

**DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION  
GEOGRAFICA APLICADO EN LA COMUNA 02 PARA ESTRUCTURAR Y  
ADMINISTRAR LA BASE DE DATOS DE LA SUBDIRECCION DE CATASTRO  
EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI**

**JHONNY CÁRDENAS VELASCO  
ANA MARÍA HERRERA ZAPATA  
JOSÉ MAURICIO MENESES HERNÁNDEZ  
JIBER ANTONIO QUINTERO SALAZAR**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS  
ESPECIALIZACION EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA  
VIII COHORTE  
MANIZALES  
2014**

**DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION  
GEOGRAFICA APLICADO EN LA COMUNA 02 PARA ESTRUCTURAR Y  
ADMINISTRAR LA BASE DE DATOS DE LA SUBDIRECCION DE CATASTRO  
EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI**

**JHONNY CÁRDENAS VELASCO  
ANA MARÍA HERRERA ZAPATA  
JOSÉ MAURICIO MENESES HERNÁNDEZ  
JIBER ANTONIO QUINTERO SALAZAR**

**Trabajo de Grado para optar al Título de Especialista en  
Sistemas de Información Geográfica**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS  
ESPECIALIZACION EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA  
VIII COHORTE  
MANIZALES  
2014**

## CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>9</b>
<b>II. JUSTIFICACION.....</b>	<b>10</b>
<b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
<b>IV. ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>14</b>
<b>V. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>5.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>15</b>
<b>VI. METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>6.1. DEPURACION Y COMPILACION DE LA INFORMACION .....</b>	<b>16</b>
<b>6.2. EVALUACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO .....</b>	<b>16</b>
<b>6.3. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....</b>	<b>17</b>
<b>6.4. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS.....</b>	<b>18</b>
<b>6.5. IMPLEMENTACION .....</b>	<b>19</b>
<b>6.6. MANTENIMIENTO.....</b>	<b>19</b>
<b>VII. MARCO TEORICO .....</b>	<b>20</b>
<b>7.1. SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG) .....</b>	<b>20</b>
<b>7.1.1. COMPONENTES DE UN SIG.....</b>	<b>21</b>
<b>7.1.2. BASE DE DATOS.....</b>	<b>22</b>
<b>7.1.3. LOS SERVICIOS WEB GEOGRÁFICOS.....</b>	<b>23</b>
<b>7.1.4. LENGUAJE DE CONSULTA ESPACIAL .....</b>	<b>24</b>
<b>7.1.5. TRATAMIENTO INFORMACIÓN VECTORIAL (FORMATO             SHAPE)... ..</b>	<b>25</b>

7.1.6. APLICACIONES .....	25
7.2. CATASTRO.....	25
<b>VIII. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>27</b>
<b>IX. METODOLOGIA APLICADA.....</b>	<b>32</b>
9.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS .....	33
9.1.1. Objetivo General y Específicos del Sistema.....	34
9.1.2. Definición del entorno geográfico del Sistema .....	36
9.1.3. Alcances del Sistema .....	36
9.1.4. Limitaciones del Sistema .....	36
9.1.5. Identificación y definición de los usuarios y descripción de sus roles.....	37
9.2. FASE 2: RECOPIACION Y DEPURACION DE LA INFORMACION GEOGRAFICA Y ALFANUMERICA .....	38
9.2.1. Análisis de la Información Existente.....	38
9.2.2. Flujo de Información Catastral.....	39
9.2.3. Recopilación de Información. ....	40
9.2.4. Inventario y Validación de los datos. ....	40
9.2.5. Control de calidad en la Ingreso de la Información. ....	42
9.3. FASE 3: ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACION CARTOGRAFICA Y ALFANUMERICA.....	43
9.4. FASE 4: DISEÑO DEL MODELO DE DATOS .....	43
9.4.1. Modelo Conceptual del Sistema .....	44
9.4.2. Modelo Lógico del Sistema.....	48

9.4.2.4. <i>Diccionario de Datos</i> .....	52
9.4.3. <i>Modelo Físico del Sistema</i> .....	56
9.4.4. <i>Modelo Cartográfico del Sistema</i> .....	57
9.4.5. <i>Propuesta Estratégica para la Implementación del Sistema</i> .....	59
9.5 FASE 5. DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO .....	60
9.6. FASE 6. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA .....	60
<b>X. CONCLUSIONES</b> .....	<b>61</b>
<b>XI. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>62</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1. Mapa del Municipio de Cali, resaltando zona de interés.</i>	14
<i>Figura 2. Vista general del módulo de usos de suelo.</i>	18
<i>Figura 3. Esquema Metodológico – Fases de Desarrollo del Proyecto.</i>	32
<i>Figura 4. Los principales elementos a interactuar en el funcionamiento, montaje y uso del SIG.</i>	45
<i>Figura 5. Entorno operativo del sistema.</i>	47
<i>Figura 6. Definición Relaciones y Procesos entre los Componentes del Sistema</i>	49

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1. Descripción de Requerimientos</i>	35
<i>Tabla 2. Variables requeridas por el sistema</i>	43
<i>Tabla 3. Identificación de atributos del sistema</i>	52

## RESUMEN

Este Proyecto pretende mostrar como actualmente el catastro no solo se tiene en cuenta como una base gravable para determinar el impuesto predial, sino como soporte para la toma de decisiones adecuadas en el desarrollo sostenible de un territorio. Desde el año de 2010, en la Subdirección de Catastro del Municipio de Santiago de Cali, se dan los primeros pasos para la integración de la base de datos alfanumérica y cartográfica, teniendo en cuenta el gran volumen de información con que se cuenta es una tarea ardua y demanda mucho tiempo. Teniendo en cuenta esta situación se plantea la necesidad de crear un sistema de información geográfica (SIG) aplicado al mejoramiento de la estructura y administración de la base de datos catastral.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó una metodología que permitiera abordar diferentes fases como son el levantamiento de requerimientos, recopilación de información, análisis, diseño, desarrollo e implementación del software.

En esta fase de levantamiento de requerimientos se establecen las estrategias que se van a utilizar para el desarrollo del sistema, teniendo en cuenta las necesidades del cliente –usuario así como sus capacidades y limitaciones para el manejo de información geográfica.

En la fase de recopilación y depuración de la información geográfica y alfanumérica, se actualiza la base de datos cartográfica mediante el levantamiento topográfico de terrenos faltantes, así mismo alimentando la base tabular y finalizando con la depuración sistemática y manual de la información.

En la fase de diseño se elabora el modelo de base de datos requerida para el óptimo desempeño de la aplicación. Partiendo de los requerimientos y de la naturaleza de la información involucrada se presenta un modelo conceptual a partir de cual se define el modelo lógico relacional tanto de datos alfanuméricos como espaciales para concluir con el modelo físico.

Finalmente se Diseña e Implementa un Geoportal que permite el acceso, visualización, consultas y gestión de la información cartográfica catastral.

*Palabras Claves: Sistema de Información Geográfica, Catastro*

## I. INTRODUCCION

Los sistemas de información geográfica SIG son herramientas de gran importancia y sirven de apoyo en la toma de decisiones en diferentes escenarios de la sociedad, pues permiten estructurar y visualizar la información ubicada espacialmente dentro de un territorio. Información tal como características topográficas, uso del suelo, redes de servicios públicos, demografía entre otras, es posible ubicarla y visualizarla de una manera fácil y rápida mediante la utilización de los Sistemas de Información Geográfica.

Un Catastro actualizado, no solo en su parte fiscal sino también en la urbanística, permite a las Entidades Gubernamentales saber con exactitud el patrimonio con que cuenta un municipio, lo que facilita una correcta planificación en sus actuaciones y promover el desarrollo mediante el fortalecimiento de las finanzas municipales y el mercado inmobiliario.

Una de las grandes dificultades de la Subdirección de Catastro dentro del contexto de utilización de información, es la no continuidad de los procesos en el manejo de la información, debido al constante cambio del personal de prestación de servicios, y a la desactualización de la base de datos, lo cual genera que los usuarios no tengan fácil acceso e inviertan demasiado tiempo para obtener el producto deseado, desencadenando demoras en la entrega y calidad de la información solicitada por los usuarios.

Esta Propuesta se fundamenta en la importancia del catastro como soporte para el desarrollo sostenible de un país. Por ello es indispensable dar prioridad a la información catastral, destacando la forma de compilar, actualizar y divulgar la información. Por lo tanto, este proyecto surge de la necesidad de desarrollar una herramienta que permita estructurar y administrar de una manera eficiente la información catastral con el fin de satisfacer los requerimientos de la comunidad y facilite la toma de decisiones.

El siguiente proyecto se realizó para la Comuna 02 del Municipio de Santiago de Cali, Departamento del Valle del Cauca.

## II. JUSTIFICACION

Desde sus inicios, la subdirección de catastro, ha tenido una incorrecta estructuración y administración tanto de la base de datos geográfica como alfanumérica, presentándose una falta de control de calidad en el levantamiento de la información cartográfica y diseño de la base de datos catastral sin tener en cuenta la componente geográfica para la validación de la información alfanumérica. Este problema se evidenció cuando por políticas de la Entidad para el mejoramiento de la gestión catastral, se decidió integrar ambas bases de datos (Alfanumérica y Geográfica), a partir de este momento se migra la información existente del formato dwg al formato vectorial shape y posteriormente a la base de datos corporativa (SDE).

Como la información catastral es un producto importante tanto para los usuarios y/o contribuyentes, como para las entidades municipales que se apoyan en los insumos cartográficos, la desactualización de la información y la no adecuada estructuración de la misma repercuten en incorrecta toma de decisiones.

La Subdirección de Catastro cuenta con los insumos necesarios en las componentes física, jurídica, fiscal y económica de los bienes inmuebles inventariados del Municipio de Santiago de Cali, así como el recurso tecnológico entre ellas la base de datos alfanumérica, base de datos geográfica y la ortofotografía a Escala 1:1000, indispensables para el desarrollo del proyecto planteado.

Visualizando los requerimientos que actualmente presenta la Subdirección de Catastro se pueden priorizar básicamente en las necesidades de contar con una base de datos corporativa donde se garantice una relación consistente entre lo alfanumérico y lo geográfico.

Para ello es importante comenzar una reestructuración de la base de datos actual para establecer una adecuada relación entre la base de datos alfanumérica y la base de datos geográfica, además de la implementación de controles topológicos para la corrección de la cartografía vectorial.

En términos generales el problema que se evidencia es una incorrecta estructuración y administración de las bases de datos alfanuméricas y cartográficas en la Subdirección de Catastro del Municipio de Cali.

El diseño e implementación del SIG y la actualización de la información permitirá el ahorro de esfuerzos tanto económicos como humanos, ya que al contar con esta herramienta la dependencia invertirá menos tiempo en la ejecución de sus procesos, ahorrando así parte del presupuesto destinado para este tipo de proyectos, además de garantizar el cumplimiento del artículo 27 del Decreto 0203, relacionado con el respeto al tiempo del ciudadano y artículo 10 relacionado con el derecho del ciudadano a recibir información completa y clara.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El catastro se define como el inventario o censo, debidamente actualizado y clasificado, de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a los particulares, que tiene por objeto lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica, según la Resolución 070 de 2011 reglamentada mediante la Ley 65 de 1939.

Partiendo de este contexto y dando una visión a los Catastros a nivel mundial estos se encuentran con una gran estructuración bajo ítems como lo *Organizacional*, donde se enfocan en orientación hacia los mercados (procesos de negocios) y motivación de los funcionarios del catastro; la parte *Técnica* que van dirigida a la utilización y desarrollo de tecnologías de adquisición de datos para aumentar los niveles de precisión y facilitar los procesos (cámaras aéreas digitales con GPS cinemática, estaciones totales, GPS con SIG móvil, estaciones de restitución digital, etc.), automatización de los controles de calidad para hacerlos más rápidos y seguros, implementación y manejo de infraestructuras de datos espaciales para facilitar el acceso y distribución de los datos en línea, y computarización de los sistemas de registros de la tierra, con el fin de lograr el traslado de dominio electrónico; y el componente *Metodológico* que va enfocado y dirigido al aseguramiento de calidad bajo estrictos y diferentes controles para cada área específica, que garantizan la transparencia de cada proceso y la alta calidad de los productos entregados.

En Colombia la reglamentación catastral tuvo su origen a comienzos del siglo XIX como respuesta a las necesidades de financiamiento de la guerra de independencia. De esta forma, desde su origen, el catastro tuvo una función exclusivamente fiscalista. En 1938 se adicionó al catastro el componente jurídico y se reconoció la importancia de elaborar planos prediales para conocer la situación, extensión, área y demás detalles topográficos.

Adicionalmente, en 1957 se designó al Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, como el organismo encargado de los estudios catastrales en el país. Actualmente en Colombia existen cinco autoridades catastrales, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi que está a cargo de la mayoría del territorio nacional y es el ente rector en materia catastral, y cuatro instituciones descentralizadas: el Departamento de Antioquia, y las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, las tres principales ciudades del país en términos de PIB, población e infraestructura.

Los catastros descentralizados funcionan de manera independiente bajo la supervisión y lineamientos técnicos y legales del IGAC y tienen autonomía financiera propia, sin estar sujetos al presupuesto general del Estado.

El Municipio de Santiago de Cali, es la tercera ciudad más poblada de Colombia y posee un área de 564 km<sup>2</sup>. Su espacio geográfico se encuentra distribuido en dos zonas, urbana con 625.732 predios y la zona rural 31.801. El Municipio de Santiago de Cali cuenta con uno de los cuatro catastros descentralizados que hoy tiene Colombia. La entidad encargada de realizar el Censo o Inventarios de dichos predios es la Subdirección de Catastro adscrita al Departamento Administrativo de Hacienda Municipal.

La Subdirección de Catastro cuenta con un área de Cartografía, que se encarga de velar por la consistencia de la Información Geográfica en los procesos de actualización y conservación catastral dentro de una base de información corporativa, que actualmente no cumple con los requerimientos de eficiencia y calidad en la información resultante de las diversas actividades que se desarrollan en el catastro y del producto final que llega al usuario, por lo tanto surge el interrogante ¿Es posible que el desarrollo e implementación del Sistema de Información Geográfica planteado para la Subdirección de Catastro del Municipio de Cali, permita una adecuada administración de la base de datos para una correcta gestión catastral?.

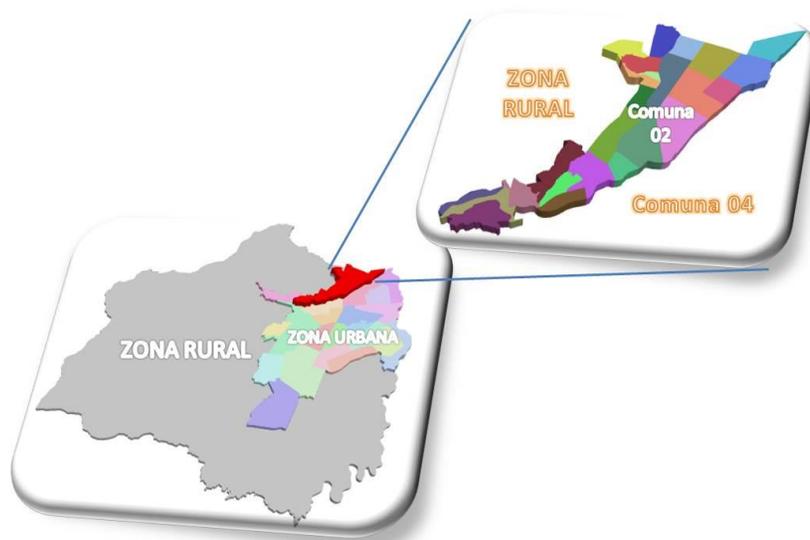
#### IV. ZONA DE ESTUDIO

El Municipio de Santiago de Cali, localizado en la zona Sur del Departamento del Valle del Cauca, se encuentra ubicado geográficamente en las coordenadas 3°27'00"N 76°32'00"O. Limita al norte con los municipios de Yumbo y la Cumbre, al nororiente con Palmira y al oriente con Candelaria. Al sur se encuentra el municipio de Jamundí, el área rural de Buenaventura al suroccidente y Dagua al noroccidente.

El Municipio de Santiago de Cali, se divide administrativamente en dos zonas: Zona Urbana y Zona Rural. La Zona Urbana está conformada por 22 Comunas y la Zona Rural 15 Corregimientos.

La Zona de estudio establecida para el desarrollo de este proyecto es la Comuna 02, ubicada al norte del Municipio de Cali. Esta comuna está dividida 23 barrios y 933 manzanas y 16.534 terrenos.

**Figura 1. Mapa del Municipio de Cali, resaltando zona de interés**



*Fuente: Elaboración propia*

## V. OBJETIVOS

### 5.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar e implementar un Sistema de Información Geográfica aplicado a la Comuna 02 del Municipio de Santiago de Cali, que le permita a la Subdirección de Catastro estructurar y administrar correctamente la base de datos catastral.

### 5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Corregir la Cartografía Vectorial mediante la implementación de Reglas Topológicas y errores existentes por comisión y omisión.
- Depurar la base de datos alfanumérica.
- Diseñar e implementar un modelo de datos que permita la conexión de las bases de datos alfanumérica y geográfica.
- Diseñar e Implementar un *Geoportal* que permita el acceso, visualización, consultas y gestión de la información catastral.

## **VI. METODOLOGIA**

### **6.1. DEPURACION Y COMPILACION DE LA INFORMACION**

#### ***Información Espacial:***

Se realizara un inventario de la información vectorial de la zona urbana que reposa en la subdirección de catastro, se corregirán problemas de desplazamiento de la base cartográfica respecto a la ortofotografía a escala 1:1.000, además se aplicaran reglas topológicas que permitan identificar errores en los procesos de digitalización de las capas de manzana, terreno, construcción y demás capas asociadas a las predios, a su vez se identificarán y minimizarán inconsistencias en la base de datos geográfica como lo son campos innecesarios, nulos y repetidos

#### ***Información No Espacial (Alfanumérica):***

Se identificarán las tablas alojadas en el sistema de información actual de la Subdirección de Catastro, que permitan establecer una relación con la base de datos geográfica, sobre las mismas se realizara un diagnóstico para determinar campos innecesarios, nulos, repetidos, problemas de indexación con el fin de garantizar datos confiables para ejecutar el proceso de reestructuración de la base de datos alfanumérica.

### **6.2. EVALUACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO**

Se realizará un diagnóstico sobre todos los trámites catastrales identificando aquellos que involucran una modificación a la componente espacial (linderos, áreas) de los predios. Se evaluara como responde el sistema actual (SIGCAT) a estos procesos en términos de tiempo y calidad de la información, es en este momento en el cual se identificarán en detalle las mayores necesidades a las cuales el nuevo sistema debe responder.

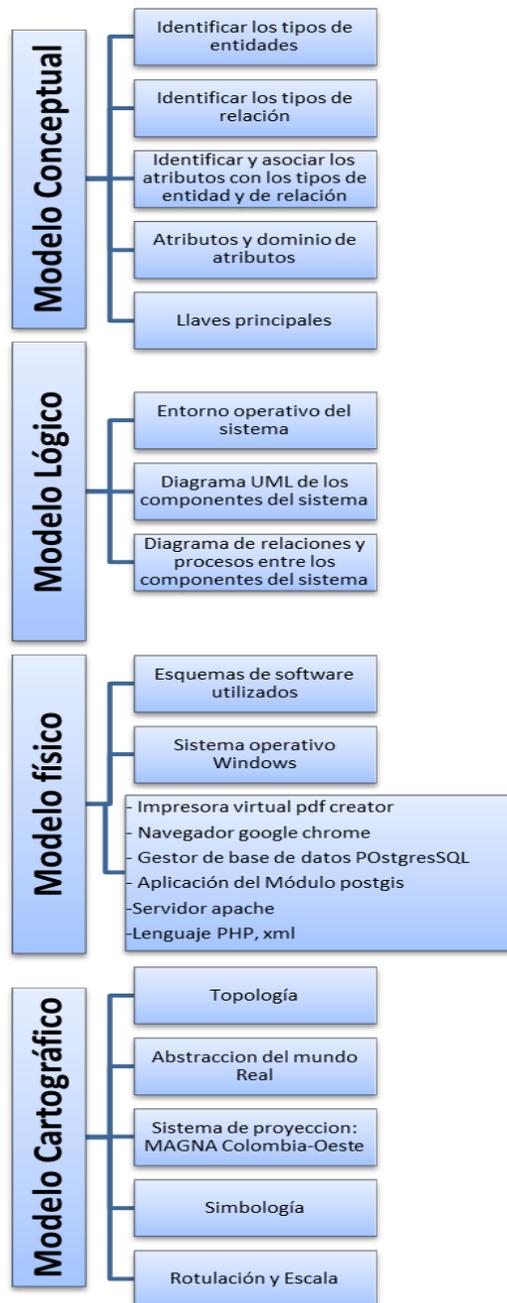
### **6.3. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Bajo un análisis de los datos necesarios para que el sistema de información responda a las necesidades, se identificará aquella información no útil al sistema como también la faltante y que deberá ser adquirida bien sea a través de recolección primaria o por fuentes secundarias.

Por otra parte se realizaran pruebas a los equipos actuales (servidores) para evaluar como estos responden a los procesos que se llevan a cabo, con el fin de determinar la necesidad de robustecer o modificar la componente física de los equipos para una correcta operatividad del sistema. También se revisarán los programas de cómputo existentes en términos de licenciamiento y capacidad de respuesta para el procesamiento de la información.

## 6.4. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS

Figura 2. Diseño del Modelo de Datos



Fuente: Elaboración Propia

## **6.5. IMPLEMENTACION**

Es la construcción del nuevo sistema y el paso de dicho sistema a “producción” (funcionamiento diario). Se le conoce también como desarrollo, pero se confunde con el ciclo de vida completo del sistema de información. Las fases de implantación son: probar las redes y las bases de datos, Construir y probar las aplicaciones, instalar y probar el nuevo sistema, entregar el sistema para puesta en funcionamiento.

## **6.6. MANTENIMIENTO**

Es el soporte “continuado de un sistema después de que se ha puesto en funcionamiento. Incluye el mantenimiento de aplicaciones y mejoras al sistema”. Esta fase incluye actividades como: corrección de errores, recuperación de datos por fallas del sistema y adaptación del sistema a nuevas necesidades.

## **VII. MARCO TEORICO**

El manejo integral de información acerca de cualquier actividad es vital para el desarrollo de toda sociedad moderna, cuanto más completa y actualizada sea ésta información, más útil será para el desarrollo de dicha sociedad. Dicho manejo integral se obtiene por medio de la implementación de sistemas organizados, los cuales permiten integrar de manera eficiente la información proveniente de objetos que existen en la realidad, que tienen características propias y que guardan ciertas relaciones espaciales que se deben conservar.

### **7.1. SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)**

Según la definición dada por la National Center for Geographic Informations and Analysis (NCGIA), un Sistema de Información Geográfica es “Un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión”.

El sistema de información geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

La información puede ser almacenada en formato raster o vectorial. El modelo de SIG raster o de retícula se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor. Cuanto mayor sean las dimensiones de las celdas (resolución) menor es la precisión o detalle en la representación del espacio geográfico. En el caso del modelo de SIG vectorial, el interés de las representaciones se centra en la precisión de localización de los elementos sobre el espacio y donde los fenómenos a representar son discretos, es decir, de límites definidos. Para modelar digitalmente las entidades del mundo real se utilizan tres objetos espaciales: el punto, la línea y el polígono.

Los SIG vectoriales son más populares en el mercado. No obstante, los SIG raster son muy utilizados en estudios que requieran la generación de capas continuas, necesarias en fenómenos no discretos; también en estudios medioambientales donde no se requiere una excesiva precisión espacial (contaminación atmosférica, distribución de temperaturas, localización de especies marinas, análisis geológicos, etc.).

### **7.1.1. COMPONENTES DE UN SIG**

#### ***Equipos (Hardware)***

Es donde opera el SIG. Los programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o trabajando en modo "desconectado".

#### ***Programas (Software)***

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema manejador de base de datos
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interfaz gráfica para el usuario para acceder fácilmente a las herramientas.

#### ***Datos***

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

#### ***Recurso humano***

La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; Y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

### ***Procedimientos***

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

#### **7.1.1.2. FUNCIONES DE LOS COMPONENTES DE UN SIG**

Captura de la información, esta se logra mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías, videos, procesos aerofotogramétricos, entre otros.

Otra función básica de procesamiento de un SIG hace referencia a la parte del análisis que se puede realizar con los datos gráficos y no gráficos, se puede especificar la función de contigüidad de objetos sobre una área determinada, del mismo modo, se puede especificar la función de coincidencia que se refiere a la superposición de objetos dispuestos sobre un mapa.

#### **7.1.2. BASE DE DATOS**

Una base de datos se define como un conjunto de datos que se encuentran organizados y relacionados entre sí, con el fin de satisfacer tratamientos de información implicados en las actividades de una empresa.

##### **7.1.2.1. BASE DE DATOS ESPACIALES**

Una Base de Datos Geográfica es una colección de datos organizada de tal manera que sirvan efectivamente para una o varias aplicaciones SIG. Esta base de datos comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o datos no espaciales.

La esencia de un SIG está constituida por una base de datos geográfica. Una base de datos geográfica requiere de un conjunto de procedimientos que permitan hacer un mantenimiento de ella tanto desde el punto de vista de su documentación como de su administración. La eficacia está determinada por los diferentes tipos de datos almacenados en diferentes estructuras.

### **7.1.3. LOS SERVICIOS WEB GEOGRÁFICOS**

Los servicios web geográficos permiten al usuario la máxima interacción con la información geográfica. Por un lado el usuario o cliente accede a información en su formato original, de manera que es posible realizar consultas tan complejas como las que haría un SIG. Un servidor de mapas funciona enviando, a petición del cliente, desde su navegador de internet, una serie de páginas HTML (normalmente de contenido dinámico DHTML), con una cartografía asociada en formato de imagen (por ejemplo, una imagen GIF o JPG sensitiva). Un servidor de mapas es, de hecho, un SIG a través de internet. Las primeras versiones de servidores de mapas sólo permitían realizar funciones básicas de visualización y consultas alfanuméricas simples.

En las versiones más recientes es posible realizar funciones mucho más avanzadas. El tiempo dirá si los servidores de mapas tendrán toda la funcionalidad de los SIG. El servidor de mapas es personalizable, es decir, se pueden preparar o programar las herramientas (los iconos de la aplicación) de manera que sean intuitivas para el usuario no experto en SIG.

#### **- ARCPY**

Es un paquete basado en el módulo de arcgis Scripting para el geoprocésamiento; análisis de datos geográficos, conversión de datos, administración de datos y automatización de mapas con python.

#### **- MAPSERVER**

Es un entorno de desarrollo en código abierto (Open Source Initiative) para la creación de aplicaciones SIG en Internet/Intranet con el fin de visualizar, consultar y analizar información geográfica a través de la red mediante la tecnología Internet Map Server (IMS).

#### **- APACHE**

servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.12 y la noción de sitio virtual.

## **- PHP**

Lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico.

## **- JQUERY**

Es una biblioteca de JavaScript, que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HTML, manipular el árbol DOM, manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con la técnica AJAX a páginas web.

## **- JAVASCRIPT**

JavaScript (abreviado comunmente "JS") es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas<sup>4</sup> aunque existe una forma de JavaScript del lado del servidor (Server-side JavaScript o SSJS). Su uso en aplicaciones externas a la web, por ejemplo en documentos PDF, aplicaciones de escritorio (mayoritariamente widgets) es también significativo.

### **7.1.4. LENGUAJE DE CONSULTA ESPACIAL**

Las bases de datos espaciales no tienen un conjunto de operadores que sirvan como elementos básicos para la evaluación de consultas ya que estas manejan un volumen extremadamente grande de objetos complejos no ordenados en una dimensión. Es por esto que existen algoritmos complejos para evaluar predicados espaciales. Las consultas son realizadas generalmente en SSQL (Spatial SQL), el cual introduce, mediante extensiones, los distintos conceptos del álgebra ROSE dentro del lenguaje SQL estándar, es decir, utiliza las cláusulas SELECT-FROM-WHERE para las tres operaciones en el álgebra relacional (proyección algebraica, producto cartesiano y selección). Las tres categorías fundamentales de consultas en un sistema de información espacial son:

- Consultas exclusivamente de propiedades espaciales.
- Consultas sobre propiedades no espaciales
- Consultas que combinan propiedades espaciales con no espaciales.

### **7.1.5. TRATAMIENTO INFORMACIÓN VECTORIAL (FORMATO SHAPE)**

El tratamiento de la información vectorial se realizará por medio del software libre gvSIG, el cual es una herramienta orientada al manejo de información geográfica. Se caracteriza por una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más usuales de forma ágil tanto ráster como vectoriales. Adicionalmente, integra en una vista datos tanto locales como remotos a través de un origen WMS, WCS o WFS.

### **7.1.6. APLICACIONES**

Normalmente las bases de datos espaciales están asociadas a sistemas SIE (Sistemas de Información Estratégicos) o SIG (Sistemas de Información Geográfica). La información geográfica contiene una referencia territorial explícita como latitud y longitud o una referencia implícita como domicilio o código postal. Las referencias implícitas pueden ser derivadas de referencias explícitas mediante geocodificación. La información geográfica es a su vez el elemento diferenciador de un sistema de información geográfica frente a otro tipo de Sistemas de Información; así, la particular naturaleza de este tipo de información contiene dos vertientes diferentes: por un lado está la vertiente espacial y por otro la vertiente temática de los datos. Mientras otros Sistemas de Información contienen sólo datos alfanuméricos (nombres, direcciones, números de cuenta, etc.), las bases de datos de un SIG integran además la delimitación espacial de cada uno de los objetos geográficos.

## **7.2. CATASTRO**

El Catastro es el inventario o censo, debidamente actualizado y clasificado, de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a los particulares, con el objeto de lograr su correcta identificación Física, Jurídica, Fiscal y Económica.

*El Aspecto Físico* consiste en la identificación de los linderos del terreno y edificaciones del predio sobre documentos gráficos o fotografías aéreas u ortofotografías y la descripción y clasificación del terreno y de las edificaciones.

*El Aspecto Jurídico*, consiste en indicar y anotar en los documentos catastrales la relación entre el sujeto activo del derecho o sea el propietario o poseedor, y el objeto o bien inmueble, mediante la identificación ciudadana o tributaria del propietario o poseedor y de la escritura y registro o matrícula inmobiliaria del predio respectivo.

*El Aspecto Fiscal*, consiste en la preparación y entrega a las Tesorerías Municipales y a las Administraciones de Impuestos Nacionales respectivas, de los avalúos sobre los cuales ha de aplicarse la tasa correspondiente al impuesto predial y demás gravámenes que tengan como base el avalúo catastral, de conformidad con las disposiciones legales vigentes.

*El Aspecto Económico*, consiste en la determinación del avalúo catastral del predio.

## VIII. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, existe la necesidad de regular, estandarizar y normalizar todos los procesos concernientes a la procesos en la elaboración, operación, difusión y administración de procedimientos catastrales integrales de las áreas urbanas y rurales de un territorio; es por ello que se hace necesario estructurar una propuesta metodológica de todos los componentes catastrales de tal manera que permita resolver oportunamente las debilidades y consolidar las fortalezas de las diversas metodologías aplicadas al catastro.

La información catastral es un componente de datos de referencia de cualquier Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Durante los últimos años varios proyectos de investigación a nivel individual y organizacional han centrado sus estudios en el dominio catastral. Algunos se inclinan por el análisis en el comportamiento de las metodologías de investigación, más que por el análisis hacia los sistemas catastrales y de Sistema de Información Geográfica (GIS). Los Autores Volkan Cagdas y Erik Stubkjaer en su artículo “Investigación en diseño para el sistema de catastro”<sup>1</sup> abordan el tema de investigación del diseño del sistema catastral desde el punto de vista del análisis metodológico, que se ocupa de los problemas de sistema de información dentro de este contexto.

Este análisis se basó en 5 tesis doctorales y una serie de documento relacionados con la Administración de Tierras de Dominio, en el cual se da una explicación de la metodología de investigación y diseño de un marco teórico para la investigación de la información catastral, sistemas catastrales y las unidades de los derecho de propiedad que se reflejan en estos sistemas. La metodología de investigación del diseño implica que el desarrollo de un sistema catastral está basado en teorías y conocimientos existentes, siendo el catastro el núcleo componente de los Sistemas de Información Geográfica.

En conclusión la Metodología de Investigación de Diseño catastral, se puede definir como un sistema con reglas y procedimientos en los cuales se deben tener en cuenta los siguientes pasos: La identificación del problema y la motivación, el diseño y el desarrollo, la demostración, la evacuación y la comunicación.

---

<sup>1</sup> Voldkan, C y Stubkjaer, E. Computers. Revista Science Direct. Environment and Urban Systems. Design research for cadastral systems. Denmark, 2011, pgs 77-87

En la primera etapa de la investigación, se debe definir un problema de investigación y el valor de la solución debe estar justificado, por lo tanto la investigación tiene que demostrar el conocimiento del estado de la técnica y la relevancia de los problemas identificados.

En el segundo paso se infieren los objetivos de la solución del problema definido y el conocimiento de los que es posible y factible. En el tercer paso se crean los objetos (concepto, construcciones de modelos, métodos). En el cuarto paso de la metodología se muestra el uso del sistema para resolver el problema, esto podría implicar el uso de la experimentación, simulación o prueba. En el quinto paso se evalúa, observa y mide que tan bien el sistema apoya a la solución del problema.

Por otra parte, es evidente que las ciudades modernas están en constante cambio en cuanto a su dinámica inmobiliaria, es por ello que el censo predial catastral no permanece estático y varía constantemente día a día. Es por esto, que con un modelo de datos adecuado, es posible modelar las realidades tridimensionales de las ciudades actuales. La construcción de modelos 3D catastrales permite de alguna manera inventariar la información catastral de los inmuebles con cierto grado de detalle que garantiza la identificación de los inmuebles de una ciudad o territorio.

Un continuo cambio en la tipología de construcción en respuesta a la forma de crecimiento de las ciudades representa un reto para una gestión correcta en la administración de recursos, esto significa tener una modelación correcta de la ciudad, según el artículo “Desarrollo de un catastro 3D para la administración del uso del suelo urbano: Caso de estudio Shenzhen” <sup>2</sup>realizado en china, se muestra una evidente necesidad de una transformación de un catastro 2d a 3d, esto conlleva a cambios drásticos en la aplicación de técnicas de medición y reestructuración en la forma de administración del espacio; el crecimiento de la población y la necesidad de posesión de los bienes inmuebles ha hecho que en algunas ciudades exista una transformación de expansión de lo horizontal hacia lo vertical, es decir, se pasa de un simple modelo constructivo donde se necesitaba una mayor extensión geográfica para el desarrollo de las ciudades hacia un mejor aprovechamiento del espacio en que podemos tener varios propietarios en varios

---

<sup>2</sup> Renzhong, G. Lin. Li, Shen, Y. Revista Science Direct. Computers, Environment and Urban Systems. Desarrollo de un catastro 3D para la administración del uso del suelo urbano: Caso de estudio Shenzhen. China, 2012.

Es importante destacar que los modelos de representación de la tenencia pueden variar en función a las leyes que rigen al territorio, es en este sentido que las técnicas de captura y administración de los datos deben ser muy bien estudiadas, evaluar el software que me permita modelar el territorio es necesario en campos como el GIS y CAD, todo esto encaminado a un catastro 3d que garantice una completa operatividad y funcionalidad.

Existen dos elementos importantes en la modelación catastral y se deben generar modelos que cumplan con estándares para que con base en ellos sea bien representado el territorio, estos son las parcelas y las construcciones, determinar reglas topológicas de contención entre estas y de conexión se convierten en elementos importantes, cabe anotar que un catastro 3d no requiere tener un fino detalle de elementos constructivos sino que se debe contar con elementos básicos para la extrusión y así obtener sólidos que representen el territorio.

Según el artículo las parcelas pueden ser modeladas 2d (ARCGIS) y las construcciones 3d (TERRAGATE), a su vez la relación de estos dos elementos se debe dar a través de sus tablas de atributos a través de campos comunes o llaves que garanticen una relación consistente de la información.

Estos modelos puestos a prueba en Shenzhen evidenciaron que algunos elementos que también hacen parte del catastro no deben ser modelados 3d en un primer momento y también como debe existir una información (database) confiable para mínimamente tener datos consistentes en altura de las edificaciones.

En conclusión, la representatividad de un modelo constructivo genera la necesidad de elaboración de técnicas y un desarrollo tecnológico en un catastro que debe pasar de ser simplemente 2d a 3d, esto requiere un cambio organizacional que garantice la compatibilidad con las leyes que regulan el territorio en cuanto a tenencia de los bienes inmuebles, aun se debe abordar con mayor detalle este estudio, resolver conflictos que esta nueva técnica lleva consigo y mejorar cada día en función a la dinámica que exige nuestra sociedad.

De otro lado, considerando que el catastro se constituye como una entidad que cuenta con una serie de información que es de vital importancia para la solucionar los problemas de tipo político, jurídicos y económicos de un territorio. Se hace necesario, contar con una base de datos de información catastral georeferenciada como herramienta fundamental y transversal a la administración pública para una mejor gestión del territorio y sus recursos.

Una correcta administración de la base de datos espacial para el catastro supone muchas facilidades a la hora de toma de decisiones no solo para su entidad si no para las diferentes dependencias que dependen de esta información para la buena planeación de las ciudades. En el artículo “Administración de una base de datos espacial en una muy extensa base de datos catastral”,<sup>3</sup> se presenta la administración de la base de datos espacial del catastro Holandés (Kadaster) con más de 50 GB de información espacial.

La base de datos de Kadaster contiene la representación gráfica de los límites de alrededor 7 millones de parcelas catastrales en Holanda, identificadores de parcelas, construcciones nombres de calles etc.

La precisión de estos datos depende del tipo de región; los datos del catastro original se relacionan con las escalas 1:1000 y 1:2000, los datos topográficos hacen referencia a escalas más grandes como 1:500 y 1:1000 respectivamente para áreas urbana.

Desde hace dos décadas el sistema de desarrollo cambio separando la digitalización de mapas catastrales de los registros catastrales. La primera versión de este sistema empezó en 1988 donde se implementaron nuevas parcelas catastrales, la producción de datasets con actualizaciones geométricas, renovación de datos catastrales, mantenimiento de datos topográficos con escalas más grandes, cálculos geodésicos, etc.

La segunda versión corre desde 1997 con una base de datos renovada. Las principales razones para este rediseño, se deben a un acceso flexible a los datos espaciales, fácil implementación de extensiones, garantía de calidad topológica y sofisticadas herramientas de consulta usando una interfaz basada en SQL. El gestor de base de datos usado para este trabajo fue CA Open Ingres el cual es sencillo y soporta el almacenamiento y manipulación de los datos geométricos, como puntos, líneas, polígonos, etc. Operadores como like, intersect, inside, distance, etc, pueden aplicarse directamente como SQL. Además que se eligió por su gran almacenamiento ya que se prevé un incremento en la base de datos del 25% anual.

---

<sup>3</sup> P.J.M. Van Oosterom, C.H.J. Lemmen. Computers, Revista Science Direct. Environment and Urban Systems. Spatial data management on a very large cadastral database. Netherlands, 2011, pgs 509-528

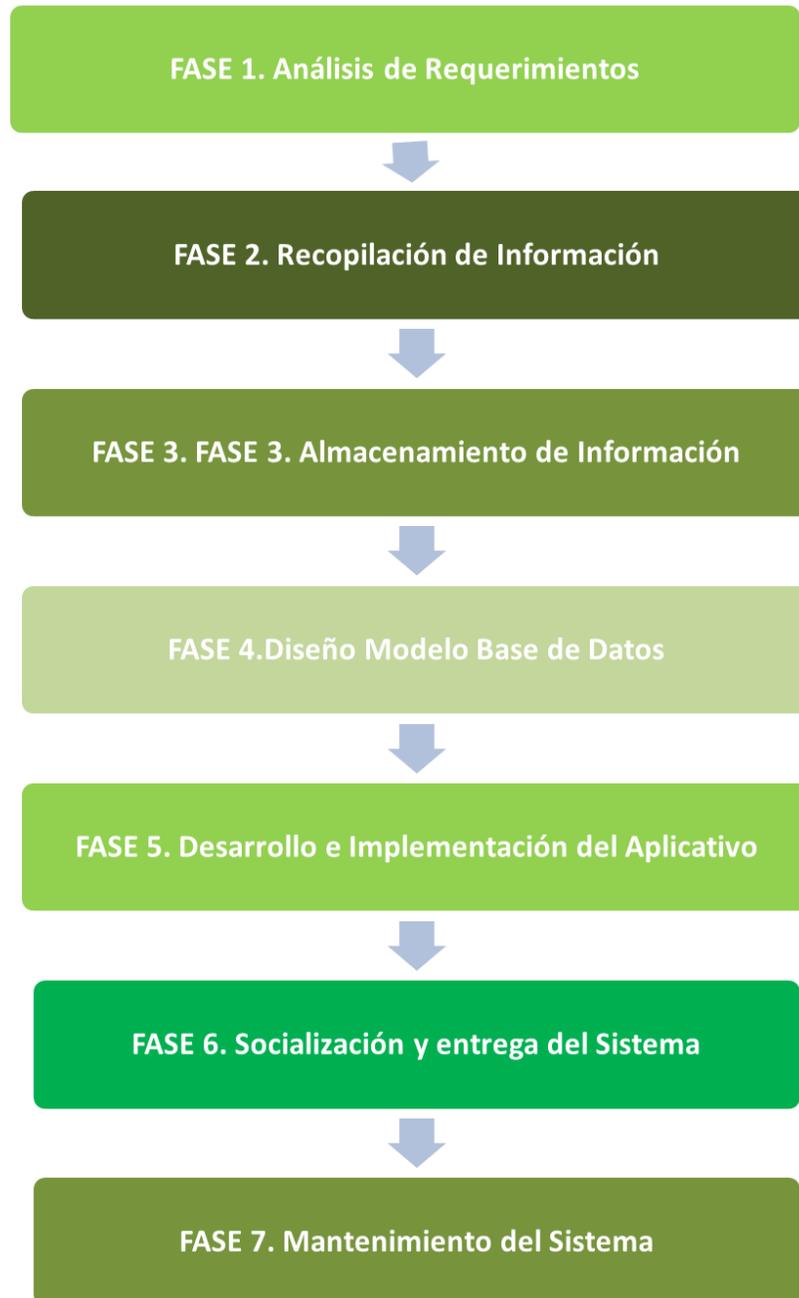
El modelo de datos espaciales se representa en la base de datos usando tipos de datos geométricos como puntos, líneas y polígonos. Además para de estos tipos de datos, hay unas mejoras importantes en el modelo de datos como el almacenamiento de la topología y la información histórica. Las principales tablas hacen referencia a los límites catastrales, parcelas, símbolos, GCP (Puntos de control geodésico), líneas topográficas y textos.

1. Object\_id, es el identificador único que tiene cada feature
2. Classif, código de clasificación de los objetos.
3. Location, representa los límites catastrales.
4. Sel\_code
5. Source\_of\_data, fuente de datos
6. L\_area, área oficial legal.

Mantenimiento de la topología se combina con la actualización catastral y datos topográficos. En conclusión la incorporación de este nuevo modelo es extremadamente eficiente a la hora de la ejecución de consultas soportando grandes cantidades de datos. La edición en sí misma es mucho menos complicada porque garantiza la calidad topológica de los mapas catastrales, sin los errores topológicos del pasado. El diseño de este sistema es capaz de soportarla integración de todas las provincias con gran facilidad sin errores de memoria.

## IX. METODOLOGIA APLICADA

**Figura 3. Esquema Metodológico – Fases de Desarrollo del Proyecto**



*Fuente: Elaboración propia*

## 9.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

En esta etapa se analizó y evaluó en conjunto con el usuario todas aquellas demandas y exigencias que se pretende el sistema operará, se verificó toda la información recolectada, disponible y adecuada para la estructuración del sistema y se concibe toda clase de soluciones que el sistema pueda proporcionar, se toma en cuenta los limitantes con que cuenta cada posible solución y como resultado a esta ardua tarea se selecciona la mejor propuesta de solución del sistema.

Este proceso es de vital importancia ya que define los alcances con que el sistema cuenta bajo una serie de requisitos que se conciben de la mano del usuario en este caso específico *La fase de análisis de requerimientos* se presenta únicamente para el desarrollo del aplicativo diseñado para el manejo de información espacial (cartografía vectorial) de la Comuna 02 del municipio de Santiago de Cali.

Esta etapa se desarrolló por medio de entrevistas, encuestas, talleres con los encargados del manejo, manipulación y distribución de información de la dependencia. Adicionalmente, se toma en cuenta la opinión de la población-usuario de la entidad sobre el servicio de información prestado. Como resultado de todo este proceso se crea el banco estructural de datos del proyecto.

A partir de los requerimientos realizados por el usuario y con base al análisis de la situación actual con que contaba la dependencia, se establecieron una serie de componentes que definen el alcance del sistema.

*Componentes del sistema:*

- Objetivo General y Específico del sistema.
- Alcances y limitaciones del sistema.
- Definición del entorno del sistema.
- Definición detallada de requerimientos del sistema.

### **9.1.1. Objetivo General y Específicos del Sistema**

Generar un aplicativo SIG que suministre información geográfica y tabular de forma dinámica sobre los terrenos pertenecientes a la Comuna 02 de acuerdo con las especificaciones estipuladas en el análisis de requerimientos. El aplicativo SIG debe responder a los siguientes objetivos específicos:

- El sistema debe generar la localización geográfica de los predios pertenecientes a la Comuna 02 ubicada en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali.
- Ofrecer a los usuarios y prestadores de servicio, información alfanumérica del predio solicitado según el tipo de consulta empleada.

Para los requerimientos aceptados se consideraron las siguientes categorías de funciones para la realización del Sistema de Información Geográfica

- **Visualización:** Recuperar y visualizar la información que se ha introducido y es útil para ubicar algún elemento o un patrón a simple vista.
- **Consulta espacial:** Visualización de una instrucción SQL vinculada a los elementos espaciales.
- **Consulta no espacial:** Instrucción SQL no vinculada a los elementos espaciales.

*La Tabla N°1*, que a continuación se muestra presenta los requerimientos para la Comuna 02 del Municipio de Santiago de Cali, con su respectiva función y el agrupamiento por categorías.

**Tabla 1. Descripción de Requerimientos**

<b>1. INFORMACION FISICA</b>		
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>TIPO</b>
1.1. Mostrar Localización del Terreno.	Barrio	Consulta Espacial
	Manzana	
	Terrenos	
1.2. Mostrar Área Construida	Terrenos	Alfanumérica
	Construcciones	
1.3. Mostrar Destinos Económicos	Construcciones	Alfanumérica
1.4. Mostrar Número de Pisos.	Construcciones	Alfanumérica
1.5. Mostrar Servicios Públicos	Zonas Homogéneas Físicas	Consulta Espacial
	Terrenos	
<b>2. INFORMACION JURIDICA</b>		
2.1. Identificación de los Propietarios	Terrenos	Alfanumérica
	Propietarios	
<b>3. INFORMACION ECONOMICA</b>		
3.1. Mostrar el Valor de la Zona	Terrenos	Visualización
	Zona	
3.2. Mostrar el Valor del Terreno	Terrenos	Visualización/Alfanumérica
	Zona	
3.3. Mostrar el Valor de la Construcción	Terrenos	Visualización/Alfanumérica
	Zonas	

Fuente: Elaboración propia

La información contenida en el sistema podrá ser consultada y visualizada por cualquier funcionario, sin embargo, el módulo de actualización estará en manos de personal designado por la Subdirección de Catastro, quienes podrán modificar los campos anteriormente mencionados, pero para la actualización geográfica tendrán que contar con la dirección de un profesional en el manejo de Sistemas de Información Geográfica.

### **9.1.2. Definición del entorno geográfico del Sistema**

El SIG para el suministro de información geográfica y tabular de las manzanas pertenecientes a la Subdirección de Catastro Municipal se llevará a cabo dentro de ambiente físico correspondiente a la Comuna 02 del Municipio de Santiago de Cali. Por tanto, se establece emplear cartografía e información temática referente al entorno urbano de la zona.

### **9.1.3. Alcances del Sistema**

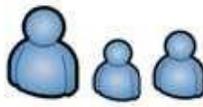
El sistema-solución planteado para la realización de este proyecto presenta dos tipos de consulta: 1. Visualización Cartográfica directa y 2. Consulta Alfanumérica, acompañadas de una serie de elementos o secuencias importantes para el desarrollo de la respuesta.

### **9.1.4. Limitaciones del Sistema**

1. La cartografía que posee la ciudad está en proceso de actualización, por lo tanto, mucha de la información no está contenida dentro de la cartografía actual.
2. El sistema estará implementado sobre una plataforma tipo WEB, con la finalidad de economizar recursos y tiempo.
3. El sistema está planteado para que sea manejado por los funcionarios de la Subdirección de Catastro Municipal de manera que la información presentada por el sistema sea de libre divulgación y acceso entre los usuarios. El sistema no está diseñado para el público con limitaciones visuales, dado que la información es comunicada solo a través de imágenes, tablas, cifras y convenciones de colores.

### 9.1.5. Identificación y definición de los usuarios y descripción de sus roles

En la siguiente tabla se muestra el tipo e identificación de los usuarios del sistema y se describe los roles de cada uno de ellos.

TIPO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y ROLES
INTERNO	 <b>Administrador del Sistema</b>	<p>Usuario interno que administra la geodatabase, la aplicación SIG y el geoportal</p> <p>Roles del administrador:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta, navegación y salida gráfica</li> <li>• Cargue de mapas al geoportal</li> <li>• Administración del sistema</li> <li>• Administrador de la geodatabase</li> <li>• Administrador de usuarios</li> </ul>
	 <b>Funcionarios</b>	<p>Usuario de consulta de datos espaciales y atributivos desde desktop o vía web.</p> <p>Roles del funcionario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta, navegación espacial y salida gráfica.</li> </ul>
EXTERNO	 <b>Otras Entidades</b>	<p>Usuario de consulta de datos espaciales y atributivos desde desktop o vía web.</p> <p>Roles de los municipios y otras entidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración de módulo temático específico</li> <li>• Consulta, navegación espacial y salida gráfica</li> </ul>
	 <b>Propietarios Otros usuarios</b>	<p>Usuario de consulta de datos espaciales y atributivos desde desktop o vía web.</p> <p>Roles de propietarios y otros usuarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta, navegación espacial y salida gráfica.</li> </ul>

## **9.2. FASE 2: RECOPIACION Y DEPURACION DE LA INFORMACION GEOGRAFICA Y ALFANUMERICA**

### **9.2.1. Análisis de la Información Existente.**

Como punto inicial se consultó sobre toda la información que maneja la subdirección de catastro, dicha información está representada en: Base de Datos Catastral (cartografía vectorial e información alfanumérica), cartas catastrales, certificado plano predial, ficha predial y ortofotografía.

- **Base de Datos Catastral.**

La información digital catastral se encuentra alojada en una base de datos corporativa (ArcSDE) que contiene información alfanumérica y cartográfica (manzanas, terrenos, construcciones, nomenclatura vial, zonas geoeconómicas), referente a los aspectos físicos, jurídicos y económicos de los predios inscritos en el catastro.

- **Información Alfanumérica.**

Es la información que se encuentra consignada en la base de datos alfanumérica SigCat de la Subdirección de Catastro, donde muestra información del propietario y del predio en general.

- **Carta Catastral.**

Es un documento cartográfico georreferenciado (Escala 1:500 y 1:1000) donde se encuentran todos los predios que conforman la manzana representados en terrenos, construcciones, anexos y mejoras, con su respectiva identificación catastral y nomenclatura vial y domiciliaría.

- **Certificado Plano Predial.**

Es el documento gráfico georreferenciado por medio del cual la autoridad catastral hace constar la inscripción de un predio o mejora, sus características y condiciones.

- ***Plano de Conjunto Urbano.***

Es el documento cartográfico georreferenciado con delimitación del perímetro urbano, identificación del sector, comuna, barrio, manzana y nomenclatura vial.

- ***Plano de Zonas Homogéneas.***

Es el documento cartográfico georreferenciado donde se identifican las diferentes zonas homogéneas físicas y geoeconómicas del Municipio de Santiago de Cali.

- ***Ficha Predial.***

Es el documento, en medio análogo en el cual se consigna la información correspondiente a cada uno de los predios censados en la Subdirección de Catastro.

- ***Ortofotografía.***

una imagen de la superficie terrestre del Municipio de Santiago de Cali en la que un alto porcentaje de los elementos presentan una escala homogénea, en teoría libre de errores y deformaciones, y aproximadamente con la misma validez de un plano cartográfico, en el aspecto de precisión. Para la Zona Urbana se presenta a Escala 1:1000 y para la Zona Rural a Escala 1:5000.

### **9.2.2. Flujo de la información catastral**

El flujo de información de y hacia la base de datos catastral se origina desde las siguientes fuentes:

- Oficina de registro de instrumentos públicos
- Notarías (escrituras) Juzgados (sentencias) otras entidades como alcaldías,
- Oficinas de planeación y curadurías (planos).
- Directamente del propietario
- Recopilada en campo por técnicos de la entidad catastral

### **9.2.3. Recopilación de Información.**

Como primera tarea se definió la recopilación de información catastral que tiene incidencia en el desarrollo del proyecto. Para esto la Subdirección de Catastro suministro los datos catastrales cartográficos digitales y alfanuméricos correspondientes a la Comuna 02 del Municipio de Santiago de Cali.

### **9.2.4. Inventario y Validación de los datos.**

Una vez recibida la información se procedió a la revisión de su contenido. En esta fase se observó el estado actual de los datos, representados por la cartografía básica, información alfanumérica, fichas prediales, cartas catastrales y ortofotografía. Se identificaron los sectores donde la cartografía se encuentra desactualizada, así mismo donde donde la base alfanumérica presenta errores u omisiones en su contenido. Para evaluar el estado de la información se hizo necesario realizar un proceso de revisión de la cartografía base (áreas, perímetros, ubicación, sistema de referencia, topología), aquellos elementos que no cumplieron con los requerimientos de las entidades gráficas (topología), fue necesario incorporar el proceso de edición y estandarización con el ánimo de garantizar la máxima exactitud y mínima ambigüedad cartográfica del sistema.

Debido a la falta de información cartográfica en un sector de la Comuna 02 "**Barrio Brisas de los Alamos**", fue necesario realizar levantamientos topográficos de 14 manzanas utilizando equipos de topografía de alta precisión con que cuenta la Subdirección de Catastro, y apoyados en insumos digitales como la ortofotografía, para garantizar una información confiable y de calidad.

Los equipos topográficos empleados para realizar dicha labor son:

- Estación Total South
- GPS Hiper SR (Base) Topcon Doble Frecuencia Topcon
- GPS S760 South Doble Frecuencia



**Estación Total South**



**GPS Hiper SR**



**GPS S760**

Con la Estación se levantaron las manzanas y terrenos correspondientes al Barrio Brisas de los Álamos y se establecieron dos Puntos de Control con el GPS Híper SR, para garantizar el posicionamiento de la cartografía en el sistema de referencia Magna Origen Oeste según lo manifestado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), que promueva la adopción de Magna Sirgas como sistema de referencia oficial del país, con el fin de garantizar la compatibilidad de las coordenadas *colombianas* con las técnicas espaciales de posicionamiento, por ejemplo los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems), y con conjuntos internacionales de datos georeferenciados.

**Imagen 1. Base Cartográfica desactualizada Barrio Brisas de los Álamos**



**Imagen 2. Base Cartográfica Actualizada Barrio Brisas de los Álamos**



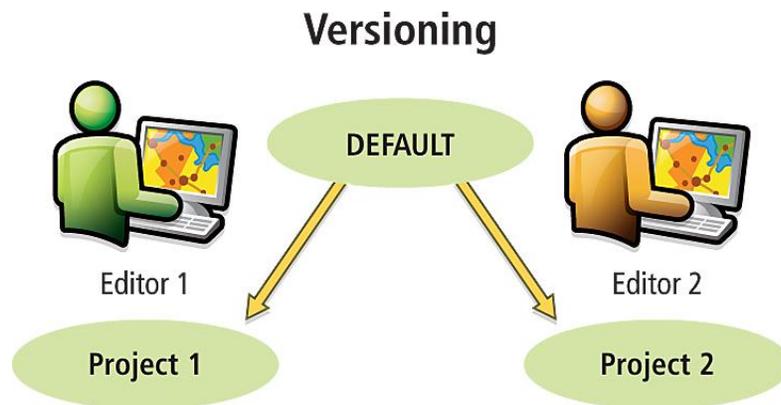
El siguiente paso consistió en la normalización de la base de datos, haciendo uso de las variables significativas en la construcción del sistema, el paso a continuación fue establecer relaciones entre los atributos gráficos y los no gráficos, éste tipo de relaciones se establecieron desde el punto de vista posicional como topológico. Sin embargo, para llevar a cabo este proceso de relación fue necesario a cada objeto cartográfico asignarle un código único identificador temporal (ID), ya que parte de la información predial resultado del proceso de actualización pertenecían a zonas de invasión o poseían algún tipo de afectación, las cuales no cuentan con ningún tipo de identificador que permitieran el enlace de la información geográfica con la tabular.

#### **9.2.5. Control de calidad en la Ingreso de la Información.**

Con la información capturada en campo y la información base de la Subdirección de Catastro, se realiza un cruce (Join) entre las bases datos alfanumérica y cartográfica con el fin de detectar los terrenos faltantes por comisión u omisión respectivamente. La base de datos cartográfica contiene 16.562 registros de los terrenos que corresponden a la Comuna 02. Como resultado del cruce sistemático se obtuvieron con éxito 15.432 registros de terrenos y fue necesario utilizar un procedimiento manual para los 1.130 registros restantes que no cruzaron. La base de datos alfanumérica contiene 16.542 registros de terrenos de los cuales cruzaron sistemáticamente 15.822 y 720 registros que no cruzaron, los cuales se asociaron manualmente. Para esta búsqueda fue necesario apoyarse en la información suministrada por las cartas catastrales y fichas prediales.

### **9.3. FASE 3: ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACION CARTOGRAFICA Y ALFANUMERICA**

Una vez recolectada, validada y depurada la información cartográfica y alfanumérica correspondiente a los terrenos de la Comuna 02 del Municipio de Santiago de Cali, se procesa con un sistema de versionamiento a través de ArcSDE como motor de base de datos geográfica. Una vez consolidada la información se migra a Postgre desde Phytion y ArcPy.



### **9.4. FASE 4: DISEÑO DEL MODELO DE DATOS**

Un modelo de datos es una serie de conceptos que puede utilizarse para describir un conjunto de datos y las operaciones para manipularlos. En el diseño de bases de datos se usan primero los modelos conceptuales para lograr una descripción de alto nivel de la realidad, y luego se transforma el esquema conceptual en un esquema lógico. El motivo de realizar estas dos etapas es la dificultad de abstraer la estructura de una base de datos que presente cierta complejidad. (Rincón, 2006).

Dentro de esta fase, se pretende materializar todos los elementos establecidos en la anterior etapa, definiendo de manera lógica y organizada cada uno de los modelos que harán parte de la operatividad del sistema, y de este modo permitir la implementación y funcionamiento del aplicativo.

*Componentes:*

- Modelo conceptual del sistema
- Modelo lógico del sistema.
- Modelo cartográfico del sistema.
- Modelo físico del sistema.
- Propuesta estratégica para la implementación del sistema.

#### **9.4.1. Modelo Conceptual del Sistema**

El sistema parte de un objeto general y real como es el suministro de información geográfica y tabular de los predios pertenecientes a la Comuna 02 de la Subdirección de Catastro. Para comprender el funcionamiento del sistema, se debe puntualizar y presentar el caso del usuario principal del sistema. El sistema será alimentado por información espacial que estará en constante cambio y actualización, para ello existirá la opción de poder cambiar (actualizar) algunos campos de información consignados en los terrenos. El objetivo final es el diseño e implementación de un aplicativo dirigido a los funcionarios de la Subdirección de Catastro, donde se especifique los terrenos del proyecto y permita una mejor apreciación y aprovechamiento de toda la información consignada de estos terrenos, ofreciendo así una estructuración de información más adecuada y uniforme.

La abstracción de la realidad en este caso es la concepción del modelo de ***“Desarrollo e Implementación de un Sistema de Información Geográfica Aplicado en la Comuna 02 para Estructurar y Administrar la Base de Datos de la Subdirección de Catastro en el Municipio de Santiago de Cali”***

En forma general, este sistema cuenta con información geográfica sobre los Barrios, Manzanas y Terrenos, además de la información respecto a las Zonas Homogéneas Físicas, Zonas Homogéneas Goeconómicas y malla vial.

Para entender la forma operativa del sistema, es necesario situarnos en el lugar de los funcionarios y prestadores de servicios de la subdirección y sobre cada proceso que adelante.

El primer paso que se debe realizar es la identificación del terreno, a continuación se procede a establecer la localización de ésta dentro de barrio/manzana.

Esta localización se hace con base en las relaciones espaciales de localización de objetos conocidos como las vías y direcciones, todo ello enlazado a un sistema de referencia adoptado por la Subdirección de Catastro. Una vez seleccionado el terreno, se identifica el sistema brindando información como:

**Tabla 2. Variables requeridas por el sistema.**

VARIABLES
Código Único
Barrio
Manzana
Terreno
Valor del Terreno
Nombre del Propietario
Zona Homogénea Física
Zona Homogénea Geoeconómica
Área
Tipo de Vía
Destino
Número de Pisos
Servicios Públicos

Fuente: Elaboración propia

#### **9.4.1.1. Elementos del Sistema**

A partir de la abstracción de la realidad, se pueden identificar los siguientes elementos dentro del sistema, que para efectos de operatividad, se han clasificado en activos o directos y pasivos o indirectos:

- Elementos activos o directos: son aquellos que intervienen directamente en la operatividad del sistema:
  - Usuario: Funcionario que realiza la consulta.
  - Pregunta del usuario: Está constituida por la información que entrega el usuario al sistema, en términos del tipo de consulta que éste seleccione (Cartográfica Directa / “Búsqueda” Alfanumérica).

- Malla vial: Estructura de líneas interconectadas que describen las vías del barrio.
  - Manzanas: Estructura de líneas interconectadas que describen las manzanas del barrio.
  - Terrenos: Estructura de líneas interconectadas que describen los predios del barrio.
- Elementos pasivos o indirectos: son aquellos que están dentro del sistema, pero no hacen parte operativa de la solución, sino que son usados como información adicional al usuario para su orientación y relación espacial en la construcción de la información de salida sea más elaborada. Estos son: límites de barrios, vía férrea, etc.

#### **9.4.1.2. Elementos /procesos del Sistema**

Los principales elementos a interactuar en el funcionamiento, montaje y uso del SIG, son los siguientes:

-*Entrada de Datos*: Recopilación de toda información de terrenos adecuada para el desarrollo del proyecto, enmarcado espacialmente dentro de la Comuna 02 del Municipio de Santiago de Cali.

-*Base de Datos Geográfica*: Relación entre la información tabular (punto anterior) y la geográfica.

-*Usuario*: Funcionarios y Público General de la Subdirección de Catastro.

-*Consulta*: Está constituido por la información que entrega el usuario al sistema, en términos de la localización del sitio de partida (Cartográfica Directa) o de los criterios búsqueda (atributos de terreno, tipos de vía y zonas homogéneas).

-*Sistema*: Procesos operativos, de organización y síntesis necesarios en la interacción del usuario con la información "Sistema Central".

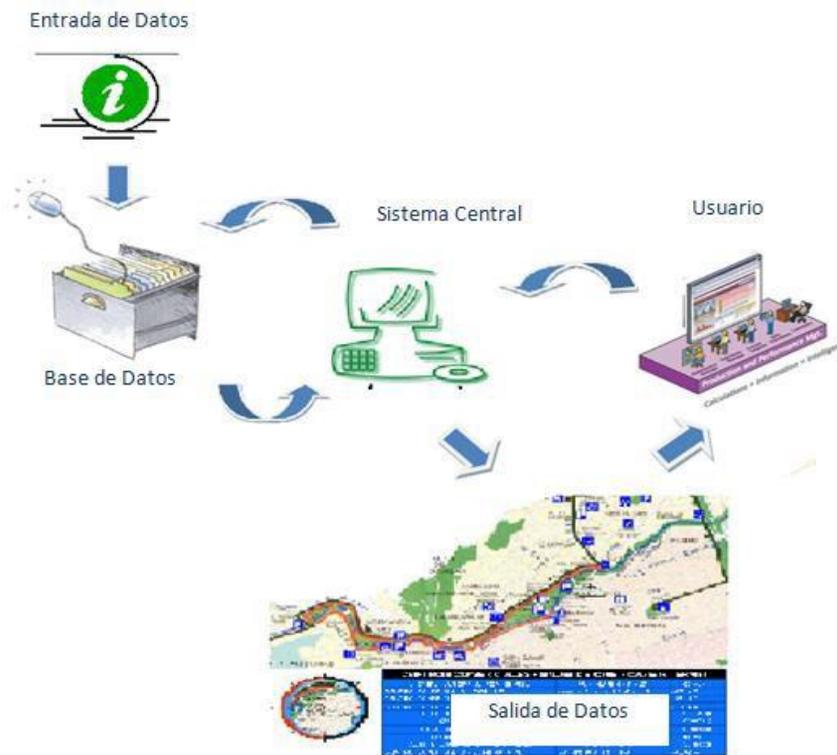
-*Salida de datos o Producto*: Respuesta del sistema (tabular y plano) a la consulta realizada por el usuario.

### 9.4.1.3. Concepción operativa del sistema

Basándose en los requerimientos planteados, la actividad operativa del sistema se enmarca sobre la organización y almacenamiento de información con base en la información espacial, al ser varias las personas que interactúan con el sistema, quienes necesitan consultar y actualizar la información en tiempo real y estar ubicados en sitios diferentes y en ocasiones con dificultades de accesibilidad al sistema, se reconoce una presentación a los usuarios a través del servicio de Internet y en una plataforma WEB.

A través del mencionado portal WEB, cada uno de los operadores del Sistema podrán efectuar sus procesos.

**Figura 4. Los principales elementos a interactuar en el funcionamiento, montaje y uso del SIG.**



*Fuente: Elaboración propia*

**9.4.1.4. Jerarquización y prioridades del proceso en el Sistema** El sistema no cuenta con jerarquización debido a que todos los procesos son importantes y necesarios, pero si tienen unas prioridades de orden, establecido de la siguiente forma para la existencia de una secuencia lógica:

1. Proceso de Entrada de Datos
2. Base de Datos Geográfica.
3. Usuario.
4. Consulta.
5. Sistema.
6. Salida de datos o producto.

El proceso de Consultas no tiene prioridades pero según la consulta debe seguir la secuencia, o de lo contrario la consulta no arroja ningún resultado; lo anterior hace ver una diferencia en tiempos de interacción según el proceso.

#### **9.4.2. Modelo Lógico del Sistema**

El sistema operativamente funciona por la retroalimentación de los operadores del sistema, consultando, agregando y generando una cadena sucesiva de eventos, que en general es parte de los requerimientos del usuario; aparte de ello, el usuario interactúa con el sistema según otros requerimientos, que desencadena eventos y procedimientos para satisfacer la necesidad éste. A este último se le conoce como procesamiento por transacción *“el sistema procesa la información de entrada y genera una información de salida, la cual es entregada en forma en que el usuario la requiere, y finalmente el sistema regresa a su estado inicial en espera de una siguiente transacción”* (Rincón, 2006).

##### **9.4.2.1. Entorno Operativo del Sistema**

En este entorno hace parte el usuario del sistema, quien demanda información sobre la localización espacial de los terrenos pertenecientes a la Subdirección de Catastro de la Comuna 02 en el Municipio de Santiago de Cali.

El ingreso de los datos sobre vías, toponimias, sectores, entre otros, es desde el exterior del sistema pero hacen parte fundamental para operar y están sujetas a modificaciones y actualizaciones de información. Una vez que el sistema opera y genera información en diversos formatos la información sale hacia el entorno, es decir hacia el usuario, entregando los resultados requeridos. Esta información debe responder a las necesidades. El sistema no almacena las consultas realizadas, ya que es información temporal y producto de la operación según la necesidad planteada.

El usuario entrega al sistema la siguiente información:

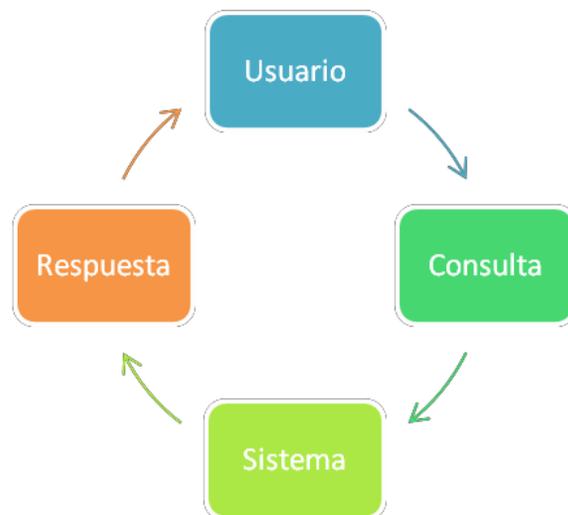
a. *Consulta (búsqueda):*

El sistema debe requerir al usuario el tipo de búsqueda que desea realizar de acuerdo a las necesidades o el tipo de información que éste tenga.

b. *Consulta Cartográfica Directa:*

El sistema cuenta con una interface gráfica para que el usuario pueda navegar sobre el mapa del sector y de esta forma seleccionar los terrenos de interés y de esta manera obtener la información relacionada a la búsqueda.

**Figura 5. Entorno operativo del sistema.**



*Elaboración: Fuente Propia*

#### **9.4.2.2. Definición de relaciones y procesos entre los componentes del sistema**

Las relaciones se encargan de enlazar los elementos que interactúan entre sí, para fundamentar un proceso o una acción, permitiendo así el funcionamiento del sistema. Estas relaciones son el marco funcional y operativo del sistema que describe el patrón de funcionamiento, estableciendo enlaces entre los elementos que definen el flujo funcional del proceso o del sistema.

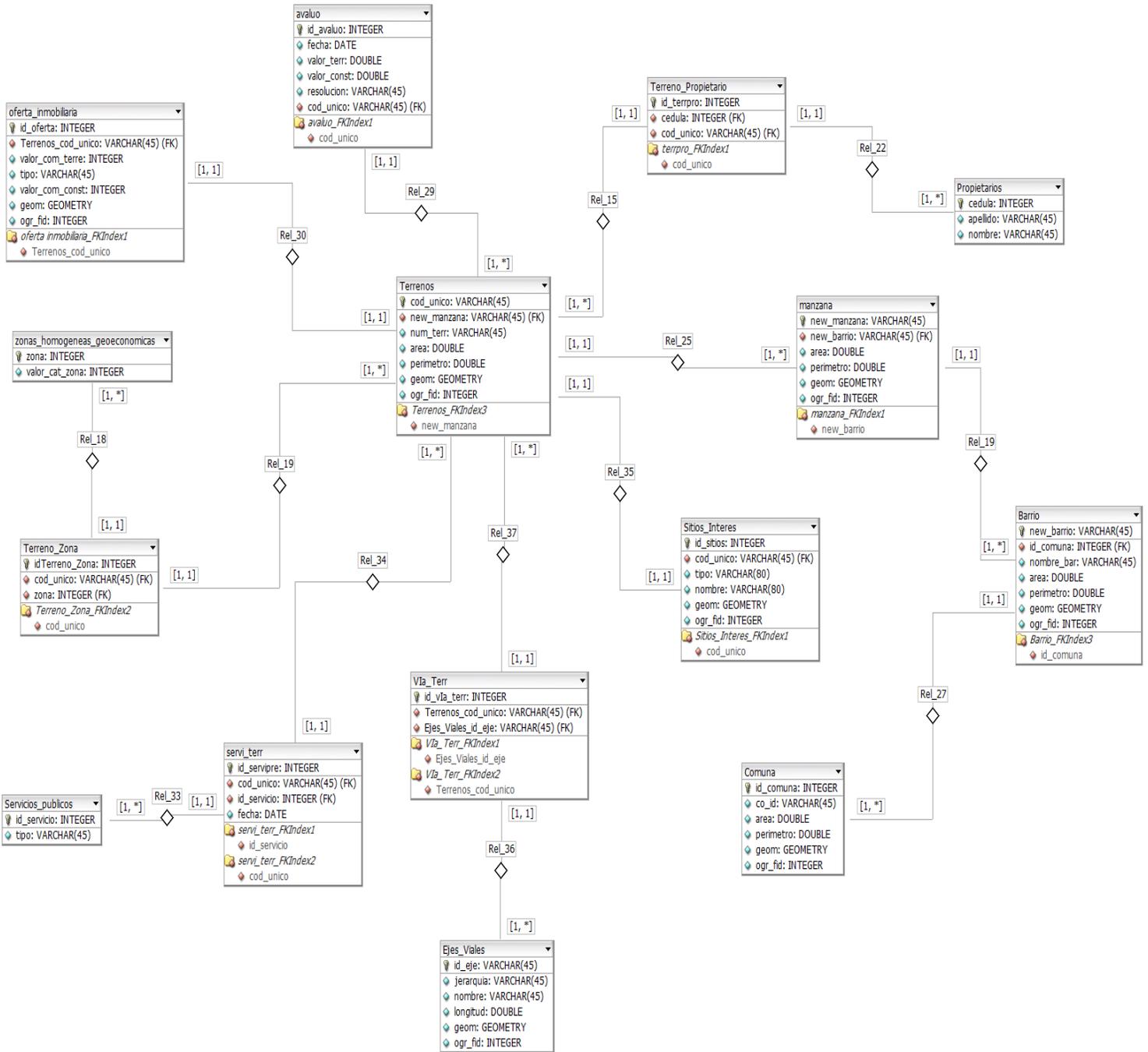
En el diseño de bases de datos se usan primero los modelos conceptuales para lograr una descripción de alto nivel de la realidad, y luego se transforma el esquema conceptual en un esquema lógico. El motivo de realizar estas dos etapas es la dificultad de abstraer la estructura de una base de datos que presente cierta complejidad. Un esquema es un conjunto de representaciones lingüísticas o gráficas que describen la estructura de los datos de interés.

**9.4.2.3. GeoDataBase** Para el almacenamiento de la información se trabajó bajo un sistema de versionamiento y para ello se construyó una file geodatabase, el cual facilita la unidad e integridad de los datos en el sistema, e igualmente la generación de información espacial para la prestación eficaz del servicio.

El sistema es elaborado bajo un modelo de datos orientado a objetos por:

- Cada elemento que existe dentro del diseño del sistema se entiende como un objeto con atributos.
- Cada objeto puede tener propiedad espacial o no espacial.
- Puede existir relaciones entre objetos no espaciales.

**Figura 6. Definición Relaciones y Procesos entre los Componentes del Sistema**



Elaboración: Fuente Propia

#### 9.4.2.4. Diccionario de Datos

El diccionario de datos se puede definir como el conjunto de metadatos que contiene las características lógicas y puntuales de los datos que se manipulan en un sistema y que incluyen nombre, tipo de dato, tamaño y descripción. Este diccionario que se elabora para manejar el volumen de información del proyecto, facilita la determinación de requerimientos y sirve de guía para el administrador de la base de datos.

A continuación se presentan las tablas del diccionario de datos de la base de datos espacial y alfanumérica.

NOMBRE DEL OBJETO	Terrenos	Tipo	Espacial
DEFINICION	Espacio geográfico dentro del perímetro urbano de un municipio el cual está delimitado por linderos establecidos dentro de un título de propiedad perteneciente a una persona natural o jurídica		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
Id_Terreno	Numérico	6	Identificador único que se asigna a cada predio
cod_unico	Numérico	12	Código asignado para la identificación completa del predio
id_manzana	Numérico	4	Identificador único que se asigna a cada manzana
num_terr	Numérico	4	Identificador único que se asigna a cada terreno
área	Double	10	Calcula el área
perímetro	Double	10	Calcula el perímetro

NOMBRE DEL OBJETO	Avalúo	Tipo	Alfanumérico
DEFINICION	Es la estimación del valor comercial de un inmueble a través de sus características físicas, de uso, de investigación y el análisis de mercado, tomando en cuenta las condiciones físicas y urbanas del inmueble.		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
Id avalúo	Numérico	6	Identificador único que se asigna a cada avalúo
fecha	Fecha	8	fecha del último avalúo
valor_terr	Numérico	12	valor del avalúo en el terreno
valor_const	Numérico	12	valor del avalúo en la construcción
resolución	Texto	50	Ultima resolución del avalúo
cod_unico	Numérico	12	Código asignado para la identificación completa del predio

NOMBRE DEL OBJETO	Servicios Públicos	Tipo	Espacial
DEFINICION	Son los servicios públicos básicos y complementarios de cada uno de los predios		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
Id_servicio	Numérico	6	Identificador único que se asigna a cada avalúo
tipo	Texto	20	Corresponde a la clasificación de los servicios públicos existentes en la zona según la clasificación de la entidad competente.

NOMBRE DEL OBJETO	Barrio	Tipo	Espacial
DEFINICION	Sección de la ciudad más o menos definida, que presenta algunas características distintivas sobre las demás.		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
id_barrio	Numérico	2	Identificador único que se asigna a cada barrio
id_comuna	Numérico	6	Identificador único que se asigna a cada comuna
nombre_bar	Texto	Long	Nombre que se asigna a cada barrio
área	Double	10	Calcula el área
perímetro	Double	10	calcula el perímetro

NOMBRE DEL OBJETO	Comuna	Tipo	Espacial
DEFINICION	Unidad administrativa del área urbana de la ciudad país, que agrupa en barrios determinados.		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
id_comuna	Numérico	6	Identificador único que se asigna a cada comuna
nombre_comuna	Texto	9	Nombre que se asigna a cada comuna
área	Double	10	Calcula el área
perímetro	Double	10	calcula el perímetro

NOMBRE DEL OBJETO	Manzana	Tipo	Espacial
DEFINICION	Espacio geográfico donde se ubica un uno o más predios urbanos edificados o sin edificar y está delimitada por un espacio público, como una vía o un corriente considerable de agua.		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
id_manzana	Numérico	4	Identificador único que se asigna a cada manzana
nombre barrio	Numérico	2	Identificador único que se asigna a cada barrio
área	Double	10	Calcula el área
perímetro	Double	10	Calcula el perímetro

NOMBRE DEL OBJETO	Ofertas Inmobiliarias	Tipo	Espacial
DEFINICION	Cantidad y calidad de Inmuebles que un Propietario Vendedor está dispuesto y puede vender en el mercado a un precio y un periodo de tiempo determinado para satisfacer necesidades y deseos.		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
id_oferta	Numérico	4	Identificador único que se asigna a cada oferta inmobiliaria
terrenos_cod	Numérico	2	Identificador de terrenos según la oferta inmobiliaria
valor_com_terr	Double	10	Valor comercial del terreno en m2 en pesos.
tipo	Texto	20	Según el tipo de oferta inmobiliaria
valor_com_const	Double	10	Valor comercial de la construcción en m2 en pesos.

NOMBRE DEL OBJETO	Propietario	Tipo	Alfanumérico
DEFINICION	Persona natural o jurídica que tiene derecho de propiedad de bienes inmuebles tales, como edificios, lotes, fincas o parcelas.		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
Cédula	Texto	12	Número de documento de identidad de cada propietario
Apellido	Texto	30	Apellidos del propietario
Nombre	Texto	30	Nombre del propietario

NOMBRE DEL OBJETO	Ejes Viales	Tipo	Espacial
DEFINICION	Clasificación dada a cada una de las vías y que se representan por una o dos letras ( C= Calle, K=Carrera, T=Transversal, D=Diagonal, AC_ Avenida calle, AK=Avenida carrera)		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
id_eje	Numérico	6	Identificador único que se asigna a eje vial
Jerarquía	Texto	12	Clasificación de la vía por sus características físicas y categoría ( Vehicular, peatonal, carretera)
nombre	Texto	50	Nombre de cada una de los ejes viales, generalmente se dan en números (5, 3 Norte, etc.) o nombre literal (Avenida de las Américas, Avenida Rossvelt, etc.)
Longitud	short	3	Ancho total de la vía expresada en metros, entre paramentos de los predios circundantes.

NOMBRE DEL OBJETO	Construcciones	Tipo	Espacial
DEFINICION	Edificaciones levantadas sobre un predio correspondiente al mismo propietario del suelo o construidas sobre predio ajeno (mejoras).		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
Id_terreno	Numérico	6	Identificador único que se asigna a cada predio
id_unidad_const	Numérico	8	Código único consecutivo de cada construcción y que el nuevo sistema lo asignará de forma automática.
área construida	Double	10	Área de cada unidad de construcción calculada de forma manual y represada en metros cuadrados.

NOMBRE DEL OBJETO	Zonas Homogéneas	Tipo	Espacial
DEFINICION	Espacio geográfico dentro del perímetro urbano con características similares en cuanto a usos		
ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCION
Id Terreno	Numérico	6	Identificador único que se asigna a cada predio
cod_unico	Numérico	12	Código asignado para la identificación completa del predio
zona	Texto	8	Tipo de zona homogénea

### 9.4.3. Modelo Físico del Sistema

En el modelo físico se destaca el trabajo sobre Plataforma Windows, ya que es un software que permite el manejo de programas convencionales, los cuales en la mayoría de los casos no presentan ningún tipo de restricción, como elementos adicionales a éstos, se efectuará el trabajo mediante Postgres quien maneja un lenguaje SQL.

Para el software Postgres se le facilita el manejo de la información espacial, en los que se destaca el análisis y generación de consultas de una forma muy sencilla, esta herramienta nos permite integrar datos con facilidad, ya que puede operar todo tipo de dato, como: tipo entero, decimales, fechas y comandos lógicos; una vez se han identificado en nuestro modelo lógico las variables a utilizar se les asigna un tamaño que está ligado a las convenciones empleadas dentro del espacio de trabajo.

La parte hardware consta de un PC que no requiere características de última tecnología, ya que se ha diseñado un sistema orientado al manejo de la información por cualquier tipo de usuario sin tener demasiadas exigencias. Entre los elementos se puede destacar los componentes principales de un computador, tales como: monitor teclado, mouse y torre, además, se maneja conexión a internet que posibilita la consulta desde cualquier parte del mundo sin ningún tipo de restricción.

#### **9.4.3.1. Esquema de Software Utilizados.**

A continuación se nombran los programas utilizados para la ejecución e implementación del sistema:

- Navegadores Web Mozilla Firefox y Google Chrome
- Base de Datos PostgreSQL
- Aplicación de Modulo PostGis
- Servidor Apache/MapServer
- Java Script
- Php
- Phyton
- ArcPy
- Api de Google Maps
- Open Street Maps

#### **9.4.4. Modelo Cartográfico del Sistema**

Se busca establecer las disposiciones para la correcta edición de la cartografía, de modo que se normalicen los elementos y símbolos cartográficos que están contenidos en el sistema, éstas deberán ser observadas por los usuarios y los productores de Información que integran los Sistemas.

Los mapas contienen características y formas que representan objetos del mundo real. Estos objetos se representan con tres tipos básicos de formas: puntos, líneas y áreas.

El Diseño e implementación del SIG con Software libre, está soportado sobre formato shape, las capas quedaron definidas de la siguiente forma:

**Tabla 3. Identificación de atributos del sistema**

ATRIBUTO	SHAPE
Terrenos	Polígono
Manzana	Polígono
Vias	Linea
Barrios	Polígono
Comuna	Polígono
Zonas Homogéneas	Polígono
Construcciones	Polígono

Fuente: Elaboración propia

#### **9.4.4.1. Interrelación de los datos con el Mapa utilizando el software de SIG**

En esta fase se construye un producto final. Los productos esperados del SIG son básicamente mapas automatizados. Es importante tener en cuenta, que el aprovechamiento de las características y funciones de un SIG, depende del conocimiento de algunos conceptos básicos de cartografía como también, de los principios básicos de la preparación de mapas y diseño.

Las siguientes son las características básicas del mapa de trabajo.

- Topología.
- Abstracción del mundo real (representar la realidad de manera simbólica).
- Proyección (construir mapas sobre una superficie plana bidimensional).
- Proyección MAGNA Colombia-oeste.

#### **9.4.5. Propuesta Estratégica para la Implementación del Sistema**

El sistema implementa un modelo de arquitectura de “n-capas” y una capa de Servicios Web con funcionalidad geográfica. El conocimiento de la información existente y su disponibilidad llega a los usuarios a través de información gráfica la cual se puede imprimir. Respecto del mantenimiento de la información, existen perfiles de actualización y mantenimiento acuerdo a los protocolos establecidos.

La arquitectura hardware implementa varios es: Servidor es Web, Servidores de Datos, Servidores de Información Geográfica.

Los servidores de información geográfica permiten la exploración de los datos geográficos almacenados en los servidores de bases de datos. Estos servidores pueden ser utilizados para la generación de mapas en formato gráfico o bien, para la realización de servicios que requieran la gestión de datos espaciales.

El modelo de datos está diseñado para implementar toda la información geográfica y alfanumérica que se ha considerado necesaria para la gestión interna, así como para proporcionar servicios de información al usuario de la aplicación en forma web.

Los principales servicios que aporta este sistema son:

- *Módulos de visualización, búsqueda y despliegue de la información*
  - Visualizador de información geográfica
  - Captura
  - Asignación de manzanas por consultas
  - Configuración de capas de información
  
- *Módulos de software empleados en la construcción del sistema:*
  - Servidor de mapas: Mapserver
  - Servidor datos cartográficos
  - Herramienta desktop: ArcGis - GvSig
  - Gestor base datos: PostgreSQL

## **9.5 FASE 5. DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO**

Al tener los modelos del sistema ya definidos y el modelo de base de datos listo, se procedió a construir la base de datos del SIG utilizando un lenguaje de consulta de datos, donde una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional permitiendo lanzar consultas con el fin de recuperar información de interés de una base de datos, de una forma sencilla. Se procede a recopilar y preparar la información necesaria para la construcción del banco de datos SIG, en este caso se tiene en cuenta dos tipos de información:

- a. Adquisición de Información alfanumérica.
- b. Adquisición de Información Cartográfica (formato análogo o digital).

A partir de la integración del modelo cartográfico y de la base de datos, se generó la construcción de la interfaz web, la cual permite la interacción usuario/sistema. Se implementaron lenguajes de programación y software libre para dichos desarrollos.

Además, se evalúa el funcionamiento del sistema, con base en el diseño planteado, así como el cumplimiento de los requerimientos dados por el cliente, fue necesario realizar diferentes pruebas de la operatividad del sistema y la interacción con el usuario. En esta actividad se realizaron las correcciones pertinentes al sistema y la construcción del *Manual de Usuario del Sistema*. Se implementaron lenguajes de programación y software libre para dichos desarrollos.

## **9.6. FASE 6. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA**

Para aprovechar toda la funcionalidad de un sistema SIG es necesario disponer de información actualizada en todo momento. Para ello, se capacita al personal encargado de la actualización de la base de datos y programas empleados para el desarrollo del SIG. Sin embargo, para el mantenimiento del Sistema se hace necesario contar con la ayuda de un profesional con conocimiento en el área de los sistemas de información geográfica, además, se recomienda realizar la actualización del sistema semestralmente (información cartográfica).

## **X. CONCLUSIONES**

Con el desarrollo del sistema de información geográfica para la identificación de terrenos, se permitirá mejorar el manejo de esta información de forma más rápida y eficiente y aprovechar todos los recursos que se involucran al necesitar dicha información para la realización de cualquier proceso.

Un SIG presenta una amplia cobertura para efectuar estudios en diversas áreas que muestren detalles espaciales o geográficos.

La interfaz gráfica fue diseñada con el objeto de ser amigable, con herramientas de fácil uso, que a su vez generara reportes tanto espaciales como alfanuméricos de la información consultada.

El software que se usó en el desarrollo del SIG, al estar diseñado bajo dominio público permite un desarrollo más amplio al ser de código abierto y carácter libre reduciendo los costos de desarrollo, que conllevarían licencias y actualizaciones de programas licenciados.

## XI.BIBLIOGRAFÍA

**Ariza, F.J., Pinilla, C.; López, R., Caridad, J.M.** Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica Universidad de Jaén – España. Uso De La Simulación En Cartografía: Conceptos Básicos Y Aplicaciones. Mapping Interactivo. Julio 21 de 2001. Se encuentra en: [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=69](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=69)

**AA.VV.** (1992), *Los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión Territorial*. Primer Congreso de la Asociación de Sistemas de Información Geográfica y Territorial. Madrid.

**BOOCH J. R.** (1999) *Lenguaje unificado de modelado UML*, pp 432, Editorial Addison Wesley

**Bosque S. J. et al** (2000) *El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial*, *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, pp 49-67 (formato PDF) Disponible en <http://revistas.ucm.es/ghi/02119803/articulos/AGUC0000110049A.PDF>

**INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI**, Subdirección de Geografía y Cartografía (1996) – Modelo de Datos Urbano Catalogo de objetos CO-U y Catalogo de Símbolos CS-2000, Versión 1.0, Colección cuadernos del sistema de información Geográfica.

**INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI**, Subdirección de Geografía y Cartografía (2005) - Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia Magna- Sirgas Como Datum Oficial de Colombia.

**Luís R. Díaz Cisneros y Rafael Candeaux Duffatt**, Los sistemas de información geográfica sig: definición, características, estado actual y tendencias de desarrollo. Mapping Interactivo. Julio de 1994. Se encuentra en: [www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1184](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1184)

**Marquez Eduardo**. Control de la exactitud posicional de la cartografía digital como base geográfica de un SIG. Agrimensura hoy, Marzo de 2008 Volumen I. Pg. 93-104