



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO  
HERRAMIENTA EN LA DISTRIBUCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE  
VENTAS DE UN PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO, EN LA  
CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS, EN EL  
DEPARTAMENTO DE IZABAL**

**Jorge Fernando Roldán Ortega**

Asesorado por el Ing. Marcos Osmundo Sutuc Carrillo

Guatemala, mayo de 2009



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO  
HERRAMIENTA EN LA DISTRIBUCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE VENTAS DE  
UN PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO, EN LA CABECERA MUNICIPAL  
DE PUERTO BARRIOS, EN EL DEPARTAMENTO DE IZABAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**JORGE FERNANDO ROLDÁN ORTEGA**

ASESORADO POR EL ING. MARCOS OSMUNDO SUTUC CARRILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUANTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Victor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO  
HERRAMIENTA EN LA DISTRIBUCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE VENTAS DE  
UN PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO, EN LA CABECERA MUNICIPAL  
DE PUERTO BARRIOS, EN EL DEPARTAMENTO DE IZABAL,**

tema que fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha mayo de 2007.

  
Jorge Fernando Roldán Ortega

Guatemala, 27 de octubre de 2008

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR DE ESCUELA  
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Hago de su conocimiento que el trabajo de graduación titulado:

**USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA COMO HERRAMIENTA EN LA DISTRIBUCION Y PLANIFICACION DE VENTAS DE UN PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS EN EL DEPARTAMENTO DE IZABAL,** presentado por el estudiante Jorge Fernando Roldán Ortega con Carné: 9516117, ha sido revisado y autorizado en todos los capítulos por lo que se le presenta terminado, esperando que este represente un aporte significativo a la **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

Sin otro particular,

  
Ing. Industrial Marcos Osmundo Sutuc Carrillo  
Colegiado activo 5162

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA COMO HERRAMIENTA EN LA DISTRIBUCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE VENTAS DE UN PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS EN EL DEPARTAMENTO DE IZABAL**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Fernando Roldán Ortega**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS  
INGENIERA INDUSTRIAL

Guatemala, febrero de 2009.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO HERRAMIENTA EN LA DISTRIBUCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE VENTAS DE UN PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS, EN EL DEPARTAMENTO DE IZABAL**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Fernando Roldán Ortega**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2009.

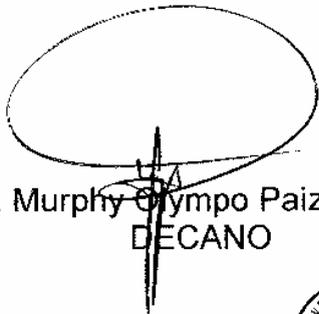


/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO HERRAMIENTA EN LA DISTRIBUCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE VENTAS DE UN PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS, EN EL DEPARTAMENTO DE IZABAL**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Fernando Roldán Ortega**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, mayo de 2009.

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios Todopoderoso</b>	Por haberme dado la vida y permitirme llegar a este punto.
<b>Mis padres</b>	Jorge Roldán y María Consuelo Ortega, por el sacrificio y apoyo que me han dado en todos los aspectos de mi vida.
<b>Mi hermana</b>	Lucrecia Roldán, por el apoyo incondicional que me ha dado.
<b>Mi familia</b>	Abuelitos, tíos que de una u otra forma siempre me han apoyado.
<b>Lourdes Hernández</b>	Por darme su apoyo desde el día que la conocí.
<b>Mis amigos</b>	Que siempre han estado para brindarme su apoyo.

## **AGRADECIMIENTO A:**

**Ing. Mario Rivera**

Por la oportunidad que me dio de realizar este trabajo.

**Ing. Marcos Sutuc**

Por el apoyo y orientación en el desarrollo de este trabajo.



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>OBJETIVOS</b>	XIII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	
1.1 La empresa	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Ubicación	1
1.1.3 Organización	2
1.1.4 Organigrama	3
1.2 Sistema de Información Geográfica –SIG-	5
1.2.1 Sistema de Información Geográfica	5
1.2.1.1 Definición	5
1.2.1.2 Aplicación de los SIG	7
1.2.1.3 Topología de los SIG	9
1.2.1.3.1 Vectorial	9
1.2.1.3.2 Raster	11
1.2.2 Software SIG	12
1.2.2.1 Aplicación de software SIG	13
1.2.2.2 Difusión	15
1.2.3 Sensores remotos	16
1.2.3.1 Definición de sensores remotos	16
1.2.3.2 Tipos de imágenes	16
1.2.3.3 Resolución espacial	20
1.2.3.4 Resolución temporal	21

1.2.3.5 Aplicación de imágenes por satélite	21
1.2.4 Fotografía aérea	22
1.2.4.1 Definición de fotografía aérea	22
1.2.4.2 Tipos de fotografía	23
1.2.4.3 Cámaras a utilizar	26
1.2.4.4 Aplicaciones del uso de las cámaras digitales	28
1.2.5 Sistema de Posicionamiento Global –GPS-	29
1.2.5.1 Definición de GPS	29
1.2.5.2 Tipos de GPS	31
1.2.5.2.1 Navegadores	31
1.2.5.2.2 Diferencial	32
1.2.6 Proyecciones	33
1.2.6.1 Coordenadas geográficas	33
1.2.6.2 Proyección UTM	35
1.2.6.3 Proyección GTM	36
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y VENTAS</b>	
2.1 Producto	39
2.1.1 Descripción del producto	39
2.1.2 Mercado actual	39
2.2 Puntos de venta	40
2.2.1 Descripción de puntos de venta	40
2.2.2 Información actual	40
2.2.3 Distribución	41
2.2.4 Ventas	41
2.2.5 Control	41

<b>3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y VENTAS</b>	
3.1 Puntos de venta	43
3.1.1 Posición geográfica	43
3.1.2 Información asociada	45
3.2 Cartografía a detalle	45
3.2.1 Fotografía aérea	45
3.2.2 Digitalización de información	46
3.2.3 Asociación de atributos	46
3.2.4 Cartografía existente	47
3.3 Mapas	47
3.3.1 Descripción de mapa	47
3.3.2 Aplicación de los mapas	50
<b>4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PARA DISTRIBUCIÓN Y VENTAS</b>	
4.1 Mapas	53
4.1.1 Puntos de venta	53
4.1.2 Calles	58
4.1.3 Puntos de venta y calles	60
4.1.4 Puntos de venta, calles y foto aérea	72
4.1.5 Puntos de venta, calles, foto aérea y censo 2002	74
4.1.6 Distancia de puntos de venta	76
4.2 Análisis	80
4.2.1 Áreas con cobertura	80
4.2.2 Áreas sin cobertura	86
4.2.3 Población en área de estudio	89

<b>5. MEJORA CONTINUA</b>	
5.1 Mantenimiento	91
5.1.1 Corto plazo	92
5.1.1.1 Actualización de la información	92
5.1.1.2 Análisis de la información	93
5.1.2 Mediano plazo	94
5.1.2.1 Puntos de distribución	94
5.1.3 Largo plazo	95
5.1.3.1 Revisión continua	95
<b>CONCLUSIONES</b>	97
<b>RECOMENDACIONES</b>	99
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	101

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Topología vectorial	10
2. Topología raster	11
3. Imagen raster	12
4. Imágen MODIS	17
5. Imagen Landsat7	18
6. Imagen Ikonos	19
7. Fotografía aérea, banda pancromática	23
8. Fotografía aérea, color verdadero	24
9. Fotografía aérea en infrarrojo	25
10. Vexcel UltraCam X	27
11. IGI DigiCAM	27
12. Transmisión de la señal de los satélites a un GPS en tierra	30
13. GPS Navegador	31
14. GPS Diferencial	32
15. Sistema de coordenadas geográficas	34
16. Proyección UTM Cilíndrica Transversal	35
17. Proyección GTM	37
18. Formulario digital	44
19. Mapa topográfico	48
20. Mapa temático	49
21. Mapa de puntos de venta	57
22. Mapa de clientes	59
23. Mapa de distribución de rutas	61
24. Mapa ventas año 2007	64
25. Mapa ventas promedio mensual	67
26. Mapa tipo de cliente	70
27. Mapa distribución de rutas (fotografía aérea)	73

28. Mapa puntos de venta y censo 2002	75
29. Mapa distancia entre clientes	77
30. Mapa distancia entre clientes (fotografía aérea)	79
31. Gráfica de clientes	82
32. Grafica de ventas por cliente	83
33. Grafica de unidades de producto por cliente	84
34. Área con clientes perdidos	87
35. Área sin clientes	88

## TABLAS

I.	Descripción de puestos	4
II.	Datos de formulario para clientes	44
III.	Datos de clientes	54
IV.	Posición geográfica de clientes	56
V.	Nomenclatura de clientes	58
VI.	Coordenadas en proyección GTM	62
VII.	Ventas año 2007	63
VIII.	Ventas promedio al mes	66
IX.	Tipo de clientes	69
X.	Población Puerto Barrios	74



## GLOSARIO

<b>Adimensional</b>	Hace referencia a un número o medida que no tiene unidades, es decir, si se trata de un número que es considerado un número puro.
<b>Banda infrarroja</b>	Para este estudio, la banda infrarroja se refiere a la de las fotografías aéreas o imágenes por satélite que están en la parte no visible por el ojo humano.
<b>Banda p ancromática</b>	Se refiere a las imágenes o fotografías que tienen una sola banda y se ve en tonalidades de gris.
<b>Banda v isible</b>	Son las primeras tres bandas de una fotografía aérea o imagen por satélite, que ordenadas rojo (banda 1), verde (banda 2), azul (banda3) dan el especto real de visualización.
<b>GPS</b>	Son las siglas en inglés de Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System), que permite determinar en todo el mundo la posición geográfica de un objeto, persona, vehículo con una precisión de hasta centímetros.
<b>Handheld</b>	Su nombre completo es Handheld Computer o Handheld Device, son computadores de mano que fueron diseñados originalmente como organizadores personales.

<b>Hardware</b>	En el caso de una computadora personal, son todos los componentes físicos que la componen como la unidad central de proceso, monitor, unidades de disco, teclado, el microprocesador, en si, es todo lo que se puede tocar.
<b>Multi-espectral</b>	Se refiere a que una imagen o fotografía aérea está compuesta por dos o más bandas.
<b>Oracle</b>	Es un sistema de gestión de base de datos fabricado por Oracle Corporation y se considera como uno de los sistemas de bases de datos mas completos.
<b>Ortorectificación</b>	Es una corrección de las distorsiones del terreno que tienen las fotografías aéreas o imágenes por satélite basadas en un modelo de elevación digital posicionado geográficamente.
<b>Percepción remota</b>	Puede definirse como la ciencia y arte de obtener información de un objeto analizando los datos adquiridos mediante algún dispositivo que no está en contacto físico con dicho objeto.
<b>Pixel</b>	Es la menor unidad homogénea que forma parte de una imagen digital que aparece como pequeños cuadros o rectángulos.

<b>Posición geográfica</b>	Es la ubicación de un objeto o persona sobre la tierra, esta puede estar medida en latitud y longitud.
<b>Resolución espacial</b>	Define la resolución en distancia que puede detectar un sensor como el Landsat 7, Modis.
<b>Resolución temporal</b>	Define el periodo de tiempo entre imágenes consecutivas detectadas por un sensor. Por ejemplo los satélites Landsat 7 tienen una resolución espacial de 15 días.
<b>SIG</b>	Siglas utilizadas para Sistemas de Información Geográfica, que es una base de datos posicionada geográficamente y representada por medio de mapas.
<b>Software</b>	Conjunto de todos los programas utilizados por una computadora.
<b>Topología SIG</b>	Se refiere a las relaciones espaciales entre los diferentes elementos gráficos (punto, línea, polígono).
<b>Zonificar</b>	Indica la subdivisión de un área geográfica, para este trabajo se puede zonificar por rutas de venta.



## **RESUMEN**

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica –SIG- están tomando un papel muy importante en las empresas privadas, para planificación y toma de decisiones, tanto a nivel gerencial como operacional.

En este trabajo de graduación, se hace un análisis cualitativo de mapas, donde están representados los clientes en forma de puntos en la cabecera departamental de Izabal, esto se hizo para preparar una base de datos a la cual se puede seguir agregando información de la empresa como son ventas diarias, mensuales o anuales, además de conocer la posición geográfica de cada uno de estos y más adelante establecer recorridos óptimos en la distribución del producto.

Cada punto representado en los mapas, indica un cliente que a su vez tiene información asociada, mediante un identificador único o código que permite posteriormente seguir agregando información al mismo, para realizar nuevos análisis de la información e ir actualizando y mejorando la base de datos.

Los mapas que se presentan son los siguientes, puntos de venta, calles, distribución de rutas, ventas año 2007, ventas promedio mensual, tipo de cliente, distribución de rutas (con fotografía aérea de alta resolución), puntos de venta y censo 2002, distancia entre clientes, distancia entre clientes (con fotografía aérea de alta resolución).

Los datos registrados ahora están posicionados geográficamente, lo que permite realizar análisis sobre mapas, entre los cuales están, establecer la cantidad total de clientes, identificar las áreas donde existen clientes, identificar

áreas donde no se tiene cobertura por parte de los vendedores, territorio cubierto por cada vendedor, identificar los clientes que compran mayor cantidad de unidades de producto.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Desarrollar un Sistema de Información Geográfica en la empresa Alimentos y Bebidas Atlántida, que permita una mejor planificación en la distribución y ventas para elevar el nivel de producción y para estar mejor posicionado en el mercado.

### **ESPECÍFICOS:**

1. Realizar un análisis que permita una mejor distribución del producto y tener mayor cobertura en el área de estudio.
2. Satisfacer la demanda actual y aumentar el volumen de ventas.
3. Elaborar mapas que permitan ser utilizados para la toma de decisiones en la distribución y venta del producto.
4. Identificar los distribuidores actuales posicionándolos geográficamente.
5. Identificar las áreas del lugar de estudio donde hay poca cobertura del producto.
6. Realizar análisis de distancias desde los puntos de ventas hacia el consumidor final.
7. Crear una base de datos de los distribuidores del producto.



## **INTRODUCCIÓN**

Los Sistemas de Información Geográfica –SIG- son conocidos como una herramienta que sirve a nivel gerencial y operativo para la toma de decisiones.

Cuando en una empresa se decide implementar un SIG, se debe tener claro cuáles son los objetivos y a donde se quiere llegar con esta herramienta, ya que de la información que se ingrese al sistema, dependerán las buenas o malas decisiones.

Desde la aparición de los SIG en Guatemala, ya son muchas las empresas que han adquirido, tanto software como hardware para crear o mejorar sus bases de datos, con esto tener información de todos sus clientes y poder mejorar el servicio y aumentar las ventas, así como las empresas que se dedican a ventas por ruteo, mejoran en varios aspectos, tiempo de entrega de los productos y rendimiento de los vehículos, por mencionar algunos.

En el capítulo uno se habla que son los SIG, que tipo de información se puede trabajar. También se habla sobre las fotografías aéreas, imágenes por satélite, además, se describe el tipo de GPS que existen y cual es su función.

En el capítulo cuatro se presenta una serie de mapas elaborados con la información recopilada en campo y la existente en la empresa, se describe que representa cada uno de esto y se hace un análisis cualitativo de la información.



# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1 La empresa**

### **1.1.1 Historia**

La empresa Alimentos y Bebidas Atlántida es una empresa dedicada a la elaboración y distribución de productos de consumo masivo, fundada en el año de 1980.

Surge con una inversión de la familia Lee, para elaborar productos de consumo masivo y su posterior distribución, en la cual se inició únicamente con un vendedor rutero quien distribuía en toda la cabecera municipal, pero el crecimiento en ventas, para el año de 1985 hizo que fueran necesitando más vendedores para cubrir la cantidad de clientes y así es como en la actualidad cuentan con seis vendedores para cubrir toda el área de Puerto Barrios.

### **1.1.2 Ubicación**

La familia Lee es originaria de Izabal, es por eso que se tenían dos alternativas que era en Morales o Puerto Barrios.

Debido al crecimiento comercial que existe en Puerto Barrios, decidieron ubicar la empresa en el centro urbano de Puerto Barrios para una mejor distribución y venta del producto, siendo su dirección 6 Av. entre 11 y 12 calle, Puerto Barrios.

### **1.1.3 Organización**

Actualmente, la empresa Alimentos y Bebidas Atlántida es una empresa local ubicada en la cabecera departamental de Izabal, que busca posicionarse en el mercado de productos de consumo masivo y así aumentar sus ventas a nivel nacional creando una nueva política de distribución y venta de sus productos.

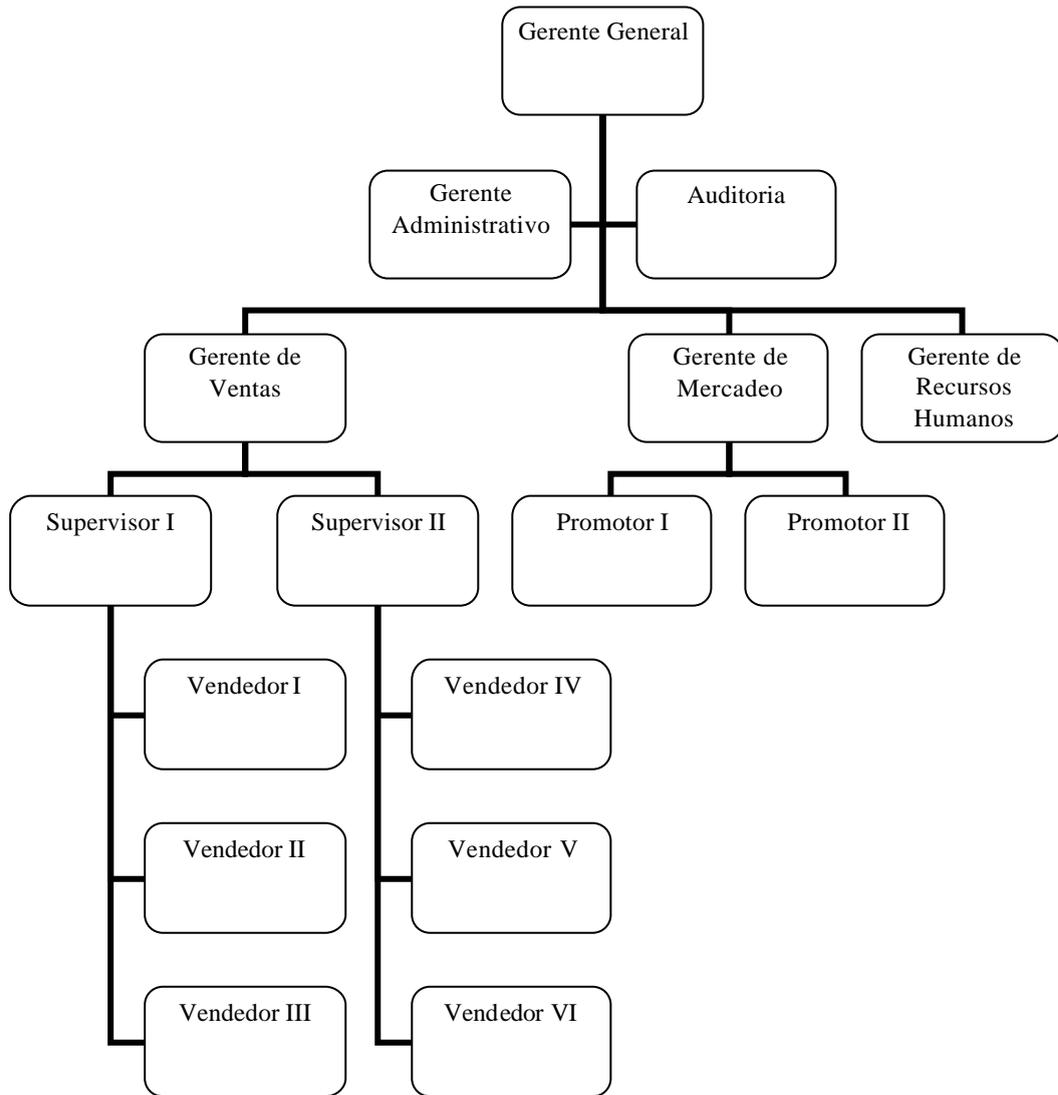
#### **Misión**

- Fomentar un ambiente de trabajo agradable que motive a los empleados.
- Ser líderes nacionales en la venta de productos de consumo masivo.
- Anticipar y satisfacer las necesidades de los clientes.

#### **Visión**

- Satisfacer la demanda del mercado con productos de consumo masivo.
- Ser reconocidos a nivel nacional por la venta de productos de buena calidad.

### 1.1.4 Organigrama



**Tabla I. Descripción de puestos**

<b>Puesto</b>	<b>Descripción</b>
Gerente General	Dueño de la empresa y accionista
Gerente Administrativo	Lleva el control contable de la empresa
Auditoria	Supervisa los movimientos contables de la empresa
Gerente de Ventas	Controla todas las ventas y rutas de reparto de la empresa
Gerente de Mercadeo	Ve la publicidad, promociones que realiza la empresa
Gerente de Recursos Humanos	Tiene a su cargo los talleres de motivación, nuevas contrataciones de vendedores, pago a los empleados
Supervisor I	Controla y atiende 3 rutas, además de velar por el buen servicio de los vendedores hacia los clientes
Supervisor II	Controla y atiende 3 rutas, además de velar por el buen servicio de los vendedores hacia los clientes
Promotor I	Realiza publicidad de los productos en tiendas, supermercados, mercados
Promotor II	Realiza publicidad de los productos en tiendas, supermercados, mercados
Vendedores (I-VI)	Encargado de visitar a todos los clientes y realizar ventas

## **1.2 Sistema de Información Geográfica –SIG-**

### **1.2.1 Sistema de Información Geográfica**

#### **1.2.1.1 Definición**

Sistema de Información Geográfica –SIG- es una base de datos posicionada geográficamente y representada por medio de mapas.

El SIG es un conjunto de hardware, software, datos y personas, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información que se encuentra posicionada geográficamente con el fin de que sirva como una herramienta en la toma de decisiones y resolver problemas de planificación y gestión.

La representación final de un SIG es por lo regular en forma de mapas, los cuales se realizan con software que va agrupando capas de información.

#### **Componentes de un SIG**

Los SIG están integrados por una serie de componentes que son

- Organización
- Personas
- Tecnología
- Datos
- Procedimientos

#### **Organización**

Son todas las operaciones técnicas, políticas y financieras dentro de la cual funciona un SIG.

## **Personas**

Las personas son las encargadas del diseño, aplicación y uso de los SIG.

Las personas son las que realmente hacen el trabajo de SIG, incluyen a los encargados de SIG, administradores de bases de datos, especialistas del uso de los SIG, analistas de sistemas y programadores.

## **Tecnología**

Antes de iniciar un sistema SIG, es necesario establecer que se quiere hacer, hasta donde se quiere llegar con esta herramienta, ya que en este componente se establecen las especificaciones de software y hardware que va a adquirir la empresa.

## **Software**

Existe gran cantidad de software SIG que va desde el tipo comercial hasta de uso gratuito.

Para este componente, se debe ver que capacidad tiene la empresa de adquirir un software comercial, ya que los precios en algunos software son muy elevados aunque de mucha mejor calidad y mejor manejo que los software gratuitos.

## **Hardware**

El hardware se debe adquirir de acuerdo al software que se adquirió, ya que este puede no funcionar si las especificaciones técnicas son menores a las que pide el software, se tiene que tener en cuenta que en éste se va a almacenar y procesar información.

## **Datos**

Para que funcione un SIG, se debe tener en cuenta que los datos deben ser confiables y exactos ya que de esto depende las buenas o malas decisiones que tomen los gerentes al final del proceso.

De acuerdo al trabajo que se haga, puede que ya exista información o se tenga que ir al campo a recopilar datos que se van a utilizar en el estudio, lo que implicaría un mayor costo y tiempo de los resultados finales.

## **Procedimientos**

Son actividades específicas para llevar a cabo una actividad o un proceso.

Los procedimientos tratan sobre cómo los datos serán recopilados, ingresados al sistema, almacenados, manejados, transformados, analizados, y finalmente presentados en una salida final.

### **1.2.1.2 Aplicación de los SIG**

En los últimos años se ha difundido y utilizado el SIG, tanto en niveles educativos como en profesiones ya como herramienta de trabajo para la planificación y mapeo de información.

Las aplicaciones más comunes son:

#### **Agricultura**

En la agricultura, los SIG representan una gran herramienta, ya que permite zonificar los tipos de suelo y con ello determinar si los cultivos que hay

en éstas áreas, son los correctos, de lo contrario se establecen cuales son los cultivos óptimos de acuerdo a la características de los mismos.

### **Arqueología**

Debido a que en Guatemala se cuenta con una amplia riqueza arqueológica, se pueden realizar mapas con información que ayude a mantener estas zonas como áreas protegidas y evitar construcciones o saqueos de las riquezas nacionales.

### **Medio ambiente**

Esta siendo utilizado por consultores y empresas dedicadas a los estudios de impacto ambiental en la ejecución de proyectos, este sistema facilita la visualización en trabajos como áreas a reforestar, caracterización de ecosistemas, también establecer área protegidas para que éstas no sean deforestadas sin ningún tipo de control.

### **Geo-marketing**

En la creación de bases de datos de los clientes potenciales de un determinado producto o servicio relacionada con información geográfica resulta indispensable para una nueva campaña de marketing, asimismo diseñar rutas óptimas y localización de nuevas industrias o negocios.

### **Catastro**

Al hablar de catastro empleando un sistema de información geográfica, se está hablando de un proyecto sumamente grande donde se desea obtener información de cada parcela o terreno registrado a nombre de una persona, para esto es necesario utilizar no solo fotografías de alta resolución, sino la utilización de un sistema de GPS diferencial, el cual tenga errores aproximados de 10 centímetros.

### **1.2.1.3 Topología de los SIG**

La información en los Sistemas de Información Geográfica puede ser almacenada en formato vectorial o raster.

#### **1.2.1.3.1 Vectorial**

La información vectorial es utilizada en la representación de información que se requiere mayor precisión para la localización de los elementos en el espacio, ya que representan la información con límites definidos.

Los vectores dentro de los SIG son representados, mediante tres diferentes capas de información que son:

##### **Punto**

Es un elemento adimensional, que está definido en una única posición en el espacio con coordenadas preestablecidas.

##### **Línea**

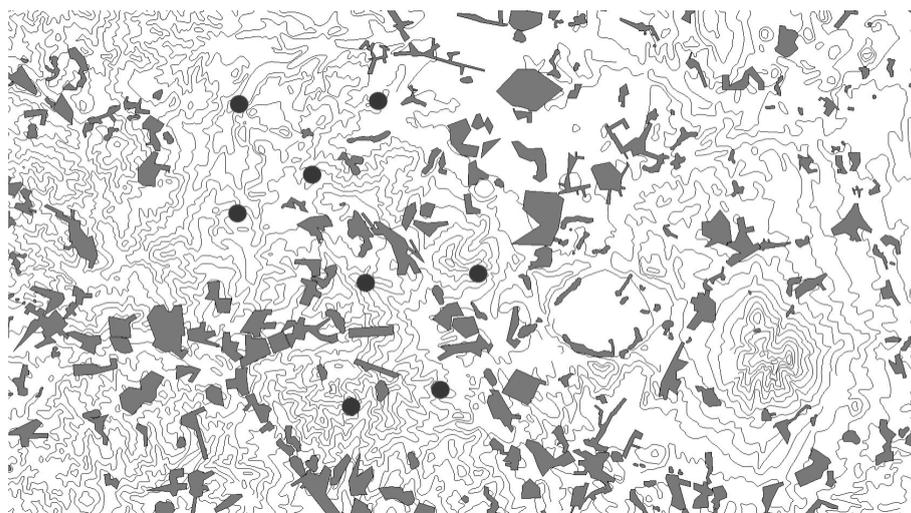
Sucesión de puntos alineados en una misma dirección.

##### **Polígono**

Es una figura plana limitada por segmentos rectos consecutivos no alineados, llamados lados y representan un área dentro del espacio.

### Figura 1. Topología vectorial

Representación de los tres tipos de vectores en un SIG: punto, línea y polígono.



Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

### 1.2.1.3.2 Raster

En los SIG, las capas raster están representados por una retícula o cuadrícula y se centra en las propiedades del espacio mas que en la precisión de la localización.

La retícula está dividida en celdas regulares, las que representan un único valor. Cuanto mayor sea el tamaño de la retícula, menor será la precisión de la información.

**Figura 2. Topología raster**

Distribución de los valores en un raster, es decir cada cuadro o pixel tiene un valor que se repite en varios pixeles.

1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	1	1	1	2	2	2	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	1	3	3

### **Figura 3. Imagen raster**

Representación de un raster trabajado con un software SIG, cada color indica un rango diferente de valores.



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

#### **1.2.2 Software SIG**

Durante la última década se ha creado gran cantidad de software para los Sistemas de Información Geográfica de distintas empresas comerciales hasta programas de distribución gratuita por internet.

Este tipo de software permite realizar tareas, análisis y representación de información en un formato que puede ser interpretado por el usuario final.

Este software es distribuido por empresas guatemaltecas, con precios que las empresas interesadas en mantener un sistema de información geográfica, deben tener en cuenta mantener en su presupuesto, ya que son licencias de un solo usuario.

También existen otras alternativas como son los que se ofrecen gratuitamente y se pueden descargar por Internet, para estos hay que tener en cuenta que son de menor calidad pero que si se pueden realizar las mismas tareas.

Entre los programas mas utilizados en nuestro medio están

- ArcGis
- ArcPad
- Imagine
- Envi
- MapServer

### **1.2.2.1 Aplicación de software SIG**

#### **ArcGis**

Software creado por la empresa estadounidense Esri y es utilizado ampliamente para el análisis y elaboración de mapas posicionados geográficamente, el cual cuenta con tres herramientas básicas como son ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox.

En ArcMap se despliegan las capas de información para ser procesadas y realizar análisis de éstas, además de hacer la presentación final de los mapas para ser impresos.

ArcCatalog permite el manejo de la información y ordenamiento de la información en los directorios, además de crear nuevas capas con sus características.

ArcToolbox es una serie de herramientas más avanzadas que permiten realizar análisis de la información.

### **ArcPad**

Software utilizado para trabajo de campo, el cual se instala en una Hand Held o computadora de mano, que debe tener integrado o adaptado un GPS para su funcionamiento y trasladar los datos de una manera más directa al formato utilizado por ArcMap.

### **Erdas Imagine**

Es una herramienta muy utilizada en nuestro medio especialmente para el análisis de imágenes por satélite y fotografías aéreas, el cual permite extraer y procesar información de éstas mediante módulos que se pueden instalar al software y son vendidos por separado por la empresa distribuidora.

Esta es una herramienta muy avanzada, que permite el manejo de información raster y vectorial, la cual se puede modelar en tres dimensiones y por ejemplo, hacer simulaciones de vuelo, como análisis de cobertura para las señales de radio.

### **Envi**

Este software se utiliza para el análisis de imágenes por satélite y fotografías aéreas, además de tener un módulo para la elaboración de mapas para su posterior presentación e impresión. Al igual que Erdas, permite hacer simulaciones y análisis avanzados.

## **MapServer**

Aplicación utilizada para publicar información SIG en Internet, en donde permite realizar mapas por medio de la red pero sin poder hacerle cambios a la información original.

Este software es de distribución gratuita que se puede descargar en Internet y se presenta como otra opción que viene a competir con programas distribuidos por ejemplo con los de la empresa Esri.

### **1.2.2.2 Difusión**

La mayor parte del software utilizado en instituciones gubernamentales y empresas privadas es ArcGis y Erdas Imagine, aunque su costo es elevado por licencia, son los de mayor preferencia por su fácil manejo y la gran variedad de análisis que permiten realizar.

Entre las instituciones gubernamentales que los utilizan están:

- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA-
- Municipalidad de Guatemala
- Instituto Nacional de Estadística –INE-
- Instituto Geográfico Nacional

Para el uso y manejo de este tipo de software, se realizan cursos organizados por las empresas distribuidoras, como en universidades, que además están implementando en algunas carreras el uso de esta herramienta y sus aplicaciones, una de ellas es la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **1.2.3 Sensores remotos**

#### **1.2.3.1 Definición de sensores remotos**

Sensores remotos o también conocida como percepción remota, es la técnica que permite obtener información de un objeto o superficie a través del análisis de los datos adquiridos por un instrumento que no esta en contacto con él.

Reciben el nombre de sensores remotos, porque los datos son recogidos a través de sensores instalados en plataformas aerotransportadas o en satélites artificiales.

#### **1.2.3.2 Tipos de imágenes**

Para los análisis elaborados utilizando imágenes por satélite, se tiene que establecer el detalle que se quiere tener de la información, las imágenes se pueden dividir en tres tipos, según su resolución.

Imágenes de escala general, escala media y de alta resolución, se sabe también que mientras más grande sea el tamaño del pixel en metros, menor será el detalle a obtener.

A continuación está un ejemplo para cada una de las escalas mencionadas.

#### **MODIS**

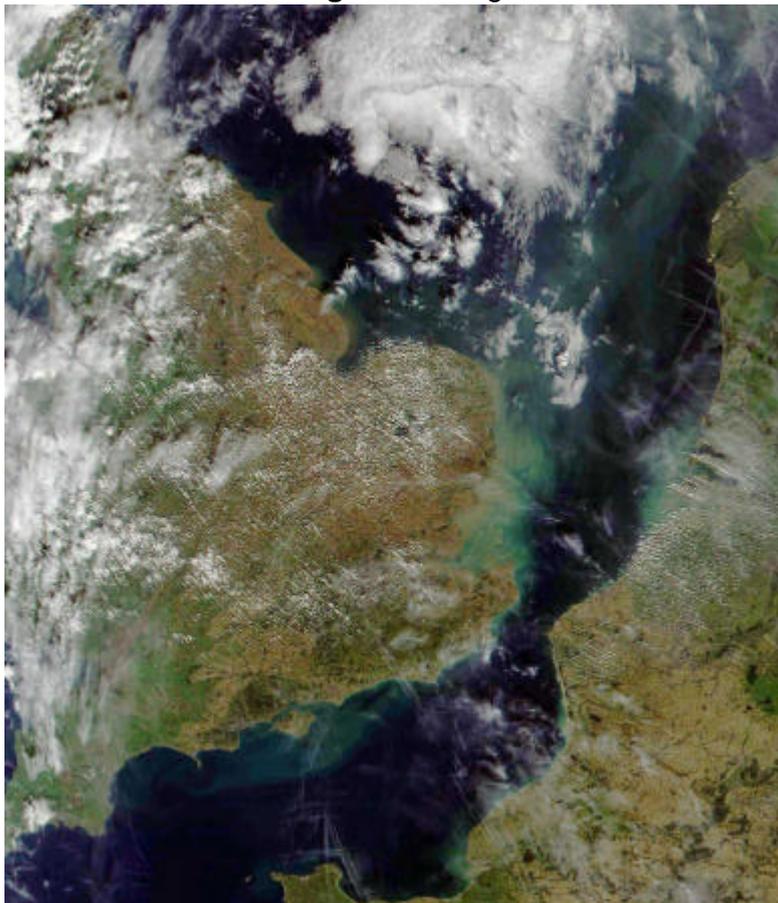
Las imágenes MODIS son utilizadas por instituciones internacionales para diferentes análisis y el monitoreo climático y son de escala general.

Estas imágenes están compuestas por 36 bandas de diferentes resoluciones espaciales como sigue

No. Bandas	Metros por pixel
2	250
5	500
29	1000

La resolución temporal de ésta es de aproximadamente dos días.

**Figura 4.** Imágen MODIS



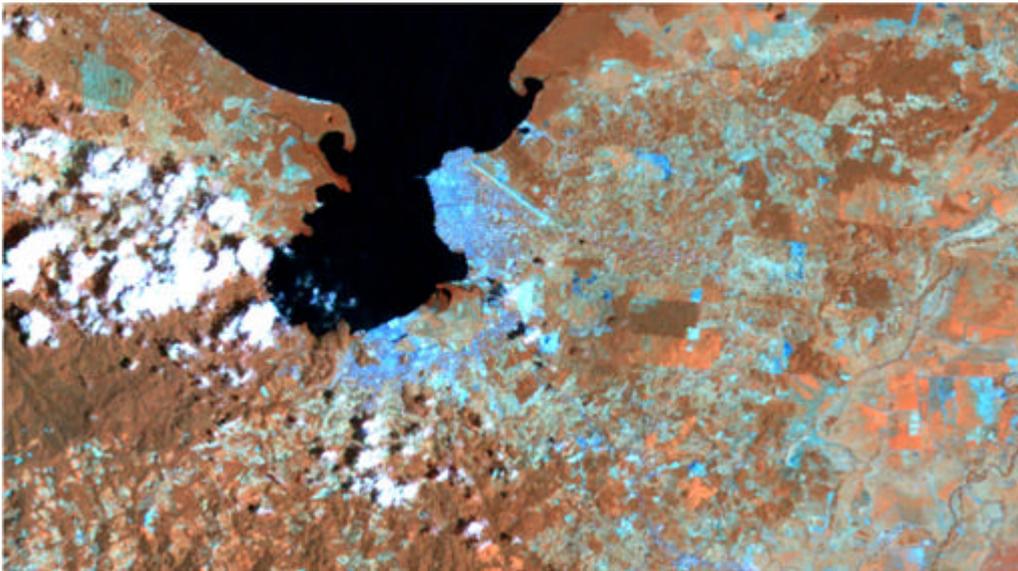
Fuente: NEODAAS (<http://www.sat.dundee.ac.uk/modis.html>)

## **Landsat**

Son imágenes de escala media, tomadas por el satélite Landsat 7, las cuales tienen una resolución espacial de 30 m y una resolución temporal de 15 días.

Estas imágenes están compuestas por ocho bandas, tres son visibles, tres infrarrojas y una termal, además de una banda pancromática con una resolución espacial de 15 m.

**Figura 5.** Imagen Landsat7



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

## **Ikonos**

Estas imágenes, tomadas por el satélite Ikonos de la empresa Space Imaging fueron las primeras imágenes de alta resolución disponibles al público. Cuentan con una resolución de la banda pancromática de 1 un metro y 4 metros en las bandas multi-espectrales.

**Figura 6.** Imagen Ikonos



Fuente: (<http://uregina.ca/piowarj/Satellites/IKONOS.html>)

### **1.2.3.3 Resolución espacial**

La resolución espacial de las imágenes, se refiere a la medida que tiene cada píxel y se mide en metros, por ejemplo una imagen Landsat tiene una escala aproximada de 1:50,000, donde la media por píxel es de 30 metros por cada lado.

La resolución espacial se puede dividir en tres, como sigue:

Imágenes de baja resolución

Imágenes de media resolución

Imágenes de alta resolución

Las imágenes de baja resolución permiten una cobertura mayor del terreno, pero el detalle es muy bajo, las imágenes MODIS entran en esta categoría.

Las imágenes de media resolución ya nos permiten discriminar más información y observar mejor definición, aunque no con suficiente detalle, las imágenes Landsat están dentro de esta categoría.

Las imágenes de alta resolución, cubren una superficie menor pero observamos mayor detalle de los lugares de estudio y poder utilizarlas en la elaboración de cartografía a nivel urbano, tal es el caso de las imágenes Ikonos.

#### **1.2.3.4 Resolución temporal**

Esta se refiere al intervalo de tiempo en que es tomada una imagen y la siguiente, por ejemplo las imágenes Landsat tienen una resolución temporal de 15 días.

La resolución temporal indica la frecuencia con que va estar el satélite obteniendo información de un mismo lugar y puede ser de días, semanas o meses.

#### **1.2.3.5 Aplicación de imágenes por satélite**

Las imágenes de satélite se están utilizando en muchas áreas, según sea el estudio que se desea realizar se elige la imagen que se necesita.

##### **Agricultura**

En agricultura, se han utilizado imágenes del satélite Landsat 7 que permite realizar análisis de cobertura forestal, uso de la tierra, entre otros. Esta imagen permite tener resultados a escala 1:50,000.

##### **Clima**

Muchas organizaciones nacionales e internacionales utilizan imágenes para ver cuál ha sido el recorrido de los huracanes y tormentas tropicales, que son las que afectan más en nuestro país, también en esta área, se pueden realizar análisis de áreas de inundación.

## **Análisis multi temporal**

Este tipo de análisis permite realizar monitoreos de áreas afectas, se pueden utilizar en agricultura y en clima.

En agricultura permite ver los cambios que han sucedido en diferentes fechas, por ejemplo cuantificar el área de bosque que se quema anualmente en la selva de Petén.

En el clima se han utilizado para medir las áreas de inundación que han ocurrido año con año por el paso de diferentes tormentas tropicales, y así establecer áreas de riesgo por inundaciones.

### **1.2.4 Fotografía aérea**

#### **1.2.4.1 Definición de fotografía aérea**

La fotografía aérea se toma mediante la instalación de máquinas fotográficas especiales a bordo de diversos medios aéreos, con el fin de obtener mayor resolución y obtener lugares de interés que no son de fácil acceso por vía terrestre .

Actualmente, se tiene acceso, a fotografías aéreas según las bandas en las que fueron tomadas que son:

Pancromáticas  
Color verdadero  
Infrarrojas

Las fotografías aéreas están siendo utilizadas para la elaboración de cartografía a detalle, así como para la actualización de mapas cartográficos a escala 1:50,000.

### 1.2.4.2 Tipos de fotografía

#### **Pancromáticas**

En Guatemala se cuenta con este tipo de fotografías, las cuales fueron tomadas en la década de los '90 a una escala de 1:40,000 y 1:20,000, y puestas a la venta por el Instituto Geográfico Nacional.

La característica principal de la fotografía pancromática es que viene representada por una sola banda y se ve en tonalidades de gris.

**Figura 7. Fotografía aérea, banda pancromática**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

## Color

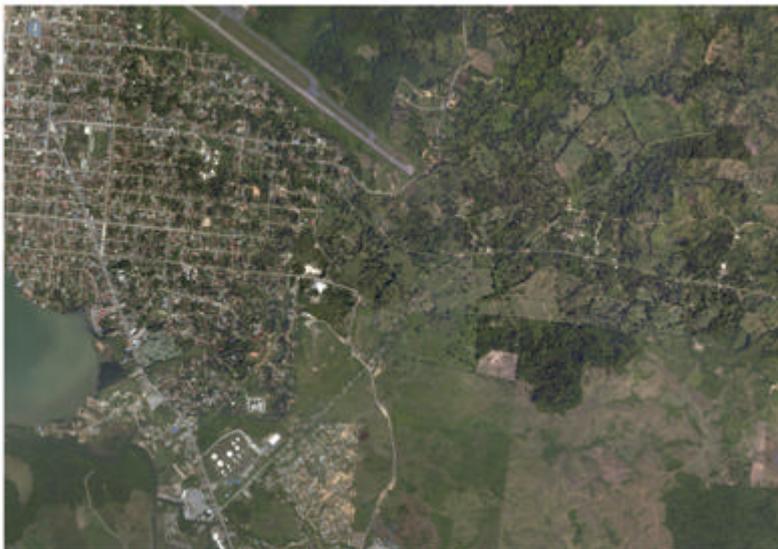
Estas fotografías se muestran en color natural. En el año 2006 se tomaron fotografías aéreas de alta resolución para toda Guatemala a una escala de 1:10,000.

La característica de estas fotografías, es que para dar el aspecto de color verdadero, viene compuesta por tres bandas en la combinación de colores rojo, verde y azul.

Para obtener el color verdadero, se clasifican de la siguiente forma:

Color	Banda
Rojo	1
Verde	2
Azul	3

**Figura 8. Fotografía aérea, color verdadero**



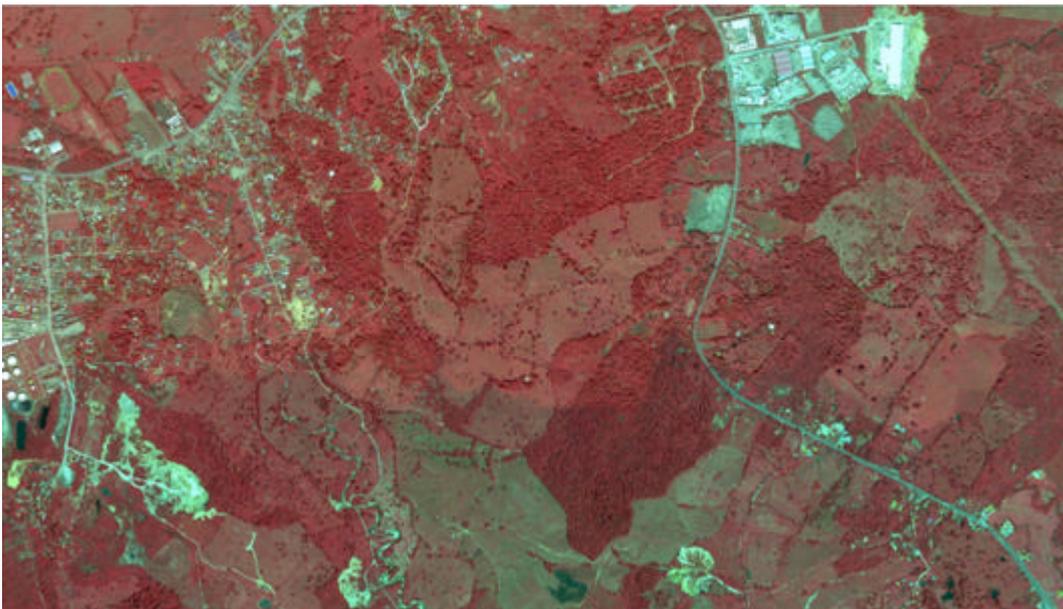
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

## **Infrarrojas**

Las fotografías infrarrojas permiten observar detalles que no se logra con las fotografías en color verdadero, una de sus características, es que hace una mejor discriminación para la separación de vegetación, por lo cual son utilizadas en la elaboración de mapas de cobertura forestal y mapas de uso del suelo.

También existe una serie de fotografías de alta resolución para toda Guatemala que fueron tomadas a escala 1:10,000.

**Figura 9. Fotografía aérea en infrarrojo**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

### **1.2.4.3 Cámaras a utilizar**

Actualmente, ha ido evolucionando la forma y calidad de las fotografías aéreas, durante mucho tiempo se tomaban fotografías que después eran impresas para su posterior análisis.

En nuestros días, existe la posibilidad de tomar las fotografías y al mismo tiempo ser creadas en un archivo digital para ser procesadas y analizadas con software especializado para esta tarea.

#### **Vexcel ultracam X**

Es una cámara digital que introdujo ventajas significativas sobre las cámaras tradicionales que son analógicas, permite obtener fotografías de 14,430 x 9,420 píxeles.

Esta cámara esta compuesta de los siguientes elementos:

- Unidad del sensor: Está formada por sensores colocados en paralelo.
- Unidad de proceso: Consta de 14CPUs que le permiten calcular los productos intermedios para evaluar la calidad de la imagen durante el vuelo.
- Unidad de datos: Permite varias unidades de datos intercambiables, donde se puede almacenar hasta 4,725 imágenes.

**Figura 10. Vexcel ultracam X**



Fuente: gtbibérica

### **IGI digicam**

Esta cámara permite obtener imágenes aéreas de forma rápida y económica, además de poder ser instalada tanto en avionetas como helicópteros, tiene un peso de menos de siete Kgs. el equipo completo digicam.

**Figura 11. IGI digicam**



Fuente: gtbibérica

#### **1.2.4.4 Aplicaciones del uso de las cámaras digitales**

Las fotografías aéreas están siendo utilizadas para muchos trabajos, que van desde Agricultura, Ingeniería, Mercadeo, Catastro, Monitoreo de Vehículos, etc.

##### **Agricultura**

Se están utilizando para realizar mapas a nivel local de uso del suelo, taxonomía.

##### **Ingeniería**

Se utilizan en el trazo de una nueva carretera, por ejemplo se ubican los poblados, barrancos, cerros, cobertura forestal, por mencionar algunos que sirven como herramienta para el nuevo trazo de la carretera.

##### **Mercadeo**

Se realizan zonificaciones con características del lugar poblado, además de identificar clientes con sus características de compra. También se puede utilizar para la ubicación de un nuevo negocio, donde en un mapa se identifican los negocios similares al que se quiere poner y en base a la característica del lugar y población, se establece si es factible o no.

##### **Catastro**

Aún se está trabajando, ya que depende mucho de la resolución de las fotografías, en Guatemala, las fotografías que se tienen actualmente, se aplicarían más a un catastro rural ya que la capital o lugares donde la población está muy concentrada aún es difícil identificar y hacer una separación de los terrenos de cada persona.

### **Monitoreo de vehículos**

Se utilizan las fotografías aéreas para saber el lugar exacto, no solo con la posición geográfica sino tener una mejor visión de los lugares por los cuales estuvo la persona que manejaba el vehículo.

### **Actualización cartográfica**

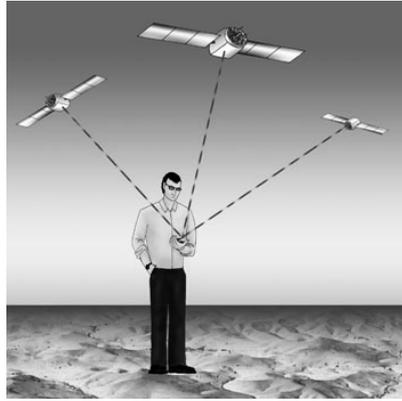
Debido a que la cartografía en Guatemala no se actualiza desde la década de los años 80 y algunas desde los años 70, ahora se están utilizando las fotografías de alta resolución tomadas en el año 2006 para la actualización de información, entre ella caminos, escuelas, centros poblados, etc.

## **1.2.5 Sistema de Posicionamiento Global –GPS-**

### **1.2.5.1 Definición de GPS**

El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de navegación basada en señal satelital consistente en una red de 24 satélites en órbita que se encuentran aproximadamente a 20,000 kilómetros de altura y en seis diferentes trayectorias. Los satélites están en constante movimiento, logrando así realizar dos vueltas completas a la órbita terrestre en menos de 24 horas.

**Figura 12. Transmisión de la señal de los satélites a un GPS en tierra**



Esta tecnología fue desarrollada por Estados Unidos con fines militares desde el año de 1967.

La configuración del GPS actual consta de tres sectores que son:

- Espacial: Sobre la cual están todos los satélites ocupados para el seguimiento.
- Control: Consta de cinco estaciones desde donde se controlan los satélites, se procesa la información y se sincronizan los relojes de cada satélite.
- Usuario: Comprende a los equipos utilizados por los usuarios finales, para conocer y medir alguna ubicación sobre la tierra.

Actualmente, los GPS tienen una variedad de usos tanto en tierra, aire y mar ya que esta tecnología puede ser utilizada en cualquier lugar, menos en los lugares donde es imposible recibir señal, por ejemplo, dentro de edificios, subterráneos o bajo el agua.

## 1.2.5.2 Tipos de GPS

### 1.2.5.2.1 Navegadores

Este tipo de GPS es el más utilizado en la actualidad, además de ubicar la posición geográfica y altura vienen integradas otras funciones como brújula, barómetro, entre otras. Además permiten guardar en memoria la información digitalizada de mapas, planos de calles y ciudades, red de carreteras.

Estos son utilizados cuando los trabajos no requieren de mucha exactitud, ya que el error no baja de tres metros de la posición indicada.

**Figura 13. GPS Navegador**



Fuente: [www.garmin.com](http://www.garmin.com)

### 1.2.5.2.2 Diferencial

Este tipo de GPS tiene como característica la mayor exactitud en la toma de datos, además de recibir y procesar la información de los 24 satélites, al mismo tiempo recibe y procesa otra información procedente de una estación terrestre situada en un lugar cercano que es reconocido por el receptor, esta información complementaria permite corregir las inexactitudes que se puedan introducir en la señal que el receptor recibe de los satélites.

En este caso, la estación ubicada en tierra, transmite al GPS los ajustes que son necesarios realizar en todo momento, éste los contrasta con su propia información y realiza las correcciones, mostrando los datos correctos con mayor exactitud.

Este tipo de GPS es el utilizado por los aviones, ya que para realizar maniobras como el aterrizaje se necesitan lecturas de latitud y longitud muy precisas, las lecturas en este tipo de GPS reducen el margen de error a menos de un metro de diferencia con la posición indicada.

**Figura 14. GPS Diferencial**



Fuente: [www.trimble.com](http://www.trimble.com)

## **1.2.6 Proyecciones**

### **1.2.6.1 Coordenadas geográficas**

Para localizar un punto sobre la superficie de la tierra, reconocido en un sistema a nivel mundial, sin importar el lugar, son utilizadas las coordenadas geográficas, cuya posición se indica en grados minutos y segundos por medio de la latitud y longitud.

#### **Latitud**

También conocida como paralelos y están formadas por círculos de diferentes tamaños que parten de la línea del ecuador y se expanden en dirección a los polos. La línea del ecuador es el círculo de latitud de mayor diámetro de la tierra y la divide en dos mitades: hemisferio norte y hemisferio sur, esta línea está identificada en los mapas como la latitud "0", donde el hemisferio norte son coordenadas con símbolo positivo y el hemisferio sur son coordenadas con símbolo negativo.

#### **Longitud**

También se les conoce como meridianos, se extienden desde el polo norte hasta el polo sur de forma paralela al eje de rotación de la tierra. La longitud "0" se designa el meridiano que pasa por el real observatorio astronómico de greenwich, en Inglaterra. Conocido con el nombre de meridiano de greenwich de donde se determina la hora en todos los puntos de la tierra.

El meridiano de greenwich divide la tierra en otras dos mitades a partir de los polos, tomando como referencia su eje de rotación: hemisferio occidental hacia el oeste y hemisferio oriental hacia el este, las longitudes se miden en las dos direcciones correspondientes a cada hemisferio partiendo del meridiano 0

de greenwich siendo positivo para el hemisferio oriental y negativo para el hemisferio occidental.

**Figura 15. Sistema de coordenadas geográficas**



### 1.2.6.2 Proyección UTM

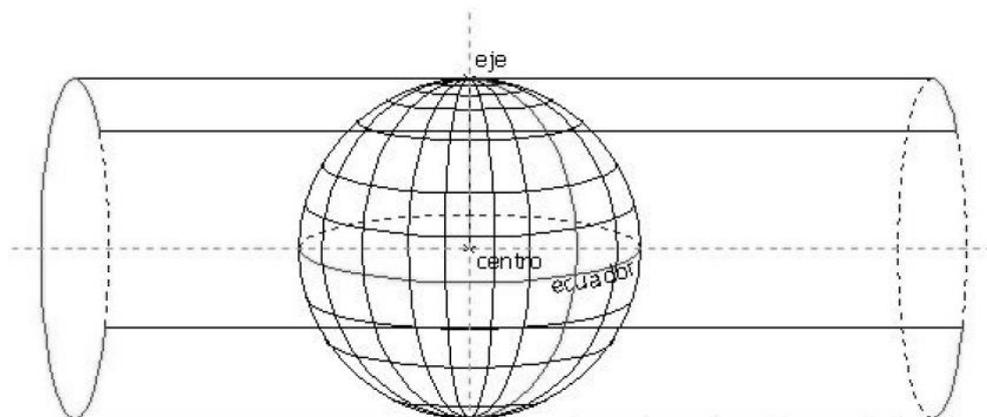
Para representar la superficie de la tierra en forma plana, se utilizan diferentes tipos de proyecciones, una de ellas es la proyección universal transversal de mercator.

Esta proyección es utilizada en Guatemala para la representación de los mapas cartográficos y se puede observar en los mapas elaborados por el Instituto Geográfico Nacional.

La proyección UTM es una proyección el tipo cilíndrica transversal respecto al eje de la tierra, divide a la tierra en 60 zonas, partiendo del meridiano de greenwich.

Cada zona está dividida en seis grados de longitud, para hacer un total de 360 grados alrededor de la tierra.

**Figura 16. Proyección UTM cilíndrica transversal**



### 1.2.6.3 Proyección GTM

Por sus siglas, significa Guatemala Transversa de Mercator, es una proyección creada para Guatemala en una única zona, la creación de esta se dio para resolver el problema que existe al utilizar la proyección UTM que consistía en obtener los datos en dos zonas (15 y 16). Las especificaciones técnicas de esta proyección fueron creadas para que los datos representados en ésta, quedaran entre la zona 15 y 16 de la proyección UTM.

Las especificaciones técnicas para esta proyección son:

**Proyección:** transversa de mercator en una zona única local

**Esferoide:** WGS 84,

**Datum:** World Geodetic System 1984

**Longitud de Origen:** -90° 30' (meridiano central de la proyección)

**Latitud de Origen:** 0° (el ecuador)

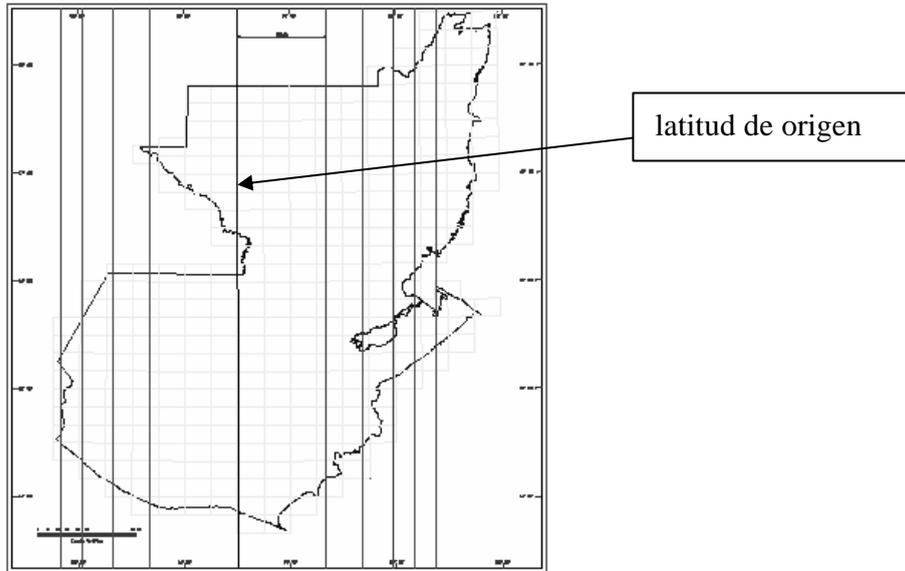
**Unidades:** metros

**Falso norte:** 0 metros

**Falso este:** 500,000 metros en el meridiano central

**Factor de escala en el meridiano central:** 0.9998

**Figura 17. Proyección GTM**





## **2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y VENTAS**

### **2.1 Producto**

#### **2.1.1 Descripción del producto**

Los productos de consumo masivo, están orientados a toda la población, y pueden ser adquiridos casi en la totalidad de tiendas en toda la República, son de bajo costo y son consumidos tanto por niños como por adultos. No existe un mercado específico para este producto, son vendidos en puestos de venta al paso como en supermercados nacionales e internacionales.

Debido a que son productos que no tienen una temporada específica de venta, y son comprados a nivel nacional por cualquier persona, la competencia va aumentando, lo que hace necesario recopilar información para realizar los pronósticos de ventas y en ocasiones realizar promociones para que no se pierda la posición de la marca en el mercado y con eso elevar el nivel de ventas.

#### **2.1.2 Mercado actual**

El mercado para este tipo de productos, no se encuentra segmentado, este es un producto de consumo masivo, el cual es accesible en costo y alcance a toda persona.

El mercado es todo negocio o persona que cuente con una posición fija, es decir casa particular o tienda, que van desde tiendas de barrio hasta supermercados tanto de cadenas nacionales como internacionales ubicados dentro del territorio de Guatemala.

## **2.2 Puntos de venta**

### **2.2.1 Descripción de puntos de venta**

Debido a la gran demanda y aceptación de los productos de consumo masivo por la población, los puntos de venta, también conocido como clientes de la empresa se distribuyen a nivel nacional y van desde personas que compran por unidad o para consumo personal, hasta los supermercados que se les considera clientes mayoristas.

Actualmente, se cuenta con un listado de clientes que se puede visualizar en formato electrónico únicamente con el nombre del cliente y un código para cada uno de estos, este listado es el que el vendedor utiliza para realizar sus visitas de venta.

Estos puntos de venta o clientes no están ubicados geográficamente, solo el vendedor por experiencia conoce el lugar donde se encuentran, no se tiene el conocimiento de la posición geográfica.

Estos puntos de venta o clientes son variables ya que en nuestro país, las personas con gran facilidad abren una tienda o cierran el negocio de un día para otro.

### **2.2.2 Información actual**

La información que se tiene actualmente del cliente, se tiene en formato digital y es la que el vendedor obtiene mediante la facturación, que es el nombre del cliente, negocio o la persona a quien se le factura, número de identificación tributaria –NIT-, y las ventas diarias que se obtienen mediante la facturación que hace el vendedor.

### **2.2.3 Distribución**

Dentro de la empresa, hay un gerente de ventas, y a su vez este tiene bajo su mando supervisores de ruta, los cuales tienen a su cargo cierta cantidad de rutas que va variando de acuerdo a la cantidad de clientes que se visitan diariamente.

El gerente de ventas con los supervisores, establecen la cantidad de rutas y su recorrido diario, se le entrega al vendedor un listado con una cantidad de clientes, y de acuerdo como están ordenados es el orden que deben seguir para las ventas.

Cada vendedor tiene asignado un vehículo en el cual realiza su recorrido y transporta el producto a vender, de acuerdo a la experiencia que han tomado en cada ruta, ellos ya saben que cantidad de producto pueden sacar cada día.

### **2.2.4 Ventas**

Como se mencionó en el inciso anterior, los vendedores tienen una cantidad de clientes por visitar diariamente, y pasan de negocio en negocio realizando sus ventas.

También se vende el producto directamente al consumidor final si éste llega al vehículo a comprarlo.

### **2.2.5 Control**

El control de ventas, se lleva por medio de un inventario que se hace cuando sale el vendedor a realizar su ruta, y cuando regresa se le hace otro conteo del producto que regresa, así, debe cuadrar la facturación y producto que regresó con el inventario que se realizó antes hacer la ruta de ventas.

El encargado de ventas también tiene conocimiento de las ventas diarias que realizaron y que clientes visitaron, así saben también que clientes compran y quienes han dejado de comprar.

## **3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y VENTAS**

### **3.1 Puntos de venta**

#### **3.1.1 Posición geográfica**

En la actualidad, las empresas quieren saber mas sobre sus clientes, quienes son, cuanto compran, etc., y lo mas importante, saber en donde están posicionados geográficamente.

La información va enriqueciendo a las empresas y van tomando ventaja sobre las otras de la competencia, de manera que va facilitando a los gerentes en la planificación de ventas y distribución de los productos, como también ayuda a los tomadores de decisiones.

Utilizando una handheld que tiene incorporado un sistema de GPS se llenará un formulario con datos que puedan identificar al negocio con el propietario de éste, así como generar la posición geográfica en latitud y longitud.

Esta información se recopilará en coordenadas geográficas, debido a que ésta es universal y no se tendría problemas en los lugares donde la proyección UTM cambia de zona.

Después de recopilar la información se realizará una re-proyección de coordenadas a GTM para ser sobrepuesta en las fotografías aéreas.

El formulario que se llena con las handheld, genera una tabla que puede ser abierta en una hoja excel, lo que permite tener los datos listos para ser mapeados en un sistema SIG.

**Tabla II. Datos de formulario para clientes**

Idcliente	Representa el identificador único para cada cliente
Nombre	Nombre del cliente
Ruta	La ruta a la cual esta asociado el cliente
Tipo	Si es un cliente que compra todo el año, eventualmente o ya no compra.

Este formulario será elaborado por un programador en visual basic, de manera que cuando se almacene la información también quede asociada la coordenada geográfica para cada punto.

El formulario se hará por medio de un lenguaje de programación, ya que se debe obtener la coordenada del GPS que está integrado a la handheld y debe ser de la siguiente forma

**Figura 18. Formulario Digital**

The image shows a digital form with a dark background. At the top, the title 'Información de Cliente' is displayed in a light-colored font. Below the title, there are four input fields, each with a label to its left: 'Idcliente:', 'Nombre:', 'Ruta:', and 'Tipo:'. Each label is followed by a white rectangular input box. At the bottom of the form, there is a light-colored rectangular button with the text 'Guardar' centered on it.

Al presionar la opción guardar, se genera la coordenada internamente, para después ser exportada a una tabla que se pueda exportar a excel.

### **3.1.2 Información asociada**

Después de descargar la información que se obtuvo de las handheld, y configurada en una hoja electrónica, de modo que sea separable por cliente con un identificador único, se procede a asociarle información de ventas.

Esta generación de clientes por medio de su coordenada y asociada a una tabla de atributos, va permitir que después se siga agregando información relacionada a cada cliente, lo que permitirá enriquecer la base de datos y realizar más análisis con la información.

## **3.2 Cartografía a detalle**

### **3.2.1 Fotografía aérea**

Uno de los insumos para el análisis de la información y muy importante es la utilización de fotografías aéreas del área en estudio, tomada a escala 1:10,000 y posicionada geográficamente, la cual servirá para realizar una serie de mapas de los puntos de venta.

Estas fotografías, están ortorectificadas, es decir cuentan con una posición geográfica (x,y), además se puede obtener el dato de altura para cada punto, esto permite que la posición sea mas exacta cuando se posicionen los puntos de GPS sobre éstas.

Además, permitirá identificar áreas de población donde no se encuentre ningún cliente, así como accesos a estos lugares si los hay.

### **3.2.2 Digitalización de información**

Uno de los aspectos a tomar en cuenta es que en Guatemala, existe muy poca información a detalle, por ese motivo, las fotografías aéreas, además de que sirvan para el análisis de observar las áreas con población no cubiertas por los vendedores, también se digitalizarán las calles y avenidas del lugar de estudio.

Esta información servirá para tener una mejor referencia gráfica e información de calles y avenidas para poder ubicar a los clientes no solo por su posición geográfica, sino también en que dirección están.

### **3.2.3 Asociación de atributos**

La asociación de atributos consiste en crear un código para cada cliente, de esta forma se podrá vincular la información que se recopiló en el campo con la información que se genere de ventas, estas ventas serán lo que el vendedor facture diariamente.

De esta forma, quedará una base de datos lista para agregar cualquier tipo de información relacionada a los clientes, por ejemplo, el crédito que se dejó a los clientes durante el mes.

Toda esta información se podrá generar en una tabla que permita ser graficada geográficamente para la elaboración de mapas, y así realizar análisis con esta información que va enriqueciendo más la base de datos.

### **3.2.4 Cartografía existente**

Dentro de los insumos a utilizar, para este análisis, existen datos posicionados geográficamente, elaborados por instituciones gubernamentales, uno de estos insumos es el censo realizado en el año 2002, por el Instituto Nacional de Estadística –INE-.

Esta información, servirá para determinar la cantidad de personas que podrían consumir el producto.

## **3.3 Mapas**

### **3.3.1 Descripción de mapa**

Un mapa es una representación gráfica de la superficie terrestre en forma parcial o total, que está en relación con la realidad, a la cual se le llama escala.

Los mapas se utilizan para representar, analizar y comunicar información a la persona que los lee, por eso debe cumplir con ciertos requisitos mínimos, como:

- Nombre del mapa
- Información clara
- Escala
- Orientación

Estos requisitos van aumentando, de acuerdo a la utilidad de los mapas, ya que también existen normas tanto internas establecidas por el Instituto Geográfico Nacional –IGN-como también normas internacionales para estandarizar los mapas.

Entre los mapas más comunes tenemos:

- Mapas topográficos
- Mapas temáticos

### Mapas topográficos

En estos mapas se muestra la topografía, hidrología, límites administrativos, red de comunicaciones y otros elementos.

Estos mapas son vendidos en Guatemala por el Instituto Geográfico Nacional –IGN-

**Figura 19. Mapa topográfico**

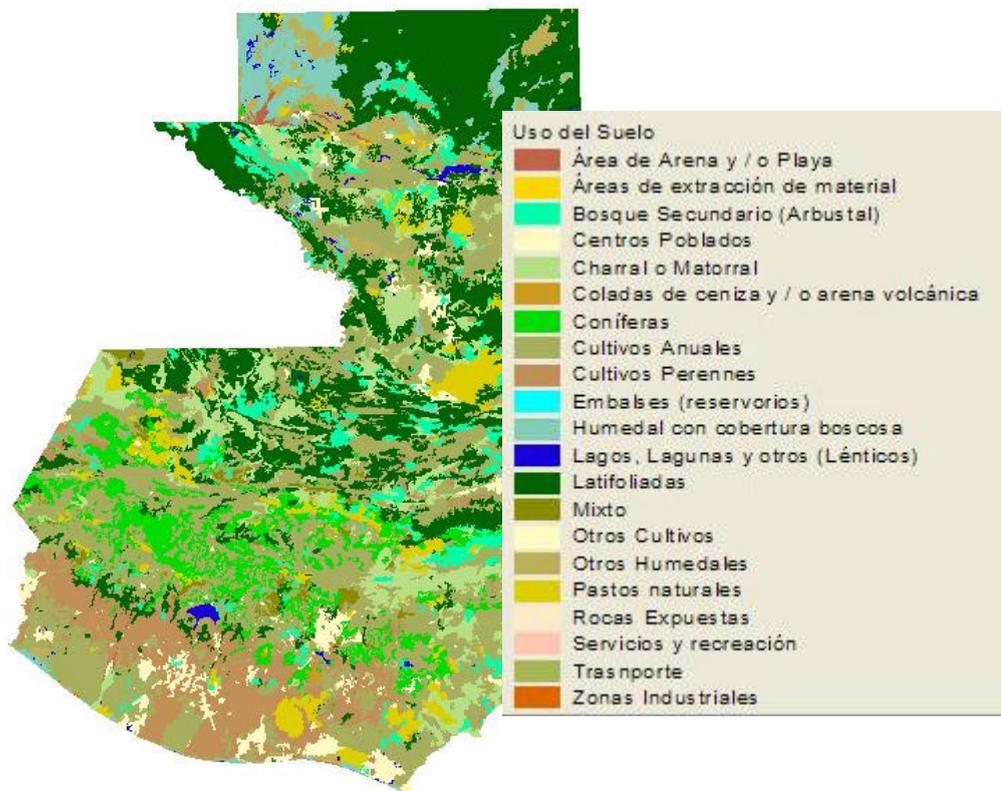


Fuente: Instituto Geográfico Nacional

## Mapas temáticos

Representan información sobre cualquier terreno, entre la información que se representa en estos mapas está: relieve, suelo, vegetación, clima, etc.

**Figura 20. Mapa temático**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

### **3.3.2 Aplicación de los mapas**

Los mapas sirven para realizar diferentes análisis, y observar como se encuentran posicionados los puntos de venta en el área de estudio y como se distribuyen las rutas de venta.

En el mapa de calles, está asociada la información de número de calle y avenida en donde se encuentra cada cliente por medio de la posición geográfica.

Los mapas son una herramienta que sirven para planificar, tomar decisiones en las ventas y distribución del producto, además de saber cual es la cobertura que se tiene en el área de interés, donde están posicionados los clientes, donde están los clientes que compran regularmente y donde están los clientes que dejaron de comprar el producto.

Para la elaboración de mapas hay que hacer un trabajo de campo que permita recolectar la información que se necesita y es así como se pueden realizar los análisis tanto cuantitativos como cualitativos, para la interpretación de mapas de este trabajo se harán los análisis de forma cualitativa.

Para la aplicación de mapas en las empresas, hay que tomar en consideración las ventajas y desventajas que puede traer los sistemas de información geográfica.

**Ventajas:**

- Crear una base de datos organizada y actualizada de los clientes
- Disminuir el tiempo que lleva responder a los requerimientos de los clientes
- Mejorar la integración organizacional
- Tomar mejores decisiones
- Realizar consultas de acuerdo a los requerimientos gerenciales
- Mejor rendimiento y reducción de costos en combustible
- Optimización en tiempo de la visita a clientes
- Creación de rutas optimas para el itinerario de ventas

**Desventajas:**

- Costo de la inversión inicial alto
- Poca información de alta resolución
- Bases de datos cartográficas desactualizadas
- Poca información en las empresas sobre los sistemas de información geográfica
- Poco personal capacitado para uso de los sistemas de información geográfica



## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PARA DISTRIBUCIÓN Y VENTAS**

### **4.1 Mapas**

#### **4.1.1 Puntos de venta**

En este mapa están representados todos los puntos de venta o clientes que se encuentran en el centro urbano de Puerto Barrios posicionados geográficamente. En éste, se puede observar la distribución de puntos y los lugares donde se tiene mayor concentración de clientes.

Los datos de este mapa fueron tomados al principio en coordenadas geográficas y luego transformados a la proyección GTM para sobreponerlos en fotos aéreas posicionadas geográficamente.

La transformación de coordenadas geográficas a la proyección GTM, se hizo en el programa ArcView 3.3, utilizando la extensión projector.

Los negocios registrados para el centro urbano de Puerto Barrios fueron de 1070.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de los datos obtenidos y que pueden ser consultados en la versión digital, entre estos datos están, el código de cliente, nombre del cliente, ruta a la que pertenece y que tipo de cliente, donde el tipo de cliente significa la frecuencia con la que compra.

**Tabla III. Datos de clientes**

<b>Idcliente</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ruta</b>	<b>Tipo</b>
441043513	Claudia Guzmán Morales	3	2 Eventual
44104745	Olga Perez	3	1 Anual
44104746	Luisa Velásquez	3	2 Eventual
44104748	Maria García	3	1 Anual
44104750	Gertrudis Reyes	3	2 Eventual
44104751	Domingo Ordoñez	3	1 Anual
44104753	Alba Cortéz Cordon	3	1 Anual
44104756	Carmen Nájera	3	1 Anual
441042486	Nicolas Quino	3	1 Anual
441043899	Nicolas Quino Gonzalez	3	2 Eventual
441043815	Transito Duarte	3	2 Eventual
44104758	Lilian Calderon	3	1 Anual
44104759	Herminia Lopez	3	1 Anual
44104761	Gilberta Santos	3	1 Anual
44104763	Sheny Godoy	3	1 Anual
44104765	Abraham Lux	3	2 Eventual
44104766	Regino Perez	3	1 Anual
44104769	Carmen Gonzalez	3	1 Anual
44104774	Ana Maria De Calderon	3	2 Eventual
44104771	Lorena Tobar	3	1 Anual
44104772	Avelino Lopez	3	1 Anual
441042646	David Lopez	3	1 Anual
44104768	Cecilia Castro Zapeta	3	1 Anual
44104775	Virgilio Mejia	3	1 Anual
44104777	Erick Giron	3	1 Anual
44104779	Martin Castro	3	1 Anual
44104780	Dalila Orellana	3	1 Anual
44104782	Juan Taque	3	1 Anual
44104785	Reniere Chigua	3	1 Anual
44104787	Marco Tulio Borja	3	1 Anual
44104789	Dalila Marroquin	3	2 Eventual
44104790	Esc. Ernesto R. Lara/Maria Jimenez K	3	2 Eventual
441044009	Maria Peralta	3	2 Eventual

De la tabla anterior se tiene

<b>Clave de Tabla</b>	<b>Significado</b>
Idcliente	Identificador único para cada cliente
Nombre	Nombre del cliente
Ruta	Ruta a la que pertenece el cliente
Tipo	A que frecuencia compra el producto cada vez que pasa el vendedor

<b>Tipo</b>	<b>Significado</b>
Anual	Compra todos los día que pasa el vendedor
Eventual	Compra el producto pero no compra todas las veces que pasa el vendedor
Perdido	Ha dejado de comprar el producto

En la siguiente tabla se muestra para los mismos clientes de la tabla de clientes, las coordenadas obtenidas por el GPS.

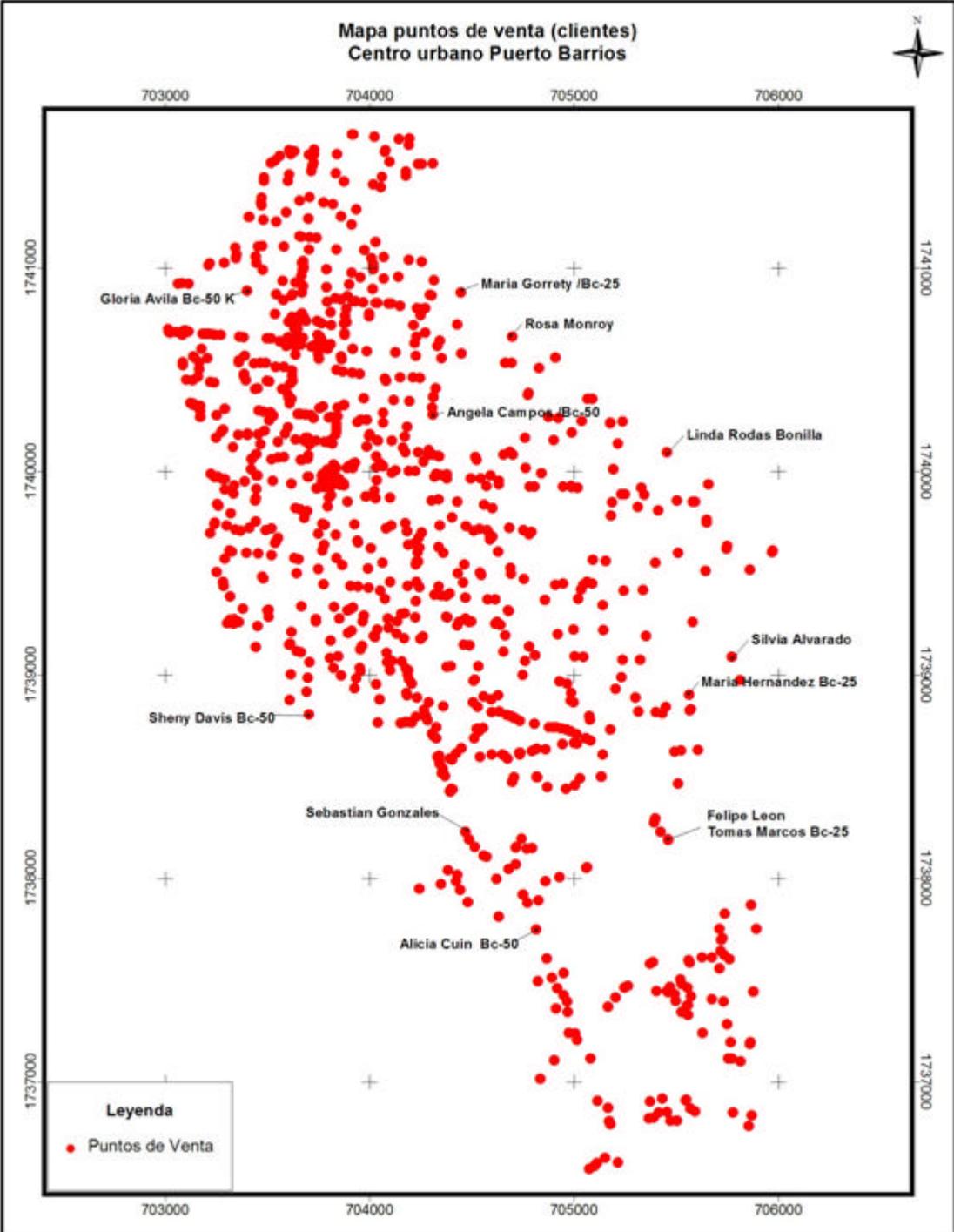
En esta aparecen primero las coordenadas geográficas latitud y longitud (Lat/Lon) y después las coordenadas en GTM (X/Y).

En la versión digital de esta tabla, también aparecen asociados estos datos al Idcliente.

**Tabla IV. Posición geográfica de clientes**

Nombre	Lat	Lon	X	Y
Claudia Guzmán Morales	15.726661	-88.597576	703890.70	1739966.13
Olga Perez	15.726521	-88.598309	703812.26	1739949.92
Luisa Velásquez	15.726691	-88.598283	703814.88	1739968.77
Maria García	15.726582	-88.598276	703815.74	1739956.71
Gertrudis Reyes	15.726622	-88.598261	703817.30	1739961.15
Domingo Ordoñez	15.726645	-88.598256	703817.82	1739963.70
Alba Cortéz Cordon	15.726745	-88.598228	703820.72	1739974.80
Carmen Nájera	15.727051	-88.598114	703832.64	1740008.78
Nicolas Quino	15.726832	-88.598343	703808.30	1739984.32
Nicolas Quino Gonzalez	15.726791	-88.598349	703807.70	1739979.77
Transito Duarte	15.726289	-88.598373	703805.63	1739924.18
Lilian Calderon	15.726540	-88.598351	703807.74	1739951.99
Herminia Lopez	15.726271	-88.598234	703820.55	1739922.33
Gilberta Santos	15.726275	-88.598245	703819.36	1739922.76
Sheny Godoy	15.726291	-88.598137	703830.93	1739924.63
Abraham Lux	15.726320	-88.598115	703833.26	1739927.86
Regino Perez	15.726610	-88.597834	703863.09	1739960.23
Carmen Gonzalez	15.726456	-88.597731	703874.29	1739943.29
Ana Maria De Calderon	15.726361	-88.597531	703895.83	1739932.97
Lorena Tobar	15.726697	-88.597972	703848.21	1739969.73
Avelino Lopez	15.726374	-88.597882	703858.18	1739934.07
David Lopez	15.726244	-88.597980	703847.81	1739919.58
Cecilia Castro Zapeta	15.726833	-88.597982	703847.00	1739984.77
Virgilio Mejia	15.726599	-88.598014	703843.81	1739958.84
Erick Giron	15.726981	-88.597894	703856.29	1740001.24
Martin Castro	15.726956	-88.597866	703859.32	1739998.50
Dalila Orellana	15.726957	-88.597830	703863.18	1739998.65
Juan Taque	15.725903	-88.597936	703852.86	1739881.88
Reniere Chigua	15.725791	-88.598037	703842.15	1739869.39
Marco Tulio Borja	15.725417	-88.598110	703834.69	1739827.92

Nota: Los datos de coordenadas se modificaron por solicitud de la empresa



### 4.1.2 Calles

En el mapa de calles están representadas todas las calles del centro urbano de Puerto Barrios, estas calles fueron digitalizadas de una fotografía aérea, que esta posicionada geográficamente.

Adicionalmente, a esta base de calles, se le agregó el nombre de la calle o avenida.

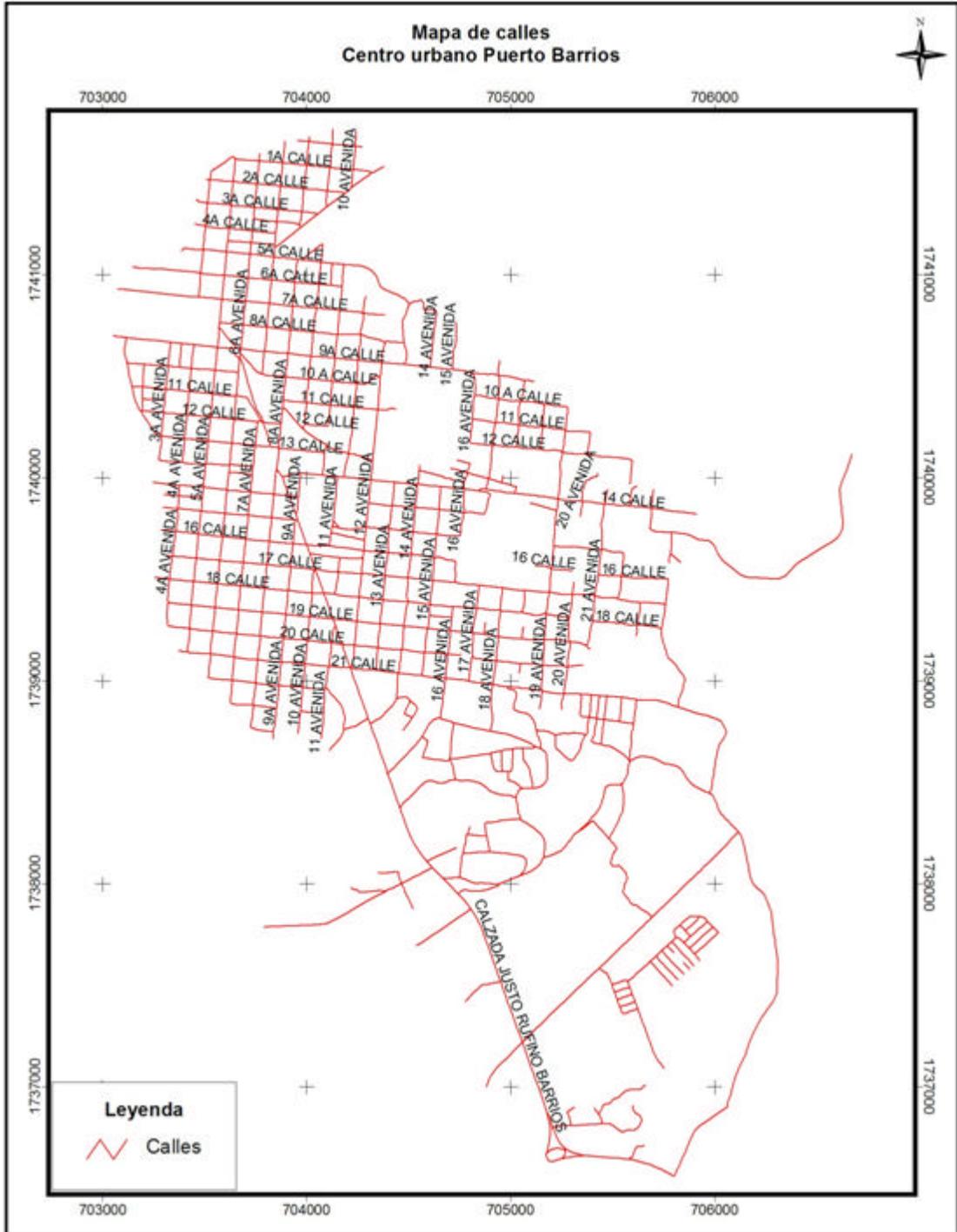
Con este mapa se puede obtener el número de calle y avenida para cada cliente y así ir mejorando la información de cada uno de ellos, actualizar y crear información que aún no se tiene.

Hay que tener en cuenta que algunas calles no cuentan con su nomenclatura, la información de nomenclatura se puede obtener de dos formas, la primera es ir a hacer trabajo de campo al lugar de estudio y la segunda, ir a la municipalidad de cada lugar para recopilar la información, para lo cual se debe llevar una fotografía aérea o la base de calles impresa.

La siguiente tabla muestra algunos datos de atributos para la base de calles.

**Tabla V . Nomenclatura de calles**

<b>Id</b>	<b>Nombre</b>
0	10 A CALLE
0	10 A CALLE
0	10 A CALLE
0	10 AVENIDA



### 4.1.3 Puntos de venta y calles

#### Distribución de rutas

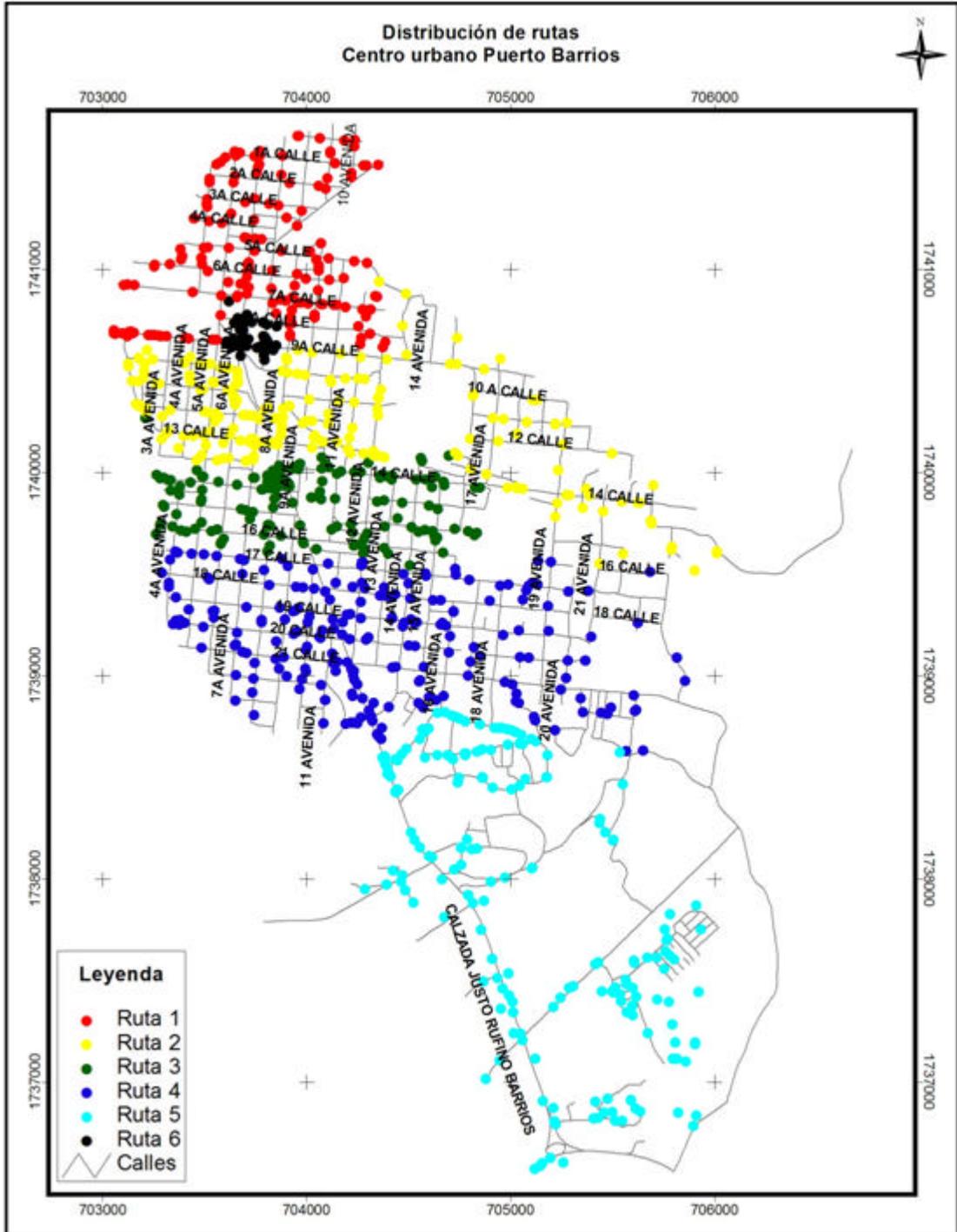
La venta del producto se hace por medio de ruteo, para esta área, hay seis vendedores que realizan esa venta, en la que solo la ruta seis se cubre a pie, las otras con vehículo.

Este mapa representa los puntos de venta posicionados geográficamente sobre la base de datos de calles.

Estos puntos están clasificados por rutas, donde cada ruta esta compuesta por una cantidad de clientes que varía según van apareciendo clientes nuevos o van dejando de comprar, así cada color representa una ruta diferente:

Ruta	Color
1	Rojo
2	Amarillo
3	Verde
4	Azul
5	Celeste
6	Negro

La tabla utilizada para elaborar este mapa, fue la misma que se utilizó en el mapa de puntos de venta.



Esta distribución de rutas se hace para saber el territorio cubierto por cada uno de los vendedores, además se está preparando la base para conocer cual es el recorrido que realizan y así poder mejorar y optimizar la visita a los clientes.

Además, con este mapa ya se puede obtener un dato adicional para cada punto, como es el nombre de la calle o avenida donde se encuentra cada cliente.

Esto facilita al supervisor de ventas conocer más sobre los clientes de cada vendedor, además si se debe cubrir al vendedor oficial con otro, se puede utilizar esta herramienta para que conozca el territorio antes de salir a vender.

A continuación se mostrará una tabla con el contenido de algunos puntos, podemos observar que cada uno de los clientes tiene su coordenada en GTM y el número de ruta al que pertenece.

**Tabla VI. Coordenadas en proyección GTM**

Nombre	Ruta	Coor X	Coor Y
Claudia Guzmán Morales	3	703890.70	1739966.13
Olga Perez	3	703812.26	1739949.92
Luisa Velásquez	3	703814.88	1739968.77
Maria García	3	703815.74	1739956.71
Gertrudis Reyes	3	703817.30	1739961.15
Domingo Ordoñez	3	703817.82	1739963.70
Alba Cortéz Cordon	3	703820.72	1739974.80
Carmen Nájera	3	703832.64	1740008.78
Nicolas Quino	3	703808.30	1739984.32
Nicolas Quino Gonzalez	3	703807.70	1739979.77
Transito Duarte	3	703805.63	1739924.18
Lilian Calderon	3	703807.74	1739951.99
Herminia López	3	703820.55	1739922.33
Abraham Lux	3	703833.26	1739927.86

Nota: Los datos de coordenadas se modificaron por solicitud de la empresa

## Ventas anuales

El siguiente mapa representa las ventas al año que se tuvieron en el centro urbano de Puerto Barrios, representadas con diferentes colores como sigue

Color	Venta en unidades
Amarillo	0 – 750
Verde	751 – 2500
Rojo	2501 – 7737

Para este mapa, ya se utiliza la información recabada en campo asociada a la información existente de ventas.

La información existente consiste en la cantidad de ventas al mes durante el año 2007, y para este mapa se sumaron todas las cantidades desde enero a diciembre.

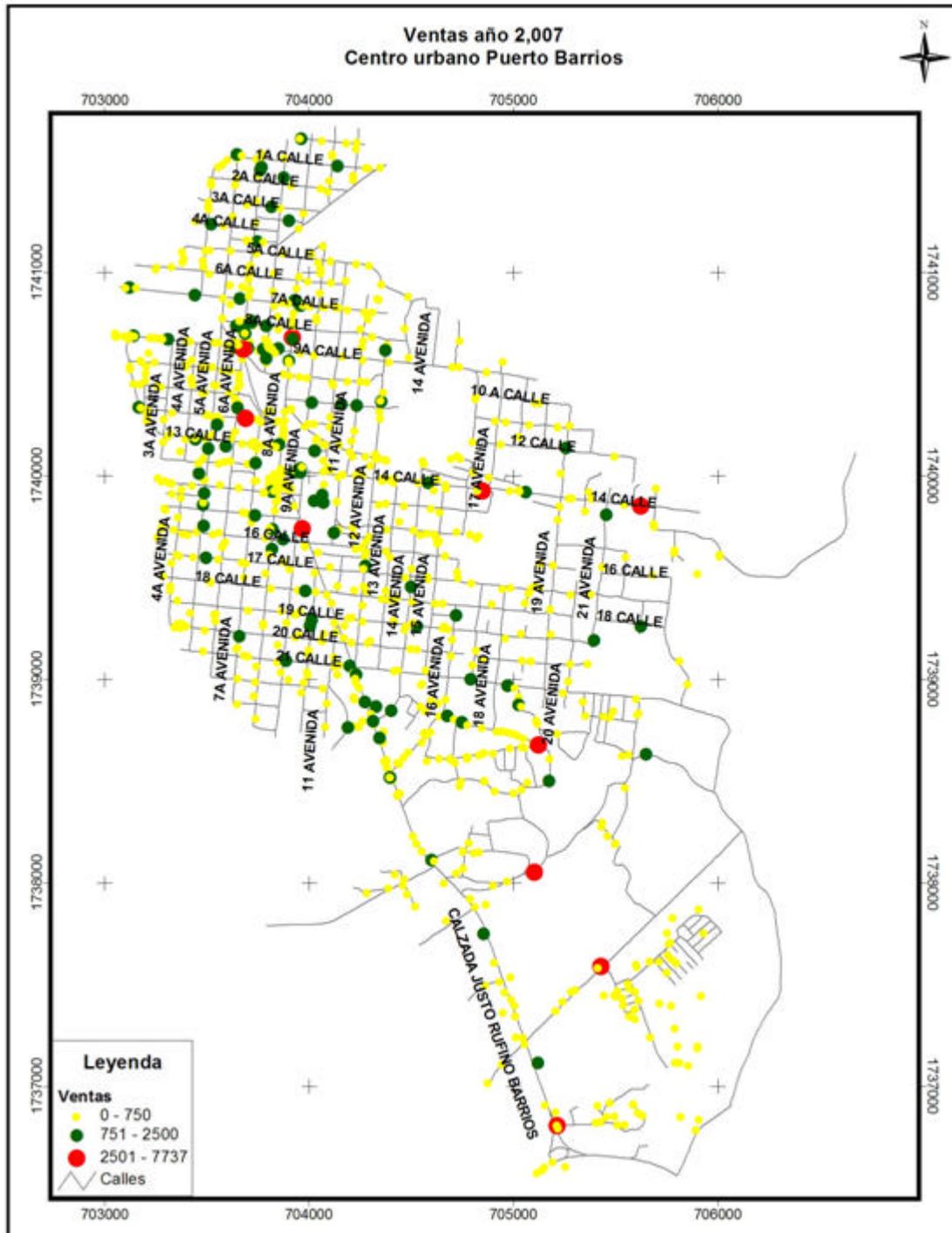
El dato que se utilizó para hacer el vínculo entre ambas tablas fue el Idcliente que existe en las dos tablas, la que se obtuvo en campo y la tabla que existe para las ventas, para eso se utilizó el comando join en ArcView.

La siguiente tabla muestra algunos datos de los que están asociados a cada punto en el mapa ventas año 2007, el campo año 2007 muestra la cantidad en unidades vendidas a cada cliente durante el año 2007.

**Tabla VII.** Ventas año 2007

Nombre	Coor X	Coor Y	Ruta	Año 2007
Claudia Guzmán Morales	703890.70	1739966.13	3	299
Olga Perez	703812.26	1739949.92	3	236

Nota: Los datos de venta fueron modificados por solicitud de la empresa



Como se puede observar en el mapa anterior, la mayor cantidad de clientes compra menos de 750 unidades al año, en mediana cantidad están los clientes que compran entre 751 y 2500 unidades y por último se tiene los clientes que compran mas de 2,500 unidades.

Con esta información, se puede planear una estrategia de ventas como podría ser promociones, para elevar el nivel de ventas de los clientes que compran poco y conservar los clientes que compran en mayor cantidad, o bien poder hacer promociones especiales para los clientes que compran más de 2,500 unidades

### Ventas promedio al mes

En el mapa de ventas promedio al mes, se representa el promedio en unidades de lo que compro cada cliente como sigue

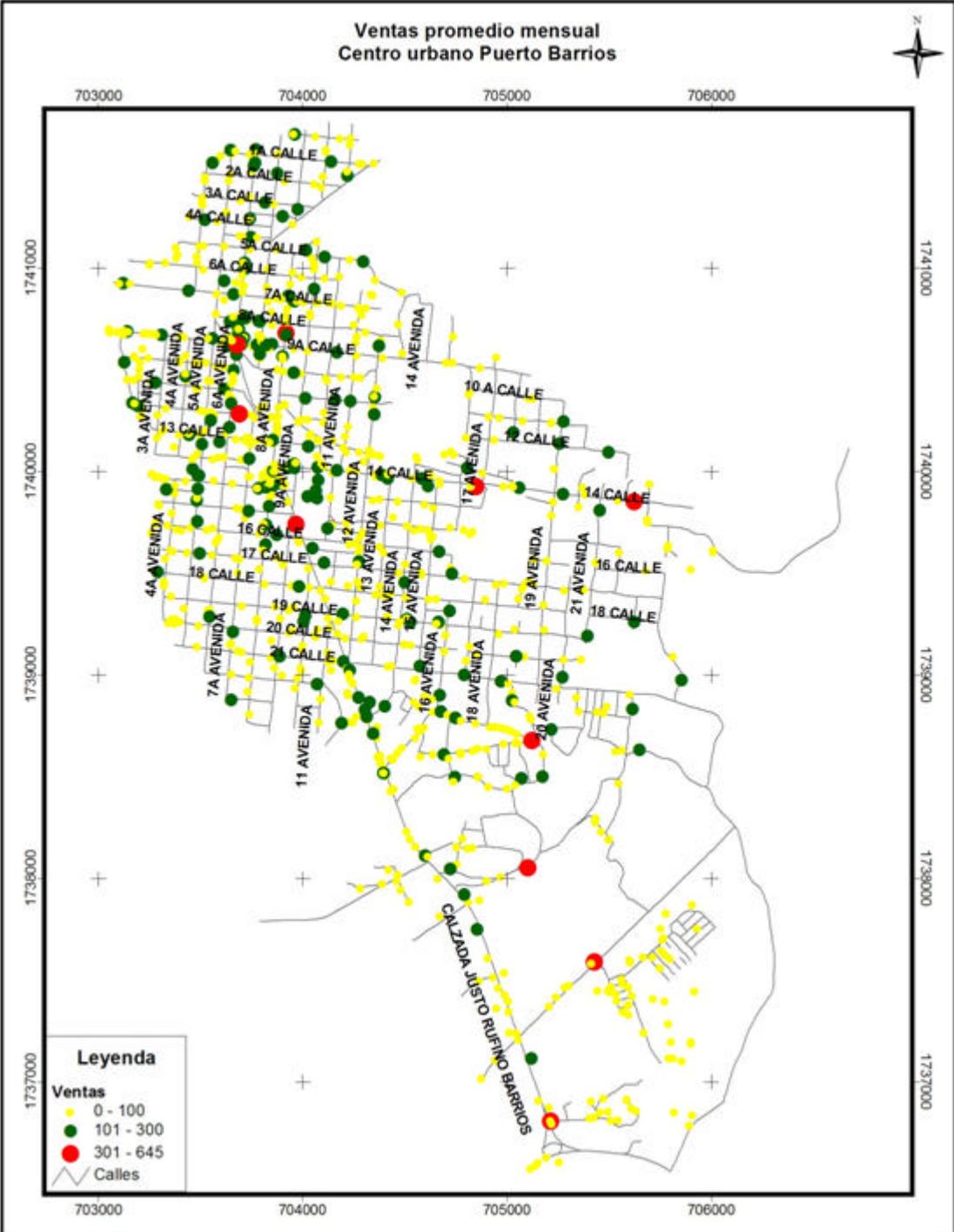
Color	Venta en unidades
Amarillo	0 – 100
Verde	101 – 300
Rojo	301- 645

La siguiente tabla muestra algunos datos de las ventas promedio al mes asociadas a los puntos representados en el mapa, este dato se obtuvo sumando para cada cliente las ventas durante los doce meses dividido doce.

**Tabla VIII. Ventas promedio al mes**

Nombre	Coor X	Coor Y	Ruta	Prom-Mes
Claudia Guzmán Morales	703890.70	1739966.13	3	25
Olga Perez	703812.26	1739949.92	3	20
Luisa Velásquez	703814.88	1739968.77	3	11
Maria García	703815.74	1739956.71	3	29
Gertrudis Reyes	703817.30	1739961.15	3	9
Domingo Ordoñez	703817.82	1739963.70	3	15
Alba Cortéz Cordon	703820.72	1739974.80	3	6
Carmen Nájera	703832.64	1740008.78	3	24
Nicolas Quino	703808.30	1739984.32	3	22
Nicolas Quino Gonzalez	703807.70	1739979.77	3	8

Nota: Los datos de venta fueron modificados por solicitud de la empresa



A diferencia del mapa de ventas año 2007, ahora se tiene un mejor detalle de la información, ya que el mapa anterior representa un promedio mensual y aunque podemos observar una pequeña variación entre los clientes, siempre se tiene que son pocos los clientes que comparan mas unidades del producto.

Si observamos detalladamente, son los mismos puntos los que aparecen de color rojo en los mapas de “ventas año 2007” y “ventas promedio mensual”.

### Tipo de clientes

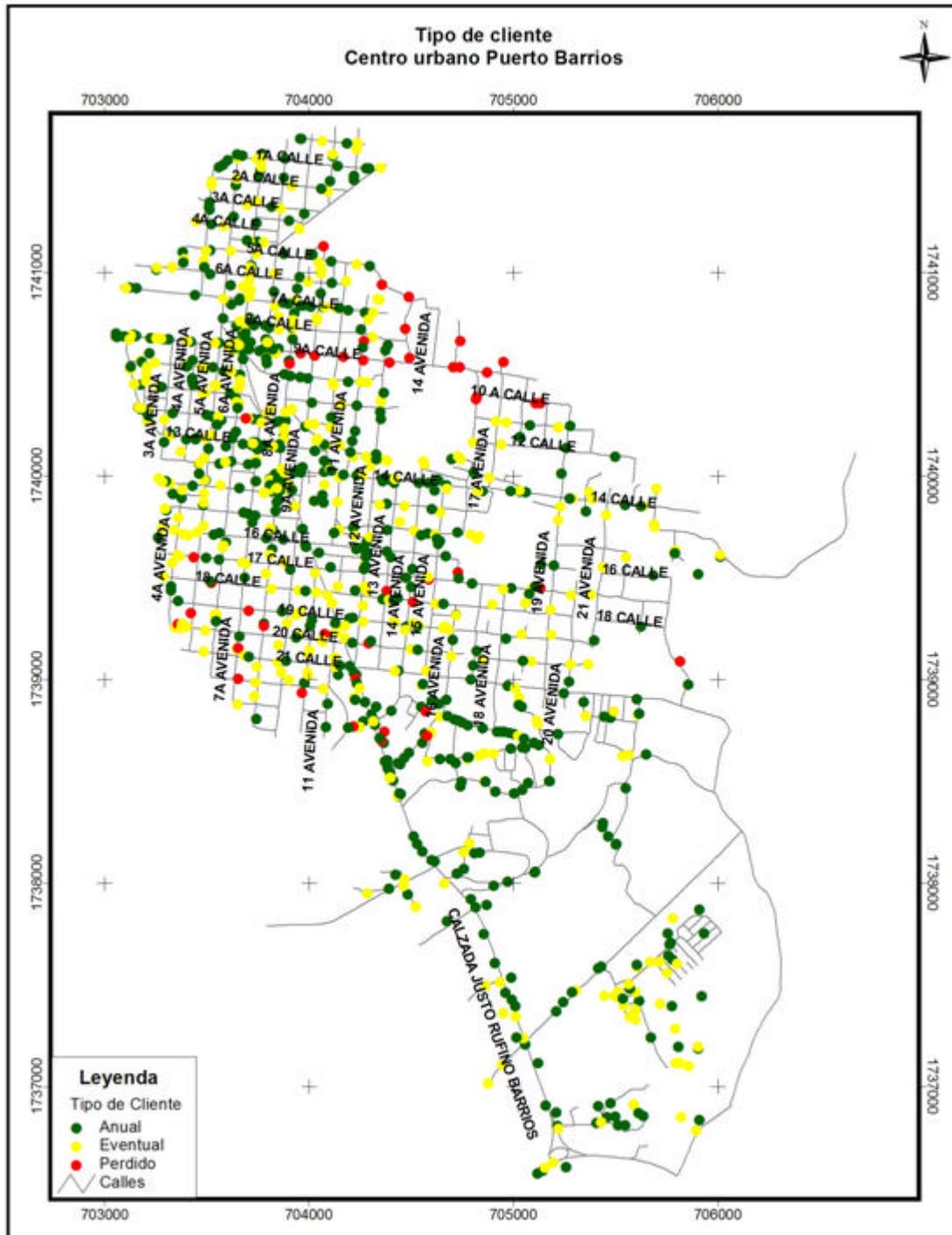
Para el mapa de tipo de clientes, se representan clasificados los clientes de acuerdo a la frecuencia de compra del producto, los puntos de color verde representan los clientes que han comprado durante todo el año, los puntos de color amarillo, representa los que han dejado de comprar en alguna visita que el vendedor ha hecho al negocio y los puntos de color rojo, representa los clientes que por algún motivo ya no han comprado pero que se guarda el registro de dicho negocio.

<b>Cliente</b>	<b>Tipo</b>
Anual	Compra todos los día que pasa el vendedor
Eventual	Compra el producto pero no compra todas las veces que pasa el vendedor
Perdido	Ha dejado de comprar el producto

Los siguientes datos están representados según el tipo de cliente, y es la tabla que se utilizó para realizar este mapa.

**Tabla IX. Tipo de clientes**

<b>Nombre</b>	<b>Coor X</b>	<b>Coor Y</b>	<b>Ruta</b>	<b>Tipo</b>
Claudia Guzmán Morales	703890.70	1739966.13	3	Eventual
Olga Perez	703812.26	1739949.92	3	Anual
Luisa Velásquez	703814.88	1739968.77	3	Eventual
Maria García	703815.74	1739956.71	3	Anual
Gertrudis Reyes	703817.30	1739961.15	3	Eventual
Domingo Ordoñez	703817.82	1739963.70	3	Anual
Alba Cortéz Cordon	703820.72	1739974.80	3	Anual
Carmen Nájera	703832.64	1740008.78	3	Anual
Nicolas Quino	703808.30	1739984.32	3	Anual
Nicolas Quino Gonzalez	703807.70	1739979.77	3	Eventual
Transito Duarte	703805.63	1739924.18	3	Eventual
Lilian Calderon	703807.74	1739951.99	3	Anual



Para el mapa de tipo de cliente, se obtuvo lo siguiente:

<b>Cliente</b>	<b>Cantidad</b>
Anual	576
Eventual	447
Perdido	47

Además, se puede observar en el mapa que existe un área que ahora no está cubierta por los vendedores, y que representa que todos esos clientes están perdidos (puntos de color rojo).

Es necesario que esta información sea vista y analizada por el área de mercadeo además del gerente de ventas para poder analizar y establecer que estrategia de ventas tomar en esa área para recuperar o tener nuevos clientes.

#### **4.1.4 Puntos de venta, calles y foto aérea**

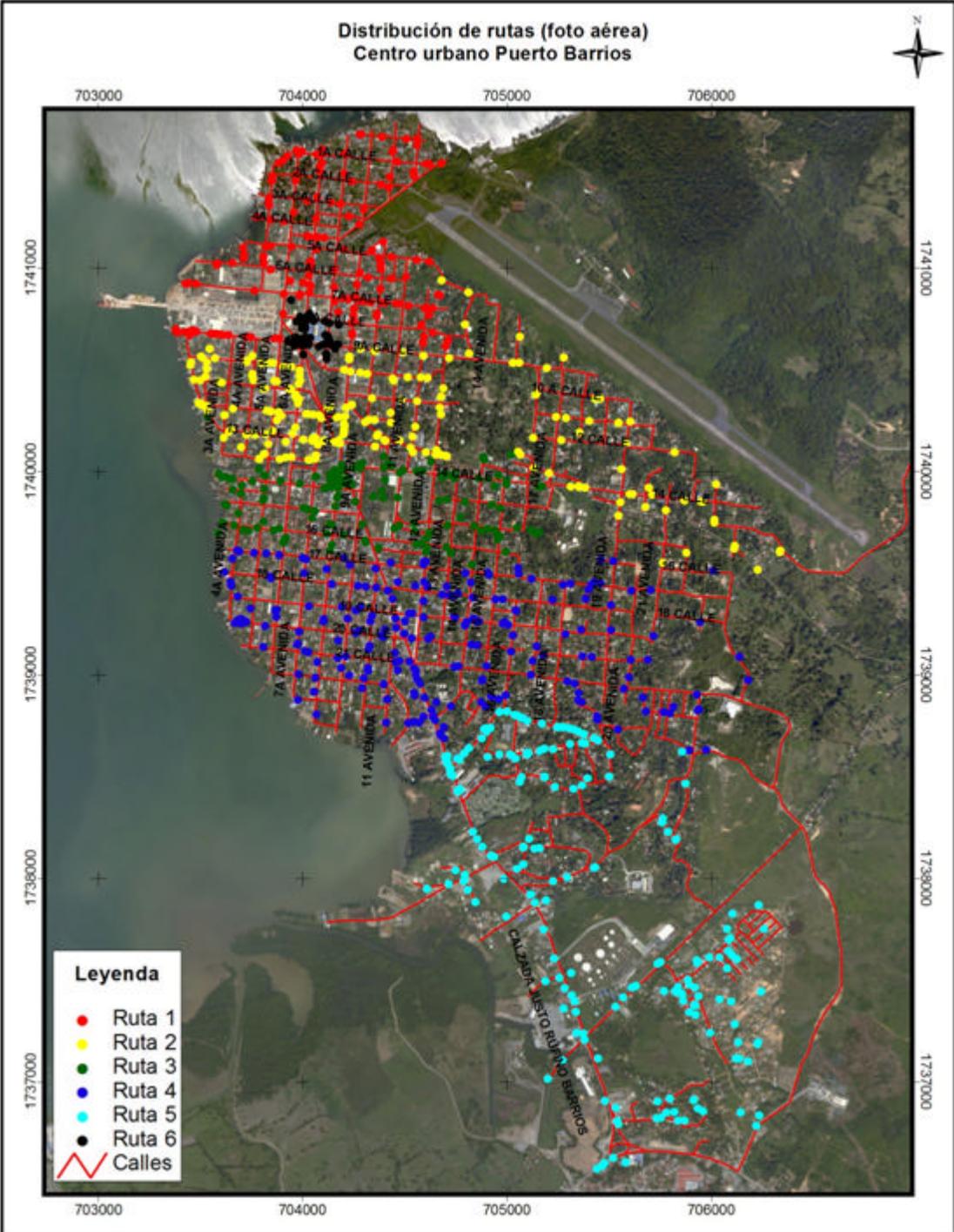
En este mapa, además de ser una representación de los puntos de venta, clasificados por ruta sobre la base de datos de calles, incluye información de fotografía aérea.

Aquí, además de ver los puntos sobre las calles, se tiene una mejor representación de la ubicación, teniendo el detalle de la fotografía aérea.

Para la elaboración de este mapa, también se utilizó la clasificación de la tabla usada en el mapa de distribución de rutas.

Con esta información se puede apoyar más al gerente de ventas y establecer lugares potenciales a visitar para ver si existen negocios que puedan comprar el producto.

Muchas veces se tiene un conocimiento del área de ventas pero con esta herramienta se obtiene una apreciación mejor del lugar, se puede observar que lugares falta por cubrir además de mejorar el itinerario de rutas de los vendedores para luego elevar el nivel de ventas como también mejorar el rendimiento de los vehículos.



#### 4.1.5 Puntos de venta, calles, foto aérea y censo 2002

El siguiente mapa muestra los puntos del inventario de clientes clasificados por ruta, además del censo del 2002 realizado por el Instituto Nacional de Estadística –INE-, con la cantidad de población que está incluida en el área de estudio.

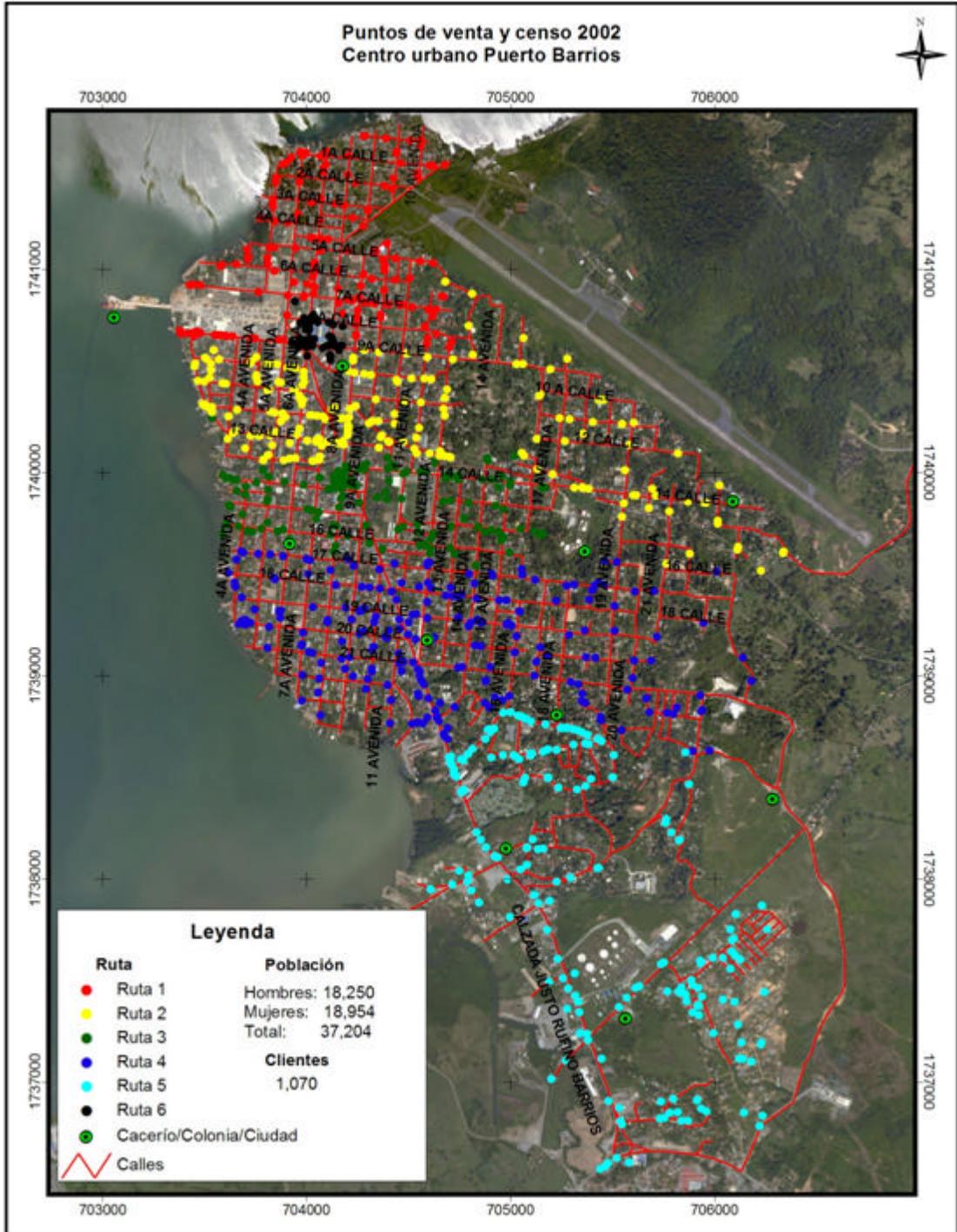
Los datos del censo son muy importantes para el estudio, de esta manera sabremos la población que existe en el lugar, además de la relación que existe entre clientes y población.

Como es un producto de consumo masivo, se puede determinar que todos son clientes potenciales, ya que no está orientado a una población en específico.

En la siguiente tabla se muestran los datos del INE para los poblados registrados en el área de estudio.

**Tabla X. Población Puerto Barrios**

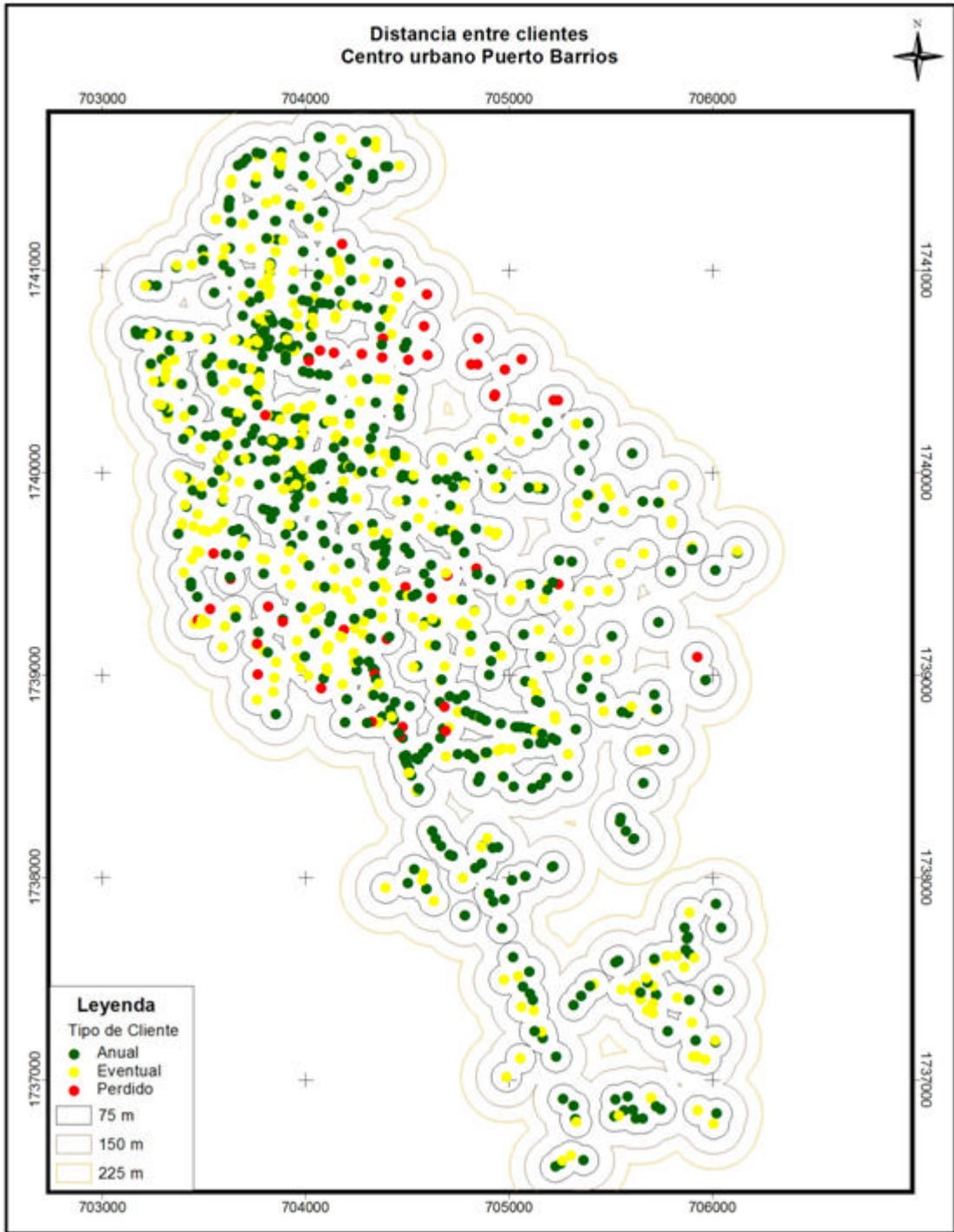
<b>Poblado</b>	<b>Categoría</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Población</b>
EL PROGRESO	COLONIA	306	350	656
LA REFINERIA	CASERIO	878	909	1787
SAN MANUEL	CASERIO	1213	1216	2429
POBLACIÓN DISPERSA	OTRA	137	133	270
REFINERIA GUATCAL ROBIGUA	CIUDAD	125	134	259
REFINERIA GUATCAL COBIGUA	COLONIA	305	299	604
VIRGINIA	COLONIA	688	668	1356
LA REFINERIA O EL MITCH	COLONIA	422	446	868
EL MANANTIAL	COLONIA	585	582	1167
PANTANAL	COLONIA	77	79	156
PUERTO BARRIOS	CIUDAD	13514	14138	27652



#### **4.1.6 Distancia de puntos de venta**

Con los puntos de venta clasificados por tipo de cliente, se hace un cálculo de distancias, las cuales representan que tan alejado está un cliente de otro.

Este mapa sirve como referencia para saber cual es la distancia que debe recorrer una persona o consumidor final para comprar el producto, para el área de mercadeo y ventas es muy útil esta información, ya que sirve para ver en donde se puede buscar nuevos clientes y que el consumidor final tenga el producto mas cerca.

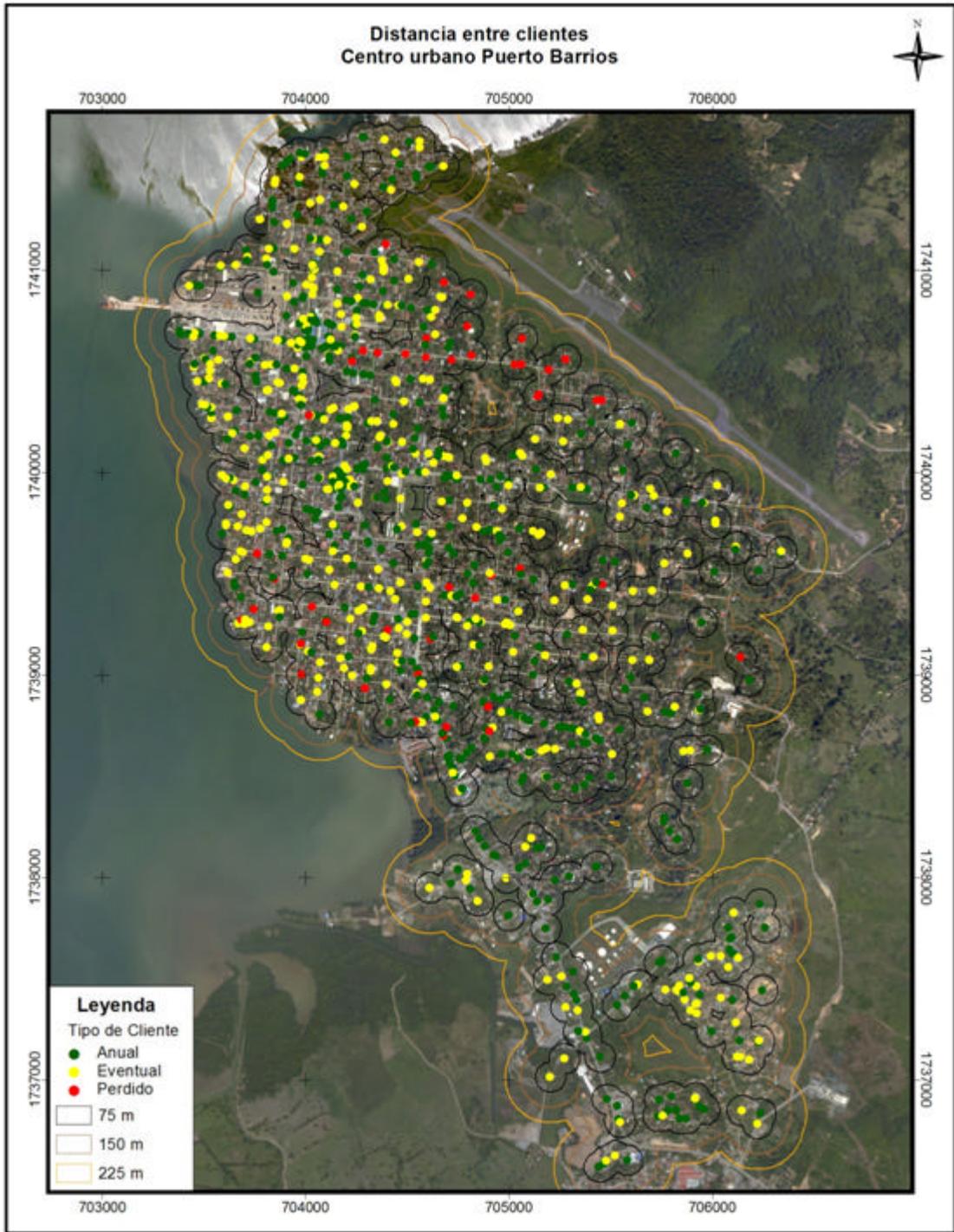


El siguiente mapa, también representa la distancia que hay entre los clientes posicionados sobre una fotografía aérea.

Este mapa al igual que el anterior sirve para establecer aún mejor en forma gráfica los lugares donde el consumidor final tiene que caminar mayor distancia, ya que podemos observar las áreas donde hay viviendas y los puntos de los clientes.

El área mas representativa donde el consumidor final tiene que caminar mayor distancia, es donde se observa la mayor cantidad de clientes clasificados como perdidos.

En esta área específicamente, se debe buscar nuevos clientes o establecer cual fue el motivo por el cual ya no compran estos clientes y tratar de activarlos nuevamente.



## **4.2 Análisis**

### **4.2.1 Áreas con cobertura**

El área que se identifica con cobertura, son todos los lugares donde existen clientes.

Como toda empresa que busca expandirse y aumentar el volumen de ventas, es necesario identificar las áreas donde se tiene presencia, es por eso que viendo los mapas, podemos observar que existe una distribución equitativa en el área de estudio, aún así se puede observar que existen áreas donde no se tiene ningún cliente.

De esta manera, se puede realizar un estudio que permita establecer si las áreas donde no hay clientes hay negocios que potencialmente pueden comprar el producto y con esto aumentar las ventas y que el consumidor final no tenga que caminar largas distancias para poder comprar el producto.

Como se ha mencionado, este es un producto que no tiene un mercado en específico, por lo tanto la cantidad de clientes varía muy rápido, de esta forma, se identificaron tres tipos de clientes que son:

- Anual
- Eventual
- Perdido

Se le dio la clasificación de cliente anual a todo aquel que compró el producto en todas las visitas que hizo el vendedor a dicho negocio, de esta forma se pudo obtener el porcentaje sobre el total de clientes, que es de 54%, esto implica que del total de 1,070 clientes para el área de estudio, 576 se identificaron como clientes anuales.

Se clasificaron como clientes eventuales, todos aquellos que dejaron de comprar por lo menos una vez durante todas las visitas que hizo el vendedor a dicho negocio, para este tipo de clientes se identificaron 447, lo que implica un 42% del total del clientes.

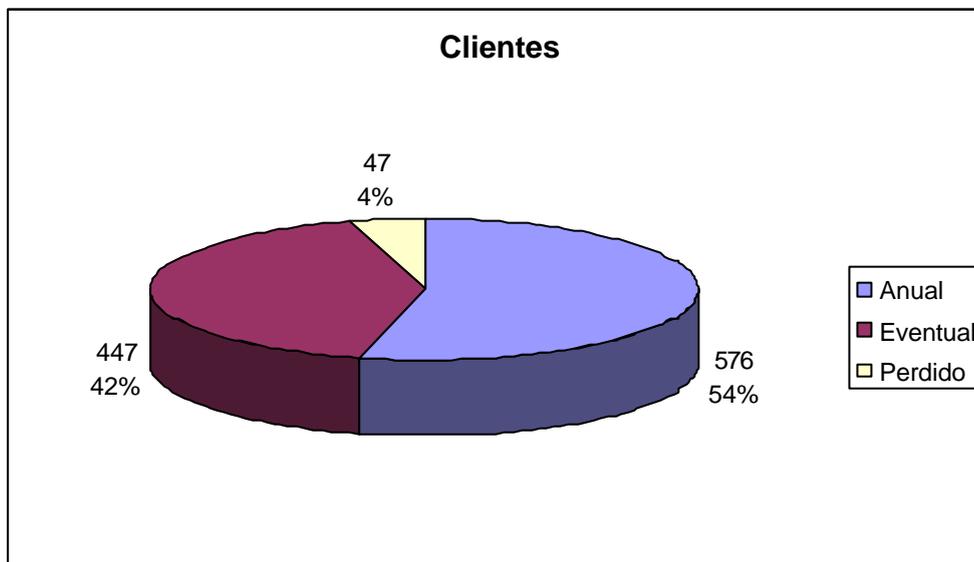
Los clientes clasificados como perdidos, son los que ya no compran, para este tipo se identificaron 47 clientes, los que representan un 4% del total.

Al identificar estos tres tipos de clientes, podemos establecer que han sido muy pocos clientes los que han dejando de comprar el producto, este dato se debe tener muy en cuenta, ya que no se quiere que aumente, todos los clientes anuales y eventuales se deben visitar y mejorar el servicio para evitar que dejen de comprar.

**Figura 31. Gráfica de clientes**

Representa la cantidad de clientes, según su clasificación.

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Anual	576	64 %
Eventual	447	42 %
Perdido	47	4 %



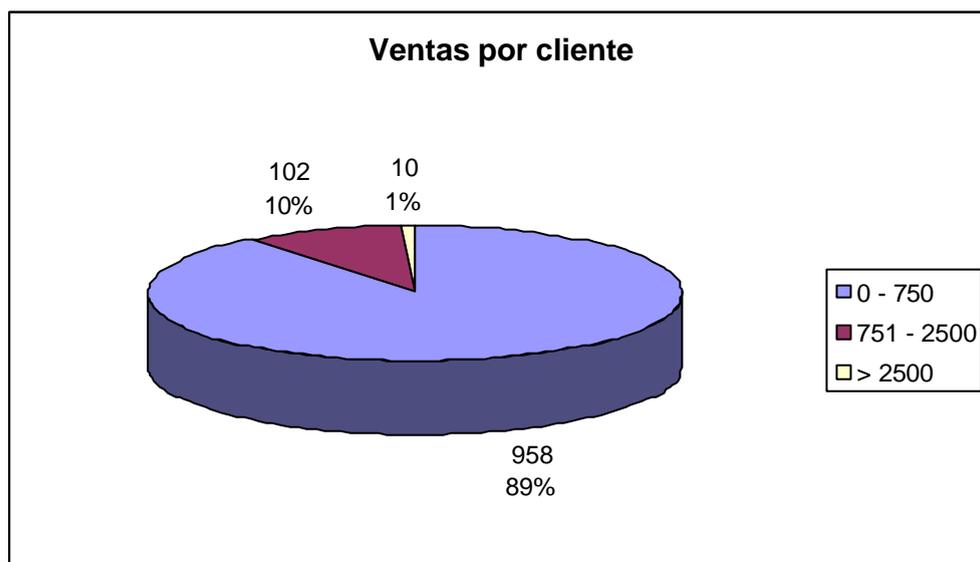
Según los datos obtenidos, vemos que mas de la mitad de clientes compran todos los días que los visita el vendedor, aunque hay que tomar en cuenta, que también existe una gran cantidad de clientes que dejó de comprar al menos una vez de las veces que paso el vendedor.

Otra información importante para la toma de decisiones es la cantidad de producto que compro cada cliente, es por eso que se hizo en tres rangos, como se mostraba en el mapa ventas año 2007, donde se determinó que 958 clientes compraron menos de 750 unidades, 102 clientes compraron entre 750 y 2500 unidades y únicamente 10 clientes compraron mas de 2500 unidades.

**Figura 32. Gráfica de ventas por cliente**

Este gráfico representa los clientes por cantidad de producto comprado anualmente.

Clientes	Unidades	Porcentaje
958	0 – 750	89
102	751 – 2500	10
10	> 2500	1



De este gráfico, se ve que la mayoría de clientes no compran mucho producto anualmente, de esta forma se puede establecer promociones o precios especiales para estos clientes y crear una estrategia que permita elevar las ventas en los clientes que compran menos de 750 unidades al año.

### Figura 33. Gráfica de unidades de producto por cliente

Del gráfico anterior, se tiene la información para el siguiente, que es representar las unidades totales vendidas para los clientes en el rango especificado en el mapa ventas año 2007

Rango	Unidades Totales	Porcentaje
0 – 750	226,038	58
751 – 2500	113,419	30
> 2500	44,710	12



Analizando el gráfico 2 con el gráfico 3 se puede observar que el rango de clientes que compra menos de 750 unidades al año, sumo un total de 226,038 unidades en todo el año, siendo estos los clientes que mas unidades compraron, esto se debe a que hay más clientes en este rango.

Así los clientes que están en el rango de 751 – 2500 unidades compraron en total 113,419 unidades durante todo el año y por último tenemos el rango de clientes que compran mas de 2500 unidades al año, estos sumaron un total de 44,710 unidades.

En la actualidad, la mayoría de empresas en Guatemala generan gran cantidad de reportes estadísticos de ventas utilizando hojas electrónicas con datos que han sido ingresados en una base de datos tradicional, con esto quiero decir que son programas o software adquirido con ese propósito o programas hechos a la medida por un analista de programas, por ejemplo los Ingenieros en Sistemas.

Desde la aparición de los Sistemas de Información Geográfica, las empresas van relacionando esa información de sus bases de datos para tener la información de sus clientes no solo en tablas excel sino agregar un dato muy importante para la planificación en distribución y venta de los productos, ese dato es la posición geográfica de cada cliente.

Al principio, el software SIG era una base de datos independiente, es decir que siempre había que generar tablas de la base de datos para luego poder ser trasladadas al Sistema de Información Geográfica, lo que hacia que se tuviera muchas tablas en excel y no se actualizaba la información inmediatamente, pero ahora se ha desarrollado mucho el uso de los SIG y las empresas creadoras de estos programas, ya han hecho que los datos de las bases de datos existentes y trabajadas por ejemplo en oracle puedan hacer actualizaciones en el sistema SIG y no se tengan que generar tablas en excel que hacia que el administrador de los SIG tuviera demasiados archivos.

#### **4.2.2 Áreas sin cobertura**

En Guatemala existe muy poca información posicionada geográficamente que contenga datos de población, la poca información que existe no tiene el detalle necesario que separe las colonias o residenciales para tener un dato más específico.

Debido a eso se hace necesario la interpretación por medio de fotografías aéreas para graficar los puntos y establecer en que áreas existen lugares poblados y aún no se ha llegado por parte de las rutas de ventas de la empresa.

Una de las áreas donde no hay presencia se visualiza en el mapa de distancia entre clientes, donde se utilizó la fotografía aérea y se establece que el área que esta a un costado de la terminal aérea, hay muchos clientes que están clasificados como perdidos.

A continuación se mostrarán dos imágenes, una muestra el área donde se clasificaron los clientes como perdido y la otra donde no hay clientes.

Para las dos imágenes, se posicionó la información de tipo de clientes sobre la fotografía aérea de los lugares de interés.

La clasificación del tipo de clientes fue la misma que en el mapa tipo de clientes.

Clientes a nuales

Clientes e ventuales

Clientes perdidos

**Figura 34. Área con clientes perdidos**



<b>Cliente</b>	<b>Tipo</b>
Puntos en color verde	Clientes anuales
Puntos en color amarillo	Clientes eventuales
Puntos en color rojo	Clientes perdidos

De la figura anterior, se observa que el área sin cobertura es donde hay clientes perdidos.

En este lugar se debe realizar un análisis interno en la empresa para establecer cuál fue el motivo por el cual ya no compran y si se pueden activar algunos de esos clientes, esta es una tarea que le corresponde al supervisor de ventas, donde debe hacer una visita a los lugares, establecer cuales fueron las causas, ya que entre ellas puede ser que el negocio ya este cerrado.

El supervisor debe de hacer visitas periódicas a los clientes para mejorar el servicio, saber cual es la opinión, no solo de los vendedores sino como los atienden, para esto también se puede hacer un estudio de opinión que quedará a cargo por el área de mercadeo.

**Figura 35. Área sin clientes**



<b>Cliente</b>	<b>Tipo</b>
Puntos en color verde	Clientes anuales
Puntos en color amarillo	Clientes eventuales
Puntos en color rojo	Clientes perdidos

En esta figura se muestra un área del centro urbano de Puerto Barrios donde no se encuentra registrado ningún cliente, también se debe establecer cual es el motivo por el cual no se llega a esta área.

Identificando estas áreas, el supervisor de ventas puede hacer un recorrido del área y establecer cuantos clientes potenciales puede existir dentro de éstas, de esta manera se puede coordinar con el gerente de mercadeo y hacer visitas a estos negocios para ofrecer el producto.

### 4.2.3 Población en área de estudio

De acuerdo a los datos obtenidos de clientes en el trabajo de campo realizado, se puede establecer que se tienen para el área urbana de Puerto Barrios, 1,070 clientes, incluyendo los clientes clasificados como perdidos.

También se obtuvo información del censo realizado por el INE en el año 2,002, el cual reporta una población de 37,204 personas para esa misma área.

Haciendo una relación de acuerdo a la cantidad de personas en el lugar, la cantidad de clientes que se tienen para el área de estudio representa un 2.87% de la población.

37,204 ----- 100%

1,070 ----- X%

$$(1070*100)/37204 = 2.87\%$$



## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1 Mantenimiento**

El mantenimiento juega un papel muy importante dentro de los sistemas de información geográfica, se tiene que mantener actualizada la base de datos principalmente porque este trabajo está hecho para clientes que son variables, ya que en determinado momento cierran los negocios o aparecen nuevos clientes.

El éxito de los sistemas de información geográfica aplicados a una empresa, radica en la información y la interpretación que se le da a ésta, es por esto que los SIG se utilizan como una herramienta en la planificación y toma de decisiones correctas por parte de los gerentes.

El mantenimiento para este tipo de bases de datos se hace necesario realizarlo en tres fases:

- corto plazo
- mediano plazo
- largo plazo

El mantenimiento viene a ser un ciclo repetitivo pero en menor escala cada vez que se hace, ya que cuando se toma por primera vez la información de todos los clientes no existía ningún punto con referencia geográfica, lo que implica que una actualización se realizará solo para los clientes que compran por primera vez y no se tiene ningún registro para éste.

## **5.1.1 Corto plazo**

### **5.1.1.1 Actualización de la información**

Debido a que este producto es de consumo masivo y los clientes van desde personas que compran el producto para su propio consumo hasta los supermercados de cadenas nacionales e internacionales, es muy común que la cantidad de clientes varíe muy rápido.

Se debe capacitar a los encargados de venta para que sean ellos quienes mantengan actualizada la información en cada lugar que tengan a su cargo.

Realizar una capacitación en el uso de la handheld y como llenar los datos del formulario, para que estos queden bien almacenados, así como se les debe orientar y concientizar para que después de que sea descargada la información, ésta sea digitalizada en un corto período de tiempo para mantener la información de los clientes actualizada.

Para mantener la información actualizada, el vendedor debe reportar al supervisor cada vez que exista un cliente nuevo, con esto el supervisor va a visitarlo y lleva la handheld para tomar los datos del cliente y generar la coordenada geográfica.

#### **Clientes nuevos**

Cuando un vendedor reporta un cliente nuevo a su supervisor, este con el encargado de ventas deben planificar una visita para tomar los datos y completar la información geográfica.

### **Clientes perdidos**

Además de los clientes nuevos, se debe guardar un registro del cliente que ya no compra y cual fue el motivo por el cual dejó de hacer compras.

#### **5.1.1.2 Análisis de la información**

La información posicionada geográficamente se puede analizar de varias formas para esta aplicación, se puede realizar un estudio de las rutas, cantidad de clientes de cada una de ellas.

Esta información al ser representada en un sistema de información geográfica, se puede establecer el orden que debe seguir el vendedor para obtener un mejor rendimiento, tanto de combustible como en tiempo que va utilizar para la visita de clientes que debe hacer diariamente.

Es por ello que al tener información nueva, se debe realizar nuevos mapas para analizar como está trabajando el vendedor, cual es el promedio de clientes nuevos y cuales van dejando de existir y así determinar las causas que han originado el que se vayan perdiendo clientes.

### **Mapas**

La elaboración continua de mapas permitirá mantener un monitoreo en el comportamiento de las ventas e itinerarios de recorrido de los vendedores en áreas específicas o donde se detecte cambios significativos así contribuir en la toma de decisiones en mercadeo, ventas y análisis de rutas.

### **Áreas con cobertura**

La importancia de conocer y establecer cuales son las áreas donde se venden los productos para la empresa es muy importante, además, esto nos permitirá establecer donde están más concentrados los clientes y que lugares son donde los vendedores tienen que recorrer más distancias entre clientes.

### **Áreas sin cobertura**

Establecer que áreas no se tiene presencia de ventas y que hay población, con esto establecer si es factible que los vendedores lleguen hasta estos lugares.

## **5.1.2 Mediano plazo**

### **5.1.2.1 Puntos de distribución**

Un punto de distribución es todo aquel lugar donde se lleva producto para ser almacenado y luego los vendedores salgan de allí para realizar su recorrido de ventas.

Al analizar la información y establecer que está pasando con el volumen de ventas y la variación de clientes, tanto nuevos como perdidos, se empieza a tomar decisiones.

Si la cantidad de clientes y el volumen de ventas van creciendo se puede estudiar la posibilidad de abrir un nuevo punto de distribución y con ello brindar un mejor servicio, tanto en visita a clientes como en tiempo de reparto del producto, si lo reflejado en los análisis es lo contrario, es decir va disminuyendo el volumen de ventas y el número de clientes, entonces se retira el punto de distribución del lugar y se busca otra forma de llegar a vender el producto.

### **5.1.3 Largo plazo**

#### **5.1.3.1 Revisión continua**

Para mantener una información confiable y actualizada, para poder utilizarla como herramienta en toma de decisiones sobre la comercialización, distribución y ventas del producto, es necesario que todas las personas involucradas estén concientes de revisar periódicamente la información.

Se deben elaborar reportes continuos para saber la variabilidad en la cantidad de clientes, quienes son clientes nuevos y quienes son los que ya no compran, clasificarlos de acuerdo a la cantidad de producto que compran.

El encargado de ventas con sus supervisores deben establecer con que frecuencia se realizará un inventario de clientes nuevos, no solo para mantener la información, sino para ir agregando más información al sistema.

Con toda la información de clientes, se pueden realizar encuestas de opinión dirigidas a los clientes, con el objetivo de mejorar el servicio en ventas.



## **CONCLUSIONES**

1. Los Sistemas de Información Geográfica –SIG- son una base de datos posicionados geográficamente, conformados por diferentes componentes como son: organización, personas, tecnología, datos y procedimientos.
2. Para este trabajo se creó una base de datos sencilla de clientes posicionados geográficamente, que permite conocer su posición exacta graficándolos sobre fotografías aéreas, elaborando una serie de mapas para realizar diferentes tipos de análisis.
3. Con la información que se recopiló de los clientes, más la que existía de ventas, se unificaron para la elaboración de mapas de ventas, y así identificar a los clientes de acuerdo al rango de ventas registrado.
4. Se logró identificar las áreas cubiertas por cada vendedor, además de poder observar que territorio cubre cada ruta de ventas.
5. Al utilizar fotografías aéreas del lugar se logró identificar los lugares donde hay presencia del producto y los lugares donde no hay presencia.



## RECOMENDACIONES

1. Al implementar un Sistema de Información Geográfica, se debe tener bien claro qué es lo que se desea hacer y hasta dónde se quiere llegar, ya que la información debe ser confiable, porque de esto dependerá las buenas o malas decisiones que se tomen.
2. Antes de recopilar información que servirá para alimentar la base de datos se debe capacitar al personal con los conocimientos básicos de sistemas de información geográfica, además de los programas que se utilizarán para manipular la información.
3. Para que los sistemas de información geográfica cumplan con los requerimientos de la empresa donde van a ser aplicados, es necesario crear información que no exista, ya que en Guatemala hay muy poca información cartográfica a detalle.
4. Es necesario que instituciones gubernamentales como el Instituto Geográfico Nacional y el Instituto Nacional de Estadística elaboren y pongan a la venta mayor cantidad de información a detalle que pueda ser utilizada por las empresas privadas a un costo razonable.
5. Realizar periódicamente actualizaciones de la información, ya que cuando se trata de productos de consumo masivo, la variación en el número de clientes es muy constante.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Tasha Wade. **A to Z GIS**. (2ª. Edición; Estados Unidos, 2006) pp. 25-50.
2. Paul M. Mather. **Procesamiento digital de imágenes por satélite**. (3ª. Edición; Estados Unidos, 2004) pp. 73-90.
3. Michael Kennedy. **Introducción a los sistemas de información geográfica**. (2006) pp. 61-89.
4. Lorna del Rosario Ochoa López. **Sistemas de información geográfica, ventajas y desventajas de su utilización en Guatemala**. (Trabajo de graduación; Guatemala, USAC, 2003) pp. 1-60.
5. Gerson Amilcar Diaz Carrera. **Metodología Para la Implementación del Catastro Urbano con SIG**. (Trabajo de graduación; Guatemala, USAC, 2004) pp. 24-55
6. Juan Antonio Cebrian de Miguel. **Metodología para la Implementación del Catastro Urbano con SIG**. (Trabajo de graduación; Guatemala, USAC, 2004) pp. 8-67
7. IGAC. **Principios de la Cartografía Temática**. 1990
8. Joaquin Bosque Sendra. **Sistemas de Información Geográfica** 1997

9. Ernest Ruiz David Comas. **Fundamentos de Los Sistemas de Información Geográfica** 1993
10. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). **Sistemas de Información Geográfica**. Noviembre 2008
11. [www.monografias.com](http://www.monografias.com). **Sistemas de Información Geográfica**. Octubre 2008