

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**PROYECTO DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**“MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN  
LOGÍSTICA”**

**TEMA**

**DISEÑO DE UNA RED DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN PARA  
ATENCIÓN DE CANAL COBERTURA EN UNA EMPRESA DE  
CONSUMO MASIVO**

**AUTOR**

**ANDRÉS JOSUÉ AGUAYO ARÓSTEGUI**

**Guayaquil - Ecuador**

**AÑO**

**2017**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado para mi hermosa familia: para mi compañera de vida, mi amada esposa Kerly, para la luz de mis ojos mi hija Kristhel, para los guías de mi vida mis amados padres Gustavo y Janneth, para mis compañeros de vida mis hermanos Fabricio, Christian y Sofía todos quienes me han brindado su incondicional apoyo y confianza en mis capacidades.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la maravilla de vivir y ayudarme a aprender de mis errores y explotar mis capacidades.

A mi esposa amada Kerly por su apoyo incondicional, su infinito amor y su tolerancia para sacrificar tiempo de familia para poder desarrollar este proyecto.

A mí amada hija Kristhel porque con su alegría me motiva día a día a ser mejor persona y profesional para ella.

A mis queridos padres Gustavo y Jannet por estar siempre pendientes y preocupados de mí como persona y profesional y por ser una guía constante con sus consejos.

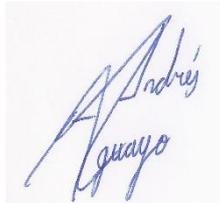
A Víctor Vega por su guía, soporte y acompañamiento en este camino de aprendizaje y desarrollo.

A mis compañeros de la promoción por su ayuda en los momentos que nos tocó colaborar juntos y por motivarme a ser un mejor profesional.

A todos los profesores de la promoción por compartirnos sus conocimientos, por exigirnos y por ayudarnos a ser mejores profesionales.

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



---

**Andrés Josué Aguayo Aróstegui**

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Kléber Barcia Villacreses, Ph.D.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



---

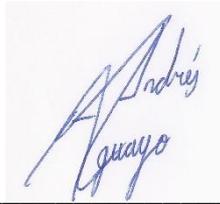
M.Sc. Víctor Vega Chica  
DIRECTOR DE PROYECTO



---

Jorge Abad Morán, Ph.D.  
VOCAL DEL TRIBUNAL

**AUTOR DEL PROYECTO DE GRADO**

A handwritten signature in blue ink, reading "Andrés Josué Aguayo". The signature is written in a cursive style with a large initial 'A'.

---

ANDRÉS JOSUÉ AGUAYO ARÓSTEGUI

## TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PRODUCTOS DE LA EMPRESA.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.4. SITUACIÓN ACTUAL.....	6
1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES.....	9
1.6. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE.....	11
2.1. ESTRUCTURAS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	11
2.2. PLANEACIÓN DE LA ESTRUCTURA LOGÍSTICA.....	16
2.3. PROBLEMA DE LOCALIZACIÓN.....	19
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN.....	23
3.1. JUSTIFICACIÓN DE LOS DATOS.....	23
3.2. DATOS COMERCIALES.....	23
3.3. PLANEACIÓN DE LA ESTRUCTURA LOGÍSTICA.....	25
3.3.1. TRANSPORTE PRIMARIO.....	25
3.3.2. ALMACENAMIENTO.....	27
3.3.3. RECURSOS OPERATIVOS REQUERIDOS.....	29
3.4. DISEÑO DEL MODELO DE LOCALIZACIÓN.....	33
3.4.1. PARÁMETROS DEL MODELO.....	33
3.4.2. VARIABLES DEL MODELO.....	34
3.4.3. FUNCION OBJETIVO.....	35
3.4.4. RESTRICCIONES DEL MODELO.....	37
CAPÍTULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS.....	42
4.1. RESULTADOS DEL MODELO DE LOCALIZACION.....	42
4.2. ANALISIS DE RECURSOS REQUERIDOS.....	46
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1. CONCLUSIONES.....	50
5.2. RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXO 1.....	53

ANEXO 2.....	57
ANEXO 3.....	67

## **CONTENIDO DE FIGURAS**

Figura 1.4 Localización de Centros de Distribución Actuales.....	7
Figura 2.1 Estructura de un Canal de Distribución.....	12

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1.2 A Desempeño de Enero a Marzo 2016 Línea Solubles.....	3
Tabla 1.2 B Resumen de Línea Solubles.....	3
Tabla 1.2 C Desempeño de Enero a Marzo 2016 Línea Pastas.....	4
Tabla 1.2 D Resumen de Línea Pastas.....	4
Tabla 1.2 E Desempeño de Enero a Marzo 2016 Línea Líquidos.....	5
Tabla 1.2 F Resumen de Línea Líquidos.....	5
Tabla 1.4 Promedio de Ventas y Clientes Atendidos por Centro de Distribución.....	8
Tabla 3.2 A Desglose por pedido.....	24
Tabla 3.2 B Resultados Resumidos de Clientes y Pedidos Actuales.....	24
Tabla 3.3.1 A Localidades con mayor población en Ecuador.....	25
Tabla 3.3.1 B Distancias y Costos de Transporte Primario.....	26
Tabla 3.3.2 Costos desglosados por almacenamiento.....	28
Tabla 3.3.3 A Personal de ventas (Costos y capacidades).....	30
Tabla 3.3.3 B Personal de Logística (Costos y capacidades).....	31
Tabla 3.3.3 C Transporte secundario (Costos y capacidades).....	31
Tabla 4.2 A Tabla localidades desde CEDI Guayaquil.....	47
Tabla 4.2 B Tabla localidades desde CEDI Quito.....	47
Tabla 4.2 C Tabla localidades desde CEDI Cuenca.....	47
Tabla 4.2 D Tabla resumen de recursos requeridos por CD.....	48

## **RESUMEN**

Uno de los mayores problemas y retos que enfrentan muchas de las empresas nacionales sobre todo aquellas dedicadas a productos de consumo masivo, es la tecnificación en la selección de centros de distribución. Su dificultad se encuentra en el manejo empírico que se dio a este tipo de decisiones desde hace muchas décadas tomando en consideración la escasez en disponibilidad de profesionales con experiencia en este campo en el país, lo cual ha ido cambiando en los últimos 15 años producto de la globalización, de generar profesionales en el área por parte de las universidades y el arribo de multinacionales con estas buenas prácticas.

Actualmente los centros de distribución instalados en muchas empresas nacionales funcionan desde hace algunos años, inclusive décadas, como una decisión empírica de sus líderes en su momento; así como la distribución de localidades a ser atendidos por cada Centro de distribución no presentan un sustento técnico de su selección por lo cual es un área que presenta oportunidades de mejora.

De las consideraciones anteriores se puede inducir que dentro de las oportunidades en selección de centros de distribución y asignación de sectores a ser atendidos se puede obtener una mejora en rentabilidad por medio de seleccionar centros de distribución con una buena cobertura que permita maximizar el nivel de clientes a ser atendidos y por ende mejorar los ingresos de la compañía así como optimizar los recursos requeridos como fuerza de ventas y transportes necesarios para satisfacer esta demanda, lo cual implicaría manejar el menor costo imposible, asegurando como objetivo principal maximizar la rentabilidad por ambas vías, optimizando el ingreso y los costos.

Dados los hechos descritos anteriormente, el diseño de una red de centros de distribución es un problema de localización, el cual pertenece a los problemas de optimización entera.

Este proyecto de titulación está dividido en cinco capítulos. En el primer capítulo se desarrolla una explicación general del problema de la red distribución en empresas de consumo masivo, se revisa el contexto general de la empresa en la cual se va a llevar a cabo el proceso entendiendo sus productos actuales y su forma de operar actual, finalmente se presentan el objetivo general y los objetivos específicos que se buscan con este modelo.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico que justificará las técnicas utilizadas en este proyecto, pasando por una revisión teórica de la teoría relacionada con las redes de distribución, y las condiciones necesarias dentro de la planeación de la cadena logística, para finalizar con la revisión detallada de la teoría relacionada con el modelo de localización dentro de los modelos de programación entera.

En el tercer capítulo se revisa la justificación de los datos y las consideraciones de planeación logísticas que se deben tomar en el desarrollo de este proyecto, para finalizar presentando detalladamente el modelo de localización implementado, describiendo la función objetivo, variables, parámetros y restricciones del modelo.

El cuarto capítulo se hará una revisión detallada de los resultados obtenidos a través del modelo de localización, entiendo los resultados de cada variable y entendiendo como fueron impactadas las restricciones en los resultados para presentar el modelo de red de centros de distribución requeridos por esta empresa de consumo masivo, a continuación se hace una revisión de los ingresos y costos resultantes del modelo de red propuesto y las bodegas requeridas incluyendo el costo de recursos e infraestructura aproximado requerido.

Finalmente, el quinto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones respecto a la solución obtenida para el problema específico y cualquier tema que pudiera ser relevante al mismo.

## **CAPÍTULO I**

### **1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad las empresas nacionales dedicadas a consumo masivo con canales de distribución a clientes detallistas o de cobertura, han dedicado sus esfuerzos en mantener un nivel de servicio al mercado consistente y de incrementar su volumen de ventas que se pueda traducir en una mayor rentabilidad para la compañía; sin embargo los esfuerzos no han considerado otros rubros y actividades en las cuales se pueden encontrar costos ocultos, para este caso particular se mencionará el caso de la red de distribución para clientes detallistas en una empresa de consumo masivo.

En la actualidad la mayor parte de empresas locales poseen una red de distribución que en muchos casos ha sido implementada de manera empírica, en el caso particular de la empresa de estudio, cada centro de distribución se estableció en función del deseo del Gerente General de la empresa de estar presente con las marcas de la compañía en una localidad específica y así se han abierto varios centros de distribución a nivel nacional; adicionalmente cada sector a ser atendido por cada centro de distribución se fue ampliando en función de la necesidad de ampliar el volumen de ventas sin considerar el impacto a nivel de costos que el mismo podría tener, tampoco se ha considerado si esa misma localidad podía haber sido atendida por otro centro de distribución en relación de cercanía o facilidad logística.

La dificultad en este problema radica en determinar la cantidad y localización de centros de distribución requeridos a fin de maximizar la rentabilidad de la organización, considerando las restricciones a ser implementadas cuando el modelo real se quiere ajustar a un modelo matemático.

Actualmente en la industria local se puede encontrar que normalmente las empresas multinacionales cuentan con procesos de optimización soportados con conocimiento técnico y software especializado que facilita este tipo de programas, sin embargo la inversión necesaria para llegar a ese nivel es significativa y es un punto aún pendiente de ser valorizado por la empresa nacional para encontrar mejores soluciones a las situaciones actuales, algunas de las cuales han sido arrastradas desde hace alguna décadas.

## **1.2. PRODUCTOS DE LA EMPRESA**

La empresa en cuestión tiene aproximadamente 40 años en el mercado, lo cual le ha brindado tener marcas consolidadas y fuertes.

La empresa tuvo la dirección de su fundador aproximadamente 35 años, después de los cuales ha estado cediendo el rol dentro del relevo generacional de la empresa.

Actualmente la empresa cuenta con 3 líneas de productos con sus características específicas:

**Solubles:** Es la línea de producto granular o en polvo para ser disuelta en agua o de acuerdo a las condiciones que indiquen cada una de las marcas y presentaciones. La línea de solubles es la línea líder en la empresa al estar entre sus marcas, aquella que representa el mayor volumen de venta en dólares de la organización, toda esta línea de productos presenta una contribución marginal de aproximadamente el 65 % en relación a su costo de producción. Esta línea de productos tiene una alta valoración respecto a su gramaje, tanto en precio de venta como en costo de producción por lo cual es factible que en bajo peso y poco volumen físico se transporte y entregue un alto valor económico.

En la siguiente tabla de muestran los resultado de Enero a Marzo del 2016 en Ventas de esta línea de productos.

<b>Tabla 1.2 A Desempeño de Enero a Marzo 2016 Línea Solubles</b>						
<b>Producto</b>	<b>Peso Unitario (Kg)</b>	<b>Unidades vendidas</b>	<b>Peso Total Vendido (Tn)</b>	<b>Facturación (\$)</b>	<b>% Rentabilidad</b>	<b>Rentabilidad (\$)</b>
SKU 1.1	0,24	168.167	40,36	\$ 845.234,28	70%	\$ 591.664,00
SKU 1.2	0,04	205.256	8,21	\$ 178.190,00	65%	\$ 115.823,50
SKU 1.3	0,15	95.169	14,28	\$ 213.201,04	50%	\$ 106.600,52
SKU 1.4	0,08	69.697	5,58	\$ 26.574,75	50%	\$ 13.287,37
SKU 1.5	0,06	16.882	1,01	\$ 11.176,07	50%	\$ 5.588,03
SKU 1.6	0,20	17.142	3,43	\$ 8.645,00	50%	\$ 4.322,50
SKU 1.7	0,40	6.547	2,62	\$ 5.827,98	55%	\$ 3.205,39
SKU 1.8	0,04	3.080	0,12	\$ 3.327,18	65%	\$ 2.162,67
SKU 1.9	0,10	1.629	0,16	\$ 3.420,85	55%	\$ 1.881,47
SKU 1.10	0,24	370	0,09	\$ 2.397,57	65%	\$ 1.558,42
SKU 1.11	0,20	868	0,17	\$ 1.909,58	50%	\$ 954,79
SKU 1.12	0,08	1.588	0,13	\$ 664,31	45%	\$ 298,94
SKU 1.13	0,04	479	0,02	\$ 201,94	60%	\$ 121,17
<b>TOTAL</b>		<b>586.874</b>	<b>76,18</b>	<b>\$ 1.300.770,55</b>		<b>\$ 847.468,76</b>

Fuente: Empresa

La siguiente tabla muestra a resumen y consolidando todos los productos, el valorizado que representa cada kilogramo de producto entregado de la línea de solubles tanto en el valor facturado a los clientes como en la rentabilidad devuelta a la empresa.

<b>Tabla 1.2 B Resumen de Línea Solubles</b>	
<b>Facturación por Kg Vendido</b>	\$ 17,08
<b>Rentabilidad por Kg Vendido</b>	\$ 11,13
<b>% Rentabilidad promedio</b>	65%

Fuente: Empresa

**Pastas:** La segunda línea en importancia de productos en la empresa, en base de sémola de trigo, cuenta con varias marcas diversificado para los distintos estratos económicos. La línea de pastas tiene una contribución marginal de aproximadamente el 47% en relación a su costo de producción, sin embargo en la relación peso contra facturación cada kilogramo de la línea de pastas tiene un valorizado 85% más bajo que la línea de solubles por lo cual es posible que en un mismo peso el valor transportado sea 85% más bajo en valorizado de venta y un

91% más bajo por kilogramo en relación a la rentabilidad, sin embargo es la segunda línea en importancia ya que dos de sus productos están entre los cinco marcas de productos que le generan mayores ingresos a la empresa.

<b>Tabla 1.2 C Desempeño de Enero a Marzo 2016 Línea Pastas</b>						
<b>Producto</b>	<b>Peso Unitario (Kg)</b>	<b>Unidades vendidas</b>	<b>Peso Total Vendido (Tn)</b>	<b>Facturación (\$)</b>	<b>% Rentabilidad</b>	<b>Rentabilidad (\$)</b>
SKU 2.1	0,20	564.790	112,96	\$ 367.922,26	50%	\$ 183.961,13
SKU 2.2	0,40	124.801	49,92	\$ 157.159,05	50%	\$ 78.579,52
SKU 2.3	0,20	54.614	10,92	\$ 38.155,05	45%	\$ 17.169,77
SKU 2.4	0,40	10.887	4,35	\$ 30.913,40	45%	\$ 13.911,03
SKU 2.5	10,00	1.843	18,43	\$ 17.562,37	45%	\$ 7.903,07
SKU 2.6	1,40	24.255	33,96	\$ 33.981,61	35%	\$ 11.893,56
SKU 2.7	0,10	213.893	21,39	\$ 25.668,13	35%	\$ 8.983,85
SKU 2.8	5,00	2.465	12,33	\$ 13.095,57	45%	\$ 5.893,00
SKU 2.9	0,20	9.865	1,97	\$ 14.988,72	40%	\$ 5.995,49
SKU 2.10	0,40	9.352	3,74	\$ 12.048,38	45%	\$ 5.421,77
SKU 2.11	0,20	52.026	10,41	\$ 16.462,23	30%	\$ 4.938,67
SKU 2.12	0,40	20.750	8,30	\$ 9.233,75	35%	\$ 3.231,81
SKU 2.13	20,00	206	4,12	\$ 3.883,50	45%	\$ 1.747,57
SKU 2.14	0,20	3.691	0,74	\$ 4.429,20	40%	\$ 1.771,68
SKU 2.15	0,40	7.481	2,99	\$ 4.661,49	35%	\$ 1.631,52
SKU 2.16	0,21	741	0,15	\$ 3.769,49	35%	\$ 1.319,32
SKU 2.17	0,20	13.660	2,73	\$ 3.963,84	35%	\$ 1.387,34
SKU 2.18	1,00	172	0,17	\$ 137,60	30%	\$ 41,28
<b>TOTAL</b>		<b>1.115.492</b>	<b>299,58</b>	<b>\$ 758.035,65</b>		<b>\$ 355.781,41</b>

Fuente: Empresa

La siguiente tabla muestra a resumen y consolidando todos los productos, el valorizado que representa cada kilogramo de producto entregado de la línea de pastas tanto en el valor facturado a los clientes como en la rentabilidad devuelta a la empresa.

<b>Tabla 1.2 D Resumen de Línea Pastas</b>	
<b>Facturación por Kg Vendido</b>	\$ 2,53
<b>Rentabilidad por Kg Vendido</b>	\$ 1,19
<b>% Rentabilidad promedio</b>	47%

Fuente: Empresa

**Líquidos:** La tercera línea de productos de la empresa, entre ellas jugos naturales, agua, energizantes y jugos con sabores artificiales. La línea de bebidas tiene una contribución marginal de aproximadamente el 27% respecto a su costo de producción, es la línea de menor contribución a la empresa por lo tanto el enfoque de mantener esta línea por diversificación del portafolio de productos. Comparado

contra la línea de solubles el valorizado de producto entregado por cada kilogramo la línea de líquidos representa un 5% por cada kilogramo de valor facturado en la línea de solubles, por lo cual es posible que la línea de líquidos lleve en un mismo volumen y peso un valor menor de facturación y en rentabilidad cada kilogramo de líquidos representa el 1% del valor de rentabilidad que aporta cada kilogramo de solubles.

<b>Tabla 1.2 E Desempeño de Enero a Marzo 2016 Línea Líquidos</b>						
<b>Producto</b>	<b>Peso Unitario (Kg)</b>	<b>Unidades vendidas</b>	<b>Peso Total Vendido (Tn)</b>	<b>Facturación (\$)</b>	<b>% Rentabilidad</b>	<b>Rentabilidad (\$)</b>
SKU 3.1	0,26	439.064	114,16	\$ 110.670,22	30%	\$ 33.201,07
SKU 3.2	0,50	227.134	113,57	\$ 98.529,91	25%	\$ 24.632,48
SKU 3.3	0,24	42.484	10,07	\$ 18.036,36	25%	\$ 4.509,09
SKU 3.4	0,50	133.064	66,53	\$ 29.285,52	25%	\$ 7.321,38
SKU 3.5	0,15	93.371	14,01	\$ 14.197,35	30%	\$ 4.259,21
SKU 3.6	0,37	16.360	5,97	\$ 12.410,25	30%	\$ 3.723,08
SKU 3.7	4,00	13.287	53,15	\$ 13.751,88	25%	\$ 3.437,97
SKU 3.8	0,26	29.127	7,57	\$ 6.274,40	25%	\$ 1.568,60
SKU 3.9	0,35	16.470	5,76	\$ 5.764,42	25%	\$ 1.441,11
SKU 3.10	0,26	23.789	6,19	\$ 5.537,27	25%	\$ 1.384,32
SKU 3.11	0,50	9.760	4,88	\$ 3.865,00	25%	\$ 966,25
SKU 3.12	0,50	21.068	10,53	\$ 2.838,53	25%	\$ 709,63
SKU 3.13	1,00	242	0,24	\$ 249,25	30%	\$ 74,77
SKU 3.14	0,35	569	0,20	\$ 199,15	25%	\$ 49,79
<b>TOTAL</b>		<b>1.065.789</b>	<b>412,83</b>	<b>\$ 321.609,50</b>		<b>\$ 87.278,73</b>

Fuente: Empresa

La siguiente tabla muestra a resumen y consolidando todos los productos, el valorizado que representa cada kilogramo de producto entregado de la línea de líquidos tanto en el valor facturado a los clientes como en la rentabilidad devuelta a la empresa.

<b>Tabla 1.2 F Resumen de Línea Líquidos</b>	
<b>Facturación por Kg Vendido</b>	<b>\$ 0,78</b>
<b>Rentabilidad por Kg Vendido</b>	<b>\$ 0,21</b>
<b>% Rentabilidad promedio</b>	<b>27%</b>

Fuente: Empresa

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En este estudio se realizará una propuesta de la red de distribución que requiere esta empresa de consumo masivo de tal manera que permita maximizar el nivel de

atención a nivel nacional, maximizando al mismo tiempo la rentabilidad generada por los mismos.

Actualmente existen 8 Centros de Distribución a nivel nacional, los cuales en algunos casos llegan a atender localidades a aproximadamente 150 km de distancia, sin ningún sustento técnico; el argumento que se indica en la empresa al cuestionar esas localidades atendidas es que fue una decisión del área comercial en algún momento, ya que se necesitaba incrementar ventas y no se consideraba si atender localidades distantes es eficiente en recursos de atención al cliente tanto en la toma como en la entrega de pedidos.

Inclusive con la estructura actual existen provincias con ciudades importantes las cuales no son atendidas; entre ellas: Loja, Santo Domingo, Esmeraldas, Carchi, Imbabura y todo el Oriente ecuatoriano.

Como se indicó previamente la sostenibilidad de las empresas en el tiempo considera factores como la competitividad y adaptación al cambio; por lo cual es necesario revisar, analizar y definir la cantidad de centros de distribución requeridos y las localidades a ser atendidas por cada uno de ellos a fin de maximizar el nivel de servicio (es decir la cantidad de clientes a los que la empresa quiere llegar directamente) y la rentabilidad (asegurando operaciones con costos medidos, controlables y justificados).

El estudio se enfoca en la atención a clientes a nivel nacional usando el canal de cobertura, es decir toma y entrega de pedidos controlados por la empresa.

## **1.4. SITUACIÓN ACTUAL**

La empresa actualmente cuenta con 8 centros de distribución a nivel nacional, desde los cuales se factura un promedio mensual de Enero a Mayo del 2016 entre

\$ 770.000 a \$ 820.000 en el canal cobertura a detallistas, con un promedio de atención de 33.000 clientes por mes a nivel nacional utilizando una fuerza de ventas de 100 pre vendedores.

En la siguiente gráfica se puede apreciar cómo están distribuidos a nivel nacional.

**Figura 1.4 Localización de Centros de Distribución Actuales**



**Autor: Andrés Aguayo (Mapa editado desde Google Maps)**

Como se puede apreciar en la imagen, hay sectores al Sur y con mayor detalle en el Norte del País que no existe cobertura actual de algún centro de distribución, por lo cual hay regiones con ciudades medianas a grandes que no son atendidos directamente por la empresa; adicionalmente los Centros de Distribución actuales fueron instalados de acuerdo a solicitud de la Gerencia General en el pasado, por lo cual no hay algún sustento técnico para el establecimiento de los mismos, si la región establecida es la idónea y a su vez si los sectores que abarca consideran criterios de eficiencia y optimización de costos.

Dado que algunos de los centros de distribución se abrieron por solicitud de la alta dirección sin un estudio previo de factibilidad existe la hipótesis internamente de que algunos de ellos no le generan rentabilidad a la empresa y son una carga impositiva en los estados de resultados, con toda la información que se presente se buscará probar este hecho.

El volumen de venta promedio mensual y los clientes atendidos por cada uno de los Centros de Distribución de presentan a continuación:

<b>Tabla 1.4 Promedio de Ventas y Clientes Atendidos por Centro de Distribución</b>		
<b>Centro de Distribución</b>	<b>Promedio Venta Mensual (\$)</b>	<b>Promedio Clientes atendidos por mes</b>
Guayaquil	\$ 349.022,96	12.718
Quito	\$ 169.071,43	7.832
Babahoyo	\$ 57.583,07	2.320
Machala	\$ 53.198,80	2.429
Cuenca	\$ 50.752,80	2.496
Salinas	\$ 47.293,54	1.972
Montecristi	\$ 41.673,48	2.368
Ambato	\$ 25.696,43	1.063
<b>Total País</b>	<b>\$ 794.292,50</b>	<b>33.198</b>

\*Información de la empresa Ventas de Enero a Marzo 2016

**Fuente: Empresa**

De acuerdo con el Censo Nacional Económico del 2010 <sup>[1]</sup>, existen en Ecuador 87.244 puntos que funcionan como “Venta al por menor en comercios especializados con predominio de la venta de alimentos, bebidas y tabacos”, que de acuerdo a la evaluación realizada por el INEC corresponden a las tiendas de abarrotes y puntos de venta, generalmente a consumidores finales, adicionalmente existen 15.627 puntos catalogados como “Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco, en puestos de venta y mercados”, que se interpretan como locales que funcionan en mercados del país; con lo cual se puede asumir un total de 102.871 clientes potenciales, sin embargo para efectos de la estrategia del negocio, se enfocará el modelo en tiendas de abarrotes, que para el caso de Ecuador

continental es de 87.072 puntos en 219 localidades, las mismas se encuentran detalladas en el ANEXO 1.

De acuerdo a esta información, este tipo de negocios (tiendas de abarrotes) en el cantón Guayaquil, existen 15.223 puntos, estos datos difieren de la atención actual de la empresa en la cual por ejemplo desde Guayaquil se atiende 12.718 clientes al mes por la empresa pero estos consideran clientes de Guayaquil, Duran, Daule, Naranjal, La Troncal, El Triunfo, Bucay, Samborondón, Salitre, Nobol, Isidro Ayora, Santa Lucía, Palestina, entre otros; es decir que se agrupan clientes de varios cantones, por lo cual es posible inferir que hay un potencial de llegar a más clientes que los que actualmente tiene la empresa.

## **1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES**

La información que se presenta en este proyecto tiene carácter de confidencial, motivo por el cual hay información que está codificada y en algunos casos no se puede presentar información detallada por representar información de desempeño y sensible de la compañía.

Respecto al alcance de este proyecto está definido para el diseño de una red logística de centros de distribución para atender el canal de cobertura a detallistas dentro del territorio ecuatoriano; no se consideran los otros canales que maneja la empresa como Mayoristas, Instituciones, Cuentas Clave y Distribuidores los cuales son actualmente atendidos desde la planta productora que a su vez funciona como centro de distribución principal en la ciudad de Guayaquil.

## **1.6. OBJETIVO GENERAL**

Presentar una propuesta de una red de centros de distribución con la cantidad de centros requeridos, ubicación de los mismos y localidades a ser atendidas de modo que permitan tener un alto nivel de servicio y maximizar la rentabilidad de la

organización, para atención del canal cobertura, esto a fin de que pueda ser revisado por la Gerencia en la evaluación del sistema actual de distribución.

## **1.7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Minimizar la cantidad de localidades a no ser atendidas directamente por la empresa.
- Definir la infraestructura y personal requerido para operar de cada centro de distribución, a nivel de bodega y de ventas.
- Definir el tipo y cantidad requerida de transporte primario y transporte secundario para satisfacer la demanda esperada.

## **CAPÍTULO II**

### **2. ESTADO DEL ARTE**

En este capítulo se presenta la teoría en la cual está basado este proyecto, desde las estructuras de bases de redes de distribución, pasando por la modelización matemática y teoría referente a modelos de optimización y finalmente las consideraciones necesarias para el dimensionamiento de infraestructura y recursos requeridos para la operación de cada centro de distribución.

#### **2.1. ESTRUCTURAS Y REDES DE DISTRIBUCION**

La distribución es el proceso por el cual se hace llegar un producto desde su planta de producción hasta el consumidor, en conjunto con los actores que intervienen a lo largo de la cadena y con el rol que tiene cada uno se forma un canal de distribución.

El canal de distribución es una decisión estratégica de la compañía ya que su implementación es de mediano a largo plazo y sus resultados son sostenibles en el largo plazo (al menos un año). La estrategia de distribución tiene un impacto fundamental en el desempeño de la empresa, ya que de esta se pueden medir las siguientes consecuencias:

- El nivel de control que tenga la empresa sobre el canal de distribución.
- El precio final con el que el producto llegará al consumidor final.

La necesidad de mantener un canal de distribución nace de la imposibilidad de colocar la fábrica frente a los consumidores, sobre todo en casos como las empresas de consumo masivo, cuya demanda de consumidores finales está distribuida a lo largo de un territorio; por lo cual la implementación de bodegas

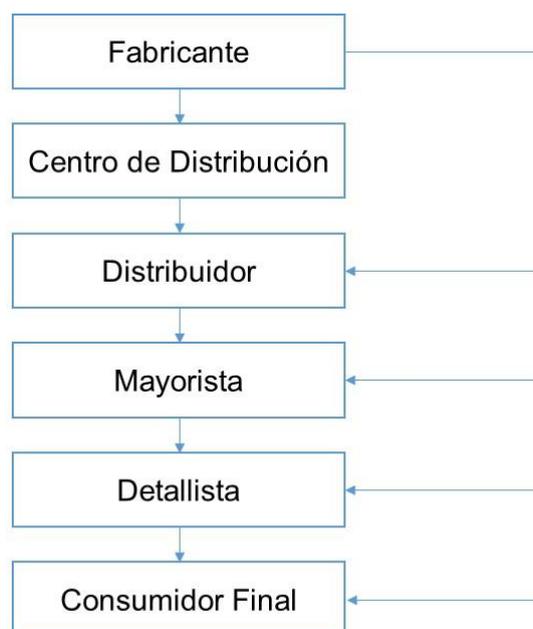
satélite y/o transporte, cumplen la función de hacer llegar los productos al punto más cercano y en algunos casos llegar al mismo consumidor final.

El canal de distribución se puede describir como el trayecto que debe seguir un producto o servicio para llegar desde su punto de origen (fabricación en el caso de productos y generación en el caso de un servicio) hasta el consumidor final (entiéndase como la última persona que dará el uso final al bien o servicio entregado).

Habiéndose descrito el canal de distribución se puede inferir que hay casos en los cuales la cadena puede ser larga y extensa con una gran variedad de actores o corta minimizando el número de actores a través de los cuales será guiado el bien o servicio.

En la siguiente gráfica se presenta un ejemplo de cómo pueden estar estructurados los canales de distribución en una organización.

**Figura 2.1 Estructura de un Canal de Distribución**



Autor: Andrés Aguayo A.

De acuerdo con la gráfica presentada se puede observar que el fabricante en función de una decisión estratégica, decide el canal de distribución por el cual va a comercializar su producto; pudiendo tener muchos intermediarios en el caso de una cadena larga o atendiendo directamente al consumidor final en una cadena corta; sin embargo estas cadenas pueden trabajar en simultáneo en algunos tipos de organizaciones, dependiendo del giro y tipo de productos que oferte la organización.

La longitud del canal de distribución repercute en el precio al que se pueda llegar al consumidor final, una cadena más larga provoca que el fabricante pierda control de la cadena, inclusive va perdiendo el control del precio al cual va a llegar el producto al consumidor final a medida que se alarga la cadena; mientras una cadena corta le asegura control sobre la comercialización, sin embargo por lo general se incurren en mayores costos de infraestructura para lograr un alto nivel de servicio; por lo cual la empresa debe decidir cuándo y dónde debe aplicarse un tipo de canal de distribución, incluso pueden llegar a coexistir más de un canal de distribución en una misma organización, diferenciados por variables geográficas, de mercado y de costos.

Generalmente cuando se habla de un canal de distribución largo los actores que participan en la cadena se convierten en socios comerciales del fabricante, que no implica una relación laboral con la empresa pero si llegan a tener una relación comercial, por lo cual el flujo de productos, precios y beneficios se convierte en una negociación de las partes.

Además cuando se tiene un canal de distribución corto la empresa puede implementar o utilizar su propia infraestructura sin embargo no es extraño que muchas organizaciones usen intermediarios en canales de distribución cortos; por ejemplo en empresas de cosmetología es común que la fuerza de ventas este constituida por personas particulares sin vínculo laboral con la empresa, las cuales

remuneran en función de comisiones por su volumen de ventas; en otro ejemplo en empresas de consumo masivo es común que el transporte sea llevado a cabo por un intermediario con experiencia e infraestructura en este tipo de operaciones, a expensas de que el costo diario podría ser más alto pero no existe el costo de inversión en infraestructura que debería correr la empresa comercializadora.

Los costos de una red de distribución están divididos en las siguientes categorías:

- Costo de Transporte Primario.
- Costo de Transporte Secundario.
- Costo de Almacenamiento.
- Costo Administrativo.

El costo de transporte primario considera el costo de abastecimiento de productos desde la planta productora o centro de distribución principal hasta el centro de distribución de destino.

El costo de transporte secundario considera el costo de trasladar el producto desde los centros de distribución a los clientes objetivos del centro de distribución, que pueden ser consumidores finales o nuevos intermediarios.

El costo de almacenamiento considera el costo de amortización, mantenimiento y operación de la bodega, incluyendo el personal vinculado a su funcionamiento, el costo unitario de almacenar productos.

El costo administrativo está vinculado al costo de personal e infraestructura requeridos para generar ventas en el centro de distribución, es decir la cantidad de personas requeridas para el área de ventas e infraestructura que fuera a ser requerida para su operación.

Es importante destacar que la operación de un centro de distribución debe ser rentable para la compañía; es decir que su volumen de ventas debe justificar el costo de los productos, solventar el pago la operación del centro de distribución con todos sus costos involucrados y dejar un margen de rentabilidad dentro de lo esperado por la organización.

De acuerdo con Enrique Diez de Castro <sup>[2]</sup>, con la selección del canal de distribución es necesario definir:

- Estrategia de distribución directa o indirecta.
- Estrategia de aplazamiento.
- Estrategia de cobertura.

Las diferencias entre la estrategia de distribución directa e indirecta están definidas y marcadas; mientras la distribución directa implica que la empresa utiliza sus recursos para atender a los clientes desde la toma del pedido hasta la entrega de los productos, la indirecta implica utilizar recursos de un tercero para los mismos procesos; sin embargo existen modelos mixtos en los cuales la toma del pedido o la facturación o la entrega son delegados a un tercero mientras la otra actividad es llevada a cabo por la empresa; la más usual hoy en día es utilizar modelo mixtos combinados con outsourcing.

Una estrategia de distribución directa, generalmente le otorga a la empresa control sobre el canal de distribución sin embargo puede tener impactos en el mismo, por los altos costos de inversión que podrían existir; por el contrario utilizar una estrategia de distribución indirecta puede generarle a la empresa eficiencia en costos de inversión pero no tiene el control pleno sobre el canal de distribución; como se indicó anteriormente se pueden mezclar los modelos inclusive con outsourcing de acuerdo a los objetivos organizacionales en el mercado que permita encontrar un balance entre costos y control sobre el canal.

La estrategia de aplazamiento permite definir la diferencia de tiempo que podría existir entre el requerimiento del cliente y satisfacer su necesidad y va ligado con el modelo comercial que fuera a aplicar la organización para tomar las necesidades de los clientes y el modelo de distribución para entregar los requerimientos de los clientes.

La estrategia de cobertura implica la forma en la cual la empresa va a cubrir el territorio, los clientes y consumidores en su rango de acción, esta puede ser: intensiva en la cual se busca cubrir la mayor cantidad de clientes de una zona específica; exclusiva en la cual se selecciona a un solo cliente el cual abastecerá a un sector específico en lugar de atender a todos los clientes de ese mismo sector viniendo a ser una especie de mayorista; y selectiva la cual comprende una estrategia intermedia entre intensiva y exclusiva en la cual se seleccionan algunos clientes de un sector específico para atender la demanda de ese sector sin ser necesario que se abarque a todos los clientes de la zona.

## **2.2. PLANEACIÓN DE LA ESTRUCTURA LOGÍSTICA**

La planeación de la estructura logística implica todas las consideraciones que posteriormente afectan al modelo de localización de centros de distribución, para este efecto se desglosan de la siguiente manera:

- Transporte primario.
- Almacenamiento.
- Recursos e infraestructura requerida.

### **Transporte primario.**

El transporte primario se relaciona con el modelo de localización ya que su costo de atención es parte del modelo en la función objetivo como un parámetro.

El transporte primario se entiende como el traslado o abastecimiento desde plantas productoras o centros de distribución primarios a centros de distribución secundarios o almacenes de venta.

El transporte primario debe considerar los siguientes aspectos para seleccionar aquel que sea el más adecuado a la organización y sus productos:

- Distancia entre el origen y el destino.
- Medios y modos de transporte disponibles.
- Volumen, peso y tipo de carga a ser trasladada.
- Requerimientos legales en el traslado de ciertos productos.

El Transporte primario puede ser modelado como un problema de programación lineal dependiendo de las características que presente el esquema de distribución de la organización.

Normalmente se cumple en el transporte primario que a mayor capacidad volumétrica o de peso de transporte, el viaje por unidad de transporte tiene un costo más alto pero el costo por unidad volumétrica o por unidad de peso es menor en comparación con transportes de menor capacidad por lo cual el factor de utilización de transporte adquiere una gran importancia para no incurrir en sobrecostos. De igual manera esta relación se aplica con los lead time de entrega, a que modos de transporte más rápidos tendrán un costo más alto que transportar la misma cantidad o volumen por un medio más lento.

El transporte primario debe ser capaz de proveer los siguientes resultados que se toman como parámetros de entrada para el problema de localización:

- Costos de Transporte por modo de transporte y ruta seleccionada.
- Lead Time de atención por modo de transporte y ruta seleccionada.

## **Almacenamiento.**

El almacenamiento se relaciona con el problema de localización ya que en función de los centros de distribución a ser instalados y las localidades a ser asignadas junto con la política de inventario que maneja una organización se puede determinar el nivel de inventario necesario y con ello dimensionar el tipo y tamaño de la bodega de almacenamiento requerida.

Según Chase <sup>[3]</sup>, define al inventario así: “Constituye la cantidad de existencias de un bien o recurso cualquiera usado en la organización”.

Para determinar el almacenamiento y espacio requerido es necesario:

- Conocer la demanda de cada uno de los productos.
- Conocer la política de inventario y stock de seguridad por categoría de producto.
- Conocer la naturaleza, disposición, y paletizado de los productos.

El dimensionamiento del almacenamiento debe entregar como resultado, el cual será tomado como parámetro para el modelo de localización, lo siguiente:

- Tamaño de la bodega de tal manera que se pueda estimar el costo fijo del almacén en función del inventario a manejar, el inventario va determinado por las localidades a ser atendidas.

## **Recursos e infraestructura requerida.**

Los recursos e infraestructura requeridos para la operación de un centro de distribución son todos aquellos elementos o personas que se necesitan para la operatividad diaria del centro de distribución, los mismos se pueden clasificar de acuerdo al área o grupo de necesidades a satisfacer.

Todos los elementos que se requieren en una bodega podrían clasificarse de la siguiente manera:

- Personal administrativo, comercial y logístico específico requerido para la operación del centro de distribución.
- Unidades de transporte secundario requeridos para atender la operación normal del centro de distribución.
- Infraestructura requerida a nivel de instalación de bodega, con el tipo e inversión requerida.
- Equipos requeridos para la operación del centro de distribución (Montacargas, transpaletas, etc.).
- Equipos requeridos para la operación del personal a trabajar en el centro de distribución (computadoras, tabletas, etc.).
- Mobiliario requerido para la operación de un centro de distribución.

En función de la información presentada, el dimensionamiento de infraestructura y recursos nos entrega información que serán parámetros en el modelo de localización, los cuales corresponden a:

- Tasa de atención de clientes de los agentes comerciales.
- Capacidad de supervisores y jefes comerciales por agentes comerciales.
- Tasa de atención de clientes de unidades de transporte secundario.
- Costo de inversión en equipos y mobiliarios por persona en operación.
- Tasa de atención se personal logístico de acuerdo a carga a manejar en bodega.
- Recursos administrativos requeridos de acuerdo al tamaño de la operación.

### **2.3. PROBLEMA DE LOCALIZACIÓN**

El problema de localización es un problema de programación lineal entera mixta, ya que existen decisiones que están representadas por variables de tipo binario (1,0).

De acuerdo con Hillier – Lieberman <sup>[4]</sup>, los problemas de programación entera se caracterizan por el uso de variables binarias restringidas a dos valores, matemáticamente determinados en 1 y 0, y en la lógica del ejercicio representa un Sí o No para una actividad específica, es decir para tomar una decisión.

En los problemas de localización, el objetivo es minimizar los costos o en su defecto maximizar la rentabilidad en función de tomar la decisión si se abre o no una instalación determinada con todos los costos que esta implica y la rentabilidad que la misma puede generar, esto va ligado directamente con el problema del diseño de una red de distribución, ya que se busca, adicional al tema de costos y rentabilidad tener una mayor cobertura de mercado.

Según Hillier – Lieberman <sup>[4]</sup>, “Si cada área de mercado debe recibir servicio de un solo centro, entonces también se tiene otro tipo de decisiones sí o no para cada combinación de área de mercado y centro de distribución. ¿Debe cierto centro de distribución asignarse a cierta área de mercado?”

Este comentario se puede formular como una variable binaria de la siguiente manera:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1; & \text{si el centro de distribución } i \text{ atiende el área de mercado } j \\ 0; & \text{si el centro de distribución } i \text{ no atiende el área de mercado } j \end{cases}$$

Según Bradley Stephen <sup>[5]</sup>, el problema clásico de localización de bodegas o centros de distribución considera una decisión de implementar o no una ubicación específica, en la cual se deben considerar los costos de transporte y los costos por operar un centro de distribución.

Si combinamos este criterio con la teoría según Jens Vygen <sup>[6]</sup>, se requiere como parámetros, conocer:

- Un conjunto finito de Clientes  $J$ .
- Un conjunto finito de Centros de Distribución potenciales  $I$ .
- Un costo fijo  $f_i$  de operación para cada Centro de Distribución  $i$  si se abre.
- Un costo variable de servicio  $c_{ij}$  normalmente medido por unidad atendida por cada centro de distribución  $i$  para atender al cliente  $j$ .

Como decisiones se tiene las siguientes variables:

- Una variable  $b_i$  que corresponde a un número binario en la cual se indica si el centro de distribución  $i$  se apertura y es puesto en operación ( $b_i = 1$ ) o se mantiene fuera de operación ( $b_i = 0$ ).
- Una variable  $x_{ij}$  que representa la cantidad de producto a ser transportado del Centro de Distribución  $i$  al cliente  $j$ .

Existen dos tipos de restricciones para este modelo:

- La demanda  $d_j$  de cada cliente que es atendido por un centro de distribución.
- Los productos son transportados de un centro de distribución a cualquier cliente, únicamente si el centro de distribución está habilitado.

Mediante el modelo se buscará obtener:

- Un subconjunto  $D$  de Centros de Distribución que entrará a operación.
- Una asignación de  $C$  a  $D$ , que corresponde a los clientes que son asignados a los Centros de Distribución operativos.

Con lo planteado anteriormente se persigue como función objetivo del modelo:

$$FO: \text{Minimizar } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m f_i b_i$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$
$$\sum_{j=1}^n x_{ij} - b_i \left( \sum_{j=1}^n d_j \right) \leq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$
$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$
$$b_i = \text{bin}(0,1) \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

Como se puede apreciar, la función objetivo busca minimizar la función de costos que incluye los costos variables de la cantidad producto enviada a cada cliente (costo de transporte más costo variable de manejo de almacenamiento) y el costo fijo de cada centro de distribución (si es habilitado sino ese costo es cero).

En cuanto a las restricciones podemos detallar; la primera restricción busca que se satisfaga la demanda para cada cliente independiente del centro de distribución que sea abastecido; la segunda restricción implica que cuando un centro de distribución sea habilitado  $b_i = 1$ , la cantidad transportada desde ese centro de distribución al cliente no puede ser mayor a la demanda del mismo cliente; luego las restricciones típicas de no negatividad para los traslados y de selección binaria para la variable de decisión.

Sin embargo el que está definido como problema típico puede tener una serie de variantes dependiente de la complejidad del modelo y se podrían agregar o modificar restricciones teniendo situaciones como:

- Si la demanda de un cliente debe ser atendida exclusivamente por un centro de distribución.
- El máximo de Centros de Distribución a ser abiertos.

## **CAPÍTULO III**

### **3. PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN**

En este capítulo se plantea la solución al problema planteado en el primer capítulo con todos los antecedentes vinculados a la empresa y con el fundamento teórico expuesto en el segundo capítulo, para lo cual se desarrollará el modelo de localización de centros de distribución para este caso específico.

#### **3.1. JUSTIFICACIÓN DE LOS DATOS**

Toda la información presentada en el presente capítulo fue originada en la empresa, a través de datos estadísticos, historial, contratos activos con proveedores, toma de tiempos de operaciones y servicios, estructura y costos actuales. En la medida que se vayan presentando los datos en el desarrollo del capítulo se indicará el origen de la información.

#### **3.2. DATOS COMERCIALES**

Para dimensionar el problema y minimizar el manejo de variables y parámetros se tomarán las siguientes consideraciones para el modelo de localización:

**Rentabilidad por pedido:** Aunque se ha presentado en capítulos anteriores que la empresa comercializa 45 productos distintos; manejar esa misma cantidad en el modelo matemático puede volverlo muy complejo de resolver, por lo cual se tomará un pedido consolidado promedio por cliente; tomando en cuenta el valor promedio, el peso promedio de compra y la rentabilidad promedio generada por cada pedido de cada uno de los clientes, como si se tratase de un solo producto; partiendo de este punto tenemos que en un trimestre de facturación se vendieron \$ 2'380.415,70 en 219.189 pedidos entregados a clientes; lo cual nos indica que por cada pedido entregado a un cliente se factura en promedio \$ 10,86, y de acuerdo a los datos iniciales se tiene que sobre el volumen total de ventas la participación de la línea

de solubles es del 54.3%, de pastas del 32.4% y de líquidos del 13.3% sobre el valor facturado; de aquí se desprende que cada pedido representa en peso 3,59 kilogramos en promedio y en rentabilidad \$ 5,88 de los cuales se deben generar los ingresos para cubrir los costos del Centro de Distribución; estos valores se desglosan en la siguiente tabla:

<b>Tabla 3.2 A Desglose por pedido</b>				
<b>Línea</b>	<b>Participación por pedido</b>	<b>Dólares Facturados por pedido</b>	<b>Peso (Kg) por pedido</b>	<b>Dólares de Rentabilidad por pedido</b>
Líquido	13,3%	\$ 1,44	1,85	\$ 0,39
Pastas	32,4%	\$ 3,52	1,39	\$ 1,65
Solubles	54,3%	\$ 5,89	0,35	\$ 3,84
<b>Totalizado</b>	<b>100,0%</b>	<b>\$ 10,86</b>	<b>3,59</b>	<b>\$ 5,88</b>

Fuente Empresa

**Efectividad de clientes compra y pedidos mes generados por cliente:** El modelo considera la cantidad total de clientes por cada localidad esperada, sin embargo al ser una empresa de consumo masivo con una rotación media de productos que en algunos casos la compra es menor a la frecuencia semanal se considerará la efectividad de impacto de pedidos promedio a nivel nacional para todas las localidades a fin de determinar la cantidad de clientes que realizarán pedidos cada semana; esto a efecto de tener en cuenta el impacto en el transporte secundario conociendo que el 100% de los clientes no realizan su pedido de manera semanal. De acuerdo a los datos actuales de la empresa se tiene que el 91,77% de clientes de la base actual compran al menos una vez dentro del mes; los cuales generan en promedio 1,68 pedidos por mes cada uno de ellos.

<b>Tabla 3.2 B Resultados Resumidos de clientes y pedidos actuales</b>	
<b>Base de clientes mes período de estudio</b>	38.509
<b>Cientes compran mes en el período de estudio</b>	35.339
<b>Pedidos mes generados en el período de estudio</b>	59.349
<b>% Efectividad clientes compran mes</b>	91,77%
<b>Pedidos mes generados por cada cliente compra</b>	1,68

Fuente: Empresa

La empresa se ha planteado captar al menos en su base de clientes al 90% de los clientes potenciales de los existentes en cada zona.

### 3.3. PLANEACIÓN DE LA ESTRUCTURA LOGÍSTICA

Como se describió en el capítulo anterior, en esta sección se detallarán todos los parámetros que serán parte del modelo de localización.

#### 3.3.1. TRANSPORTE PRIMARIO

El transporte primario considera la movilización de productos desde la planta de producción ubicada en la ciudad de Guayaquil hacia los distintos centros de distribución a lo largo del país.

La empresa cuenta con dos proveedores los cuales tienen tarifas fijas acordadas por contrato de acuerdo al destino y el tipo de transporte a ser utilizado, actualmente la empresa utiliza dos tipos de transporte y se han negociado las tarifas en 20 posibles destinos, los cuales corresponden a las localidades más pobladas del país; si por algún motivo se necesitará transporte a alguna localidad que no esté en el listado acordado se negociará el precio tomando como techo el valor de transporte a la localidad más cercana; esto aplica a casos especiales, sin embargo no afectan en este modelo; las localidades seleccionadas de acuerdo a los datos oficiales del INEC<sup>[7]</sup> se presentan a continuación:

Tabla 3.3.1 A Localidades con mayor población en Ecuador					
PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RURAL	POBLACIÓN TOTAL
GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	2.278.691	12.467	2.291.158
PICHINCHA	QUITO	QUITO	1.607.734	11.412	1.619.146
AZUAY	CUENCA	CUENCA	329.928	1.960	331.888
SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO	270.875	34.757	305.632
EL ORO	MACHALA	MACHALA	231.260	10.346	241.606
GUAYAS	DURAN	ELOY ALFARO (DURAN)	230.839	4.930	235.769
MANABI	PORTOVIEJO	PORTOVIEJO	206.682	16.404	223.086
MANABI	MANTA	MANTA	217.553	3.569	221.122
LOJA	LOJA	LOJA	170.280	10.337	180.617
TUNGURAHUA	AMBATO	AMBATO	165.185	13.353	178.538
ESMERALDAS	ESMERALDAS	ESMERALDAS	154.035	7.833	161.868
LOS RIOS	QUEVEDO	QUEVEDO	150.827	7.867	158.694
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	146.324	10.399	156.723
GUAYAS	MILAGRO	MILAGRO	133.508	11.517	145.025
IMBABURA	IBARRA	IBARRA	131.856	7.865	139.721
COTOPAXI	LATACUNGA	LATACUNGA	63.842	34.513	98.355
LOS RIOS	BABAHOYO	BABAHOYO	90.191	6.765	96.956
SANTA ELENA	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	95.942	-	95.942
GUAYAS	DAULE	DAULE	65.145	22.363	87.508
PICHINCHA	RUMINAHUI	SANGOLQUI	75.080	6.060	81.140

Fuente: INEC

Estas 20 localidades representan el 1.95% de todas existentes en el país, ya que el INEC los tiene totalizados en 1.024 cantones, los 20 cantones seleccionados representan a 7'050.494 habitantes de un total de 14'483.499 habitantes según el Censo 2010 que tiene como dato oficial el INEC; es decir en las localidades seleccionadas se tiene cubierto el 48,68% de la población del país.

Las tarifas negociadas corresponden a tipo de vehículo a ser utilizado y consideran un viaje tipo One Way, ya que la empresa no transporta productos retornables, no es requerido que el vehículo regrese a la planta de producción después de entregar el producto en los centros de distribución; adicionalmente la planta de producción se encuentra instalada en la ciudad de Guayaquil por lo cual el 100% del transporte primario tiene como origen la ciudad de Guayaquil; en la siguiente tabla se presentan los costos asociados de acuerdo al destino y tipo de transporte; el destino considera un punto medio en la ciudad de destino, considerando que no se tiene información detallada respecto a la localización exacta de los posibles centros de distribución en cada cantón.

<b>Tabla 3.3.1 B Distancias y Costos de Transporte Primario</b>				
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>	<b>Distancia (Km)</b>	<b>Costo camión 10 TN</b>	<b>Costo Cabezal 25 TN</b>
Guayaquil	Guayaquil	-	\$ 180	\$ 300
Guayaquil	Quito	398	\$ 450	\$ 850
Guayaquil	Cuenca	210	\$ 350	\$ 650
Guayaquil	Santo Domingo	295	\$ 400	\$ 750
Guayaquil	Machala	198	\$ 300	\$ 550
Guayaquil	Eloy Alfaro (Duran)	44	\$ 180	\$ 300
Guayaquil	Portoviejo	181	\$ 350	\$ 650
Guayaquil	Manta	185	\$ 350	\$ 650
Guayaquil	Loja	416	\$ 500	\$ 900
Guayaquil	Ambato	296	\$ 450	\$ 850
Guayaquil	Esmeraldas	455	\$ 500	\$ 900
Guayaquil	Quevedo	191	\$ 350	\$ 650
Guayaquil	Riobamba	247	\$ 400	\$ 750
Guayaquil	Milagro	62	\$ 200	\$ 350
Guayaquil	Ibarra	535	\$ 600	\$ 1.000
Guayaquil	Latacunga	341	\$ 500	\$ 900
Guayaquil	Babahoyo	88	\$ 250	\$ 400
Guayaquil	La Libertad	135	\$ 300	\$ 550
Guayaquil	Daule	37	\$ 200	\$ 350
Guayaquil	Sangolqui	398	\$ 450	\$ 850

Fuente (costos): Empresa

Fuente (distancias): Google maps

La empresa ha definido dentro de sus políticas que el abastecimiento a los centros de distribución se va a manejar por períodos fijos; que en el caso de la empresa de estudio tienen una política de abastecimiento cada dos semanas a los centros de distribución; con un lead time de un día entre solicitud de pedido y arribo del mismo.

### **3.3.2. ALMACENAMIENTO**

El almacenamiento considera el costo de tener el producto en el centro de distribución, a fin de determinar el impacto de este rubro en el modelo de localización.

En este caso es necesario considerar los siguientes factores:

- La política de inventario de la empresa define un stock de seguridad de 3 días de producto.
- Se utiliza un esquema de rotación FIFO (First in, first out) para todos los productos siendo que los mismos son alimentos y bebidas.
- La empresa no tiene en su plan estratégico la inversión en activos fijos de un centro de distribución por lo cual para todos los casos se tomará en cuenta como alquiler de instalaciones.
- Los centros de distribución deben ser capaces de almacenar 3 días que corresponden al inventario de seguridad definido por política y 15 días (2 semanas) que corresponden al período de reabastecimiento definido por política.

En el siguiente cuadro se detallan los costos asociados a la implementación y funcionamiento de la bodega; los cuales están medidos de acuerdo a los centros de distribución actuales que operan en la compañía:

<b>Tabla 3.3.2 Costos desglosados por almacenamiento</b>			
<b>Capacidad máxima (Toneladas)</b>	20	45	70
<b>Tamaño de la Bodega (metros cuadrados)</b>	400	800	1200
<b>Rubro</b>	<b>Costo mensualizado</b>		
Alquiler del CD	\$ 1.200,00	\$ 2.200,00	\$ 3.000,00
Servicios Básicos CD	\$ 200,00	\$ 225,00	\$ 250,00
Equipos de carga	\$ 55,56	\$ 83,33	\$ 111,11
Mobiliario	\$ 83,33	\$ 111,11	\$ 138,89
Sistemas	\$ 125,00	\$ 166,67	\$ 194,44
Permisos	\$ 208,33	\$ 208,33	\$ 208,33
Adecuaciones	\$ 83,33	\$ 100,00	\$ 116,67
Sistema de Seguridad	\$ 1.758,33	\$ 2.358,33	\$ 2.958,33
<b>COSTO TOTAL MENSUALIZADO</b>	<b>\$ 3.713,89</b>	<b>\$ 5.452,78</b>	<b>\$ 6.977,78</b>

Fuente: Empresa

- Alquiler del CD: Este rubro considera el costo mensual de alquilar el centro de distribución; como se indicó anteriormente dentro del plan estratégico de la compañía no se incluye realizar costos de inversión en activos fijos por lo cual se ha tomado la decisión que todos los centros de distribución deben ser en locales alquilados.
- Servicios Básicos CD: Corresponde al gasto promedio mensual de Energía Eléctrica y Agua Potable.
- Equipos de carga: Dada la decisión de la compañía de no realizar inversiones de capital en activos fijos la bodega almacena todos los productos al piso sobre palé de madera, cuidando mantener las normas de calidad exigidas para alimentos; por este motivo no es necesaria la inversión en montacargas sin embargo para facilitar y agilizar la operación se utilizan transpaletas manuales; en este rubro se presenta el costo por mes considerando un tiempo de vida útil de 3 años.
- Mobiliario: Corresponde a la inversión en escritorios, mesas de trabajos, sillas, pizarrones, estantes de oficina, acondicionamiento de sala de ventas; los mismos están costeados mensualmente considerando un período de vida útil de 3 años.
- Sistemas: La inversión a Sistemas corresponde a la compra de computadores portátiles y de escritorio, la instalación e infraestructura de red desde el proveedor de sistemas, la conexión inalámbrica y la conexión de red; todo el costo esta por mes considerando un período de vida útil de 3 años.

- Permisos: Corresponde a la inversión requerida para todos los permisos anuales requeridos, el costo esta cambiado a costo por mes en un plazo de 12 meses que es el que se requiere para renovar permisos; los permisos incluyen: Permisos municipales, habilitación del SRI, permisos de Salud, comisarías, bomberos, etc. Según corresponda de acuerdo a las localidades y requerimientos legales.
- Adecuaciones: Es el monto destinado a adecuar la bodega para su utilización; como adecuar techos, luminarias, pisos, pinturas, arreglar paredes; etc. Este monto está diferido en 5 años y el costo presentado se encuentra por mes.
- Seguridad: Son los costos que se requieren para una operación segura; incluyen: Guardias en turnos de 12 horas y 6 días a la semana, cerco eléctrico de seguridad en todo el perímetro de las instalaciones si aplicase; sistema de monitoreo de cámaras; monitoreo y respuesta; los costos fijos están diferidos a 12 meses que es el plazo que la empresa de seguridad brinda a la empresa para su cancelación.

Adicional al inicio del cuadro se presenta el tamaño de la bodega ya la capacidad, tomando en cuenta que todo el almacenamiento es al piso sobre palé de madera; por lo cual de acuerdo a las localidades a ser atendidas se podrá escoger una alternativa para implementar la bodega y de acuerdo a ello tendrá su impacto en los costos.

### **3.3.3. RECURSOS OPERATIVOS REQUERIDOS**

En la sección anterior se presentó la estructura de costos requerida para infraestructura de la bodega de acuerdo a su tamaño y capacidad por lo cual en este punto se enfocará en los costos y capacidades del personal requerido para ventas y logística del centro de distribución y en los costos y capacidades asociados al transporte secundario.

En referencia al equipo comercial, se presentan los tipos de cargos, capacidades y costos en el siguiente cuadro:

<b>Tabla 3.3.3 A Personal de Ventas (Costos y capacidades)</b>		
<b>Cargo</b>	<b>Costo mes</b>	<b>Capacidad</b>
Vendedor de Ruta	\$ 1.091,91	80 clientes en zona consolidada
Supervisor de Ventas	\$ 1.913,59	8 Vendedores de Ruta
Jefe de Ventas	\$ 2.897,64	4 Supervisores de Ventas

Fuente: Empresa

- Este es el costo mes por cada posición comercial, que incluyen beneficios sociales de ley (fondos de reserva, décimos, vacaciones, seguridad social) y beneficios otorgados por la empresa (uniformes, equipos, alimentación, movilización), el sueldo está compuesto por un sueldo base más comisiones.
- Los vendedores de ruta tienen una jornada de 11 horas de trabajo, de lunes a sábado, de la jornada de trabajo, 8 horas son utilizadas exclusivamente en toma de pedidos. Cuando un vendedor debe desplazarse en su ruta normal su capacidad de atención descenderá en función de la distancia a recorrer, considerando este aspecto para localidades fuera de la localidad de origen.
- Cuando un vendedor debe desplazarse fuera de la ciudad se considera que su traslado entre localidades se realiza en transporte masivo; con una velocidad promedio de 45 kilómetros por hora tanto para la ida como para la vuelta.
- Los vendedores de acuerdo a la información provista por la empresa son capaces de atender hasta 80 clientes en un tiempo de 8 horas en una ruta consolidada por lo cual se puede deducir que es posible atender 10 clientes por hora como capacidad de atención del vendedor.
- Los supervisores de ventas tienen una capacidad de manejar hasta 8 vendedores; los cuales están restringidos a pertenecer a un solo centro de distribución.
- Los jefes de ventas tienen la capacidad de manejar hasta 5 supervisores de ventas, los cuales no están restringidos a pertenecer a un solo centro de distribución.

En el área logística, los tipos de cargos, capacidades y costos se presentan en el siguiente cuadro:

<b>Tabla 3.3.3 B Personal de Logística (Costos y capacidades)</b>		
<b>Cargo</b>	<b>Costo mes</b>	<b>Capacidad</b>
Controlador de Bodega	\$ 755,04	1 Tn de Carga de producto
Jefe de Centro de Distribución	\$ 2.745,58	1 por Centro de Distribución

Fuente: Empresa

- Este es el costo mes por cada posición logística, que incluyen beneficios sociales de ley (fondos de reserva, décimos, vacaciones, seguridad social) y beneficios otorgados por la empresa (uniformes, equipos, alimentación, movilización), el sueldo está compuesto por un sueldo base más horas extras suplementarias y complementarias.
- Los controladores de bodega se encargan de separar la carga para cada vehículo, revisar la carga con el conductor, despachar el vehículo con la carga del día; cuando se reciben camiones de transporte primario da soporte en la descarga del camión pero adicional contrata una cuadrilla para el descargue de camiones de 10 Toneladas o Cabezal según el tipo de vehículo que arribe al centro de distribución.
- El Jefe del Centro de Distribución es responsable de la administración del lugar, inventario y coordinar los transportes; es el jefe directo de los controladores de bodega.

Respecto al transporte secundario, en la siguiente tabla se presenta los costos y capacidades asociados a este rubro:

<b>Tabla 3.3.3 C Transporte Secundario (Costos y capacidades)</b>		
<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Camioneta Furgonada</b>	<b>Camión Tipo Furgón</b>
<b>Tarifa Ruta</b>	\$ 80 / viaje	\$ 120 / viaje
<b>Valor Ruta Externa</b>	\$ 0,40 / Km	\$ 0,50 / Km
<b>Capacidad Peso (Kg)</b>	900	2250
<b>Tiempo por cliente (min)</b>	6	7

Fuente: Empresa

- Hay dos tipos de transporte aprobados por las áreas de transporte y calidad de la empresa, camionetas que obligatoriamente deben contar con un furgón cerrado y camiones con furgón cerrado; ambos tipos de vehículos deben contar con todos los permisos habilitantes de ley, incluyendo permiso de transporte de alimentos.

- La capacidad está definida en kilogramos de carga, en la relación de peso/volumen la restricción que primero se compromete es la de peso; una camioneta tiene menor capacidad de furgón; sin embargo se consideran camionetas con furgón como medio de transporte ya que de acuerdo a los datos históricos confirmados por la empresa, los vehículos que realizan reparto de cobertura, normalmente su carga total diaria en peso no supera los 500 Kg y a nivel de volumen no ocupan más de 1 metro cúbico; sin embargo se considera contractualmente una opción de transporte secundario mayor para casos eventuales en que la carga superase la tonelada de carga; sin embargo es un caso que no se ha presentado en la empresa para el canal de cobertura.
- Respecto a los tiempos de servicio se ha medido que el tiempo de atención por cliente (considerando desplazamiento) es de 6 minutos para la camioneta y 7 minutos para el camión pequeño; esto se entiende ya que el vehículo liviano es generalmente más rápido y su furgón normalmente está diseñado de forma que facilita la operación del equipo de entregas.
- La jornada de trabajo del equipo de entregas está diseñado para 12 horas de trabajo, de las cuales dedica 4 horas para el cargue de productos en planta, liquidación a su retorno y desplazamientos desde la planta hacia la ruta y desde la ruta hacia planta y almuerzo; esto deja un tiempo disponible para entregas de 8 horas, en caso de haber entregas en localidades más lejanas se consume el tiempo disponible de entregas.
- Los vehículos se trasladan entre localidades a una velocidad media de 50 kilómetros por hora; independiente del tipo de vehículo ya que ambos tipos en desplazamientos largos tienen similar desempeño en tiempo; este factor es importante considerar para el dimensionamiento de tiempos de traslado.
- Existe un valor de compensación para atender localidades fuera de la ciudad de origen del Centro de Distribución y se cancela reconoce \$ 0.40 por Km para Camionetas y \$ 0.50 por Km para Camiones.

### **3.4. DISEÑO DEL MODELO DE LOCALIZACIÓN**

Como se explicó en el capítulo anterior; este problema de localización corresponde un problema de programación lineal entera; en esta sección se dedicará a detallar los elementos correspondientes al modelo, detallando los parámetros, las variables, las restricciones y la función objetivo del modelo.

Para este modelos se han definido los siguientes subíndices, los cuales están detallados en los anexos:

**i:** Localidad en la que se encuentran los clientes objetivo del estudio

**j:** Localidad potencial para instalar un Centro de Distribución

**k:** Tipo de Transporte Primario, definido de acuerdo a la capacidad del mismo

**I:** Tipo de Bodega a utilizar en el Centro de Distribución, definido de acuerdo a la capacidad de almacenamiento

**m:** Tipo de Transporte Secundario, definido de acuerdo a la capacidad del mismo

#### **3.4.1. PARÁMETROS DEL MODELO**

Los parámetros corresponden a todos aquellos valores que entran como datos fijos al modelo; es decir su valor se mantiene y se toma de acuerdo a las restricciones del modelo; considerando la información presentada en las secciones anteriores, se han definido los siguientes parámetros con su respectiva nomenclatura:

**P<sub>1jk</sub>:** Costo de Transporte Primario tipo k desde Guayaquil hasta la localidad j

**PA<sub>I</sub>:** Costo de operación mensual del almacén Tipo I

**P<sub>2Fm</sub>:** Costo fijo por día de Transporte Secundario tipo m

**P<sub>2Vm</sub>:** Costo variable (Recargo) por kilómetro fuera de la localidad de origen para el Transporte Secundario tipo m

**PD<sub>ij</sub>:** Distancia (km) desde la localidad i a la localidad j

**P<sub>11k</sub>:** Capacidad (Kilogramos) de Transporte Primario tipo k

**PC<sub>i</sub>**: Clientes estimados en la localidad i

**PA1<sub>i</sub>**: Capacidad (Kilogramos) de la bodega tipo I

**P2W<sub>m</sub>**: Capacidad (Kilogramos) de Transporte Secundario tipo m

**P2T<sub>m</sub>**: Tiempos de servicio por cliente de Transporte Secundario tipo m

### **3.4.2. VARIABLES DEL MODELO**

Las variables del modelo corresponden a aquellos valores que pueden cambiar durante el procesamiento del modelo, con el objetivo de encontrar un valor que optimice la función de estudio; estas variables están definidas de acuerdo a las necesidades específicas de este modelo y están presentes tanto en la función objetivo como en las restricciones; se consideran para este caso de estudio dos tipos de variables:

Variables Enteras, las cuales tomarán valores positivos mayores o iguales a uno de acuerdo al requerimiento de cada una de ellas; las variables enteras definidas en este proyecto son las siguientes:

**x1<sub>ij</sub>**: Cantidad de clientes de la localidad i a ser atendidos por el Centro de Distribución en la localidad j

**x2<sub>jk</sub>**: Cantidad de vehículos de Transporte Primario tipo k necesario para abastecer el Centro de Distribución en la localidad j desde la Planta Guayaquil

**x3<sub>jm</sub>**: Cantidad de vehículos de Transporte Secundario tipo m a ser utilizados en el Centro de Distribución en la localidad j

**x4<sub>j</sub>**: Cantidad de vendedores requeridos para el Centro de Distribución en la localidad j

**x5<sub>j</sub>**: Cantidad de supervisores de ventas requeridos para el Centro de Distribución en la localidad j

**x6**: Cantidad de jefes de ventas requeridos para todos los Centros de Distribución

**x7<sub>j</sub>**: Cantidad de controladores de bodega requeridos para el Centro de Distribución en la localidad j

**x8**: Cantidad de jefes de Centros de Distribución requeridos.

Variables Binarias, las cuales se utilizan sobre todo cuando se implementa una restricción de condicionalidad en el uso o no uso de un recurso, las variables binarias definidas en este proyecto son las siguientes:

**B1<sub>jl</sub>**: Variable que indica si se abre (1) o no (0) la Bodega Tipo I en la localidad j

**B2<sub>ij</sub>**: Variable que indica que una localidad i es atendida (1) o no (0) por el Centro de Distribución j

### 3.4.3. FUNCIÓN OBJETIVO

La función objetivo representa el resultado del modelo, para este caso particular se busca maximizar la rentabilidad de la organización; por lo cual se detalle el valor de rentabilidad y los costos asociados; sin embargo para tener uniformidad de criterios en la información todos los valores tanto de ingresos como de egresos están considerados en un período mensual.

*FO: Maximizar f(x)*

$$\begin{aligned}
 &= \left( 9,07 * \sum_j \sum_i x1_{ij} \right) - \left( 2 * \sum_j \sum_k (P1_{jk} * x2_{jk}) \right) - \left( \sum_j \sum_l (PA_l * B1_{jl}) \right) \\
 &- \left( 1.091,91 * \sum_j x4_j \right) - \left( 1.913,59 * \sum_j x5_j \right) - (2.897,64 * x6) \\
 &- \left( 755,04 * \sum_j x7_j \right) - (2.745,58 * x8) - \left( 26 * \sum_j \sum_m (P2F_m * x3_{jm}) \right) \\
 &- \left( 4,35 * \left( \sum_j \sum_i \sum_m \left( \frac{(0,33 * PC_i * P2T_m)}{60} + \frac{(PD_{ij})}{45} \right) * P2V_m * PD_{ij} * B2_{ij} \right) \right)
 \end{aligned}$$

A continuación se detallan cada uno de los miembros de la función objetivo:

$(9,07 * \sum_j \sum_i x_{1ij})$ : Representa el valor de rentabilidad mensual generado por los clientes de la localidad i atendidos por el centro de distribución en la localidad j, recordando que según los datos de la compañía, el 91,77% de clientes de la base realizan 1,68 pedidos en el mes cada uno con una rentabilidad de \$ 5,88; por lo cual al multiplicar estos factores tenemos un valor de rentabilidad de \$ 9,07 por cliente por mes.

$-(2 * \sum_j \sum_k (P_{1jk} * x_{2jk}))$ : Representa el costo asociado a los transportes primarios tipo k utilizados para abastecer el Centro de Distribución en la localidad j; el mismo está multiplicado por dos ya que la compañía tiene una política de abastecimiento quincenal; por lo tanto cada Centro de Distribución es visitado dos veces en el mes para abastecer la bodega.

$-(\sum_j \sum_l (P_{Al} * B_{1jl}))$ : Representa el costo asociado a operar mensualmente una bodega tipo l en la localidad j; cabe destacar que este costo solo se refleja si una localidad es seleccionada para operar como Centro de Distribución.

$-(1.091,91 * \sum_j x_{4j})$ : Representa el costo total asociado al personal de ventas requerido en todas las localidades j para la toma de pedidos, donde \$ 1.091,91 representa el costo total de una persona por mes incluyendo beneficios.

$-(1.913,59 * \sum_j x_{5j})$ : Representa el costo total asociado al personal de ventas requerido en todas las localidades j para la supervisión del equipo de ventas, donde \$ 1.913,59 representa el costo total de una persona por mes incluyendo beneficios.

$-(2.897,64 * x_6)$ : Representa el costo total asociado al personal de ventas requerido en todas las localidades j como jefes y responsables de todo el equipo comercial y su desempeño, donde \$ 2.897,64 representa el costo total de una persona por mes incluyendo beneficios.

$-(755,04 * \sum_j x_{7j})$ : Representa el costo total asociado al personal de bodega requerido en todas las localidades j para las labores de estiba y manejo del inventario, donde \$ 755,04 representa el costo total de una persona por mes incluyendo beneficios.

–(2.745,58 \* x8): Representa el costo total asociado al personal requerido en todas las localidades j como jefes de centro de distribución; se requiere un jefe por localidad que sea utilizada como Centro de Distribución; son responsables del inventario y desempeño de la bodega así como de sus instalaciones y del desempeño del transporte secundario; los \$ 2.745,58 representa el costo total de una persona por mes incluyendo beneficios.

–(26 \*  $\sum_j \sum_m (P2F_m * x3_{jm})$ ): Representa el costo mensual fijo de transporte secundario tipo m asignadas a las localidades j donde funciona un centro de distribución; el valor esta multiplicado por 26 para que el costo sea por mes, ya que el costo está definido por viaje por día y la cantidad de vehículos es la requerida por día.

$$-\left(4,35 * \left(\sum_j \sum_i \sum_m \left(\frac{\left(\frac{0,33 * PC_i * P2T_m}{60}\right) + \left(\frac{PD_{ij}}{45}\right)}{8} * P2V_m * PD_{ij} * B2_{ij}\right)\right)\right):$$

Representa el costo mensual variable de transporte secundario tipo m que parten del centro de distribución en la localidad j a atender clientes en las localidades i; se calculan las unidades de transporte requeridas por localidad en función de la cantidad de clientes que tiene, el histórico de clientes compran, pedidos mensuales por cliente y la distancia entre la localidad de origen a la de destino para determinar la cantidad de unidades de transporte necesarias y considerando que la estrategia de la empresa es frecuencia semanal en todos los clientes entonces cada localidad es atendida 4,35 veces por mes, razón por la cual se multiplica por ese valor; de esta manera se determina aproximadamente el valor de castigo variable al transporte secundario por atender localidades fuera de la localidad de origen.

#### **3.4.4. RESTRICCIONES DEL MODELO**

Las restricciones del modelo corresponden a las condicionantes que debe cumplir el modelo dentro de las limitaciones naturales y las definidas para este modelo; las cuales se detallan y explican a continuación:

$$2,767 * \left( \sum_i x_{1ij} \right) \leq \sum_k (P_{11k} * x_{2jk}) ; \forall j$$

Esta restricción nos permite determinar para cada centro de distribución en la localidad j, el número de unidades de transporte primario tipo k requeridos quincenalmente para abastecer la bodega y a su vez satisfacer la demanda de los clientes en las localidades i atendidas por este centro de distribución.

$$\sum_k x_{2jk} \leq 999999 * \sum_l B_{1jl} ; \forall j$$

Esta restricción condiciona para cada centro de distribución j el transporte primario de tal manera que se activa únicamente si el Centro de Distribución se abre para atender localidades.

$$\sum_l B_{1jl} \leq 1 ; \forall j$$

Esta restricción condiciona que solo se pueda abrir hasta un tipo de bodega por localidad que pueda ser Centro de Distribución.

$$x_{1ij} \leq PC_i * B_{2ij} ; \forall i \forall j$$

Esta restricción asegura que cuando una localidad i que es atendida por el Centro de Distribución en la localidad j, el valor que puede tomar sea hasta el máximo de clientes de la localidad i.

$$B_{2ij} \leq \sum_l B_{1jl} ; \forall i \forall j$$

Esta restricción relaciona la variable binaria en la cual se atiende una localidad i por una localidad a la binaria en la cual se apertura un centro de distribución tipo l en una localidad j.

$$\sum_i x_{1ij} \leq 999999 * \sum_l B_{1jl} ; \forall j$$

Esta restricción asegura que las localidades i solo pueden ser atendidas si se activa un centro de distribución tipo I en la localidad j.

$$3,181 * \left( \sum_i x_{1ij} \right) \leq \sum_l (PA_{1l} * B_{1jl}) ; \forall j$$

Esta restricción asegura que para cada centro de distribución en la localidad j, la capacidad de la bodega tipo I es suficiente para atender los clientes de las localidades i atendidas por este centro.

$$\left( 2 * \sum_i \left( \frac{PD_{ij} * B_{2ij}}{45} \right) \right) + \left( \left( \sum_i \left( \frac{x_{1ij}}{10} \right) \right) \right) \leq 48 * x_{4j} ; \forall j$$

Esta restricción considera el tiempo que se requiere para atender cada localidad para dimensionar la cantidad de vendedores requeridos; el primer factor de la ecuación considera la distancia, en el cual se multiplica por dos ya que es necesario considerar el viaje de ida y vuelta en la jornada de trabajo, se divide para 45 porque es la velocidad promedio de desplazamiento; en el segundo factor, son la totalidad de clientes asignados al centro de distribución, y se divide para 10 porque es la capacidad de atención del vendedor en clientes por hora; el tercer factor de la restricción se multiplica por 48 ya que es el tiempo disponible por vendedor en una semana de trabajo; esta restricción se considera por cada centro de distribución para determinar la cantidad de vendedores requeridos por cada uno de ellos.

$$x_{4j} \leq (8 * x_{5j}) ; \forall j$$

Esta restricción permite determinar la cantidad de Supervisores requeridos por cada centro de distribución j, considerando la cantidad de vendedores requeridos en ese centro de distribución.

$$\sum_j x5_j \leq (5 * x6)$$

Esta restricción permite determinar la cantidad de jefes de ventas requeridos, considerando que los mismos pueden administrar supervisores de más de un centro de distribución.

$$\left( 0,212 * \sum_i x1_{ij} \right) \leq (1000 * x7_j) ; \forall j$$

Esta restricción permite determinar para cada centro de distribución j determinar la cantidad de controladores de bodega requeridos en función de las localidades i a ser atendidas; en el lado izquierda de la restricción, se tiene un factor que multiplica de 0,212 que representa la cantidad de kilogramos pedidos por cliente por día; el lado derecho de la restricción se multiplica por 1.000 que es la capacidad de un controlador de movilizar y cargar por día en esta canal de servicio.

$$\sum_j \sum_l B1_{jl} \leq x8$$

Esta restricción nos permite determinar la cantidad de jefes de centros de distribución requeridos.

$$\left( 2 * \sum_i \left( \frac{PD_{ij} * B2_{ij}}{50} \right) \right) + \left( 0,354 * \left( \sum_i \sum_m \left( \frac{P2T_m * x1_{ij}}{60} \right) \right) \right) \leq 48 * \sum_m x3_{jm} ; \forall j$$

Esta restricción permite dimensionar la cantidad de vehículos necesarios para transporte secundario en función del tiempo que requieren ser atendidas todas las localidades i desde el centro de distribución j; el primer factor de la ecuación considera la distancia, en el cual se multiplica por dos ya que es necesario considerar el viaje de ida y vuelta en la jornada de trabajo, se divide para 50 porque es la velocidad promedio de desplazamiento; en el segundo factor, se multiplica por

0,354 ya que es la cantidad de pedidos semanales que genera cada cliente en un centro de distribución, y se divide para 60 para convertir el valor en horas; el tercer factor de la restricción se multiplica por 48 ya que es el tiempo disponible por vehículo en una semana de trabajo.

$$1,272 * \sum_j x_{1ij} \leq 6 * \sum_m (x_{3jm} * P2W_m) ; \forall j$$

Esta restricción permite controlar que los vehículos de transporte secundario tipo m seleccionados para cada centro de distribución j, no excedan la capacidad de los mismos al atender los clientes en las localidades i; en la parte izquierda de la restricción se multiplica por 1,272 ya que representa el peso en kilogramos de los pedidos semanales que realizan los clientes de las localidades i, la parte derecha de la restricción está multiplicada por 6; ya que los vehículos trabajan de lunes a sábado por lo cual la capacidad se multiplica para seis días considerando que cada día se hace un viaje.

$$B2_{ij} * PD_{ij} \leq 105 ; \forall i, \forall j$$

Esta restricción permite que ninguna localidad i que se asigne a ser atendida por un centro de distribución en una localidad j puede estar a una distancia mayor a 105 km, de tal forma que la localidad más lejana represente máximo tres horas y media de viaje.

$$\sum_j B2_{ij} \leq 1; \forall i$$

Esta restricción garantiza que cada localidad i tiene máximo una atención por otra localidad j.

En el ANEXO 2 se adjunta la distancia entre localidades posibles para Centros de Distribución y las localidades de destino; en el ANEXO 3 se adjunta el modelo completo programado en GAMS.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En este capítulo se presentan los resultados del modelo, obtenidos de la corrida en GAMS, con su análisis respectivo.

#### **4.1. RESULTADOS DEL MODELO DE LOCALIZACIÓN**

Se presenta y explica la función objetivo y variable a variable los resultados obtenidos desde la corrida de GAMS:

126 VARIABLE z.L = 50559.455 función objetivo

“La variable z corresponde a la función objetivo que en el caso del proyecto de estudio implica la ganancia que obtendría la compañía con el modelo y restricciones planteadas; el detalle bajo el cual se obtiene este valor mensual se visualiza en las siguientes variables; de acuerdo a este resultado los ingresos serían de \$50.559,455 mensuales”.

126 VARIABLE x1.L Cantidad de clientes de la localidad i a ser atendidos por el Centro de Distribución en la localidad j

	1	2	3
1			3378.000
23			359.679
75	13701.000		
80	403.000		
81	1523.000		
84	939.000		

88	176.000
89	218.000
92	230.000
96	91.000
97	78.000
122	576.332
179	13017.000
181	459.000
183	252.292

“La variable x1 nos da como resultado que se atienden clientes desde las localidades de Guayaquil, Quito y Cuenca, Guayaquil atendería 17.935 clientes, Quito atendería 13.728 clientes, y Cuenca 3.738 clientes, de diversas localidades”.

---- 126 VARIABLE x2.L Cantidad de vehículos de Transporte Primario tipo k necesarios para abastecer el Centro de Distribución en la localidad j desde Guayaquil considerando la política de abastecimiento

2

1	2.000
2	2.000
3	1.000

“Los resultados de la variable x2 nos indican que para abastecer los Centros de Distribución de Guayaquil y Quito se requieren 2 camiones tipo contenedor cada 15 días mientras que para abastecer el Centro de Distribución en Cuenca se requiere un camión tipo contenedor cada 15 días”.

---- 126 VARIABLE x3.L Cantidad de vehículos de Transporte Secundario tipo m a ser utilizados a diario en el Centro de Distribución en la localidad j

1

1 29.000

2 22.000

3 6.000

“Los resultados de la variable x3 nos indica que para Transporte secundarios se requiere para Guayaquil 29 camionetas con furgón de manera diaria, para Quito 22 camionetas con furgón de manera diaria y para Cuenca 6 camionetas con furgón de manera diaria”.

---- 126 VARIABLE x4.L Cantidad de vendedores requeridos en el Centro de Distribución en la localidad j

1 38.000, 2 29.000, 3 8.000

“Los resultados de la variable x4 nos indican que se la cantidad de vendedores que se requiere es: para Guayaquil 38 personas, para Quito 29 personas y para Cuenca 8 personas”.

---- 126 VARIABLE x5.L Cantidad de supervisores de ventas requeridos en el Centro de Distribución en la localidad j

1 5.000, 2 4.000, 3 1.000

“Los resultados de la variable x5 nos indica que se necesitan la siguiente cantidad de Supervisores de Ventas por cada Centro de Distribución: Guayaquil 5 personas, Quito 4 personas y Cuenca 1 persona”.

---- 126 VARIABLE x6.L = 2.000 Cantidad de jefes de ventas requeridos para toda la operación

“El resultado de la variable x6 nos indica que para esta operación se requiere un jefe de ventas”.

---- 126 VARIABLE x7.L Cantidad de controladores de bodega requeridos para el Centro de Distribución en la localidad j

1 4.000, 2 3.000, 3 1.000

“Los resultados de la variable x7 nos indica que se necesitan la siguiente cantidad de Controladores de Bodega por cada Centro de Distribución: Guayaquil 4 personas, Quito 3 personas y Cuenca 1 persona”.

---- 126 VARIABLE x8.L = 3.000 Cantidad de jefes de Centros de Distribución requeridos para toda la operación

“El resultado de la variable x8 nos indica que para esta operación se requiere 3 jefes de Centros de Distribución”.

---- 126 VARIABLE B1.L 1 si se abre una bodega tipo l en la localidad j

	1	2	3
1			1.000
2		1.000	
3	1.000		

“Los resultados de la variable B1 nos indica el tipo de bodega requerido en las localidades que se abre un Centro de Distribución; para este caso la localidad Guayaquil requiere una bodega tipo 3, capacidad para 70 TN; Quito requiere una bodega tipo 2, capacidad para 45 TN y Cuenca requiere una bodega tipo 3, capacidad para 20TN”.

---- 126 VARIABLE B2.L 1 si la localidad i es atendida por el Centro de Distribución en la localidad j

	1	2	3
--	---	---	---

1	1.000
23	1.000
75	1.000
80	1.000
81	1.000
84	1.000
88	1.000
89	1.000
92	1.000
96	1.000
97	1.000
122	1.000
179	1.000
181	1.000
183	1.000

“Esta variable nos indica las localidades que se van a atender desde cada Centro de Distribución; de acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que desde Guayaquil se atiende Guayaquil, Daule, Durán, Milagro, Pedro Carbo, Samborondón, Lomas de Sargentillo, Nobol y Babahoyo; desde Quito se atiende Quito, Machachi y Sangolquí; y desde Cuenca se atiende Cuenca y Azogues”.

## **4.2. ANÁLISIS DE RECURSOS REQUERIDOS**

En este apartado se presentará en tabla resumen los recursos y costos recorridos para manejar la operación de acuerdo a los resultados obtenidos del modelo probado en GAMS.

De acuerdo al modelo se activan 3 centros de distribución en las localidades de Guayaquil, Quito y Cuenca. Las localidades, cantidad de clientes y facturación mensual esperada para cada centro de distribución se presentan en las siguientes tablas:

<b>Tabla 4.2 A Tabla localidades desde CEDI Guayaquil</b>		
<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>CLIENTES</b>
GUAYAS	GUAYAQUIL	13.701
GUAYAS	DAULE	403
GUAYAS	DURAN	1.523
GUAYAS	MILAGRO	939
GUAYAS	PEDRO CARBO	176
GUAYAS	SAMBORONDON	218
GUAYAS	SAN JACINTO DE YAHUACHI	230
GUAYAS	LOMAS DE SARGENTILLO	91
GUAYAS	NOBOL(VICENTE PIEDRAHITA)	78
LOS RIOS	BABAHOYO	610
<b>Total clientes a atender desde Guayaquil</b>		17.969
<b>Pedidos esperados en el mes</b>		27.703
<b>Facturación esperada en el mes</b>		\$ 300.862

<b>Tabla 4.2 B Tabla localidades desde CEDI Quito</b>		
<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>CLIENTES</b>
PICHINCHA	QUITO	13.017
PICHINCHA	MEJIA	459
PICHINCHA	RUMIÑAHUI	436
<b>Total clientes a atender desde Quito</b>		13.912
<b>Pedidos esperados en el mes</b>		21.449
<b>Facturación esperada en el mes</b>		\$ 232.934

<b>Tabla 4.2 C Tabla localidades desde CEDI Cuenca</b>		
<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>CLIENTES</b>
AZUAY	CUENCA	3.378
CAÑAR	AZOGUES	440
<b>Total clientes a atender desde Cuenca</b>		3.818
<b>Pedidos esperados en el mes</b>		5.886
<b>Facturación esperada en el mes</b>		\$ 63.926

Estos valores implican que el modelo nos dio como resultado eficiente que se abran únicamente centros de distribución en las 3 ciudades principales del país, esto considerando la alta concentración de clientes en esos poblados, con el adicional que esos centros atienden localidades cercanas con una cantidad significativa de clientes; se descartó atender otros sectores y probablemente para el modelo estos no representen un mayor valor de rentabilidad.

Adicionalmente para cada centro de distribución se han dimensionado una cantidad de recursos de entre las alternativas disponibles, las cuales se resumen a continuación:

<b>Localidad</b>		<b>Guayaquil</b>	<b>Quito</b>	<b>Cuenca</b>
<b>Transporte Primario</b>	<b>Cantidad</b>	2	2	1
	<b>Tipo</b>	Cabezal 25 TN	Cabezal 25 TN	Cabezal 25 TN
<b>Transporte Secundario</b>	<b>Cantidad</b>	29	22	6
	<b>Tipo</b>	Camioneta furgonada	Camioneta furgonada	Camioneta furgonada
<b>Fuerza de Ventas</b>	<b>Vendedores</b>	38	29	8
	<b>Supervisores</b>	5	4	1
	<b>Jefes</b>	1		1
<b>Logística</b>	<b>Controladores</b>	4	3	1
	<b>Jefe</b>	1	1	1
<b>Almacen</b>	<b>Tipo</b>	Cap. 70 TN - 1.200 m2	Cap. 45 TN - 800 m2	Cap. 20 TN - 400 m2

- Transporte primario: Las 3 localidades utilizarán cabezales con contenedor con capacidad de 25 TN de transporte; para el abastecimiento quincenal de acuerdo a la política de la compañía, Guayaquil y Quito requieren de 2 camiones y Cuenca de 1 camión.
- Transporte secundario: Las tres localidades utilizarán camionetas con furgón con capacidad de 900 Kg. de transporte; para la atención diaria de las localidades asignadas se Guayaquil requiere 29 vehículos a diario, Quito requiere 22 vehículos a diarios y Cuenca requiere 6 vehículos a diario.
- Fuerza de Ventas: A nivel de vendedores Guayaquil requiere 38 personas, Quito requiere 29 personas y Cuenca requiere 8 personas; a nivel de supervisores Guayaquil requiere 5 personas, Quito requiere 4 personas y Cuenca requiere 1 persona; a nivel de jefes de ventas se requieren 2 personas que de acuerdo a la cantidad de vendedores y supervisores se podría asignar 1 jefe de ventas para Guayaquil y 1 jefe de Ventas para Quito y Cuenca.
- Logística: En logística y bodega a nivel de controladores de bodega se requieren 4 personas para Guayaquil, 3 personas para Quito y 1 persona para Cuenca; a nivel de jefes de centros de distribución se requieren 3 personas, 1 para centro de distribución, es decir 1 jefe para Guayaquil, 1 jefe para Quito y 1 jefe para Cuenca.

- Almacén: En bodega físicamente se requiere para Guayaquil una bodega de 1.200 metros cuadrados con capacidad de almacenamiento de 70 toneladas, Quito requiere una bodega de 800 metros cuadrados con capacidad de almacenamiento de 45 toneladas y Cuenca requiere una bodega de 400 metros cuadrados con una capacidad de almacenamiento de 20 toneladas.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Las conclusiones que se pueden obtener con los antecedentes, datos de base, modelo y resultados obtenidos se tienen:

- De acuerdo a los resultados obtenidos los ingresos netos mensuales después de cubrir todos los costos operativos, se encuentran en \$ 50.559,45; siendo está la opción de rentabilidad más alta para el modelo planteado.
- Comparando el modelo planteado con el modelo actual se encuentra que el modelo desarrollado y probado en GAMS nos plantea operar con tres centros de distribución en las principales ciudades del país que comparado con el modelo actual en el cual existen ocho centros de distribución distribuidos a nivel nacional implican menos localidades a nivel nacional a ser cubiertas para maximizar las ganancias de la organización; implicando que los otros centros de distribución no aportan mayores ganancias neta.
- Dado que la atención se concentra en ciudades principales y sus localidades cercanas de influencia; la empresa debe buscar desarrollar otro modelo de servicio y atención en el resto del país.
- Con los resultados del modelo y las localidades previstas para ser atendidas se abarca un total de 39.658 tiendas en los sectores de influencia de un total de 87.072 tiendas a nivel nacional, lo cual implica que se está cubriendo alrededor del 46% del total nacional.
- A nivel de bodegas y recursos se requiere; para Guayaquil un almacén con capacidad para 70 TN, con 4 controladores de bodega y un jefe para el centro de distribución, para Quito un almacén de 45 TN, con 3 controladores de bodega y para Cuenca un almacén de 20 TN con 1 controlador de bodega;

cabe resaltar que actualmente se usan bodegas de esa capacidad en las 3 localidades, con la misma cantidad de recursos.

- A nivel comercial se requiere para Guayaquil 38 vendedores, 5 supervisores de ventas y 1 jefe de ventas; para Quito 29 vendedores y 4 supervisores de ventas; para Cuenca 8 vendedores y 1 supervisor de ventas, y 1 jefe de ventas para Quito y Cuenca; esto implicaría 75 vendedores para atender 39.658 clientes, contra 100 vendedores que existen actualmente atendiendo 33.000 clientes, lo cual implica un ahorro en nómina respecto a la situación actual y con un potencial de atender mayor cantidad de clientes.
- A nivel de transporte primario se requieren 5 camiones tipos cabezal con capacidad de 25 TN para atender los 3 centros de distribución con una frecuencia quincenal, que comparado al modelo actual implican ahorros ya que a pesar de la existencia de la política quincenal se utilizan camiones de 10 TN de manera semanal en algunos casos implicando mayores costos.
- A nivel de transporte secundario se requieren 75 unidades, respecto las 90 unidades que se utilizan actualmente lo cual implica un ahorro anual en transporte secundario alrededor de \$ 374.400 atendiendo alrededor de la misma cantidad de clientes que los actuales pero en sectores consolidados

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que para aquellas provincias que fueron excluidas del modelo por cobertura planteado en la corrida en GAMS se utilicen modelos alternativos de atención como operadores logísticos y distribuidores.
- Si se quiere garantizar un modelo que aporte mayor rentabilidad se sugiere que además del modelo de cobertura para un siguiente desarrollo se consideren atender otros canales desde los mismos centros de distribución regionales, clientes como Instituciones, Cuentas Clave, Mayoristas y Distribuidores que actualmente son despachados desde Guayaquil y Quito con costos significativamente más altos.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] **De la página web:** <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?>

[2] **Diez de Castro Enrique**, Distribución Comercial, Mc Graw Hill, España, 2004, páginas 70 a la 81.

[3] **Chase Richard - Jacobs Robert – Aquilano Nicholas**, Administración de la producción y operaciones, Mc Graw Hill España, España, 2006, páginas 604 a la 624.

[4] **Hillier Frederick – Lieberman Gerald**, Investigación de Operaciones, Mc Graw Hill, España, 2002, páginas 576 a la 582.

[5] **Bradley Stephen – Hax Arnoldo – Magnanti Thomas**, Applied Mathematical Programming, Addison – Wesley, 1977, páginas 272 a la 281.

[6] **Vygen Jens**, Approximation Algorithms for Facility Location Problems, Research Institute for Discrete Mathematics, University of Bonn, Alemania, 2004-2005, páginas 13 a la 18.

[7] **De la página web:** <http://www.ecuadorencifras.gob.ec//resultados/>

# ANEXO 1

ANEXO 1: Cantidad de clientes potenciales por Localidad				
CLAVE i	PROVINCIA	CANTON	CENSO INEC	ESTIMADO 90%
1	AZUAY	CUENCA	3.753	3.378
2	AZUAY	GIRON	91	82
3	AZUAY	GUALACEO	245	221
4	AZUAY	NABON	27	24
5	AZUAY	PAUTE	145	131
6	AZUAY	PUCARA	29	26
7	AZUAY	SAN FERNANDO	36	32
8	AZUAY	SANTA ISABEL	103	93
9	AZUAY	SIGSIG	104	94
10	AZUAY	OÑA	19	17
11	AZUAY	CHORDELEG	61	55
12	AZUAY	EL PAN	10	9
13	AZUAY	SEVILLA DE ORO	11	10
14	AZUAY	GUACHAPALA	15	14
15	AZUAY	CAMILO PONCE ENRIQUEZ	115	104
16	BOLIVAR	GUARANDA	299	269
17	BOLIVAR	CHILLANES	49	44
18	BOLIVAR	SAN JOSE DE CHIMBO	46	41
19	BOLIVAR	ECHEANDIA	82	74
20	BOLIVAR	SAN MIGUEL	69	62
21	BOLIVAR	CALUMA	97	87
22	BOLIVAR	LAS NAVES(CABECERA)	18	16
23	CAÑAR	AZOGUES	489	440
24	CAÑAR	BIBLIAN	128	115
25	CAÑAR	CAÑAR	256	230
26	CAÑAR	LA TRONCAL	596	536
27	CAÑAR	EL TAMBO	103	93
28	CAÑAR	DELEG	22	20
29	CAÑAR	SUSCAL	44	40
30	CARCHI	TULCAN	727	654
31	CARCHI	BOLIVAR	27	24
32	CARCHI	ESPEJO	54	49
33	CARCHI	MIRA (CHONTAHUASI)	45	41
34	CARCHI	MONTUFAR	135	122
35	CARCHI	SAN PEDRO DE HUACA	30	27
36	COTOPAXI	LATACUNGA	774	697
37	COTOPAXI	LA MANA	198	178
38	COTOPAXI	PANGUA	37	33
39	COTOPAXI	PUJILI	135	122
40	COTOPAXI	SALCEDO	258	232
41	COTOPAXI	SAQUISILI	103	93
42	COTOPAXI	SIGCHOS	34	31
43	CHIMBORAZO	RIOBAMBA	1.755	1.580
44	CHIMBORAZO	ALASI	93	84
45	CHIMBORAZO	COLTA	55	50
46	CHIMBORAZO	CHAMBO	81	73
47	CHIMBORAZO	CHUNCHI	86	77
48	CHIMBORAZO	GUAMOTE	88	79
49	CHIMBORAZO	GUANO	115	104
50	CHIMBORAZO	PALLATANGA	47	42
51	CHIMBORAZO	PENIPE	12	11
52	CHIMBORAZO	CUMANDA	100	90
53	EL ORO	MACHALA	2.218	1.996
54	EL ORO	ARENILLAS	202	182
55	EL ORO	ATAHUALPA	19	17
56	EL ORO	BALSAS	48	43
57	EL ORO	CHILLA	23	21
58	EL ORO	EL GUABO	249	224

<b>ANEXO 1: Cantidad de clientes potenciales por Localidad</b>				
<b>CLAVE i</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>CENSO INEC</b>	<b>ESTIMADO 90%</b>
59	EL ORO	HUAQUILLAS	632	569
60	EL ORO	MARCABELI	61	55
61	EL ORO	PASAJE	559	503
62	EL ORO	PIÑAS	184	166
63	EL ORO	PORTOVELO	119	107
64	EL ORO	SANTA ROSA	535	482
65	EL ORO	ZARUMA	101	91
66	EL ORO	LAS LAJAS	29	26
67	ESMERALDAS	ESMERALDAS	1.253	1.128
68	ESMERALDAS	ELOY ALFARO	123	111
69	ESMERALDAS	MUISNE	100	90
70	ESMERALDAS	QUININDE	463	417
71	ESMERALDAS	SAN LORENZO	111	100
72	ESMERALDAS	ATACAMES	328	295
73	ESMERALDAS	RIOVERDE	78	70
74	ESMERALDAS	LA CONCORDIA	354	319
75	GUAYAS	GUAYAQUIL	15.223	13.701
76	GUAYAS	ALFREDO BAQUERIZO MORENO	80	72
77	GUAYAS	BALAO	86	77
78	GUAYAS	BALZAR	295	266
79	GUAYAS	COLIMES	72	65
80	GUAYAS	DAULE	448	403
81	GUAYAS	DURAN	1.692	1.523
82	GUAYAS	EMPALME	199	179
83	GUAYAS	EL TRIUNFO	328	295
84	GUAYAS	MILAGRO	1.043	939
85	GUAYAS	NARANJAL	318	286
86	GUAYAS	NARANJITO	292	263
87	GUAYAS	PALESTINA	90	81
88	GUAYAS	PEDRO CARBO	195	176
89	GUAYAS	SAMBORONDON	242	218
90	GUAYAS	SANTA LUCIA	76	68
91	GUAYAS	SALITRE (URBINA JADO)	135	122
92	GUAYAS	SAN JACINTO DE YAHUACHI	255	230
93	GUAYAS	PLAYAS (GENERAL VILLAMIL)	244	220
94	GUAYAS	SIMON BOLIVAR	39	35
95	GUAYAS	CORONEL MARCELINO MARIDUE	39	35
96	GUAYAS	LOMAS DE SARGENTILLO	101	91
97	GUAYAS	NOBOL(VICENTE PIEDRAHITA)	87	78
98	GUAYAS	GENERAL ANTONIO ELIZALDE-	63	57
99	GUAYAS	ISIDRO AYORA	42	38
100	IMBABURA	IBARRA	1.308	1.177
101	IMBABURA	ANTONIO ANTE	360	324
102	IMBABURA	COTACACHI	191	172
103	IMBABURA	OTAVALO	636	572
104	IMBABURA	PIMAMPIRO	66	59
105	IMBABURA	SAN MIGUEL DE URCUQUI	54	49
106	LOJA	LOJA	1.935	1.742
107	LOJA	CALVAS	214	193
108	LOJA	CATAMAYO	391	352
109	LOJA	CELICA	111	100
110	LOJA	CHAHUARPAMBA	27	24
111	LOJA	ESPINDOLA	28	25
112	LOJA	GONZANAMA	45	41
113	LOJA	MACARA	189	170
114	LOJA	PALTAS	100	90
115	LOJA	PUYANGO	103	93
116	LOJA	SARAGURO	83	75
117	LOJA	SOZORANGA	15	14
118	LOJA	ZAPOTILLO	52	47
119	LOJA	PINDAL	38	34
120	LOJA	QUILANGA	25	23
121	LOJA	OLMEDO	21	19
122	LOS RIOS	BABAHOYO	678	610

<b>ANEXO 1: Cantidad de clientes potenciales por Localidad</b>				
<b>CLAVE i</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>CENSO INEC</b>	<b>ESTIMADO 90%</b>
123	LOS RIOS	BABA	71	64
124	LOS RIOS	MONTALVO	126	113
125	LOS RIOS	PUEBLOVIEJO	112	101
126	LOS RIOS	QUEVEDO	1.322	1.190
127	LOS RIOS	URDANETA	117	105
128	LOS RIOS	VENTANAS	362	326
129	LOS RIOS	VINCES	246	221
130	LOS RIOS	PALENQUE	31	28
131	LOS RIOS	BUENA FE	417	375
132	LOS RIOS	VALENCIA	132	119
133	LOS RIOS	MOCACHE	92	83
134	LOS RIOS	QUINSALOMA	44	40
135	MANABI	PORTOVIEJO	1.880	1.692
136	MANABI	BOLIVAR	160	144
137	MANABI	CHONE	490	441
138	MANABI	EL CARMEN	409	368
139	MANABI	FLAVIO ALFARO	61	55
140	MANABI	JIPIJAPA	333	300
141	MANABI	JUNIN	48	43
142	MANABI	MANTA	2.089	1.880
143	MANABI	MONTECRISTI	466	419
144	MANABI	PAJAN	96	86
145	MANABI	PICHINCHA	91	82
146	MANABI	ROCAFUERTE	153	138
147	MANABI	SANTA ANA	109	98
148	MANABI	BAHIA DE CARAQUEZ	273	246
149	MANABI	TOSAGUA	144	130
150	MANABI	SUCRE	64	58
151	MANABI	PEDERNALES	230	207
152	MANABI	OLMEDO	40	36
153	MANABI	PUERTO LOPEZ	234	211
154	MANABI	JAMA (CABECERA CANTONAL)	40	36
155	MANABI	JARAMIJO (CABECERA CANTON)	168	151
156	MANABI	SAN VICENTE	89	80
157	MANABI	MANGA DEL CURA	46	41
158	MORONA SANTIAGO	MACAS	249	224
159	MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	94	85
160	MORONA SANTIAGO	LIMON-INDANZA	45	41
161	MORONA SANTIAGO	PALORA (METZERA)	43	39
162	MORONA SANTIAGO	SANTIAGO DE MENDEZ	36	32
163	MORONA SANTIAGO	SUCUA	83	75
164	MORONA SANTIAGO	HUAMBOYA	12	11
165	MORONA SANTIAGO	SAN JUAN BOSCO	22	20
166	MORONA SANTIAGO	TAISHA	17	15
167	MORONA SANTIAGO	LOGROÑO	21	19
168	MORONA SANTIAGO	PABLO VI	9	8
169	NAPO	TIWINTZA	20	18
170	NAPO	TENA	272	245
171	NAPO	ARCHIDONA	79	71
172	NAPO	EL CHACO	34	31
173	NAPO	QUIJOS	16	14
174	NAPO	CARLOS JULIO AROSEMENA TO	16	14
175	PASTAZA	PUYO	418	376
176	PASTAZA	MERA	72	65
177	PASTAZA	SANTA CLARA	15	14
178	PASTAZA	ARAJUNO	13	12
179	PICHINCHA	QUITO	14.463	13.017
180	PICHINCHA	CAYAMBE	600	540
181	PICHINCHA	MEJIA	510	459
182	PICHINCHA	PEDRO MONCAYO	121	109
183	PICHINCHA	RUMIÑAHUI	484	436
184	PICHINCHA	SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	66	59
185	PICHINCHA	PEDRO VICENTE MALDONADO	99	89
186	PICHINCHA	PUERTO QUITO	104	94

<b>ANEXO 1: Cantidad de clientes potenciales por Localidad</b>				
<b>CLAVE i</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>CENSO INEC</b>	<b>ESTIMADO 90%</b>
187	TUNGURAHUA	AMBATO	2.187	1.968
188	TUNGURAHUA	BAÑOS DE AGUA SANTA	143	129
189	TUNGURAHUA	CEVALLOS	36	32
190	TUNGURAHUA	MOCHA	13	12
191	TUNGURAHUA	PATATE	24	22
192	TUNGURAHUA	QUERO	42	38
193	TUNGURAHUA	SAN PEDRO DE PELILEO	143	129
194	TUNGURAHUA	SANTIAGO DE PILLARO	100	90
195	TUNGURAHUA	TISALEO	23	21
196	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	163	147
197	ZAMORA CHINCHIPE	CHINCHIPE	54	49
198	ZAMORA CHINCHIPE	NANGARITZA	29	26
199	ZAMORA CHINCHIPE	YACUAMBI	29	26
200	ZAMORA CHINCHIPE	YANZATZA	136	122
201	ZAMORA CHINCHIPE	EL PANGUI	55	50
202	ZAMORA CHINCHIPE	CENTINELA DEL CONDOR	37	33
203	ZAMORA CHINCHIPE	PALANDA	32	29
204	ZAMORA CHINCHIPE	PAQUISHA	17	15
205	SUCUMBIOS	LAGO AGRIO	763	687
206	SUCUMBIOS	GONZALO PIZARRO	18	16
207	SUCUMBIOS	PUTUMAYO	16	14
208	SUCUMBIOS	SHUSHUFINDI	131	118
209	SUCUMBIOS	SUCUMBIOS	5	5
210	SUCUMBIOS	CASCALES	15	14
211	SUCUMBIOS	CUYABENO	13	12
212	ORELLANA	ORELLANA	479	431
213	ORELLANA	AGUARICO	3	3
214	ORELLANA	LA JOYA DE LOS SACHAS	96	86
215	ORELLANA	LORETO	46	41
216	SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO	3.289	2.960
217	SANTA ELENA	SANTA ELENA	581	523
218	SANTA ELENA	LA LIBERTAD	837	753
219	SANTA ELENA	SALINAS	505	455

## ANEXO 2

ANEXO 2: Tabla de Kiotrajajes entre Localidades											
		LOCALIDAD (j)									
CLAVE i	CLAVE j LOCALIDAD (i)	1 GUAYAQUIL	2 QUITO	3 CUENCA	4 SANTO DOMINGO	5 MACHALA	6 DURAN	7 PORTOVIEJO	8 MANTA	9 LOJA	10 AMBATO
1	CUENCA	205	453	0	428	168	186	382	385	212	303
2	GIRON	246	494	45	465	124	223	419	422	216	345
3	GUALACEO	245	451	38	466	203	224	420	424	248	302
4	NABON	263	525	66	489	191	252	459	454	163	393
5	PAUTE	248	454	39	469	206	227	423	426	251	305
6	PUCARA	285	569	120	492	96	250	446	449	218	420
7	SAN FERNANDO	265	513	64	484	143	242	438	441	235	364
8	SANTA ISABEL	267	524	75	492	97	251	447	450	173	375
9	SIGSIG	270	476	63	491	228	249	445	448	273	327
10	OÑA	307	555	106	525	158	284	480	483	111	406
11	CHORDELEG	251	457	44	472	209	231	426	430	254	308
12	EL PAN	270	476	63	491	228	250	445	449	273	327
13	SEVILLA DE ORO	278	484	71	499	236	257	453	457	281	335
14	GUACHAPALA	257	463	50	478	215	237	433	436	260	314
15	CAMILO PONCE ENRIQUEZ	155	475	188	374	42	132	328	331	260	323
16	GUARANDA	182	246	310	304	303	156	324	327	520	95
17	CHILLANES	169	302	254	309	241	146	342	346	460	152
18	SAN JOSE DE CHIMBO	168	261	302	290	289	142	310	313	507	110
19	ECHANDIA	237	292	357	350	357	211	378	382	566	141
20	SAN MIGUEL	183	265	316	305	303	157	325	328	522	114
21	CALUMA	145	329	278	212	265	118	255	285	483	178
22	LAS NAVES(CABECERA)	169	302	299	167	292	143	194	223	506	251
23	AZOGUES	213	421	33	432	198	191	387	392	243	273
24	BIBLIAN	205	413	39	424	204	182	378	382	248	264
25	CAÑAR	176	385	68	396	221	154	350	353	278	236
26	LA TRONCAL	93	378	151	312	138	70	266	270	357	227
27	EL TAMBO	169	377	76	388	214	146	342	345	286	228
28	DELEG	229	433	21	448	191	206	402	405	236	284
29	SUSCAL	142	367	103	361	187	120	315	319	312	218
30	TULCAN	662	245	696	390	759	664	611	629	906	390
31	BOLIVAR	624	185	636	330	699	604	552	569	846	331
32	ESPEJO	652	177	624	318	687	632	540	557	834	319
33	MIRA (CHONTAHUASI)	597	158	609	303	672	577	524	542	819	303
34	MONTUFAR	623	206	656	350	720	625	572	590	866	351
35	SAN PEDRO DE HUACA	630	213	664	358	727	632	580	597	874	359
36	LATACUNGA	368	98	349	146	412	317	316	402	559	44
37	LA MANA	204	234	353	136	340	194	179	216	559	174
38	PANGUA	240	289	334	168	340	179	179	259	538	258
39	PUJILI	344	110	356	168	419	324	305	341	565	50
40	SALCEDO	325	114	335	178	399	304	326	363	545	30

ANEXO 2: Tabla de Kíometrajes entre Localidades

		LOCALIDAD (j)									
CLAVE i	CLAVE j LOCALIDAD (i)	1 GUAYAQUIL	2 QUITO	3 CUENCA	4 SANTO DOMINGO	5 MACHALA	6 DURAN	7 PORTOVIEJO	8 MANTA	9 LOJA	10 AMBATO
41	SAQUISILI	353	90	364	149	428	333	324	388	574	59
42	SIGCHOS	334	133	418	191	481	323	308	345	628	112
43	RIOBAMBA	242	206	246	264	318	223	418	422	456	57
44	ALAUSI	214	295	158	354	259	192	387	391	368	146
45	COLTA	220	223	231	282	292	197	393	396	440	74
46	CHAMBO	252	219	251	277	327	232	428	432	461	69
47	CHUNCHI	189	320	133	378	234	167	363	366	343	171
48	GUAMOTE	248	251	203	310	304	226	422	424	413	103
49	GUANO	254	203	266	261	329	234	430	432	475	54
50	PALLATANGA	155	289	240	351	227	132	328	330	445	138
51	PENIPE	268	206	280	263	343	249	444	448	490	75
52	CUMANDA	116	328	201	313	189	94	289	293	407	176
53	MACHALA	197	516	169	415	0	174	370	373	233	364
54	ARENILLAS	234	554	206	453	52	212	408	410	208	402
55	ATAHUALPA	239	559	192	456	62	215	410	412	152	405
56	BALSAS	264	584	236	483	82	241	437	439	151	432
57	CHILLA	238	558	163	463	68	222	417	420	275	412
58	EL GUABO	178	498	162	397	20	155	351	353	238	346
59	HUAQUILLAS	257	576	227	474	73	233	429	431	229	423
60	MARCABELI	272	592	244	491	90	249	445	447	162	440
61	PASAJE	192	512	148	411	20	169	365	367	229	360
62	PIÑAS	272	592	213	491	90	249	445	447	129	440
63	PORTOVELO	265	585	219	482	89	241	437	440	121	431
64	SANTA ROSA	215	535	187	434	33	192	388	392	201	383
65	ZARUMA	269	589	222	486	92	244	440	442	129	435
66	LAS LAJAS	266	586	239	486	85	244	440	444	187	435
67	ESMERALDAS	453	316	603	178	591	444	378	395	809	381
68	ELOY ALFARO	452	315	744	320	734	588	518	524	952	436
69	MUISNE	481	298	684	256	672	501	304	318	890	462
70	QUININDE	362	231	510	84	497	350	284	301	715	287
71	SAN LORENZO	590	286	740	315	727	580	514	532	945	432
72	ATACAMES	470	333	620	195	607	461	330	344	826	398
73	RIOVERDE	479	343	630	204	617	470	404	422	835	407
74	LA CONCORDIA	530	317	680	255	667	520	454	472	885	457
75	GUAYAQUIL	0	425	210	284	185	16	186	190	404	284
76	ALFREDO BAQUERIZO MORENO	74	354	207	221	195	48	240	243	413	203
77	BALAO	151	471	184	370	74	128	324	326	292	319
78	BALZAR	98	321	307	180	294	121	175	232	512	282
79	COLIMES	82	350	285	209	307	99	208	210	491	311
80	DAULE	37	383	238	241	225	52	161	163	443	261
81	DURAN	28	421	188	269	175	0	201	203	394	271
82	EMPALME	151	267	353	126	341	167	125	162	559	228
83	EL TRIUNFO	78	366	166	297	153	56	252	254	371	214
84	MILAGRO	60	386	174	254	161	38	233	238	379	235
85	NARANJAL	106	426	139	325	92	83	279	282	310	274
86	NARANJITO	81	366	199	274	187	59	254	258	405	214
87	PALESTINA	65	353	267	212	254	81	190	193	472	274
88	PEDRO CARBO	55	419	257	278	245	75	125	127	463	295
89	SAMBORONDON	36	390	216	249	204	41	201	204	422	243
90	SANTA LUCIA	53	364	255	222	242	69	178	180	461	278

ANEXO 2: Tabla de Kíometrajes entre Localidades

		LOCALIDAD (j)									
CLAVE i	CLAVE j LOCALIDAD (i)	1 GUAYAQUIL	2 QUITO	3 CUENCA	4 SANTO DOMINGO	5 MACHALA	6 DURAN	7 PORTOVIEJO	8 MANTA	9 LOJA	10 AMBATO
91	SALITRE (URBINA JADO)	47	385	236	244	223	50	181	184	441	238
92	SAN JACINTO DE YAGUACHI	45	383	190	249	177	19	218	221	396	231
93	PLAYAS (GENERAL VILLAMIL)	94	513	287	371	274	105	273	276	493	373
94	SIMON BOLIVAR	85	394	199	277	186	59	258	261	405	242
95	CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA	45	379	186	279	177	57	253	257	395	228
96	LOMAS DE SARGENTILLO	35	399	237	258	225	55	144	147	443	275
97	NOBOL (VICENTE PIEDRAHITA)	26	392	228	251	215	46	154	157	433	267
98	GENERAL ANTONIO ELIZALDE	123	333	208	307	219	100	296	299	414	182
99	ISIDRO AYORA	42	406	244	265	231	62	137	141	450	281
100	IBARRA	532	116	567	261	630	516	483	500	777	262
101	ANTONIO ANTE	521	104	555	249	618	504	471	557	765	250
102	COTACACHI	521	104	555	248	618	503	470	488	764	249
103	OTAVALO	509	92	543	236	606	491	458	476	752	237
104	PIMAMPIRO	585	168	618	312	682	567	534	552	828	313
105	SAN MIGUEL DE URQUQUI	537	120	573	266	636	521	488	506	782	267
106	LOJA	415	663	214	633	233	392	588	591	0	514
107	CALVAS	411	758	310	630	229	388	584	588	100	610
108	CATAMAYO	383	690	241	602	201	360	556	560	31	541
109	CELICA	340	660	313	560	159	319	514	518	159	509
110	CHAGUARPAMBA	317	620	284	531	130	289	485	489	103	480
111	ESPINDOLA	414	662	213	699	298	392	587	591	130	659
112	GONZANAMA	425	734	285	644	243	402	598	602	75	585
113	MACARA	402	721	387	621	220	380	576	579	177	570
114	PALTAS	361	681	301	580	179	338	534	538	91	529
115	PUYANGO	314	633	286	510	132	292	488	467	185	459
116	SARAGURO	342	590	141	533	194	319	515	518	73	441
117	SOZORANGA	403	723	349	623	222	381	577	581	139	572
118	ZAPOTILLO	375	695	348	595	194	353	549	552	230	544
119	PINDAL	331	651	304	551	150	309	505	509	186	500
120	QUILANGA	437	745	296	655	254	414	610	613	86	596
121	OLMEDO	325	645	298	544	143	302	498	501	88	493
122	BABAHOYO	87	342	220	210	207	61	230	233	426	191
123	BABA	71	361	244	220	231	84	205	208	449	214
124	MONTALVO	121	309	254	242	241	94	262	265	459	157
125	PUEBLOVIEJO	117	318	251	178	238	91	220	250	456	221
126	QUEVEDO	173	246	323	105	310	164	148	185	529	205
127	URDANETA	126	327	260	186	247	100	228	259	465	204
128	VENTANAS	135	303	269	162	256	109	204	268	474	239
129	VINCES	95	360	274	220	262	110	219	222	480	245
130	PALENQUE	105	391	298	251	285	120	229	232	503	268
131	BUENA FE	190	229	342	88	329	182	165	202	547	224
132	VALENCIA	190	248	339	123	326	180	164	202	545	188
133	MOCACHE	170	274	310	137	303	150	177	216	521	235
134	QUINSALOMA	175	292	308	151	295	149	193	230	513	250
135	PORTOVIEJO	179	369	381	224	369	199	0	37	587	353
136	BOLIVAR	228	316	431	171	418	249	50	79	637	378
137	CHONE	247	301	449	155	436	267	70	88	655	362
138	EL CARMEN	304	179	459	34	446	299	189	207	664	241
139	FLAVIO ALFARO	297	247	500	102	487	318	121	138	705	309
140	JIPIJAPA	129	416	331	271	318	149	50	53	537	368

ANEXO 2: Tabla de Kíometrajes entre Localidades

		LOCALIDAD (j)									
CLAVE i	CLAVE j LOCALIDAD (i)	1 GUAYAQUIL	2 QUITO	3 CUENCA	4 SANTO DOMINGO	5 MACHALA	6 DURAN	7 PORTOVIEJO	8 MANTA	9 LOJA	10 AMBATO
141	JUNIN	216	328	419	183	406	236	38	75	624	390
142	MANTA	182	386	385	242	372	203	38	0	591	449
143	MONTECRISTI	170	385	372	240	360	190	25	12	578	377
144	PAJAN	105	458	307	313	294	125	92	95	513	344
145	PICHINCHA	177	297	379	156	366	193	97	134	585	257
146	ROCAFUERTE	195	351	397	206	385	215	19	36	603	413
147	SANTA ANA	172	385	380	240	367	198	22	57	586	372
148	BAHIA DE CARAQUEZ	248	346	448	201	435	266	69	82	653	408
149	TOSAGUA	227	319	429	174	416	247	50	68	635	381
150	SUCRE	154	394	354	249	341	171	30	65	559	381
151	PEDERNALES	358	279	564	138	551	378	181	195	766	341
152	OLMEDO	166	420	368	275	355	186	57	92	574	405
153	PUERTO LOPEZ	185	469	387	323	374	205	107	95	593	424
154	JAMA	309	330	512	189	499	330	133	146	717	391
155	JARAMIJO	182	379	384	234	371	202	41	11	589	441
156	SAN VICENTE	250	340	453	195	440	271	74	88	658	402
157	MANGA DEL CURA	271	305	474	160	461	198	208	245	590	270
158	MACAS	382	345	202	403	367	360	555	559	338	198
159	GUALAQUIZA	355	505	148	576	313	334	530	533	177	358
160	LIMON INDANZA	400	492	98	506	263	280	481	484	308	302
161	PALORA (METZERA)	391	265	281	323	466	371	470	562	417	118
162	SANTIAGO DE MENDEZ	339	415	131	473	296	318	513	517	267	268
163	SUCUA	404	367	179	425	344	381	577	580	315	221
164	HUAMBOYA	433	301	253	359	418	411	506	610	388	155
165	SAN JUAN BOSCO	392	509	122	526	287	308	504	508	214	321
166	TASHA	450	412	287	461	457	412	458	654	647	412
167	LOGROÑO	365	390	157	448	322	344	540	543	293	244
168	PABLO VI	439	315	314	344	314	391	584	536	439	188
169	TIWINTZA	355	499	160	561	351	418	579	557	289	396
170	TENA	450	183	406	315	525	430	536	554	541	177
171	ARCHIDONA	459	172	415	304	534	439	526	543	551	186
172	EL CHACO	525	122	327	253	623	508	475	493	638	254
173	QUIJOS	530	105	542	236	606	497	464	481	618	237
174	CARLOS JULIO AROSEMENA	423	209	378	340	498	403	501	580	514	150
175	PUYO	371	245	327	303	446	351	449	542	463	98
176	MERA	356	230	368	288	431	336	435	527	454	83
177	SANTA CLARA	409	223	365	340	484	389	487	594	500	136
178	ARAJUNO	437	239	407	309	515	421	517	608	528	159
179	QUITO	425	0	453	147	516	402	369	386	663	148
180	CAYAMBE	483	80	518	211	581	466	433	451	727	212
181	MEJIA	382	50	406	109	469	374	330	348	615	100
182	PEDRO MONCAYO	477	60	503	204	574	459	426	444	720	205
183	RUMIÑAHUI	396	26	430	124	494	399	346	364	640	125
184	SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	342	108	498	67	485	338	289	307	703	259
185	PEDRO VICENTE MALDONADO	399	129	516	88	505	381	303	321	724	280
186	PUERTO QUITO	351	157	501	76	488	342	276	293	707	279
187	AMBATO	277	153	304	204	367	251	351	204	443	513
188	BAÑOS DE AGUA SANTA	313	187	325	245	388	293	392	484	535	40
189	CEVALLOS	281	162	293	219	357	261	368	458	503	14
190	MOCHA	275	170	284	234	347	255	381	451	494	21

ANEXO 2: Tabla de Kiotrajajes entre Localidades

		LOCALIDAD (j)									
CLAVE i	CLAVE j LOCALIDAD (i)	1 GUAYAQUIL	2 QUITO	3 CUENCA	4 SANTO DOMINGO	5 MACHALA	6 DURAN	7 PORTOVIEJO	8 MANTA	9 LOJA	10 AMBATO
191	PATATE	301	174	312	232	375	280	379	472	522	28
192	QUERO	281	164	292	231	356	261	378	462	502	18
193	SAN PEDRO DE PELILEO	291	165	303	223	366	271	370	463	513	19
194	SANTIAGO DE PILLARO	314	143	324	208	388	273	355	448	534	24
195	TISALEO	281	162	293	224	356	261	368	416	503	14
196	ZAMORA	467	622	266	686	294	444	640	644	60	475
197	CHINCHIPE	569	821	372	792	389	550	746	749	160	672
198	NANGARITZA	542	809	330	772	376	514	742	746	106	657
199	YACUAMBI	374	610	168	620	221	351	565	568	117	443
200	YANZATZA	416	581	209	637	335	395	591	594	101	435
201	EL PANGUI	376	541	169	597	334	355	551	554	141	395
202	CENTINELA DEL CONDOR	428	593	221	649	330	407	603	606	97	447
203	PALANDA	526	774	325	745	342	503	699	702	100	625
204	PAQUISHA	420	585	213	641	345	399	595	598	112	439
205	LAGO AGRIO	666	264	700	494	763	649	616	633	788	390
206	GONZALO PIZARRO	602	207	642	330	706	585	552	576	714	331
207	PUTUMAYO	663	438	820	513	887	759	773	798	958	518
208	SHUSHUFINDI	682	313	638	442	757	662	664	681	774	409
209	SUCUMBOS	698	297	732	426	795	662	647	665	810	427
210	CASCALES	625	224	659	353	723	608	575	592	737	354
211	CUYABENO	739	338	774	467	837	722	689	714	858	468
212	ORELLANA	618	284	574	415	693	598	637	655	709	345
213	AGUARICO	713	556	891	587	829	726	860	885	896	535
214	LA JOYA DE LOS SACHAS	646	314	602	444	721	626	665	683	738	373
215	LORETO	563	231	519	360	638	543	582	600	654	290
216	SANTO DOMINGO	277	152	428	0	415	269	224	242	634	207
217	SANTA ELENA	131	554	322	406	310	140	209	197	528	408
218	LA LIBERTAD	136	559	327	411	315	145	212	201	533	413
219	SALINAS	143	566	335	418	322	152	219	208	540	420

ANEXO 2: Tabla de Kiotrajajes entre Localidades

CLAVE i	CLAVE j	LOCALIDAD (j)									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	LOCALIDAD (i)	ESMERALDAS	QUEVEDO	RIOBAMBA	MILAGRO	IBARRA	LATACUNGA	BABAHOYO	LA LIBERTAD	DAULE	RUMIÑAHUI
1	CUENCA	604	322	246	173	566	350	219	327	238	430
2	GIRON	641	359	287	211	607	391	256	364	275	471
3	GUALACEO	642	361	244	212	564	348	258	365	276	428
4	NABON	700	419	323	245	672	463	325	398	329	542
5	PAUTE	645	363	247	215	567	351	261	368	279	431
6	PUCARA	668	386	362	237	683	466	283	391	302	546
7	SAN FERNANDO	660	378	306	230	627	410	276	383	294	490
8	SANTA ISABEL	669	387	318	238	638	421	284	391	303	502
9	SIGSIG	667	385	269	237	589	373	283	390	301	453
10	OÑA	702	420	348	271	668	452	317	424	336	532
11	CHORDELEG	648	367	250	218	570	354	264	371	283	434
12	EL PAN	667	386	269	237	589	373	283	390	302	453
13	SEVILLA DE ORO	675	393	277	245	597	381	291	398	309	461
14	GUACHAPALA	655	373	256	224	577	360	270	377	289	441
15	CAMILO PONCE ENRIQUEZ	550	268	272	120	585	369	165	273	184	449
16	GUARANDA	476	199	83	142	359	142	97	301	167	222
17	CHILLANES	486	204	140	111	416	200	102	287	172	280
18	SAN JOSE DE CHIMBO	466	185	98	127	374	158	83	287	153	238
19	ECHUANDE	522	253	129	196	405	151	189	356	221	269
20	SAN MIGUEL	481	199	102	142	378	162	97	302	168	242
21	CALUMA	389	107	166	104	442	226	59	264	125	306
22	LAS NAVES(CABECERA)	336	62	259	130	424	244	90	293	162	304
23	AZOGUES	609	327	215	178	535	319	224	331	243	399
24	BIBLIAN	600	319	207	170	527	311	216	323	234	391
25	CAÑAR	572	290	178	141	498	282	187	295	206	362
26	LA TRONCAL	488	207	176	58	489	273	104	211	122	353
27	EL TAMBO	564	282	170	134	491	274	180	287	198	354
28	DELEG	624	342	226	194	546	330	239	347	258	410
29	SUSCAL	537	256	160	107	480	264	153	260	172	344
30	TULCAN	375	489	448	629	131	346	585	797	625	272
31	BOLIVAR	315	429	389	569	72	286	525	737	566	212
32	ESPEJO	303	417	377	557	60	274	513	725	554	200
33	MIRA (CHONTAHUASI)	288	402	362	542	45	259	498	710	538	185
34	MONTUFAR	335	449	409	590	92	307	546	758	586	233
35	SAN PEDRO DE HUACA	343	457	417	597	100	314	553	765	594	240
36	LATACUNGA	335	169	102	282	217	0	238	458	307	80
37	LA MANA	312	31	232	179	346	137	135	341	169	210
38	PANGUA	332	88	316	157	428	230	115	323	205	315
39	PUJILI	340	156	108	289	222	13	245	465	295	86
40	SALCEDO	351	178	276	268	233	14	224	444	316	97
41	SAQUISILI	321	176	117	298	204	17	253	473	314	68
42	SIGCHOS	364	160	170	308	246	75	264	470	299	110
43	RIOBAMBA	436	263	0	187	319	103	180	363	275	183
44	ALASI	526	328	89	179	409	193	225	332	244	273
45	COLTA	454	281	24	162	337	120	177	338	249	200
46	CHAMBO	449	276	12	197	332	115	189	373	284	196
47	CHUNCHI	550	303	113	154	433	217	200	308	219	297
48	GUAMOTE	482	309	45	191	365	149	205	366	278	229
49	GUANO	434	261	10	199	316	100	186	375	286	180
50	PALLATANGA	517	245	88	97	400	184	142	273	184	264

ANEXO 2: Tabla de Kiotrajajes entre Localidades

CLAVE i	CLAVE j	LOCALIDAD (j)									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	LOCALIDAD (i)	ESMERALDAS	QUEVEDO	RIOBAMBA	MILAGRO	IBARRA	LATACUNGA	BABAHOYO	LA LIBERTAD	DAULE	RUMIÑAHUI
51	PENIPE	435	282	29	213	318	102	206	389	300	182
52	CUMANDA	489	208	126	60	439	222	105	234	146	302
53	MACHALA	592	310	314	161	627	410	207	314	226	491
54	ARENILLAS	629	348	352	199	665	448	245	352	264	529
55	ATAHUALPA	632	351	355	202	667	451	248	355	266	531
56	BALSAS	659	377	381	229	694	478	274	382	293	558
57	CHILLA	639	358	362	209	675	458	255	362	274	538
58	EL GUABO	573	291	295	142	608	392	188	296	207	472
59	HUAQUILLAS	650	369	373	220	686	469	266	373	285	550
60	MARCABELI	667	385	389	236	702	486	282	390	301	566
61	PASAJE	587	306	310	157	622	406	203	310	221	486
62	PIÑAS	667	385	389	236	702	486	282	390	301	566
63	PORTOVELO	658	377	381	228	694	477	274	381	293	558
64	SANTA ROSA	610	329	333	180	645	429	226	333	244	509
65	ZARUMA	662	380	384	231	697	481	277	385	296	561
66	LAS LAJAS	662	381	385	232	697	481	278	385	296	561
67	ESMERALDAS	0	280	439	429	292	336	386	588	417	298
68	ELOY ALFARO	154	424	497	573	180	395	530	732	561	320
69	MUISNE	92	361	520	510	379	414	463	506	463	379
70	QUININDE	96	186	345	335	312	243	292	495	323	204
71	SAN LORENZO	148	417	490	566	173	387	522	725	553	313
72	ATACAMES	31	297	456	446	319	353	402	605	434	314
73	RIOVERDE	38	306	465	456	254	363	412	615	443	324
74	LA CONCORDIA	89	357	515	506	204	413	462	665	494	344
75	GUAYAQUIL	461	178	231	49	540	327	80	130	44	404
76	ALFREDO BAQUERIZO MORENO	397	115	191	33	467	250	13	193	84	330
77	BALAO	546	264	268	116	581	365	161	269	180	445
78	BALZAR	356	78	300	145	436	245	124	241	69	300
79	COLIMES	386	106	318	124	465	274	102	219	48	329
80	DAULE	417	137	270	76	497	306	73	172	0	360
81	DURAN	445	164	224	36	515	317	61	146	54	397
82	EMPALME	302	23	286	172	382	191	128	287	116	246
83	EL TRIUNFO	473	192	164	43	477	260	89	196	108	340
84	MILAGRO	430	149	184	0	497	281	46	178	78	361
85	NARANJAL	501	219	223	71	536	320	116	224	135	400
86	NARANJITO	450	169	164	20	477	260	66	199	98	341
87	PALESTINA	388	108	262	105	468	277	86	201	29	332
88	PEDRO CARBO	454	174	290	108	533	342	106	191	37	397
89	SAMBORONDON	425	144	249	55	505	312	55	171	53	369
90	SANTA LUCIA	398	119	288	94	478	287	90	189	18	342
91	SALITRE (URBINA JADO)	420	139	226	75	500	307	50	182	24	364
92	SAN JACINTO DE YAGUACHI	426	144	200	16	495	279	41	164	61	359
93	PLAYAS (GENERAL VILLAMIL)	547	267	320	138	626	416	165	94	131	490
94	SIMON BOLIVAR	453	172	192	26	504	288	69	204	101	368
95	CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA	455	174	178	25	491	274	71	198	109	354
96	LOMAS DE SARGENTILLO	434	154	270	88	513	322	86	171	17	377
97	NOBOL (VICENTE PIEDRAHITA)	427	147	260	78	506	315	79	161	10	370
98	GENERAL ANTONIO ELIZALDE	483	201	131	53	444	228	98	241	130	308
99	ISIDRO AYORA	441	161	277	95	520	329	93	178	24	384
100	IBARRA	292	360	320	500	0	217	456	668	497	143

ANEXO 2: Tabla de Kiotrajajes entre Localidades

CLAVE i	CLAVE j	LOCALIDAD (j)									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	LOCALIDAD (i)	ESMERALDAS	QUEVEDO	RIOBAMBA	MILAGRO	IBARRA	LATACUNGA	BABAHOYO	LA LIBERTAD	DAULE	RUMIÑAHUI
101	ANTONIO ANTE	303	348	377	488	12	205	444	656	485	131
102	COTACACHI	316	348	307	488	25	205	444	656	484	131
103	OTAVALO	314	336	295	476	24	193	432	644	472	119
104	PIMAMPIRO	297	411	371	552	54	269	508	720	548	195
105	SAN MIGUEL DE URQUQUI	284	364	325	506	22	223	462	674	502	149
106	LOJA	809	528	456	379	776	560	425	532	444	640
107	CALVAS	806	525	552	376	872	656	422	529	440	736
108	CATAMAYO	778	497	483	348	803	587	394	501	412	667
109	CELICA	736	455	459	306	771	555	352	459	371	635
110	CHAGUARPAMBA	707	426	430	277	742	526	323	430	341	606
111	ESPINDOLA	875	528	456	445	902	559	491	598	509	640
112	GONZANAMA	820	539	527	390	847	631	436	543	454	711
113	MACARA	797	516	520	367	833	616	413	520	432	697
114	PALTAS	756	475	479	326	791	575	371	479	390	655
115	PUYANGO	686	404	432	255	745	528	325	432	344	609
116	SARAGURO	737	455	383	306	703	487	352	460	371	567
117	SOZORANGA	799	518	522	369	834	618	415	522	433	698
118	ZAPOTILLO	771	489	493	340	806	590	386	494	405	670
119	PINDAL	727	446	450	297	762	546	343	450	361	626
120	QUILANGA	832	550	538	401	858	642	447	554	466	722
121	OLMEDO	720	438	442	289	755	539	335	443	354	619
122	BABAHOYO	386	105	179	46	455	239	0	206	73	319
123	BABA	396	115	202	70	476	283	26	206	48	339
124	MONTALVO	418	137	145	80	421	205	35	239	105	285
125	PUEBLOVIEJO	354	72	209	77	433	240	33	236	90	297
126	QUEVEDO	282	0	263	149	361	168	105	310	139	225
127	URDANETA	362	81	192	86	442	249	42	245	99	306
128	VENTANAS	338	57	227	95	418	225	51	254	108	281
129	VINCES	396	114	233	100	475	282	57	230	59	339
130	PALENQUE	427	138	256	124	507	306	80	240	68	370
131	BUENA FE	265	19	282	168	344	187	124	327	155	208
132	VALENCIA	299	17	246	165	360	151	121	327	156	224
133	MOCACHE	313	35	261	138	400	204	95	300	151	269
134	QUINSALOMA	327	46	266	134	407	214	90	294	147	270
135	PORTOVIEJO	378	148	414	232	483	316	230	214	161	347
136	BOLIVAR	325	174	436	282	431	333	280	267	211	294
137	CHONE	309	194	420	300	415	318	298	276	229	279
138	EL CARMEN	194	135	299	285	294	197	241	395	272	158
139	FLAVIO ALFARO	256	203	367	350	362	265	309	326	280	226
140	JIPIJAPA	425	197	364	182	531	366	180	164	111	395
141	JUNIN	337	162	448	269	443	346	267	251	198	307
142	MANTA	396	185	418	236	502	404	234	202	165	366
143	MONTECRISTI	394	172	405	223	500	341	221	189	152	363
144	PAJAN	467	224	340	157	573	392	156	240	87	447
145	PICHINCHA	332	53	316	201	412	220	158	313	142	276
146	ROCAFUERTE	360	152	430	248	466	368	246	224	177	330
147	SANTA ANA	394	167	413	231	500	336	229	213	160	364
148	BAHIA DE CARAQUEZ	297	206	466	298	461	363	297	270	228	324
149	TOSAGUA	328	184	439	280	434	337	278	256	209	298
150	SUCRE	403	176	386	204	509	344	203	196	134	372

ANEXO 2: Tabla de Kiotmetrajes entre Localidades

CLAVE i	CLAVE j	LOCALIDAD (j)									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	LOCALIDAD (i)	ESMERALDAS	QUEVEDO	RIOBAMBA	MILAGRO	IBARRA	LATACUNGA	BABAHOYO	LA LIBERTAD	DAULE	RUMIÑAHUI
151	PEDERNALES	184	240	399	390	372	297	346	383	340	258
152	OLMEDO	429	202	401	219	535	370	217	233	148	399
153	PUERTO LOPEZ	477	254	420	237	582	422	236	106	167	446
154	JAMA	235	291	449	362	422	347	361	334	292	308
155	JARAMIJO	388	181	416	234	494	396	233	201	164	358
156	SAN VICENTE	294	211	460	303	455	358	302	275	233	319
157	MANGA DEL CURA	243	61	328	210	323	225	167	370	198	187
158	MACAS	575	402	157	324	458	241	339	500	412	322
159	GUALAQUIZA	735	466	316	321	618	402	367	475	386	482
160	LIMON IN DANZA	678	421	259	272	561	345	318	425	337	425
161	PALORA (METZERA)	495	322	155	336	378	161	308	512	378	242
162	SANTIAGO DE MENDEZ	645	454	226	305	528	312	351	458	370	392
163	SUCUA	598	425	178	346	480	264	361	522	433	344
164	HUAMBOYA	531	358	192	376	414	198	344	551	463	278
165	SAN JUAN BOSCO	698	445	278	296	581	364	342	449	360	444
166	TAISHA	697	487	222	384	591	329	392	634	510	419
167	LOGROÑO	620	447	201	331	503	287	377	484	396	367
168	PABLO VI	563	428	183	388	430	230	350	519	474	294
169	TIWINTZA	821	485	339	376	718	435	381	562	411	509
170	TENA	487	414	214	395	274	220	366	570	436	180
171	ARCHIDONA	476	403	223	404	263	260	375	580	446	169
172	EL CHACO	426	352	312	493	213	210	449	661	489	119
173	QUIJOS	430	357	316	481	217	214	453	643	493	123
174	CARLOS JULIO AROSEMENA	512	353	187	368	300	193	339	543	409	206
175	PUYO	475	302	135	316	358	141	287	492	358	222
176	MERA	460	287	120	301	343	126	273	477	343	207
177	SANTA CLARA	513	340	173	354	313	179	325	529	395	220
178	ARAJUNO	486	363	197	408	339	215	351	559	422	260
179	QUITO	322	246	206	386	116	103	342	554	383	27
180	CAYAMBE	347	311	270	451	57	168	407	619	447	96
181	MEJIA	281	208	158	339	164	56	295	516	344	28
182	PEDRO MONCAYO	358	304	263	444	56	161	400	612	440	87
183	RUMIÑAHUI	296	223	183	364	144	81	319	531	360	0
184	SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	208	175	317	324	197	214	280	483	311	138
185	PEDRO VICENTE MALDONADO	187	265	338	344	219	235	300	503	322	159
186	PUERTO QUITO	159	178	337	327	254	234	283	486	315	187
187	AMBATO	376	203	56	236	259	43	191	396	261	123
188	BAÑOS DE AGUA SANTA	417	224	78	258	300	83	230	434	299	164
189	CEVALLOS	391	244	46	226	274	57	193	402	263	137
190	MOCHA	401	228	37	220	289	73	201	393	290	147
191	PATATE	404	208	65	245	287	71	217	421	287	151
192	QUERO	395	222	45	226	286	70	207	401	298	141
193	SAN PEDRO DE PELILEO	395	222	56	236	278	62	208	412	278	142
194	SANTIAGO DE PILLARO	380	207	77	258	263	47	213	433	283	127
195	TISALEO	393	223	46	255	276	60	186	402	255	140
196	ZAMORA	862	581	433	432	735	519	478	585	482	599
197	CHINCHIPE	968	686	614	538	934	718	583	691	588	798
198	NANGARITZA	959	661	605	516	922	728	554	693	575	805
199	YACUAMBI	840	558	407	411	748	553	411	519	415	589
200	YANZATZA	813	531	392	382	694	478	428	536	433	558

**ANEXO 2: Tabla de Kiotrajajes entre Localidades**

		LOCALIDAD (j)									
	CLAVE j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CLAVE i	LOCALIDAD (i)	ESMERALDAS	QUEVEDO	RIOBAMBA	MILAGRO	IBARRA	LATACUNGA	BABAHOYO	LA LIBERTAD	DAULE	RUMIÑAHUI
201	EL PANGUI	773	491	352	343	654	438	388	496	393	518
202	CENTINELA DEL CONDOR	825	543	404	395	706	490	440	548	445	570
203	PALANDA	921	639	567	491	888	658	537	644	541	751
204	PAQUISHA	816	535	396	387	698	482	433	540	437	562
205	LAGO AGRIO	576	589	453	629	353	346	585	797	651	255
206	GONZALO PIZARRO	514	429	389	569	289	286	534	737	591	196
207	PUTUMAYO	712	605	589	810	476	524	764	944	795	421
208	SHUSHUFINDI	614	541	446	627	401	398	598	803	703	308
209	SUCUMBIOS	610	525	485	665	350	382	621	833	687	292
210	CASCALES	537	452	412	592	312	309	548	760	614	219
211	CUYABENO	652	567	526	707	427	424	663	875	729	333
212	ORELLANA	588	515	382	563	375	372	534	738	677	281
213	AGUARICO	785	680	544	746	621	597	721	995	861	377
214	LA JOYA DE LOS SACHAS	628	543	410	591	403	400	562	767	705	309
215	LORETO	545	460	327	654	320	317	479	683	622	226
216	SANTO DOMINGO	177	105	265	254	260	163	210	413	267	124
217	SANTA ELENA	582	302	355	173	661	451	200	5	163	525
218	LA LIBERTAD	587	307	360	178	667	456	205	0	169	530
219	SALINAS	594	314	367	185	674	464	212	8	176	538

# ANEXO 3

## Modelo escrito en GAMS

sets

i Localidades Destino /1\*219/

j Localidad Origen /1\*20/

k Tipo T1 /1,2/

l Tipo Bodega /1,2,3/

m Tipo T2 /1,2/

parameters

PA(l) Costo de operación mensual del almacén tipo l

/

1 3713.89

2 5452.78

3 6977.78

/

P2F(m) Costo fijo diario por cada Transporte Secundario tipo m

/

1 80

2 120

/

P2V(m) Costo variable o de recargo por kilómetro para Transporte Secundario tipo m que debe viajar fuera de la localidad de origen

/

1 0.40

2 0.50

/

P11(k) Capacidad en kilogramos de Transporte Primario tipo k por cada viaje

/

1 10000

2 25000

/

PA1(l) Capacidad de almacenamiento en kilogramos de la bodega tipo l

/

1 20000

2 45000

3 70000

/

P2W(m) Capacidad de transporte en kilogramos por viaje por cada Transporte Secundario tipo m

/

1 900

2 2250

/

P2T(m) Tiempo de servicio en minutos por cliente por cada Transporte secundario tipo m

/

1 6

2 7

/

P1(j,k) Costo de Transporte Primario Tipo k desde Guayaquil hasta la localidad j

PD(i,j) Distancia en kilómetros desde la localidad i hasta la localidad j

PC(i) Clientes estimados en la localidad i

\$CALL GDXXRW data.xlsx par=P1 rng=valores!B3:D23 dim=2 Cdim=1 Rdim=1

\$GDXIN data.gdx

\$LOAD P1

\$GDXIN

\$CALL GDXXRW data.xlsx par=PD rng=valores!G2:AA221 dim=2 Cdim=1 Rdim=1

\$GDXIN data.gdx

\$LOAD PD

\$GDXIN

\$CALL GDXXRW data.xlsx par=PC rng=valores!AE2:AF220 dim=1 Cdim=0  
Rdim=1

\$GDXIN data.gdx

\$LOAD PC

\$GDXIN

option optcr=0.001;

variable

z funcion objetivo que busca encontrar el máximo valor de rentabilidad

positive variable

$x_1(i,j)$  Cantidad de clientes de la localidad  $i$  a ser atendidos por el Centro de Distribución en la localidad  $j$

integer variable

$x_2(j,k)$  Cantidad de vehículos de Transporte Primario tipo  $k$  necesarios para abastecer el Centro de Distribución en la localidad  $j$  desde Guayaquil considerando la política de abastecimiento

$x_3(j,m)$  Cantidad de vehículos de Transporte Secundario tipo  $m$  a ser utilizados a diario en el Centro de Distribución en la localidad  $j$

$x_4(j)$  Cantidad de vendedores requeridos en el Centro de Distribución en la localidad  $j$

$x_5(j)$  Cantidad de supervisores de ventas requeridos en el Centro de Distribución en la localidad  $j$

$x_6$  Cantidad de jefes de ventas requeridos para toda la operación

$x_7(j)$  Cantidad de controladores de bodega requeridos para el Centro de Distribución en la localidad  $j$

$x_8$  Cantidad de jefes de Centros de Distribución requeridos para toda la operación

binary variable

$B_1(j,l)$  1 si se abre una bodega tipo  $l$  en la localidad  $j$

$B_2(i,j)$  1 si la localidad  $i$  es atendida por el Centro de Distribución en la localidad  $j$

equations

obj funcion objetivo

res1 cantidad de unidades de transporte primario requeridos para cada CD

res2 solo se activa el transporte primario si se apertura el centro de distribución

res3 solo se puede aperturar hasta un tipo de bodega en cada localidad

res4 cuando una localidad se atiende por un centro de distribución sirve a todos sus clientes

res5 solo puede ser atendida una localidad hasta por un centro de distribucion

res6 solo se puede atender una localidad de otra localidad donde se active un centro de distribucion

res7 la capacidad de bodega debe ser suficiente para atender todas las localidades asignadas a cada centro de distribucion

res8 restricción para determinar la cantidad de vendedores requeridos por cada centro de distribucion

res9 restricción para determinar la cantidad de supervisores de ventas requeridos por cada centro de distribucion

res10 restricción para determinar la cantidad de jefes de ventas requeridos para toda la operacion

res11 restriccion para determinar la cantidad de controladores de bodega requeridos por cada centro de distribucion

res12 restriccion para determinar la cantidad de jefes de centros de distribucion requeridos para toda la operacion

res13 restriccion que permite determinar la cantidad de transporte secundario requerido en función del tiempo para desplazamiento y atención a clientes

res14 restriccion que permite controlar la capacidad de los vehículos de transporte secundario

res15 restriccion que permite determinar la distancia maxima desde un centro de distribucion a cualquier localidad

res16 restriccion que permite asegurar que una localidad sea atendida por solo un centro de distribucion;

$$\text{obj. } z = e = (19.07 * \sum((i,j), x1(i,j))) - (2 * \sum((j,k), P1(j,k) * x2(j,k))) - \\ (\sum((j,l), PA(l) * B1(j,l))) - (1091.91 * \sum(j, x4(j))) - (1913.59 * \sum(j, x5(j))) - (2897.64 * x6) - \\ (755.04 * \sum(j, x7(j))) - (2745.58 * x8) - (26 * \sum((j,m), P2F(m) * x3(j,m))) - \\ (0.003 * \sum((i,j,m), (0.97 * PC(i) * 2 * P2T(m) + 4 * PD(i,j) * P2V(m) * PD(i,j) * B2(i,j))));$$

$$\text{res1}(j) .. 2.767 * \sum(i, x1(i,j)) = \sum(k, P11(k) * x2(j,k));$$

$$\text{res2}(j) .. \sum(k, x2(j,k)) = 9999999999 * \sum(l, B1(j,l));$$

$$\text{res3}(j) .. \sum(l, B1(j,l)) = 1;$$

$$\text{res4}(i,j) .. x1(i,j) = PC(i) * B2(i,j);$$

$$\text{res5}(i,j) .. B2(i,j) = \sum(l, B1(j,l));$$

$$\text{res6}(j) .. \sum(i, x1(i,j)) = 9999999999 * \sum(l, B1(j,l));$$

$$\text{res7}(j) .. (3.181 * \sum(i, x1(i,j))) = \sum(l, PA(l) * B1(j,l));$$

$$\text{res8}(j) .. ((2 * \sum(i, PD(i,j) * B2(i,j)) / 45) + (\sum(i, x1(i,j)) / 10)) = 48 * x4(j);$$

$$\text{res9}(j) .. x4(j) = 8 * x5(j);$$

$$\text{res10} .. \sum(j, x5(j)) = 5 * x6;$$

$$\text{res11}(j) .. (0.212 * \sum(i, x1(i,j))) = 1000 * x7(j);$$

$$\text{res12} .. \sum((j,l), B1(j,l)) = x8;$$

$$\text{res13}(j) .. ((0.04 * \sum(i, PD(i,j) * B2(i,j))) + (0.354 * \sum((i,m), P2T(m) * x1(i,j)) / 60)) = 48 * \\ \sum(m, x3(j,m));$$

$$\text{res14}(j) .. (1.272 * \sum(i, x1(i,j))) = 6 * \sum(m, x3(j,m) * P2W(m));$$

$$\text{res15}(i,j) .. (B2(i,j) * PD(i,j)) = 105;$$

$$\text{res16}(i) .. \sum(j, B2(i,j)) = 1;$$

```
model proyecto /all/
```

```
solve proyecto maximizing z using mip
```

```
display z.l,x1.l,x2.l,x3.l,x4.l,x5.l,x6.l,x7.l,x8.l,B1.l,B2.l
```