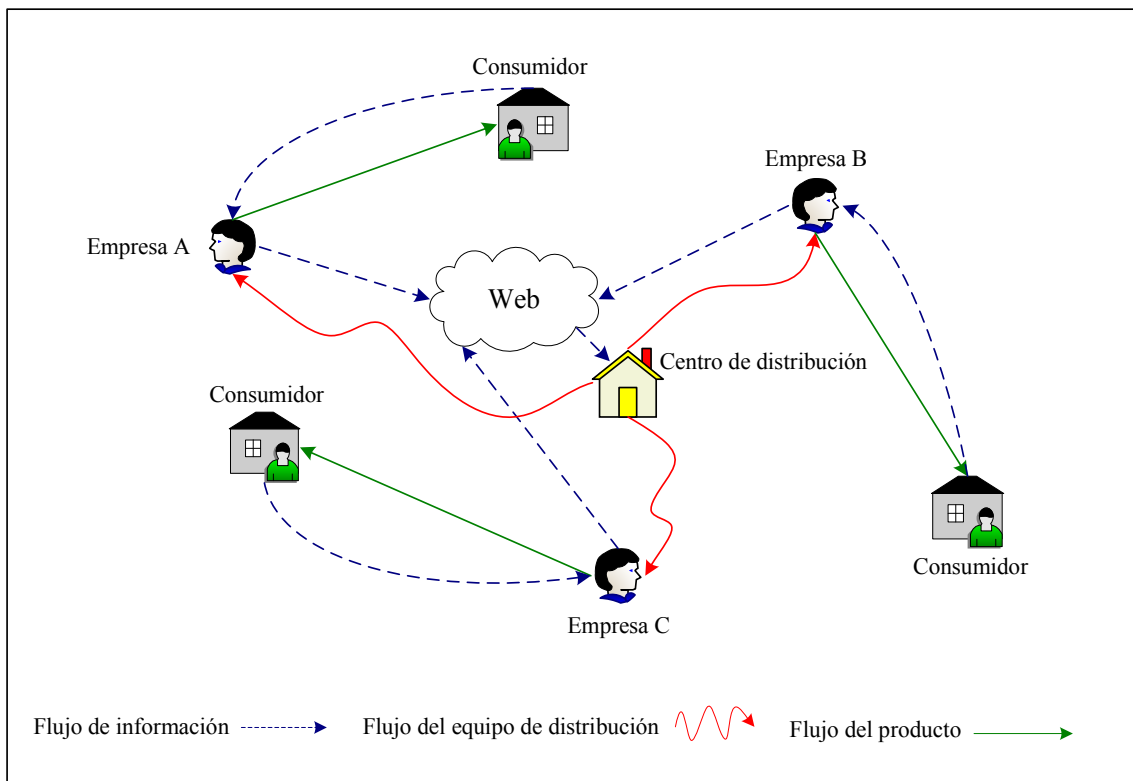


Figura 5. Sistema de distribución propuesto

4.1. Diagrama de procesos

El diagrama de procesos del sistema de distribución propuesto, mantiene la clasificación de procesos presentada en el sistema actualmente empleado por las empresas. Como se especificó en el primer punto, los procesos a modificarse son el de recepción y distribución del pedido; ningún cambio relevante fue efectuado en el proceso de ejecución de pedido debido a que éste se refiere a la parte operativa de cada empresa.

Los procesos que fueron modificados muestran una estandarización de las actividades, como consecuencia se eliminan las opciones generadas debido a las distintas infraestructuras y

políticas de cada empresa. En el Anexo 7 se muestra el diagrama de flujo para los procesos del sistema de distribución propuesto.

4.2. Infraestructura propuesta

Para poder centralizar el macro proceso de atención de servicios a domicilio el centro de distribución debe contar con un local en donde se realizará el procesamiento de las órdenes enviadas por las empresas y se asignará los repartidores para ejecutar el servicio a domicilio. El local debe ser simple y lo único que debe incluir es una oficina y un parqueadero para las motocicletas.

Los pedidos a domicilio serán receptados en el local por una persona que esté encargada de manejar el programa. Para poder procesar esta información se debe contar con una computadora conectada a Internet por medio de tecnología de cable, debido a que el ancho de banda es mayor y proporciona de esta manera una mayor velocidad para la transmisión de datos.

El transporte que los repartidores utilizarán para realizar las entregas serán motocicletas, las mismas que estarán debidamente equipadas para mantener las características del producto transportado. Éstas deberán contar con un pequeño compartimiento para colocar las entregas en la parte posterior, el mismo que debe tener la capacidad de conservar las características del producto recibido hasta el momento de la entrega final. Para el caso de alimentos, el compartimiento deberá conservar el calor principalmente pero también el frío o la frescura del producto. Para el caso de productos que no sean perecibles la prioridad será conservar la forma del mismo.

4.3. Personal propuesto

Como se especificó anteriormente, el personal requerido para la atención de los servicios a domicilio será compartido por las empresas. La cantidad de repartidores necesarios para cubrir los pedidos dependerá de la demanda de servicios a domicilio que exista cada día; tomando en consideración que los fines de semana son días de mayor demanda.

Para la determinación del nivel de personal óptimo se intentó construir un modelo matemático utilizando un algoritmo de programación dinámica; lamentablemente ciertos datos necesarios para la aplicación del algoritmo, como el nivel máximo de empleados en un periodo y los costos de contratación y despido de empleados para cada periodo de tiempo definido, por el momento no se encuentran disponibles

Como el modelo matemático nos es factible para determinar la cantidad de repartidores necesarios, se procederá a utilizar una heurística con el fin de obtener un valor aproximado al óptimo. Para calcular el número máximo de repartidores se utilizará la cantidad de servicios a domicilio total que las empresas en estudio atienden durante el fin de semana, en el Anexo 5 se observa que la cantidad de servicios a domicilio total por día de fin de semana es 113.

Para determinar un número de repartidores que le permita al centro de distribución brindar un servicio de calidad, se considera un período del día en el que normalmente se registra una demanda alta y se distribuye uniformemente el total de servicios a domicilio a lo largo de dicho período. En base a las entrevistas se determinó que el período del día con mayor demanda inicia a las once del día y concluye a las tres de la tarde, (Anexo 2, Apéndice 2.9).

Dado que el radio de atención no excede a cinco kilómetros, se estableció que el tiempo que le tomará al repartidor en llegar desde el centro de distribución hasta el punto más lejano

para recoger el pedido y entregar éste al consumidor final, es en promedio de treinta minutos bajo cualesquiera condiciones de tráfico.

En base a la información proporcionada anteriormente, se construirán varios escenarios en los que se ilustrará el número de repartidores necesario para satisfacer la demanda dada en un tiempo determinado.

Para el primer escenario, se asume que los 113 servicios a domicilio se distribuyen uniformemente en periodos de una hora. Dado el cálculo: $\frac{113sd}{5p} = 22.6sd/p$, se determina que aproximadamente 23 solicitudes de servicios a domicilio se registran en el sistema simultáneamente cada hora, la Figura 6 ilustra la distribución de los 23 pedidos entrantes.

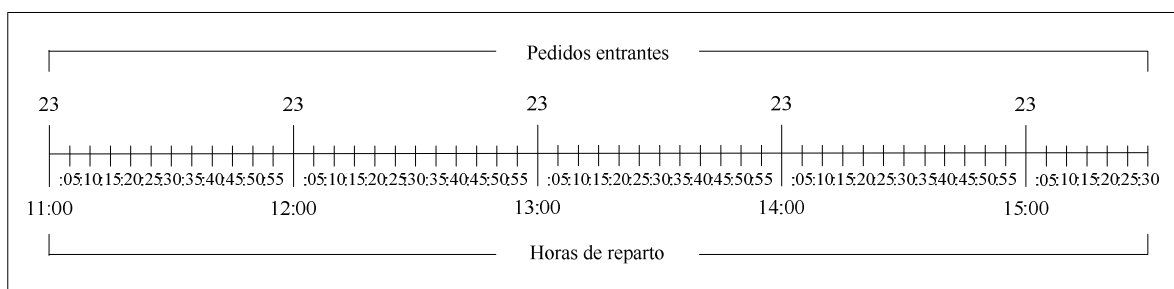


Figura 6. Distribución de servicios a domicilio durante cada hora.

Considerando que a un repartidor le toma treinta minutos cumplir con cada servicio a domicilio, es necesario que existan 23 repartidores disponibles para satisfacer los pedidos que ingresan cada hora. Como se ilustra en la Figura 7, los repartidores en su totalidad atienden los primeros pedidos entrantes y regresan a los treinta minutos; permanecen inactivos en el centro de distribución durante otros treinta minutos y luego atienden los siguientes pedidos registrados.

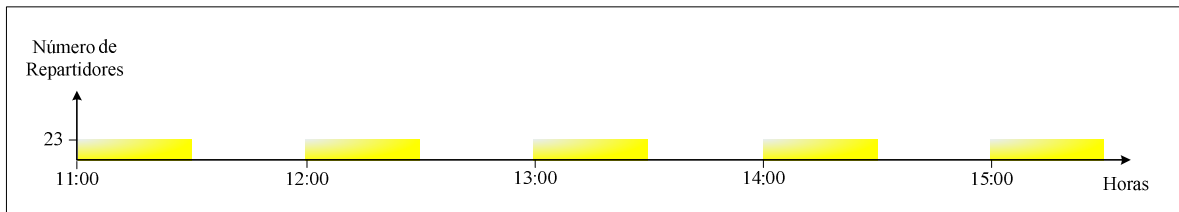


Figura 7. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 1

Para el segundo escenario, se asume que los 113 servicios a domicilio se distribuyen uniformemente en periodos de treinta minutos. Dado el cálculo: $\frac{113sd}{9p} = 12.6 \frac{sd}{p}$, se determina que aproximadamente 13 solicitudes de servicios a domicilio se registran en el sistema simultáneamente cada media hora, la Figura 8 ilustra la distribución de los 13 pedidos entrantes.

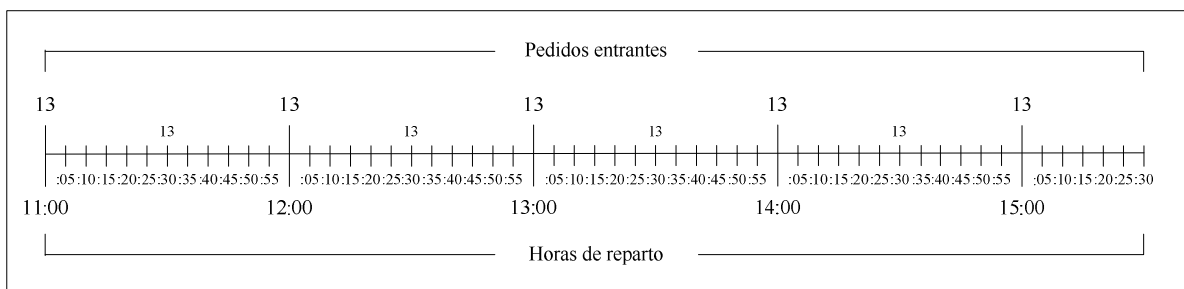


Figura 8. Distribución de servicios a domicilio cada treinta minutos.

Nuevamente, considerando que a un repartidor le toma treinta minutos cumplir con cada servicio a domicilio, es necesario que existan 13 repartidores disponibles para satisfacer los pedidos que ingresan cada treinta minutos. Como se ilustra en la Figura 9, los repartidores en su totalidad atienden los primeros pedidos entrantes y regresan a los treinta minutos; en ese momento atienden los siguientes pedidos que han ingresado.

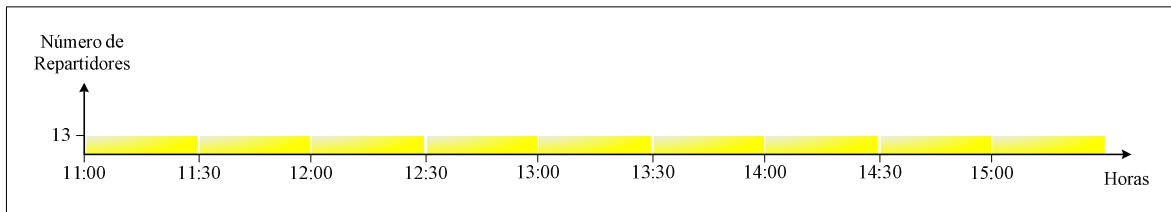


Figura 9. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 2

Para el tercer escenario, se asume que los 113 servicios a domicilio se distribuyen uniformemente en periodos de veinte minutos. Dado el cálculo: $\frac{113sd}{13p} = 8.67 \frac{sd}{p}$, se determina que aproximadamente 9 solicitudes de servicios a domicilio se registran en el sistema simultáneamente cada veinte minutos, la Figura 10 ilustra la distribución de los 9 pedidos entrantes.

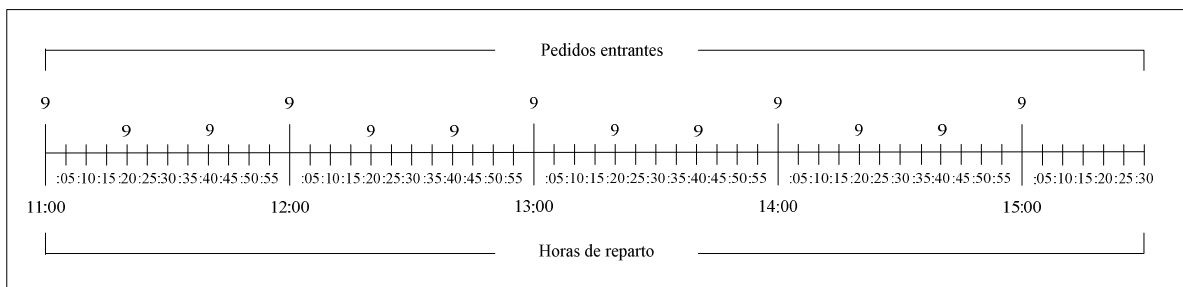


Figura 10. Distribución de servicios a domicilio cada veinte minutos.

Si se conoce que a un repartidor le toma treinta minutos cumplir con cada servicio a domicilio, es necesario que existan 18 repartidores disponibles para satisfacer los pedidos que ingresan cada veinte minutos. Del total de repartidores, 9 atienden los primeros pedidos entrantes; debido a que los pedidos siguientes se registran a los veinte minutos, es necesaria la participación de 9 repartidores adicionales. Como se ilustra en la Figura 11, en este caso los repartidores permanecen inactivos en el centro de distribución durante diez minutos después de entregada la orden, en espera de pedidos entrantes.

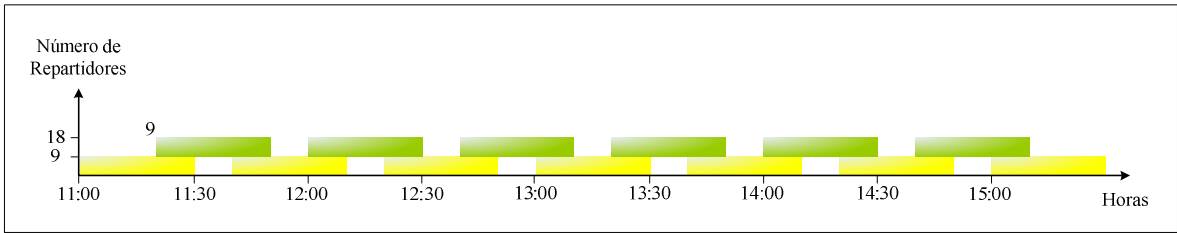


Figura 11. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 3

Para el cuarto escenario, se asume que los 113 servicios a domicilio se distribuyen uniformemente en periodos de quince minutos. Dado el cálculo: $\frac{113sd}{17p} = 6.65sd/p$, se determina que aproximadamente 7 solicitudes de servicios a domicilio se registran en el sistema simultáneamente cada cuarto de hora, la Figura 12 ilustra la distribución de los 7 pedidos entrantes.

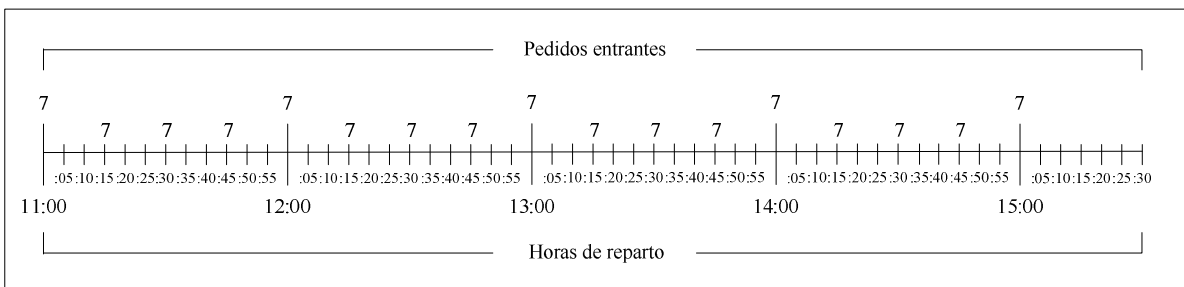


Figura 12. Distribución de servicios a domicilio cada quince minutos.

Dado que a un repartidor le toma treinta minutos cumplir con cada servicio a domicilio, es necesario que existan 14 repartidores disponibles para satisfacer los pedidos que ingresan cada quince minutos. Del total de repartidores, 7 atienden los primeros pedidos entrantes; debido a que los pedidos siguientes se registran a los quince minutos, es necesaria la participación de 7 repartidores adicionales, en la Figura 13 se ilustra el escenario descrito.

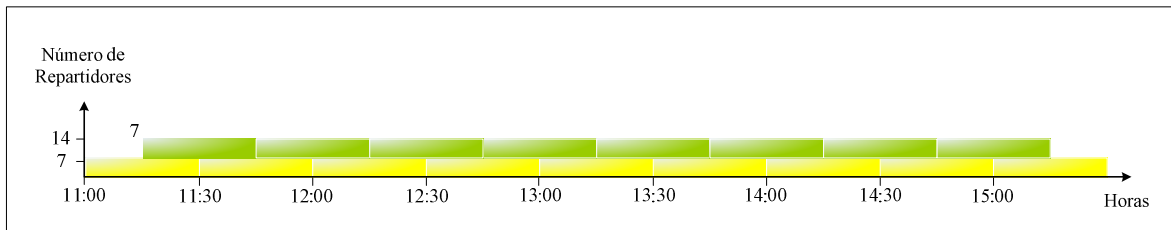


Figura 13. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 4

Para el quinto escenario, se asume que los 113 servicios a domicilio se distribuyen uniformemente en periodos de diez minutos. Dado el cálculo: $\frac{113sd}{25p} = 4.52 \frac{sd}{p}$, se determina que aproximadamente 5 solicitudes de servicios a domicilio se registran en el sistema simultáneamente cada diez minutos, la Figura 14 ilustra la distribución de los 5 pedidos entrantes.

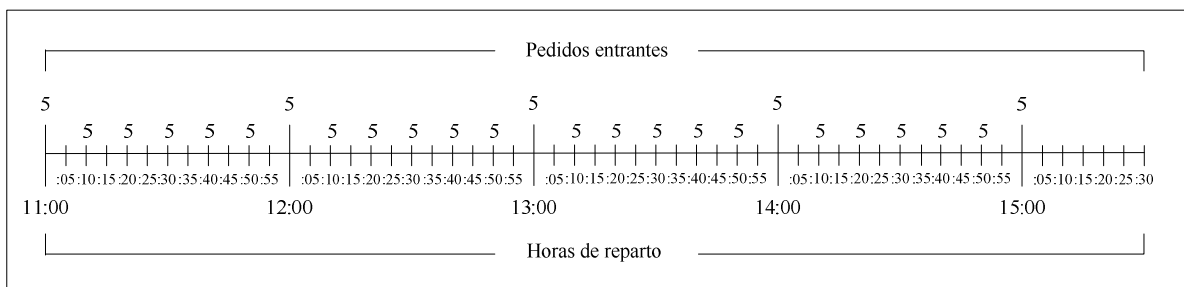


Figura 14. Distribución de servicios a domicilio cada diez minutos.

Considerando que a un repartidor le toma treinta minutos cumplir con cada servicio a domicilio, es necesario que existan 15 repartidores disponibles para satisfacer los pedidos que ingresan cada diez minutos. Del total de repartidores, 5 atienden los primeros pedidos entrantes; debido a que los pedidos siguientes se registran a los diez minutos, es necesaria la participación de 5 repartidores adicionales para que se ocupen de los siguientes pedidos. Finalmente, como se ilustra en la Figura 15, es necesaria la intervención de 5 repartidores que se encarguen de los siguientes pedidos.

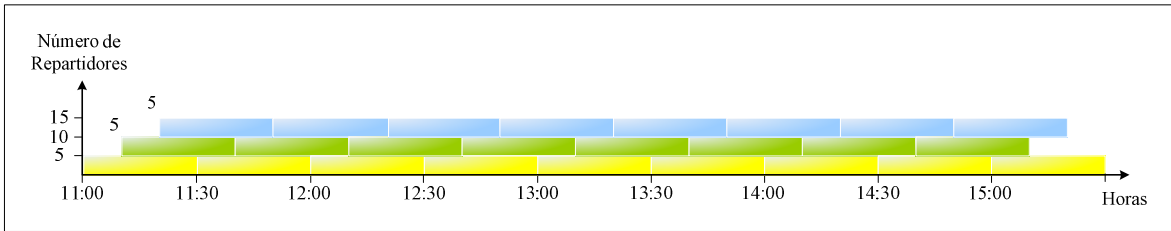


Figura 15. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 5

Para el último escenario, se asume que los 113 servicios a domicilio se distribuyen uniformemente en periodos de cinco minutos. Dado el cálculo: $\frac{113sd}{49p} = 2.30 \frac{sd}{p}$, se determina que aproximadamente 3 solicitudes de servicios a domicilio se registran en el sistema simultáneamente cada cinco minutos, la Figura 16 ilustra la distribución de los 3 pedidos entrantes.

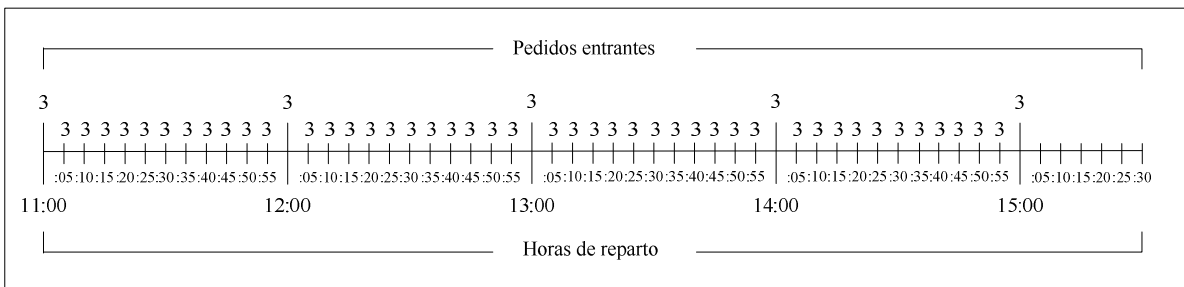


Figura 16. Distribución de servicios a domicilio cada cinco minutos.

Considerando que a un repartidor le toma treinta minutos cumplir con cada servicio a domicilio, es necesario que existan 18 repartidores disponibles para satisfacer los pedidos que ingresan cada cinco minutos. Del total de repartidores, 3 atienden los primeros pedidos entrantes; debido a que los pedidos siguientes se registran a los cinco minutos, es necesaria la participación de 3 repartidores adicionales para que se ocupen de estos. Dado que transcurridos 5 minutos ingresan nuevamente pedidos, se necesita otros 3 repartidores; del

mismo modo se requieren 3 repartidores para los pedidos que llegan a los quince, veinte y veinticinco minutos. La Figura 17 ilustra los ciclos cumplidos por cada repartidor.

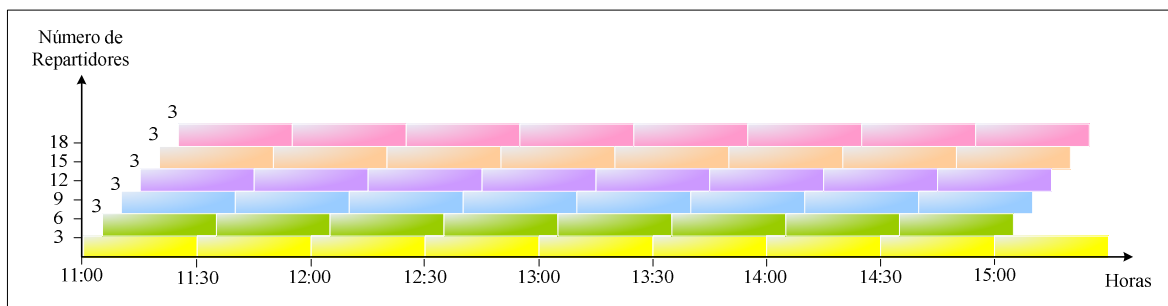


Figura 17. Ciclos cumplidos por los repartidores en el escenario 6

Una vez analizados los distintos escenarios es posible determinar empíricamente el número total de repartidores que se necesitan para lograr un servicio de calidad. Es importante mencionar que los escenarios son completamente determinísticos, es decir, no consideran ninguna de las posibilidades que pueden ocurrir en la realidad como que el tiempo de distribución sea mayor a treinta minutos o que los pedidos no se distribuyan uniformemente.

Se considera que el peor de los escenarios que puede ser aplicable a la realidad es el que recibe pedidos cada diez minutos; pues asumiendo que todas las empresas registran un pedido al mismo tiempo, les tomará en promedio diez minutos registrar la orden con todas las especificaciones del cliente. Entonces el total de repartidores que el centro de distribución requiere es de quince.

Dado que el número de repartidores se obtuvo en función de la mayor demanda, la misma que ocurre únicamente el fin de semana, es necesario determinar un número máximo de repartidores que opere durante la semana. Tomando en cuenta los datos presentados en el

Anexo 5, durante los cinco días la demanda total es de 105 servicios a domicilio, por lo que el total de pedidos no excede a los veintiún por día.

Se construye nuevamente un escenario que ilustre la distribución de los veintiún pedidos, entonces se asume que los 21 servicios a domicilio se distribuyen uniformemente en periodos de diez minutos. Dado el cálculo: $\frac{21sd}{25p} = 0.84 \frac{sd}{p}$, se determina que aproximadamente una solicitud de servicios a domicilio se registra en el sistema cada diez minutos, la Figura 18 muestra la distribución de los 21 pedidos entrantes.

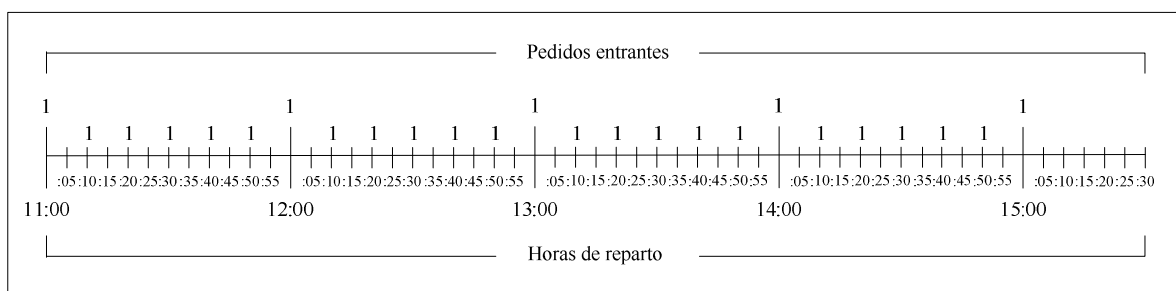


Figura 18. Distribución de servicios a domicilio cada diez minutos.

Considerando que a un repartidor le toma en promedio treinta minutos cumplir con cada servicio a domicilio, es necesario que existan 3 repartidores disponibles para satisfacer los pedidos que ingresan cada diez minutos. Del total de repartidores, 1 atiende el primer pedido entrante; debido a que el siguiente pedido se registra a los diez minutos, es necesaria la participación de 1 repartidor adicional para que se ocupe de éste. Finalmente, como se ilustra en la Figura 19, es necesaria la intervención de un último repartidor que se encargue del pedido que ingresa a los veinte minutos.

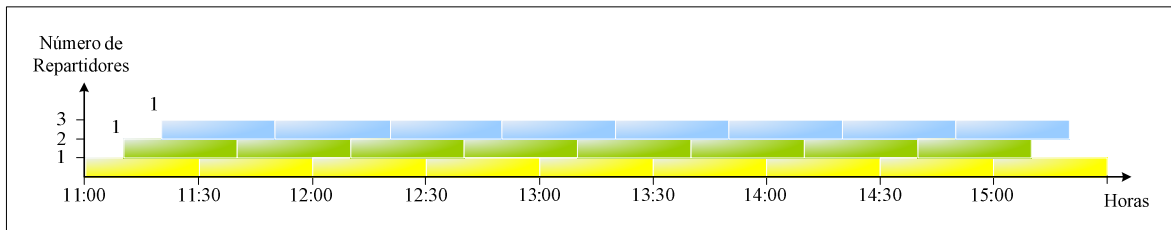


Figura 19. Ciclos cumplidos por los repartidores durante la semana

En base a los escenarios analizados, el centro de distribución contará con tres repartidores durante la semana y quince durante el fin de semana. El total de repartidores contratados será de quince y se requiere de un horario de trabajo que se establezca la rotación del personal.

4.4. Estructuración de la base tecnológica

La estructura tecnológica empleada en el sistema de distribución propuesto, constituye un factor esencial para el funcionamiento adecuado y óptimo del mismo. Por medio de ésta se genera una estandarización de las actividades de la toma de pedido, además de la transferencia inmediata de información y la disponibilidad de datos del consumidor.

La comunicación entre las empresas y el centro de distribución se efectuará a través del Internet. Como se estableció anteriormente se elaborará una aplicación Web, la misma que permitirá el almacenamiento e intercambio de información. Para que las empresas asociadas puedan acceder a dicha información será diseñado un portal Web, el mismo que podrá ser personalizado en función de las necesidades de cada una de ellas.

El concepto de aplicación Web señala que es un programa computacional que puede ser utilizado por el usuario cuando éste accede a un servidor Web a través de Internet, (<http://glud.udistrital.edu.co>, ¿Qué es una aplicación Web?). En el caso de un negocio, constituye una interfaz entre un formulario diseñado específicamente para cubrir con las

necesidades del negocio y la información que actualmente es manejada por la empresa, con el objetivo de que cualquier persona pueda consultarla e interactuar con ésta desde Internet, (www.netcommerce.com.mx, Desarrollo de aplicaciones Web).

El desarrollo de una aplicación Web permite publicar un catálogo electrónico de productos, manejo de inventarios, órdenes de compra y en general cualquier tipo de información que pueda ser incorporada a una base de datos. Esta información puede ser de dominio público o puede ser restringida a ciertas personas a través de un nombre de usuario y contraseña, (www.netcommerce.com.mx, Desarrollo de aplicaciones Web). Adicionalmente, debido a su carácter dinámico es posible una actualización automática del contenido de la página, (<http://glud.udistrital.edu.co>, ¿Qué es una aplicación Web?).

La propuesta del centro de distribución es que cada empresa asociada maneje a través de la aplicación Web la base de datos de los clientes que solicitan servicios a domicilio en la zona de Cumbayá. De este modo, los datos ingresados para un nuevo cliente del servicio a domicilio o cambios en la información de antiguos clientes, podrán estar al alcance de todas las empresas asociadas y como consecuencia, el tiempo de atención en la toma de pedidos se reduce, pues se evita tomar la información del cliente dos o más veces por separado.

Dentro de la base de datos, se propone también que cada una de las empresas asociadas cree un catálogo electrónico de sus productos para uso interno. La aplicación Web permitirá que la empresa ingrese información sobre los productos que ofrece; precios por unidad, descuentos y promociones especiales son algunas de las opciones que pueden considerar. Un factor que deberá ser completado obligatoriamente por cada uno de los negocios es el tiempo de elaboración del producto, éste es requerido por el centro de distribución porque permitirá determinar el tiempo de recolección de la orden en la empresa.

Toda la información ingresada por las empresas asociadas debe estar disponible para cuando la requieran. Por medio de un portal Web cada empresa tendrá acceso a la información, al registrar su nombre de usuario y contraseña.

Un portal Web es una plataforma tecnológica que involucra diversas disciplinas como el diseño gráfico, que soluciona el qué presentar de la imagen corporativa; el diseño de navegación, que en consistencia con el diseño gráfico definen una estructura simple de navegación cuyo objetivo es hacer productivo, confiable, eficiente y eficaz el Portal, (<http://www.loloweb.com>, Portales Web).

Cada negocio podrá personalizar su portal Web considerando sus gustos y necesidades. El objetivo es que las empresas configuren el portal de tal modo que se integre la información del pedido y del cliente en un documento único. De este modo, se persigue lograr que una vez recibida la llamada del cliente, sea posible registrar los datos del mismo, las especificaciones de su pedido y el monto total a cancelar, para proceder a imprimir dicha información en el formato de factura de cada empresa.

El acceso a la información de clientes en la base de datos se efectúa al registrar el número telefónico del cliente que se contactó con la empresa. Entonces, el sistema desplegará automáticamente los datos generales en campos que podrán ser modificados o actualizados si se trata de un cliente antiguo, y completados si es el caso de un cliente nuevo.

Por medio de la aplicación Web se puede también desarrollar el proceso de interacción entre el centro de distribución y las empresas asociadas. Es así que, una vez concluida la toma del pedido en la empresa, la información es enviada inmediatamente hacia las oficinas donde opera el centro de distribución; para allí coordinar la recolección de productos en función de la localización de la empresa y de otros pedidos recibidos simultáneamente.

Para que la aplicación y el portal Web funcionen en el Internet se debe utilizar un servidor que permita almacenar la información de la base de datos, información de las empresas y la aplicación Web. La función del servidor es brindar un espacio de memoria en disco duro y para base de datos, crear direcciones de e-mail para comunicación, crear respaldos de la información almacenada, almacenamiento para el dominio y portal Web, etc.

Existen dos formas de poder obtener el servicio de un servidor. La primera opción es adquirir uno para manejarlo en el centro de distribución, mientras que la segunda es contratar uno a través del Internet y pagar las mensualidades.

Si se opta por comprar un servidor, el centro de distribución tendría completo uso del mismo e inclusive se podría alquilar el espacio disponible. La desventaja de esta opción es que el centro de distribución sería completo responsable del funcionamiento del servidor, actividad que no agregar valor al proceso de distribución de productos a domicilio.

Si se opta por contratar un servidor a través de Internet se debe cancelar mensualmente por el uso del mismo. Las ventajas de contratar un servidor son que la responsabilidad del funcionamiento del mismo ya no está a cargo del centro de distribución, las empresas que alquilan servidores están especializadas en este tema y ofrecen un servicio más confiable ofreciendo disponibilidad de 24 horas al día, servidores de respaldo en caso que uno falle, cortafuegos y sistemas de protección para garantizar que la información se encuentra segura.

La desventaja de contratar un servidor es que la cantidad de almacenamiento puede llegar a ser limitada en algún momento. Existen algunas compañías sin embargo que tienen muy buenas ofertas a un costo considerable. Tenemos el caso por ejemplo de www.seekdotnet.com que ofrece: almacenamiento en disco duro de 3 GB, almacenamiento para base de datos 100Mb, soporte para ejecutar 3 portales Web, el primer dominio para el portal gratis,

cortafuegos, etc. Esta cantidad de almacenamiento es suficiente para la población que existe este momento en Cumbayá y la cantidad de empresas, e inclusive puede soportar un crecimiento considerable de la misma.

Después de haber analizado estas opciones queda claro que la opción de contratar el servicio de servidor a otra empresa es la solución más factible para obtener el soporte necesario para la aplicación y el portal Web.

La Figura 20 muestra gráficamente el funcionamiento de la conexión entre las empresas y el centro de distribución por medio de la aplicación Web, el portal Web y el servidor.

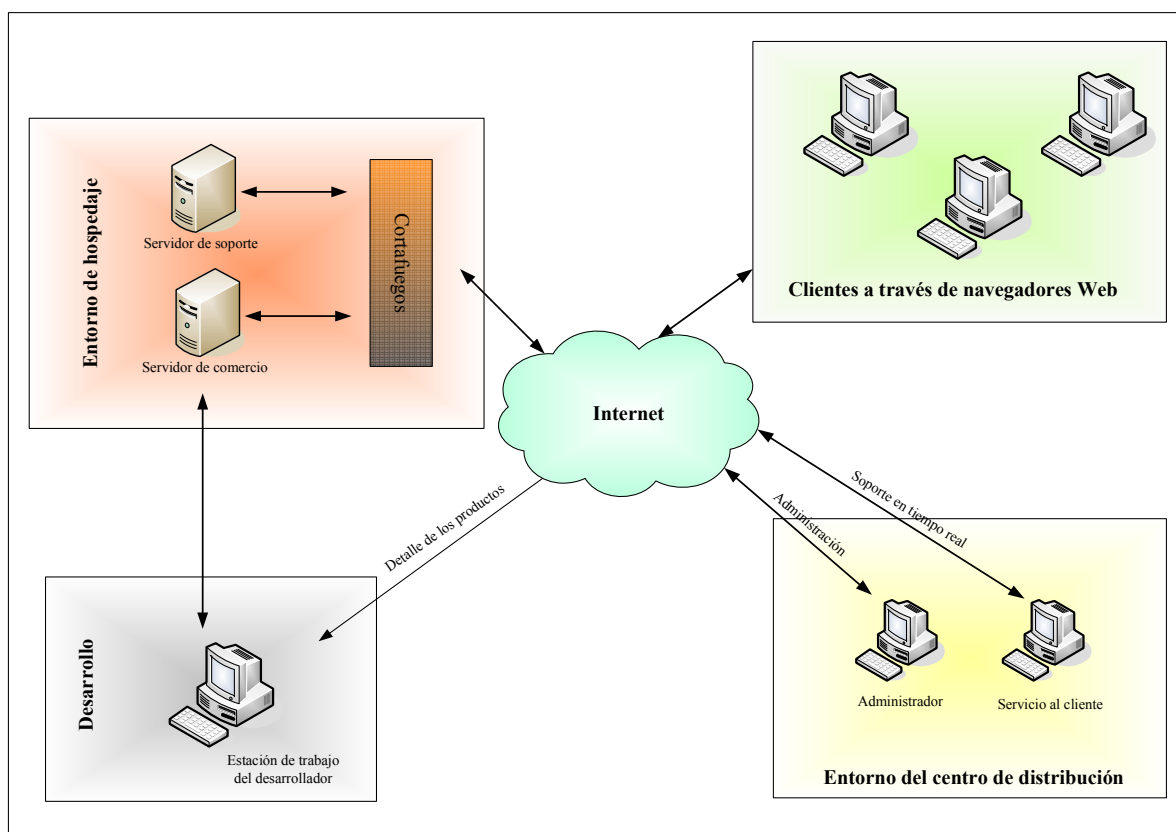


Figura 20. Estructura de la base tecnológica

Por último dentro de lo que al área tecnológica se refiere, la comunicación entre el centro de distribución y su personal operativo se dará a través de un sistema de radio. El objetivo es mantenerse en contacto todo el tiempo con los repartidores que no se encuentren en el centro, y así poder coordinar la recolección de un pedido en caso de ser necesario.

Para que la comunicación por radio pueda ser efectiva se necesita contratar una empresa que proporcione este servicio en el sector de Cumbayá y Tumbaco. Los equipos que se requieren para poder trabajar deben tener la capacidad de transmitir hasta una distancia de 10Km, distancia que incluye todo el sector en el que los repartidores se movilizarán.

En el mercado existen varias empresas que brindan el servicio de radio transmisión y que además proporcionan el equipo y mantenimiento del mismo.

5. Logística del proceso de distribución de productos a domicilio

“La logística es la gestión del flujo, y de las interrupciones en él, de materiales (materias primas, componentes, subconjuntos, productos acabados y suministros) y/o personas asociados a una empresa”, (Logística, Franco Irene). Dentro del nuevo sistema de distribución se deben considerar factores logísticos importantes como el diseño del transporte, el manejo de productos y las políticas asociadas al proceso de distribución; a continuación se analizará cada uno de los temas mencionados.

5.1. Diseño del sistema de transporte

El sistema de distribución centralizado requiere de motocicletas como medio único para repartir los productos a domicilio. Las características generales que se tienen que tomar en

cuenta en una motocicleta para poder utilizarla son: cilindraje, número de cilindros, consumo de gasolina, capacidad de carga, tipo de transmisión y frenos.

De acuerdo a la compañía especializada en motocicletas MOTOR UNO del Ecuador, una motocicleta que va a ser utilizada para servicios a domicilio mantiene las siguientes características:

El cilindraje debe ser entre los 100 y los 150cc para poder obtener una buena velocidad pero a su vez en buen consumo de combustible. Una motocicleta con un cilindraje mayor a 150cc tendría demasiada potencia para el trabajo que se le aplica, mientras que una que se encuentre bajo los 100cc resulta muy débil y lenta, factor que se reflejaría en un mayor consumo de gasolina. Las motocicletas con cilindraje entre 100 y 150cc brindan un consumo de gasolina de alrededor 100Km por galón.

En la actualidad las motocicletas cuentan con motores de cuatro cilindros, es decir, motores a cuatro tiempos; esto ha permitido que el tipo de combustible necesario para que las motocicletas funcionen sea gasolina, evitando así la utilización de aceite y gasolina como en las motocicletas de dos tiempos. Esta característica facilita mucho el mantenimiento de las motocicletas en tiempo y costo, por lo que es importante contar con motocicletas a cuatro tiempos para la atención a domicilio.

El tipo de transmisión de las motocicletas debe ser de preferencia automática o semiautomática, de esta manera le resultará más fácil el manejar la motocicleta a cualquier persona que esté interesada en ser contratada como repartidor.

El sistema de frenos con el que se debe de contar por norma de seguridad es frenos de hidráulicos de disco para la llanta delantera y sistema de frenos de tambor para la rueda

posterior. Esta característica es muy importante y se tiene que verificar que en cada mantenimiento de la motocicleta que el sistema funcione correctamente.

5.2. Manejo de productos

Las motocicletas constituyen el medio de transporte que utilizará el centro de distribución para llevar a cabo la entrega de productos. Estas cuentan con un compartimiento en la parte posterior, el mismo que estará equipado adecuadamente para mantener las características de los productos solicitados por el cliente.

El compartimiento tendrá la constitución de un aislante térmico debido a la naturaleza perecible de los productos alimenticios. De este modo se mantendrá la temperatura normal de cada pedido, es decir, se minimizará la pérdida de calor de los comestibles que deben servirse calientes y al mismo tiempo se mantendrán fríos los productos restantes durante la entrega.

Los productos no perecibles deben conservar sus características de forma, entonces el diseño del compartimiento puede ser utilizado para esta función. En el interior del compartimiento se colocarán una serie de correas ajustables, cuya función será la de asegurar el producto. Debido a los constantes movimientos producidos al movilizarse, es importante mantener los productos transportados estables, de modo que su presentación no se vea afectada ante los ojos del consumidor.

Las dimensiones del compartimiento estarán determinadas por el tamaño de los diferentes productos a transportar. Además, éste debe tener la capacidad de llevar más de un pedido a la vez. En la Figura 21 se ilustra cada una de las características descritas para el compartimiento.

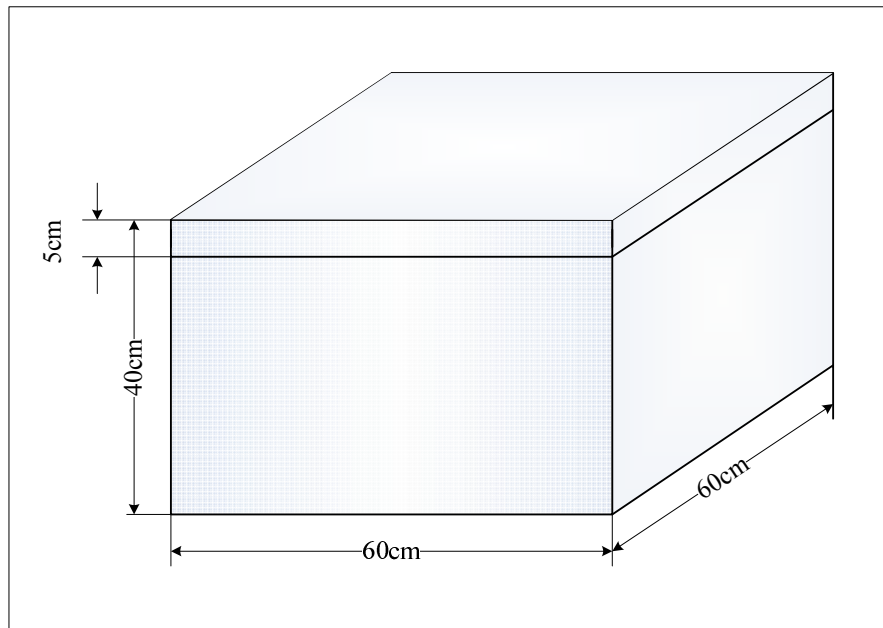


Figura 21. Dimensiones del compartimiento.

5.3. Políticas de distribución del producto

La distribución de productos a domicilio, constituye una responsabilidad compartida entre el centro de distribución y cada una de las empresas. Por esta razón, es necesario establecer políticas que permitan que la orden entregada, cumpla con los requerimientos de calidad del consumidor final. Es así que, factores como tiempo de entrega y presentación del producto, deben funcionar bajo ciertos estándares. A continuación se presenta una lista de las políticas.

- Empaque del producto: Mantener la forma, presentación y temperatura del producto a transportar, requiere que este sea empaquetado en un recipiente adecuado.
- Dimensiones del paquete: El paquete del pedido no puede exceder las dimensiones del compartimiento, las mismas que son 60cm x 40cm x 60cm.
- Transporte del pedido de una o más empresas: Si se recibe más de un pedido de manera simultánea y de empresas que pertenecen a la misma zona comercial, el centro de

distribución recogerá mas dos o tres órdenes dependiendo del tamaño y de la capacidad del compartimiento.

- Tiempo de recolección: Es necesario que cada una de las empresas especifique el tiempo real de elaboración del producto solicitado por el consumidor. De este modo en el centro de distribución se podrá programar el tiempo de recolección de una o varias órdenes.
- Tiempo de entrega: Debido a que el tiempo de entrega para la mayoría de empresas fluctúa entre 30 y 45 minutos y tomando en consideración los límites ya establecidos por aquellas empresas que manejan servicios a domicilio, se ha delimitado la zona dentro de la cual es factible la entrega a domicilio para el centro de distribución. El área se extiende al Norte desde la Urbanización Valle 2 y 3 hasta Pillagua; al Sur comprende los sectores de San Juan bajo, La Primavera etapa 2 y la Urbanización Auqui Chico; al Este avanza hasta el tercer semáforo de la vía a Tumbaco; y al Oeste hasta Miravalle 1.

Es necesario que la empresa comunique el tiempo de entrega al cliente, con el fin de advertir cuanto tiempo tomará la elaboración de su pedido y así evitar malestar en caso de que este tenga urgencia del producto.

- Tipo de camino: Para la optimización de rutas serán consideradas únicamente aquellas que no atenten contra seguridad del repartidor o la calidad del producto.

6. Localización y definición de rutas

Para determinar la localización exacta del centro de distribución y las rutas que los repartidores recorrerán para llegar a cada empresa y cliente, se necesita elaborar modelos

matemáticos de optimización con el fin de determinar las soluciones óptimas; en el caso de que la solución óptima no se muestre factible para cualquiera de estos problemas se recurrirá a la utilización de heurísticas con el fin de encontrar una solución cercana a la óptima y que sea factible para la implementación. A continuación se muestra la resolución de estos dos modelos de forma separada.

6.1. Modelo matemático de localización

El modelo matemático de localización propone encontrar un lugar estratégico para la ubicación del centro de distribución. La información para la elaboración del modelo matemático fue obtenida del “Facility layout and location: an analytical approach” de los autores Richard L. Francis, Leon F. McGinnis, Jr. y John A. White.

Una de las ramas de la investigación de operaciones que tiene como objetivo encontrar posiciones óptimas es la teoría de localización. Esta teoría busca determinar una o mas posiciones optimas para un centro de trabajo sirviendo de la mejor manera a todos sus clientes. De manera muy general, se puede citar ciertos ejemplos de aplicaciones de esta teoría como son la localización de aeropuertos, depósitos de desechos, plantas industriales, etc.

Dentro de las teorías de localización, se aplicará en este proyecto el algoritmo Mini-max. Este algoritmo de programación lineal tiene como objetivo minimizar la distancia máxima desde cualquier cliente o proveedor (empresas) al centro de trabajo (centro de distribución). Para poder resolver este problema se procederá primero a formular un problema de programación lineal y consecuentemente a resolverlo con la ayuda del software LINDO. Si la respuesta óptima obtenida por el software no resulta factible para ponerla en práctica se procederá a resolver el problema mediante una heurística del Mini-max, la cual en vez de

obtener una solución única, obtiene un conjunto de soluciones posible, de donde se puede determinar alguna que sea factible de implementarla. La ventaja más grande que este algoritmo presenta es que para la localización de las empresas y centro de distribución utiliza distancias rectilíneas que se obtienen en centímetros utilizando un plano de Cumbayá a escala (INEC, Mapoteca).

El primer paso para la resolución del modelo matemático fue determinar el número de empresas a las que el centro de distribución podría brindar servicios. Para realizar esto se definieron 14 zonas comerciales en el área de Cumbayá, donde se encuentran concentrados la mayor cantidad de negocios.

Una vez identificadas las catorce zonas comerciales, se procedió a ubicarlas en el mapa a escala de Cumbayá, como se muestra en el Anexo 8. Luego, con la ayuda de un eje de coordenadas establecido de manera aleatoria, se obtuvo las distancias rectilíneas de cada una de las zonas; la Tabla 3 resume la información sobre las zonas y sus respectivas coordenadas.

Tabla 3. Coordenadas rectilíneas de las zonas comerciales

Zona comercial	Nombre	Coordenada X (cm.)	Coordenada Y (cm.)
1	Centro Comercial Cumbayá (Parte alta)	47.9	56.2
2	Fybeca	46.2	54.8
3	Centro Comercial Cumbayá (Parte baja)	46.9	51
4	USFQ (Calle Diego de Robles)	49.1	49.1
5	USFQ (Av. Pampite)	51.6	46.3
6	USFQ (Av. Francisco de Orellana)	45.1	47.4
7	Andínatel	42.8	38
8	Reservorio	49.5	36.5
9	Deltex	42.5	34.3
10	Pueblo de Cumbayá	38.3	35.2
11	Parque de Cumbayá	41	31.1
12	Reten policial de Cumbayá	41.4	27.6
13	Hospital de los Valles	25.6	20.2
14	Ventura Mall	17.9	1.7

Con estos datos se desarrolló el modelo lineal utilizando la siguiente formulación:

Min Z

Sujeto a

$$Z \geq (|x - a_i| + |y - b_i|) \quad \text{para toda } i$$

Como la función de Z no es lineal se aplican métodos matemáticos para encontrar la linealización de esta restricción, obteniendo cuatro ecuaciones lineales para cada punto de coordenadas de cada zona comercial, las restricciones son las siguientes:

$$\left. \begin{array}{l} x + y - z \leq a_i + b_i \\ x + y + z \geq a_i + b_i \\ -x + y - z \leq -a_i + b_i \\ -x + y + z \leq -a_i + b_i \end{array} \right\} \forall i$$

Con este modelo de optimización lineal se construyó y resolvió el problema como se ilustra en el Anexo 9; la Tabla 4 muestra la respuesta óptima:

Tabla 4. Respuesta óptima para el algoritmo de localización

Variable	Valor (cm.)
Z	42.25
X	47.75
Y	14.1

La solución del modelo lineal indica que el punto donde se debería ubicar el centro de distribución para minimizar la distancia más lejana es 47.75cm en X y 14.10cm en Y. Como se aprecia en el Anexo 10 al ubicar este punto dentro del plano de coordenadas, se observa que no es físicamente posible ubicar el centro de distribución en este lugar, debido a que en el punto existe una urbanización privada.

Como la solución óptima no fue factible para implementarla se debe encontrar otra solución por lo cual se resolverá el problema a través de la heurística del Mini-max.

La heurística del algoritmo Mini-max utiliza las mismas distancias rectilíneas de las 14 zonas comerciales definidas anteriormente y procede de la siguiente manera.

Para poder simplificar el problema se modificará el lado derecho de las cuatro restricciones definidas anteriormente y se les asignará una nueva nomenclatura y se la define de la siguiente manera:

$$x + y - z \leq \min_i(a_i + b_i) = c_1$$

$$x + y + z \geq \max_i(a_i + b_i) = c_2$$

$$-x + y - z \leq \min_i(-a_i + b_i) = c_3$$

$$-x + y + z \leq \max_i(-a_i + b_i) = c_4$$

Las cantidades c_1, c_2, c_3 y c_4 pueden ser calculadas fácilmente con la información proporcionada por el problema. Si se define $c_5 = \max(c_2 - c_1, c_4 - c_3)$, entonces la distancia

óptima es igual a $z = \frac{c_5}{2}$ y cualquier punto que pertenezca a la recta que se origina entre los puntos:

$$(x_1, y_1) = \left(\frac{1}{2}(c_1 - c_3), \frac{1}{2}(c_1 + c_3 + c_5) \right)$$

$$(x_2, y_2) = \left(\frac{1}{2}(c_2 - c_4), \frac{1}{2}(c_2 + c_4 - c_5) \right)$$

es una solución factible para el problema. La resolución del problema se la encuentra a detalle en el Anexo 11.

Utilizando este algoritmo se obtuvo el siguiente resultado, el mismo que se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Respuesta de la heurística del modelo de localización

Coordenadas del punto inicial (cm.)		Coordenadas del punto final (cm.)	
x1	17.9	X2	47.8
y1	44	Y2	14.1

Tomando en consideración las dos soluciones obtenidas a través de la heurística y el modelo lineal, podemos ver que dentro del conjunto de valores generados a través de la heurística existe el punto (47.8, 14.1); dichas coordenadas coinciden con el valor óptimo que resulta del modelo lineal. Esto verifica que las soluciones dadas por la heurística se generan cerca del valor óptimo.

Graficando la recta dada por la heurística en el plano de coordenadas, se puede ver que existen dos lugares factibles donde se podría establecer el centro de distribución. Estos lugares fueron escogidos considerando que no se encuentren dentro de una urbanización o un sector

residencial y la cercanía a una vía principal. En el Anexo 12 se pueden apreciar estos dos sectores.

Para determinar cual de estos dos sectores es el apropiado para el centro de distribución se visitó los lugares y se observó que solamente el sector B se encuentra disponible para poder localizar el centro de distribución, esta se muestra en el Anexo 13.

Debido a que un análisis de sensibilidad permite predecir cambios en los costos y restricciones, no aplicaremos este tipo de análisis en nuestro proyecto ya que los valores de las coordenadas para cada zona comercial no podrán cambiar. Este tipo de datos no son estimaciones sino valores reales que se quedaran fijos en el tiempo.

6.2. Modelo matemático de optimización de rutas

El modelo matemático de optimización de rutas busca definir un camino factible para la recolección y entrega de productos, de tal manera que la distancia recorrida sea óptima. Para el desarrollo de este punto se utilizarán conceptos del libro “Introducción a la Investigación de Operaciones” de los autores Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman.

Considerando que en el punto anterior fue determinada la zona en donde se ubicará el centro de distribución, es posible entonces iniciar la identificación de las vías que comunican el centro de distribución con las diferentes zonas comerciales y residenciales del sector de Cumbayá. Para ello, es necesario construir una red que ilustre la distribución de las vías, sus dimensiones y el sentido en que pueden ser recorridas.

Al emplear una representación a través de redes, se brinda un panorama general de la situación a tratar y es posible visualizar las relaciones que existen entre los componentes del sistema. Los problemas de redes surgen de varias situaciones que se presentan en la vida

diaria; es así que áreas como la producción, distribución, planeación de proyectos, administración de recursos, entre otras, son ampliamente representadas por medio de estas.

Para la elaboración de la red de distribución se utilizará el plano a escala de la parroquia de Cumbayá. Para empezar se ubica en el plano el centro de distribución y luego se identifican las intersecciones principales que permiten el acceso a las diferentes zonas comerciales y residenciales, estos constituyen los nodos fuente.

Los nodos que representan a las intersecciones se determinaron en función de la distribución de las zonas comerciales utilizadas para el modelo de localización, (Anexo 8). Para éste modelo cada nodo fuente incluye, además de la zona comercial, una o varias zonas residenciales de interés para el centro de distribución. En el Anexo 14 se ilustra los nodos fuente y sus respectivas áreas de repartimiento.

Finalmente, fueron ubicados en el plano los nodos trasbordo constituidos por las intersecciones secundarias que conectan los nodos fuente. El plano de la red que se empleará para el análisis de rutas se muestra en el Anexo 15.

Debido a que en la realidad se presentan un sin número de situaciones, existen diferentes tipos de problemas de redes que representan la mayor parte estas. El problema de interés para el proyecto es conocido como el problema del flujo de costo mínimo; éste toma en cuenta el flujo a través de una red con capacidades limitadas en sus arcos, considera un costo o distancia para el flujo a través del arco, puede manejar varios orígenes y varios destinos para el flujo y su solución es un extremo eficiente.

La resolución del problema del flujo de costo mínimo se puede formular como un problema de programación lineal a través del siguiente algoritmo:

Variable de decisión

$$x_{ij} = \text{flujo a través del arco } i \rightarrow j$$

Dada la información referente a:

$$c_{ij} = \text{costo por unidad de flujo a través del arco } i \rightarrow j,$$

$$u_{ij} = \text{capacidad del arco } i \rightarrow j,$$

$$b_i = \text{flujo neto generado a través del arco } i.$$

Donde el valor de b_i depende de la naturaleza del nodo i

$$b_i > 0 \quad \text{si } i \text{ es un nodo fuente,}$$

$$b_i < 0 \quad \text{si } i \text{ es un nodo demanda,}$$

$$b_i = 0 \quad \text{si } i \text{ es un nodo de trasbordo.}$$

El objetivo es minimizar el costo total de enviar los recursos disponibles a través de la red para satisfacer la demanda dada. La formulación del modelo de programación lineal se describe a continuación:

Función objetivo

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n c_{ij} x_{ij}$$

Sujeta a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ji} = b_i \quad \text{para cada nodo } i,$$

y

$$0 \leq x_{ij} \leq u_{ij} \quad \text{para cada arco } i \rightarrow j.$$

En la restricción, la primera sumatoria representa el flujo total que sale del nodo i , mientras la segunda representa el flujo total que entra al nodo i . Por lo tanto, la diferencia de la sumatoria es el flujo neto generado en el nodo i .

Para que el problema del flujo de costo mínimo tenga soluciones factibles, es necesario que se cumpla la siguiente condición:

$$\sum_{i=1}^n b_i = 0$$

En este se establece que el flujo total generado en los nodos origen es igual al flujo total absorbido por los nodos destino.

Para el desarrollo del modelo de optimización de rutas dentro de este proyecto, se aplicará un caso especial del problema del flujo de costo mínimo, siendo éste el problema de la ruta más corta. Para formular un problema del flujo de costo mínimo para el caso especial de la ruta más corta, se establece el origen como un nodo de recursos con una cantidad de 1, el nodo destino como un nodo de demanda con una demanda de 1 y el resto de los nodos como de trasbordo.

La distancia entre los nodos i y j se convierte en unidades de costo c_{ij} o c_{ji} para el flujo en cualquier dirección. La capacidad de los arcos se considera infinita debido a que los nodos que conectan el nodo origen con el nodo destino cumplen la función de trasbordo y no genera ni absorbe flujo alguno.

Considerando las especificaciones del caso especial, se genera el siguiente algoritmo:

Variable de decisión

$$x_{ij} = \text{flujo a través del arco } i \rightarrow j$$

Dada la información referente a:

$$c_{ij} = \text{distancia entre los nodos } i \text{ y } j,$$

$$u_{ij} = \text{capacidad del arco } i \rightarrow j,$$

$$b_i = \text{flujo neto generado a través del arco } i.$$

Donde el valor de b_i depende de la naturaleza del nodo i :

$$\begin{aligned}
b_i &= 1 && \text{si } i \text{ es un nodo fuente,} \\
b_i &= -1 && \text{si } i \text{ es un nodo demanda,} \\
b_i &= 0 && \text{si } i \text{ es un nodo de trasbordo.}
\end{aligned}$$

La formulación del modelo de programación lineal es:

Función objetivo

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n c_{ij} x_{ij}$$

Sujeta a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ji} = b_i \quad \text{para cada nodo } i,$$

y

$$0 \leq x_{ij} < \infty \quad \text{para cada arco } i \rightarrow j.$$

Anteriormente se explicó como fue elaborada la red de distribución, en base a ésta se graficó una red en la que se especifica toda la información necesaria para construir el modelo matemático. La información incluye el valor de la distancia entre nodos sobre cada arco, por medio de flechas se indica la dirección del flujo y sobre cada nodo se especifica el flujo neto del mismo; debido a que la capacidad es infinita para todos los nodos este valor no se lo escribe dentro de la red. El Anexo 16 muestra la red de distribución.

El algoritmo y la formulación del modelo de programación lineal se desarrollan a partir de la red de distribución obtenida. Las variables de decisión constituyen el flujo a través de cada par de nodos que conforman la red. La función objetivo es minimizar la sumatoria del producto del el flujo a través de cada para de nodos de la red y la respectiva distancia medida

en el plano. Las restricciones se desarrollan para cada nodo en función del flujo que entra o que sale de este.

En la red de distribución los nodos fuente y destino varían en función del recorrido que deberá ser realizado. Por ejemplo, si se debe recolectar un pedido en la zona Z, el nodo fuente o inicio será el nodo U que es el centro de distribución y el nodo destino será Z, entonces los valores de $b_i = 1$ y $b_i = -1$ se asignarán respectivamente a la restricción de cada nodo. Si una vez recogido el pedido en la empresa este debe ser entregado en la zona X, el nodo fuente será Z y el nodo destino será X; los valores de $b_i = 1$ y $b_i = -1$ son asignados a las restricciones de estos nuevos nodos.

Para cada par de nodos fuente es necesario construir un modelo matemático que optimice las rutas que conectan estos nodos. Para ello se utiliza un modelo base y los valores de $b_i = 1$ y $b_i = -1$ cambian para las restricciones de los nodos de interés, mientras el resto mantiene el valor $b_i = 0$.

A continuación se presenta el modelo matemático base, construido a partir de la red de distribución obtenida. En éste se considera la ruta de mayor distancia y complejidad que inicia en el nodo U que es el centro de distribución y termina en el nodo Z.

Variable de decisión

x_{ij} = flujo a través del arco $i \rightarrow j$ donde i y j = A, B,O, U, V, W, X, Y, Z

UA	BA	FC	EH	GJ	IL
AU	BC	DG	FI	JG	LI
AD	CB	GD	IF	HG	JM
DA	BE	DE	FX	HK	MJ
AB	CF	EF	XF	IH	JK

KN	MN	MV	WN	XY	YZ
KL	NM	VM	NW	YX	ZY
LW	MZ	VO	WZ	WY	ZO
WL	ZM	OV	WZ	YW	OZ

Función objetivo

Minimizar $Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n c_{ij} x_{ij}$

Min Z

$$\begin{aligned}
Z = & 4U + 4AU + 1.7AD + 1.7DA + 2AB + 2BA + 2.1BC + 2.1CB + 3.8BE + 4CF + 4FC + \\
& 1.8DG + 1.8GD + 1.8DE + 3EF + 1.8EH + 0.8FI + 0.8IF + 12.7FX + 12.7XF + 2GJ + 2JG + \\
& 1.9HG + 2HK + 2IH + 1.9IL + 1.9LI + 4JM + 4MJ + 1.9JK + 3.9KN + 2KL + 3.9LW + \\
& 3.9WL + 1.9MN + 1.9NM + 11.5MZ + 11.5ZM + 7.4MV + 7.4VM + 14.2VO + 14.2OV + \\
& 1.8WN + 1.8NW + 11.4WZ + 11.4ZW + 17XY + 17YX + 15.1WY + 15.1YW + 8.9YZ + \\
& 8.9ZY + 6.5ZO + 22.7OZ
\end{aligned}$$

Sujeto a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ji} = b_i \quad \text{para cada nodo } i, \quad \text{donde } i = A, B, \dots, O, U, V, W, X, Y, Z$$

$$AD + AB + AU - U - BA - DA = 0$$

$$BA + BE + BC - AB - CB = 0$$

$$CB + CF - BC - FC = 0$$

$$DA + DG + DE - AD - GD = 0$$

$$EF + EH - DE - BE = 0$$

$$FC + FI + FX - CF - EF - IF - XF = 0$$

$$GD + GJ - DG - HG - JG = 0$$

$$HG + HK - EH - IH = 0$$

$$IF + IL + IH - FI - LI = 0$$

$$JG + JK + JM - GJ - MJ = 0$$

$$KL + KN - HK - JK = 0$$

$$LI + LW - IL - WL - KL = 0$$

$$MJ + MN + MV + MZ - JM - NM - ZM - VM = 0$$

$$NM + NW - KN - MN - WN = 0$$

$$OV + OZ - ZO - VO = 0$$

$$UA - AU = 1$$

$$VM + VO - MV - OV = 0$$

$$WL + WN + WY + WZ - LW - NW - YW - ZW = 0$$

$$XF + XY - FX - YX = 0$$

$$YZ + YW + YX - ZY - WY - XY = 0$$

$$ZY + ZW + ZM + ZO - YZ - WZ - MZ - OZ = -1$$

y

$0 \leq x_{ij} \leq \infty$ para cada arco $i \rightarrow j$ donde i y $j = A, B, \dots, O, U, V, W, X, Y, Z$

$$UA \geq 0 \quad CB \geq 0 \quad EF \geq 0 \quad JG \geq 0 \quad MJ \geq 0$$

$$AU \geq 0 \quad BE \geq 0 \quad EH \geq 0 \quad HG \geq 0 \quad JK \geq 0$$

$$AD \geq 0 \quad CF \geq 0 \quad FI \geq 0 \quad HK \geq 0 \quad KN \geq 0$$

$$DA \geq 0 \quad FC \geq 0 \quad IF \geq 0 \quad IH \geq 0 \quad KL \geq 0$$

$$AB \geq 0 \quad DG \geq 0 \quad FX \geq 0 \quad IL \geq 0 \quad LW \geq 0$$

$$BA \geq 0 \quad GD \geq 0 \quad XF \geq 0 \quad LI \geq 0 \quad WL \geq 0$$

$$BC \geq 0 \quad DE \geq 0 \quad GJ \geq 0 \quad JM \geq 0 \quad MN \geq 0$$

$NM \geq 0$

$MZ \geq 0$

$ZM \geq 0$

$MV \geq 0$

$VM \geq 0$

$VO \geq 0$

$OV \geq 0$

$WN \geq 0$

$NW \geq 0$

$WZ \geq 0$

$WZ \geq 0$

$XY \geq 0$

$YX \geq 0$

$WY \geq 0$

$YW \geq 0$

$YZ \geq 0$

$ZY \geq 0$

$ZO \geq 0$

$OZ \geq 0$

La resolución del modelo se la obtuvo por medio del programa LINDO. Este asigna el valor de 1 al flujo a través del arco $i \rightarrow j$, para los arcos que constituyen la ruta óptima del nodo U al nodo Z . De acuerdo con el resultado, la distancia total recorrida es de 25cm a escala y la ruta a seguir es $U \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow G \rightarrow J \rightarrow M \rightarrow Z$.

El Anexo 17 muestra los resultados obtenidos por el programa, en éste no se incluye el análisis de sensibilidad debido a que la distancia actual de los nodos no puede ser alterada por un mínimo o máximo valor.

Utilizando procedimiento descrito anteriormente se obtuvieron las rutas óptimas para cada par de nodos fuente de a red de distribución. El diagrama de rutas para cada caso se muestra en el Anexo 18.

Capítulo 4

Estructura base para manejar el nuevo sistema de distribución

4. Aplicación del nuevo sistema de distribución

Para que el nuevo sistema de distribución pueda iniciar su funcionamiento debe existir una entidad que lo maneje. Esto es posible de dos diferentes maneras, la primera es que varias empresas del sector se asocien y juntas manejen el centro de distribución, compartiendo los gastos de manera proporcional; la segunda es que un agente externo a estas empresas decida invertir en crear el centro de distribución, es decir que se genera una entidad que tercerice la atención de servicios a domicilio.

Tomando en consideración que muchas de las empresas que estarían interesadas en adquirir los servicios del centro de distribución son competidores directos en el mercado, se analizará brevemente solo la segunda opción. Dentro de este análisis se procederá a hablar sobre la misión, visión, cadena de valor y estructura organizacional de la nueva empresa.

4.1. Visión

Ser una organización eficiente en cada una de sus áreas por medio de la mejora continua, innovación, capacitación constante e incentivos a sus colaboradores para lograr un desarrollo profesional y corporativo. Ser identificados como empresa líder en calidad de servicio y que además maneja sus procesos buscando la excelencia operativa.

4.2. Misión

Ser una empresa que trabaja conjuntamente con los negocios asociados para poder brindarles el mejor servicio en tiempos de respuesta, calidad, seguridad y confianza; por medio de la utilización equipos y tecnología adecuados. Su trabajo esta destinado para que las empresas mejoren sus índices de eficiencia, reduzcan sus costos y lleguen de mejor manera al cliente con sus productos.

4.3. Cadena de valor

La cadena de valor “es un sistema que representa las diferentes fases en las que se añade valor a un producto o servicio. Cualquier empresa, desde que diseña el producto hasta que lo vende va pasando por fases: diseño, fabricación, marketing, etc., en las que el producto adquiere un nuevo valor que justifica que un usuario esté dispuesto a pagar un precio, producto de esas fases.”

La cadena de valor propuesta para la empresa se describe en la siguiente figura:

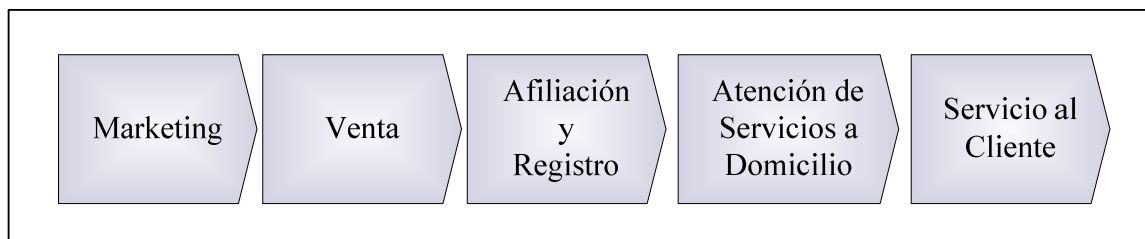


Figura 22. Cadena de valor de la empresa

Una vez definida la cadena de valor de la empresa se analizará cada una de las etapas y los procesos que existen dentro de éstas.

Marketing: El principal objetivo del proceso es determinar las necesidades y expectativas cambiantes del cliente para poder diseñar un servicio atractivo que pueda satisfacerlas; además esta encargada de promocionar el servicio proyectado.

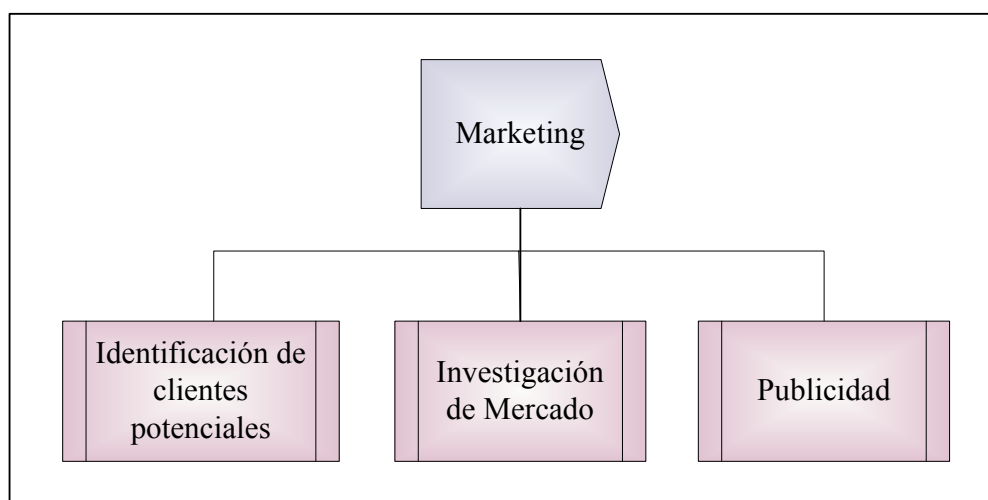


Figura 23. Macro proceso Marketing

El desarrollo constante de nuevos negocios dentro de la zona de Cumbayá obligará a la empresa a trabajar en la identificación de los mismos para poder ofertar el servicio, es importante identificar a aquellas empresas que han despertado interés por la contratación del servicio. Un constante monitoreo de la reacción del mercado consumidor frente al desempeño de la empresa, permitirá la captación de nuevos clientes y la prevención de la entrada de competidores que pretendan aprovechar a aquellos potenciales clientes no identificados.

Conocer las necesidades y expectativas de los consumidores, a través de una investigación de mercado, constituye una prioridad del marketing. El segmento de mercado difícilmente permanece estático, los requerimientos de los clientes estarán en constante cambio por lo que la empresa debe estar en capacidad de conocer la dinámica del mercado y de responder de manera casi inmediata a las nuevas expectativas surgidas.

La publicidad del negocio se realizará de manera individual a nivel de cada empresa consumidora, contactando a la persona encargada y comunicándole sobre cambios, nuevas promociones descuentos, etc. Otro medio de transmisión de información será el portal electrónico, este no será utilizado únicamente para el manejo de órdenes sino que a través del mismo también se comunicaran las novedades referentes al servicio.

Venta: Este proceso esta enfocado a cubrir las necesidades de servicio que presentan los clientes; a este nivel la empresa interactúa mas directamente con el negocio interesado para generar una propuesta de servicio que encaje con sus requerimientos.

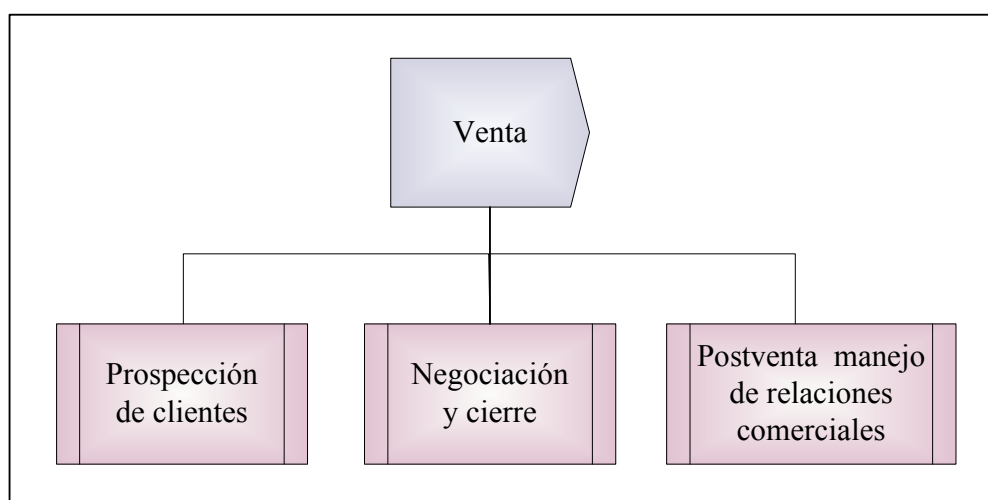


Figura 24. Macro proceso Venta

La prospección de clientes ocurre una vez identificados los clientes potenciales y consiste en obtener una base de datos formal con información específica que incluye persona de contacto, tipo de negocio, tiempo de funcionamiento, entre otros. Utilizando esta información la empresa estará en capacidad de buscar y estudiar constantemente oportunidades de mercado con el fin de concretar la venta.

Una vez contactado el cliente interesado, es necesario lograr un acuerdo entre las condiciones del cliente y las propuestas de la empresa. El proceso de negociación tiene como objetivo el cierre de la venta de tal manera que se satisfagan los intereses de las partes involucradas.

El proceso de ventas no termina cuando la negociación se cierra, es necesario generar nuevos servicios para poder realizar ventas cruzadas que satisfagan nuevas necesidades y que garanticen la fidelidad del cliente.

Afiliación y Registro: Dentro de este proceso el cliente pasa a formar parte del sistema de distribución y la empresa debe garantizar la satisfacción del mismo.

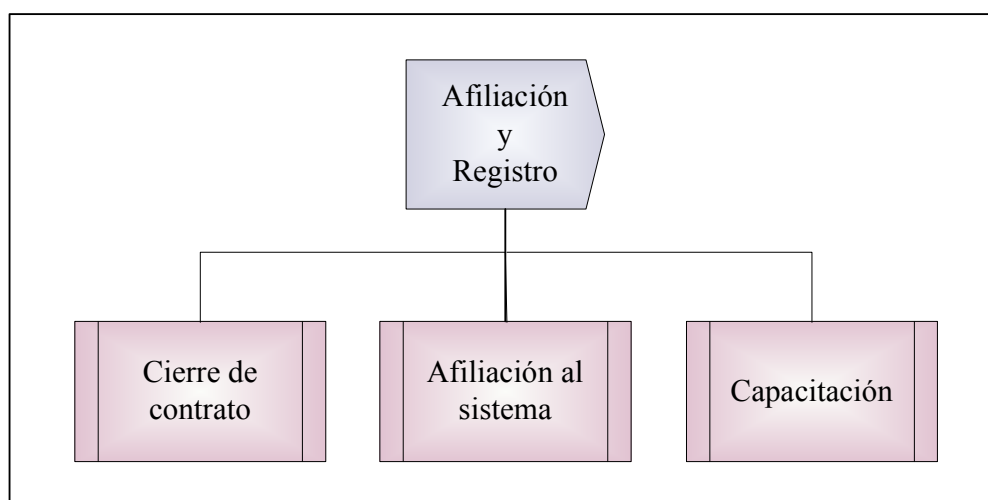


Figura 25. Macro proceso Afiliación y Registro

Durante el proceso de negociación y cierre, la empresa y el cliente decidirán las condiciones de servicio convenientes para las dos partes. El proceso de cierre de contrato implica una constancia del acuerdo verbal con el cliente; especificando las condiciones de prestación del servicio, concluyendo con la firma del contrato.

Con la firma del contrato, es necesario establecer la conexión a través de la aplicación Web para permitir la transmisión de datos inmediata una vez registrada la orden del consumidor dentro del negocio de cada cliente.

Considerando que el cliente estará en contacto con un nuevo sistema de registro de órdenes, la empresa proporcionará la capacitación necesaria para el manejo del software de toma de pedido; con el propósito de evitar cualquier insatisfacción del cliente por pérdida de información de la orden o por una menor capacidad de respuesta al momento de registrar la misma.

Distribución: El proceso de distribución se encarga de la recepción del pedido, recolección del producto y la entrega final del mismo.

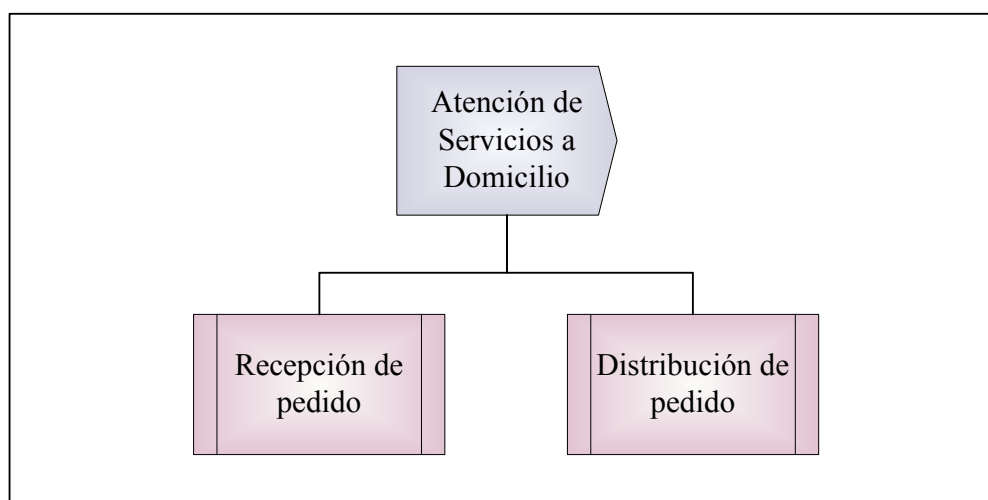


Figura 26. Macro proceso Distribución

El proceso comienza con la recepción del pedido en las instalaciones de la empresa, consecuentemente se procede con la asignación de órdenes a los repartidores; los mismos que se deberán dirigir hasta el negocio del cliente, recoger el pedido, para finalmente llevar el

producto hasta el consumidor. La cancelación del pedido se lo realizará de acuerdo a las políticas de cada negocio asociado.

Servicio: Este proceso se encarga de garantizar la satisfacción del cliente. Su objetivo es asegurar la retención de los clientes afiliados y lograr la captación de nuevos clientes.

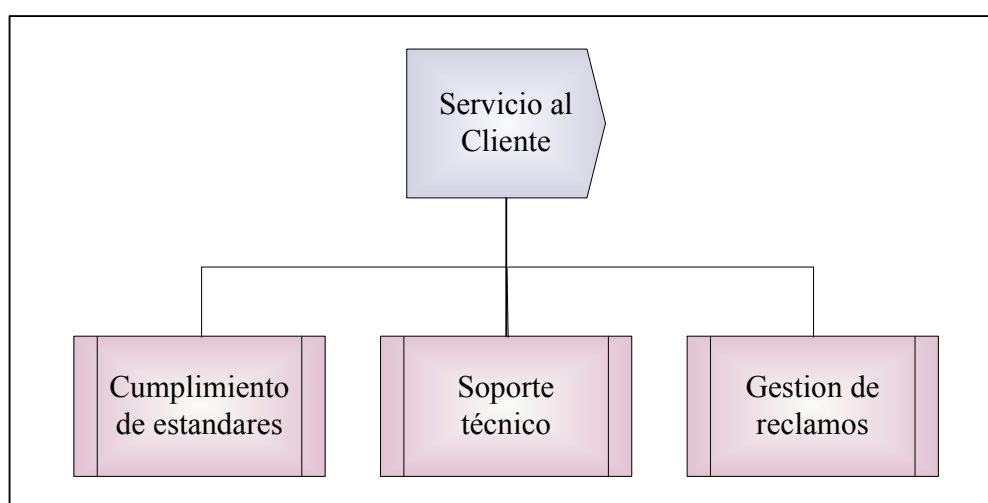


Figura 27. Macro proceso Servicio al Cliente

Para garantizar la satisfacción de los clientes es necesario monitorear el cumplimiento de los estándares de servicio establecidos por la empresa. Los indicadores utilizados para medir el servicio deben ser claramente definidos.

La empresa debe estar en capacidad de ayudar al cliente a solucionar cualquier problema que presente el sistema. A través de un soporte técnico, cualquier inconveniente surgido deberá ser registrado y procesado inmediatamente para garantizar el correcto funcionamiento del proceso de distribución.

Cuando se presente un reclamo por parte del cliente, la empresa deberá registrar el problema y responder de manera inmediata proporcionando una solución adecuada. Por otra

parte, es necesario determinar las causas que generaron el reclamo con el fin de tomar acciones correctivas que garanticen la calidad y eficiencia del servicio.

4.4. Estructura organizacional

Es importante definir la estructura organizacional que soporte el buen funcionamiento de la empresa. Debido a que el ingreso al mercado del negocio es un proceso largo y lleno de cambios se propone la siguiente estructura para comenzar, pero ésta debe estar sujeta a cambios conforme el mercado lo requiera. En la Figura 28 se ilustra la estructura organizacional.

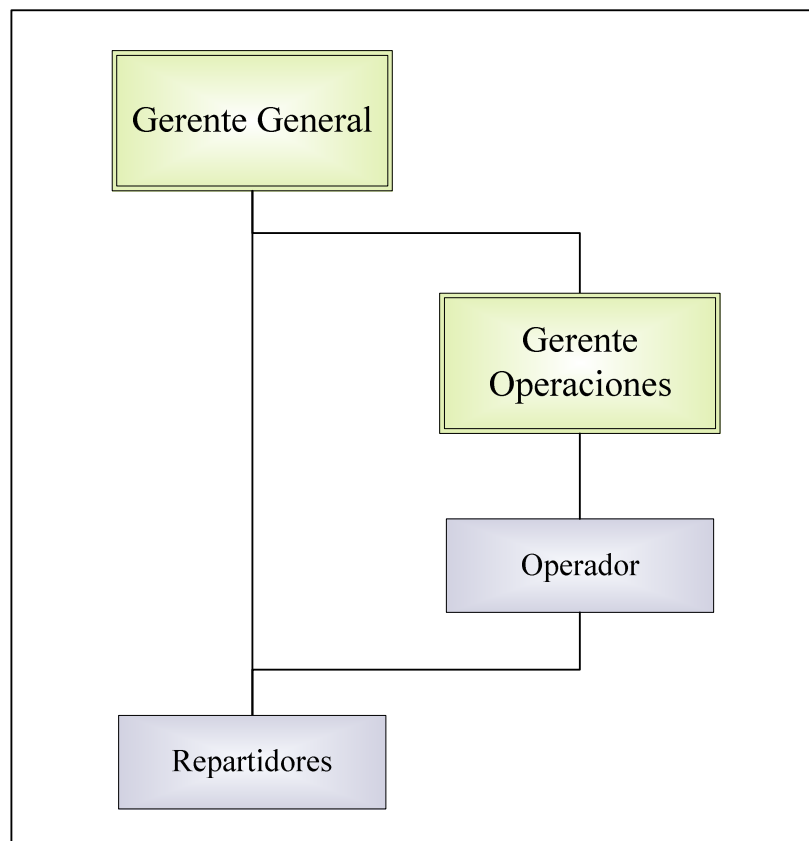


Figura 28. Estructura organizacional de la empresa

La función del Gerente General será principalmente la de abrir el mercado para la empresa e incorporar nuevos negocios. La supervisión del flujo de los envíos y la administración de los factores técnicos y de servicio, estarán bajo la dirección del Gerente de Operaciones.

La función de los repartidores es básicamente el entregar el producto en buenas condiciones, además son en gran parte responsables de la experiencia del consumidor final, debido a su interacción directa con el mismo.

5. Análisis de la cadena de demanda del sistema de distribución propuesto

El análisis de la cadena de demanda del nuevo sistema de distribución es muy importante, ya que mediante éste se conocerán las diferentes interacciones que existe entre el centro de distribución, las empresas y el consumidor final.

5.1. Etapas de la cadena de demanda

La cadena de demanda del centro de distribución tiene las siguientes etapas: proveedores, productores, distribuidor y clientes.

Los proveedores están constituidos por las empresas que proporcionan la materia prima necesaria a los productores, para que elaboraren el producto terminado.

Los productores o fabricantes son todos aquellos negocios que por medio de sus procesos, elaboran el producto final y lo envían hasta el domicilio de los consumidores.

El distribuidor en este caso es el centro de distribución, el mismo que es el responsable de llevar los productos del fabricante hasta el cliente final.

Los clientes por último son todas aquellas personas que realizan pedidos para adquirir algún producto desde su domicilio.

En la Figura 29 se aprecian las etapas de la cadena de demanda del centro de distribución.

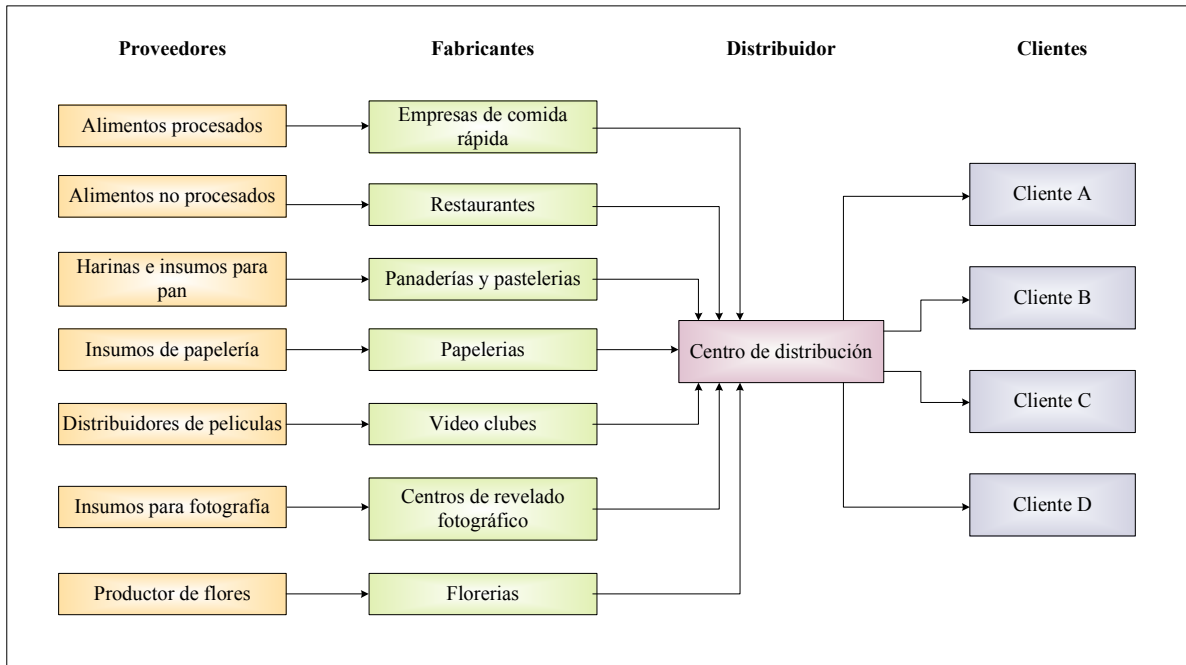


Figura 29. Etapas de la cadena de demanda del centro de distribución

5.2. Visión de procesos de la cadena de demanda

El proceso de la cadena de demanda del nuevo sistema de distribución está dividido en tres ciclos: ciclo de orden del cliente, ciclo de reposición y manufactura y ciclo de abastecimiento de materia prima.

El ciclo de orden del cliente inicia cuando el cliente se comunica vía telefónica con la empresa y realiza un pedido para ser entregado en su hogar. Una vez registrado el pedido la información es enviada directamente al centro de distribución, permitiendo el inicio del ciclo de reposición y manufactura.

En el transcurso del ciclo de reposición y manufactura ocurren dos procesos muy importantes y son: la elaboración de la orden por parte de la empresa y la asignación y envío

de un repartidor, por parte del centro de distribución, para recolectar y llevar la orden hasta el consumidor final.

El ciclo de abastecimiento de materia prima es completa responsabilidad de las empresas y dentro de éste interactúan las empresas con los proveedores de componentes y materia prima, con el fin de tener disponibilidad de material para elaborar las órdenes en el momento en que el consumidor lo requiera.

Como se analizó anteriormente, el cliente final es la entidad que mueve la cadena de demanda al adquirir uno de los productos de las empresas participantes. Los dos primeros ciclos de la cadena de demanda (ciclo de orden del cliente y ciclo de reposición y manufactura) no pueden iniciarse si un cliente no realiza un pedido, por lo que se los considera dentro de los procesos Pull de la cadena de demanda.

De manera similar se observa que el ciclo de abastecimiento de materia prima no necesariamente debe iniciar cuando el cliente coloca un pedido; ya que para que la orden del cliente pueda ser elaborada, las empresas deben disponer de un inventario que les permita procesarla. Por esta razón, este ciclo se lo desarrolla mediante pronósticos y manejo de inventarios y se incluye dentro de los procesos Push de la cadena de demanda.

En la Figura 30 se observan los ciclos de la cadena de demanda y los procesos push/pull.

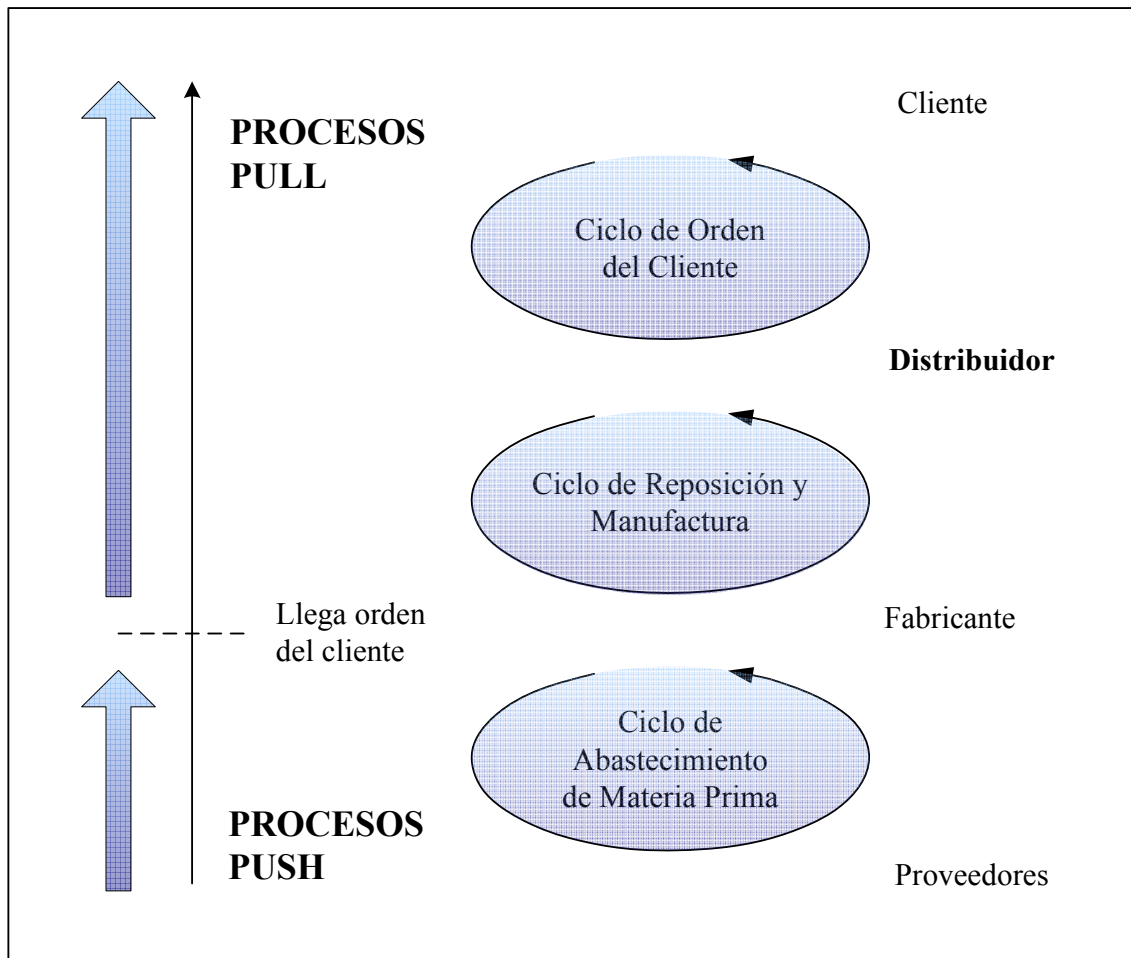


Figura 30. Ciclos y procesos push/pull de la cadena de demanda del nuevo sistema.

5.3. Viabilizadores de la cadena de demanda

Instalaciones: El nuevo sistema de distribución de productos a domicilio propone funcionar con una sola instalación, la misma que estará localizada de manera estratégica con el objetivo de obtener rápido y fácil acceso a la mayoría de las empresas participantes.

Manejar el proceso de servicios a domicilio con una sola instalación no tendrá un impacto negativo en el tiempo de respuesta al cliente. Si se considera que existe un cierto tiempo de espera hasta que la orden sea elaborada, éste permitirá que el repartidor viaje desde el centro

de distribución hasta la empresa y una vez recolectado el pedido el tiempo de entrega permanecerá igual al que existía actualmente es manejado por las empresas.

Inventario: Debido a que el centro de distribución se encarga de distribuir los productos únicamente cuando existen pedidos de clientes, no existe inventario de producto terminado. El que el centro de distribución debe manejar de manera adecuada, es el producto que está siendo transportado en un momento dado.

Los problemas que este inventario pueden generar, serán controlados mediante los canales de comunicación que existen entre los repartidores y el centro de distribución; de esta manera, la información sobre el estado de cada pedido es inmediata y directa.

Transporte: El transporte que el nuevo sistema de distribución va a utilizar son motocicletas. El uso de éstas se dará para todas aquellas empresas que utilicen el centro de distribución, optimizando de esta manera la utilización del recurso. Las características técnicas de las motocicletas fueron ya analizadas en capítulos anteriores.

El sistema de rutas que se utilizará para el recorrido del centro de distribución hasta cada empresa y de cada empresa hasta el consumidor final, ha sido optimizado por lo que se espera que en la práctica el tiempo de respuesta mejore.

Información: Ya que el manejo de la información y la calidad de la misma es el factor más importante para el correcto funcionamiento de la cadena de demanda, el nuevo sistema de distribución ha estructurado un proceso electrónico que permita manejar la información de forma rápida y estandarizada.

El soporte tecnológico que utilizará el centro de distribución permitirá compartir información entre los usuarios, mejorando de esta manera el tiempo de la toma de pedidos. Además, el sistema unificará información como datos del cliente, información del pedido y valor

total a cancelar en un solo documento generando mayor rapidez en el procesamiento de las órdenes y mayor facilidad de distribución.

5.4. Red de distribución de la cadena de demanda

El buen funcionamiento de la cadena de demanda depende en gran parte de una correcta definición de la red de distribución. En la Figura 31 se puede apreciar claramente la red de distribución del nuevo sistema.

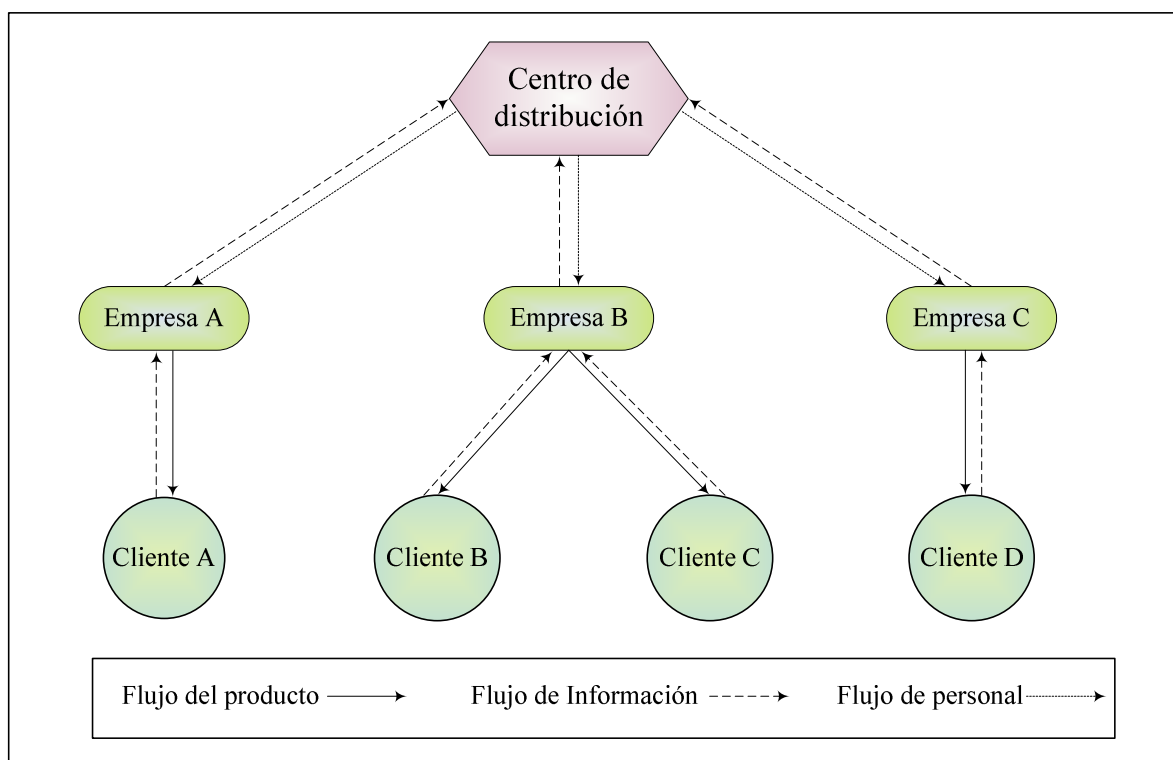


Figura 31. Red de distribución del nuevo sistema de distribución

6. Costos de implementación del nuevo sistema de distribución

A diferencia de los costos del sistema de distribución actual, dentro de este tema se incluyen todos los factores que intervienen en la empresa. Entonces, se considerarán tanto

aquellos factores directamente relacionados con la distribución como aquellos referentes a la administración.

6.1. Costos de personal

Como ilustra la gráfica de la estructura organizacional, el personal requerido para el funcionamiento de la empresa está constituido por el Gerente, los operadores y los repartidores.

En el capítulo anterior se determinó que es necesario contar con quince repartidores. Considerando que la empresa optará por comprar las motocicletas, el costo del personal se reduce al salario otorgado a cada uno de ellos.

Para controlar y organizar el envío de las órdenes, es necesaria la participación de un operador. En este caso el costo implica únicamente el salario mínimo.

En la Tabla 8 se presenta un resumen de costo total por personal.

Tabla 8. Costo de personal

Personal	Cantidad	Precio unitario (\$/mes)	Precio total (\$/mes)
Repartidor	15	200	3000
Operador	1	200	200
Gerente	2	500	1000
Total			4200

6.2. Costos de infraestructura

El local comercial donde estará ubicada la empresa no será propio, por lo que es se debe tomar en cuenta el costo del arriendo; éste viene dado en función de la zona a la que pertenezca y el área total disponible, considerando que la ubicación determinada por el modelo

de localización nos conduce a una zona poco comercial el costo no será extremadamente elevado. Además, se debe tomar en cuenta el costo de los servicios básicos; entre los que se encuentran luz, agua y teléfono.

La empresa necesita contar con instalaciones totalmente equipadas que ayuden al buen funcionamiento de la empresa. Muebles, escritorios, asientos, computadora, impresora, teléfonos, hojas, bolígrafos, son entre otros los artículos o equipos de oficina requerirá la empresa.

A continuación, en la Tabla 9 resume los costos referentes al local comercial, mientras que en la Tabla 10 muestra los costos del equipamiento del mismo.

Tabla 9. Costos referentes al local comercial

Local comercial	Monto (\$/mes)
Arriendo	500
Servicios básicos	145
Total	645

Tabla 10. Costos referentes al equipamiento del local

Equipamiento del local	Monto (\$/mes)
Equipo de oficina	2500
Artículos de oficina	500
Total	3000

Dentro de la categoría de infraestructura también se incluyen las motocicletas, estas no serán proporcionadas por el repartidor sino que serán propiedad de la empresa. El total de motocicletas requeridas es de quince, además para cada una de ellas se requiere el equipo para almacenar el pedido y el equipo de seguridad para el repartidor. En la Tabla 11 se muestra un resumen de los costos relacionados a este medio de transporte.

Tabla 11. Costos referentes a las motocicletas

Artículo	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
Motocicleta	15	1000	15000
Equipamiento para motocicleta	15	30	450
Equipo de seguridad para repartidor	15	30	450
Total			15900

6.3. Costos de operación

Dentro de los costos de operación tenemos los costos de gasolina y mantenimiento de las motocicletas. Tomando en consideración que el nuevo sistema de distribución será dueño de las motocicletas, estos costos son los mismos a los del actual sistema de distribución cuando las motos son propias de las empresas.

El costo total del mantenimiento de la motocicleta es de 6 dólares por repartidor por mes y su cálculo se lo encuentra en el Anexo 5 mientras que el costo total de la gasolina es de 10 centavos por servicio a domicilio y su cálculo lo podemos encontrar en el Anexo 6.

6.4. Costos de tecnología

La tecnología necesaria para que el nuevo sistema de distribución funcione correctamente son conexión a Internet por cable, radios y la aplicación Web.

Debido a que el proceso de trabajo del sistema de distribución requiere conexión a Internet a cada momento, se requiere de conexión a Internet por cable en las instalaciones. Existen algunas empresas en el Ecuador que ofrecen este servicio y los costos son similares entre 40 y 50 dólares mensuales.

Los radios son necesarios para la comunicación constante entre los repartidores con el centro de distribución, ya que por medio de estos se puede tener control de los pedidos en camino y se puede contactar a los repartidores que no se encuentren en el centro de distribución para asignarles nuevas órdenes. El costo del servicio de radio es de 15 dólares mensuales y cada aparato tiene un valor de 500 dólares.

Por último se requiere que alguna compañía especializada en programación Web diseñe y desarrolle la aplicación Web necesaria para la toma de pedidos. Tomando en consideración las características del software descritas anteriormente el desarrollo del mismo cuesta alrededor de 3000 dólares.

Conclusiones y recomendaciones

7. Investigación de Mercado

- El diseño del instrumento de investigación constituye un factor crítico, éste determina cuales son las necesidades del mercado y las características que ofrecen los productos o servicios. Por esta razón, las preguntas a formularse deben ser claras y presentarse de forma ordenada.
- El análisis de los datos es de carácter cualitativo, es decir, la muestra no es representativa y los resultados no son proyectables.
- El sector de Cumbayá se encuentra en desarrollo y como consecuencia la demanda de servicios a domicilio puede crecer considerablemente.
- La mayor parte de los residentes del sector alcanzan una posición socioeconómica media y alta, por lo que el cargo extra por servicio a domicilio no es un impedimento.
- Las empresas que no cuentan con equipo de distribución, no pueden resistirse a la presión del cliente por lo que se ven obligadas a utilizar servicios alternos que les permita satisfacer esta necesidad de los clientes.
- El servicio al auto puede eliminar la necesidad del servicio a domicilio cuando el cliente requiere de un producto con mayor urgencia.
- Retirar personalmente un producto previamente solicitado puede reemplazar al servicio a domicilio si la persona no desea esperar el tiempo estándar.
- La atención personalizada que puede brindar un lugar puede atraer la atención del cliente y eliminar la necesidad de pedir un producto a domicilio.

8. Estudio de la distribución de productos a domicilio actual

- Existe incompatibilidad con el enfoque de la empresa, pues la administración del servicio a domicilio involucra un sin número de factores que no tienen relación alguna con el objetivo del negocio que es preparar un producto de calidad.
- La interacción que existe entre las empresas y los clientes es directa en cada uno de los procesos. Para todas las empresas, es necesario recibir una llamada del cliente para preparar la orden y la distribución de la misma se realiza sin intermediarios por parte de la empresa hacia cliente.
- El cliente se comunica tradicional y directamente con la empresa que ofrece el producto de interés. Entonces, la atención de servicios a domicilio puede funcionar en cualquier empresa sin importar si esta tiene o no un soporte tecnológico de alto nivel.
- A lo largo del proceso de recepción de pedido las empresas generan varios documentos que contienen información relacionada a un mismo cliente, como consecuencia se pueden generar errores al momento de procesar una orden.
- En las pequeñas y medianas empresas, la falta de tecnología y sistemas operativos provoca que se pierda información importante a cerca del cliente y sus tendencias de consumo.
- Las grandes empresas cuentan con el equipo de distribución necesario pero su utilización es baja a lo largo del horario de trabajo.
- Para las empresas que no cuentan con una base de datos, la toma de los datos personales del cliente es una tarea repetitiva, pues información previamente registrada no puede ser almacenada.

- El producto entregado se mantiene en excelentes condiciones, el equipo con que cuentan los negocios hace posible que la calidad del producto ofrecido no se vea afectada a lo largo del proceso de distribución.
- El costo para atender los servicios a domicilio es elevado debido a que las empresas deben mantener un tiempo de respuesta estándar y para ello requieren plena disponibilidad de equipo de distribución.
- Las empresas que trabajan con transporte propio tienen costos inferiores a los de aquellas que trabajan con transporte contratado.

9. Elaboración del sistema de distribución propuesto

- Debido a la creación del centro de distribución, los procesos de recepción de pedido y distribución de pedido se estandarizan.
- El sistema de distribución utilizará transporte propio debido a que el costo operativo es menor.
- Es importante tomar en cuenta que, para el cálculo del personal se considera únicamente la demanda actual determinada a través de las entrevistas; en la práctica es necesario evaluar el funcionamiento del sistema y añadir o reducir el equipo de distribución según la demanda lo requiera.
- Se requiere establecer horarios y rotaciones adecuadas de personal, de acuerdo a las necesidades cambiantes de la demanda.
- La comunicación con los clientes a través del Internet es indispensable ya que permite una rápida conectividad entre las partes.

- Es necesario crear un medio de comunicación de soporte, con el fin de que el funcionamiento del centro de distribución no se vea afectado en caso de problemas de energía eléctrica o falla en el sistema.
- El sistema de distribución utilizará motocicletas para operar, debido a la facilidad de movilización dentro del sector.
- Para manejar adecuadamente el producto, las motocicletas deben contar con un compartimiento que conserve las características de los bienes transportados.
- Las políticas a considerar para la entrega de productos deben ser claramente establecidas, de modo que velen por la seguridad del equipo de distribución y no afecten la experiencia del consumidor.
- El modelo de localización para el centro de distribución fue elaborado considerando las zonas comerciales y residenciales más representativas, de modo que un crecimiento a futuro no afecte el resultado.
- La localización del centro de distribución permite satisfacer al consumidor dentro del tiempo promedio estándar. En caso de que se genere un crecimiento poblacional mas allá de los límites establecidos, es necesario considerar la ubicación de otro centro de distribución.
- El modelo de optimización de rutas considera sectores comerciales y zonas residenciales dentro del perímetro establecido; debido a que el área de Cumbayá se encuentra en desarrollo, la determinación de rutas óptimas es un tema dinámico que necesita de constante actualización.

10. Estructura base para manejar el nuevo sistema de distribución

- El centro de distribución será manejado como una empresa tercerizadora de la entrega de productos a domicilio.
- El centro de distribución se encargará de manejar todo el personal y el soporte físico para poder realizar la entrega de productos.
- La empresa tercerizadora se encargará de toda la seguridad del personal evitando que las empresas asociadas incurran en gastos innecesarios relacionados a la entrega de productos.
- Al manejar únicamente el reparto a domicilio, el centro de distribución utilizará de manera más eficiente los recursos físicos y de personal; disminuyendo los costos de operación del servicio y brindando mayor satisfacción al cliente.
- Para poder cubrir la demanda que existe en el mercado, la inversión inicial en infraestructura y capacitación del personal es elevada.
- La adaptación de las empresas al nuevo sistema de distribución puede ser larga y costosa.
- La mayoría de los negocios formados se encuentran en proceso de desarrollo, como consecuencia no todos están en capacidad de invertir en la implementación del servicio a domicilio. Como consecuencia existirá gran interés por parte de dichos nuevos negocios en asociarse a la empresa tercerizadora.
- El uso del Internet constituye una gran oportunidad de negocio, ya que además de comunicar a las empresas asociadas y el centro de distribución, puede ser utilizado para generar nuevos beneficios para el centro de distribución, las empresas asociadas y el consumidor final.

Bibliografía

Chopra, Sunil y Peter Meindl. Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation. 2da edición. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 2004.

Eppen, G.D. et al. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. 5ta edición. México: Prentice-Hall, 2000.

Francis, Richard L., Leon F. McGinnis, Jr. y John A. White. Facility layout and location: an analytical approach. 2da edición. New Jersey: Editorial Prentice Hall, 1998.

Loloweb. (2004). Desarrollo Web y Publicidad Electrónica. *¿Qué es un Portal Web?*. Obtenido en línea el 19 de enero del 2006. Disponible en:
<http://www.loloweb.com/servicios/portales/>

Harrington, H. James. Mejoramiento de los procesos de la empresa. Bogotá: Editorial McGraw-Hill, 1993.

Hillier, Frederick S. y Gerald J. Lieberman. Introducción a la Investigación de Operaciones. 6ta edición. México: Editorial McGraw-Hill, 1997.

Kraglevich, David. Entrevista personal. 02 de diciembre del 2005.

Maynard's Industrial Engineering Handbook. Ed. Kjell B. Zandin. 5ta edición. New York: Editorial McGraw-Hill, 2001.

Maynard Manual del Ingeniero Industrial. Ed. William K. Hodson. Tomo 1. 4ta edición. México: Editorial McGraw-Hill, 1996.

Motorola. Entrevista por teléfono. 24 de febrero del 2006.

Motor uno. Entrevista personal. 26 de enero del 2006.

Netcommerce. (2005). Consultoría de Comercio Electrónico. *Desarrollo de aplicaciones Web*. Obtenido en línea el 19 de enero del 2006. Disponible en:
www.netcommerce.com.mx

Soluciones. Dans, Enrique y José Berlanga. (2005). *Necesidades organizativas: gestionando la nueva cadena de valor*. Obtenido en línea el 03 de marzo del 2006. Disponible en:
http://profesores.ie.edu/enrique_dans/download/vvc.pdf

Universidad EAFIT. Facultad de Administración. (2006). *Mercadeo*. Obtenido en línea el 20 de noviembre del 2005. Disponible en:
<http://www.eafit.edu.co/NR/rdonlyres/58179F6F-A8DD-4744-B99C-C645B341FA1D/0/MERCADEO.doc>

Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, Facultad de Ingeniería, Escuela de Mantenimiento Industrial. (2005). *Logística*. Obtenido en línea el 5 de enero del 2006. Disponible en:
<http://www.monografias.com>

Vega, Diego. Entrevista personal. 10 de enero del 2006.

Wikimedia Foundation, Inc. Wikimedia la enciclopedia libre. (2006). *Aplicación Web*. Obtenido en línea el 19 de enero del 2006. Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Aplicacion_web

Winston, Wayne L. Operations Research Applications and Algorithms. 4ta edición. Canadá: Thomson Brooks/Cole, 2004.

Zope Corporation. ZopeBook Versión 2.6 traducción al español. (2006). *¿Qué es una aplicación Web?*. Obtenido en línea el 19 de enero del 2006. Disponible en:
<http://glud.udistrital.edu.co/glud/proyectos/zope/c143.html>

Glosario

Algoritmo Grupo predeterminado de reglas bien definidas para la solución de un problema en un número finito de pasos.

Aplicación Web Programa computacional que puede ser utilizado por el usuario cuando éste accede a un servidor Web a través de Internet

Arco Líneas que unen los nodos de una red. Pueden ser llamadas también ligaduras, aristas o ramas.

Cadena de demanda Partes involucradas en satisfacer las necesidades del cliente (proveedores, transportadores, bodegas, almacenes de venta y consumidor), cuyas funciones (desarrollo de nuevos productos, mercadeo, operaciones, distribución, finanzas, servicio al cliente) hacen posible cumplir con los requerimientos del mismo.

Cadena de valor Sistema que representa las diferentes fases en las que se añade valor a un producto o servicio, valor que justifica que un usuario esté dispuesto a pagar un precio por dicho producto o servicio.

Estructura organizacional Es una estructura intencional de roles, cada persona asume un papel que se espera que cumpla con el mayor rendimiento posible.

Función objetivo Es la función que se pretende optimizar por medio de técnicas matemáticas

Heurística Cuando una función objetivo no se puede resolver por medio de los métodos matemáticos comunes o la respuesta que presentan no es factible para el problema se procede a utilizar métodos heurísticos. Estos métodos resuelven el problema de una manera más sencilla y brindan un conjunto de soluciones para poder elegir la más útil.

Linealización Transformar por diferentes medios matemáticos una ecuación no lineal en varias ecuaciones lineales que cumplan con el mismo objetivo.

Logística Gestión del flujo, y de las interrupciones en él, de materiales y/o personas asociados a una empresa.

Misión Es la labor principal, la tarea, la función primordial o el negocio central para lo cual ha sido creada una empresa.

Nodo Punto o vértice que constituye una red.

Nodo demanda Nodo que absorbe el flujo a través de la red.

Nodo fuente Nodo que envía el flujo a través de la red.

Nodo trasbordo Nodo que no envía o absorbe el flujo a través de la red

Portal Web Plataforma tecnológica que involucra diversas disciplinas como el diseño gráfico y el diseño de navegación.

Programación lineal Es el conjunto de técnicas matemáticas que pretenden maximizar o minimizar una función lineal de varias variables sujeta a varias restricciones expresadas por inecuaciones lineales con el fin de obtener una solución óptima para el problema.

Red Conjunto de nodos y un conjunto de arcos que unen ciertos pares de nodos.

Restricción Dependen del problema en cuestión. El carácter de desigualdad viene impuesto por las limitaciones, disponibilidades o necesidades, que son: inferiores a ... (menores: < 0); como mínimo de ... (mayores: > 0) . Tanto si se trata de maximizar como de minimizar, las desigualdades pueden darse en cualquiera de los dos sentidos

Variable de decisión Son aquellas variables que forman parte de la función objetivo.

Visión Es el concepto hacia donde quiere llegar la empresa en un futuro usualmente a mediano o largo plazo.