

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL CATASTRO MULTIPROPÓSITO**

**LUIS LEONARDO RODRIGUEZ BERNAL
JOSÉ ANTONIO OCHOA WALTEROS**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS EN CONVENIO
CON EL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC – CIAF**

FACULTAD DE INGENIERIA

ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

BOGOTÁ D.C.

2009

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL CATASTRO MULTIPROPÓSITO**

**LUIS LEONARDO RODRIGUEZ BERNAL
JOSÉ ANTONIO OCHOA WALTEROS**

Monografía

**Director: Guillermo Antonio Toro Bayona
Ingeniero Catastral y Geodesta
Asesor: Jaime Silva Herrera
Ingeniero Catastral y Geodesta**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS EN CONVENIO
CON EL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC – CIAF**

FACULTAD DE INGENIERIA

ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

BOGOTÁ D.C.

2009

**CONVENIO UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS CON
EL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC – CIAF**

FECHA: Noviembre 12 de 2009- HORA: 7:30 a.m.

LUGAR: Auditorio CIAF - IGAC

Autor: LUIS LEONARDO RODRIGUEZ BERNAL

Código: 2009

Programa: Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Carácter: _____ -

Director: Ing. Guillermo Antonio Toro Bayona _____ -

Jurado: Ing. _____ -

Jurado: Ing. _____ -

Decano Facultad

Secretario Facultad

**CONVENIO UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS CON
EL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC – CIAF**

FECHA: Noviembre 12 de 2009- HORA: 7:30 a.m.

LUGAR: Auditorio CIAF – IGAC

Autor: JOSÉ ANTONIO OCHOA WALTEROS

Código: 2009

Programa: Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Carácter: _____ -

Director: Ing. Guillermo Antonio Toro Bayona _____ -

Jurado: Ing. _____ -

Jurado: Ing. _____ -

Decano Facultad

Secretario Facultad

A mi esposa Astrid por su paciencia y apoyo incondicional, y a mis hijas Geraldine y Elieth porque son los motivos de mi vida.

Luis Leonardo Rodríguez Bernal

Con mucho cariño a todas aquellas personas que han destinado parte de su vida para que este peldaño de la vida esté hoy bajo mis pies, en especial a mi esposa Olinda Flor Amado Plata la razón de mis sueños, por su comprensión y apoyo.

A mis padres y hermanos por su voz de aliento, su ejemplo de tenacidad y perseverancia.

José Antonio Ochoa Walteros

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Guillermo Antonio Toro Bayona, director de este proyecto, por su guía, aportes, sugerencias y acompañamiento en el documento.

Al ingeniero Jaime Silva Herrera, asesor de este proyecto, por ser nuestro consejero, sus aportes y sugerencias en el documento.

A nuestros docentes por su dedicación, esfuerzos, participación de su experiencia y conocimientos.

A Dios y mi País Colombia, por darme la oportunidad de servirles.

Luis Leonardo Rodríguez Bernal

Doy infinitas gracias a DIOS por tenerme en el equipo de los triunfadores y haber dispuesto en mi camino las herramientas y las personas que aportaron lo propio para que esta especialización hoy sea una realidad.

A mi madre HELENA, por sus oraciones invocando por mi protección y la cristalización de mis sueños.

Al INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, por darme la oportunidad de realizar esta especialización.

A GUILLERMO ANTONIO TORO BAYONA director del trabajo de grado, por compartir sus conocimientos y brindarnos su constante apoyo.

A LEONARDO y su esposa ASTRID, por acogerme en su hogar en estas largas jornadas de estudio y compartir su experiencia y conocimientos.

José Antonio Ochoa Walteros

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 ANTECEDENTES	17
2 JUSTIFICACIÓN	19
3 ALCANCES Y LIMITACIONES	20
4 OBJETIVOS	21
4.1 OBJETIVO GENERAL	21
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
5 MARCO TEÓRICO	22
6 METODOLOGÍA	30
7 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA	34
7.1 FASE DE PLANEACIÓN	34
7.1.1 Recopilación de datos.	34

7.1.2	Validación de los datos	34
7.1.3	Documentación en áreas específicas del desarrollo del proyecto	35
7.1.4	Delimitación del alcance del proyecto	35
7.1.5	Definición de las necesidades a resolverse	35
7.1.6	Identificación y definición de los usuarios y descripción de sus roles	35
7.2	FASE DE ANÁLISIS	37
7.2.1	Información general de la entidad IGAC	38
7.2.2	Análisis de la información catastral urbana	38
7.2.2.1	Inventario de datos	38
7.2.2.2	Observaciones sobre la información alfanumérica.	48
7.2.2.3	Campos que se requiere agregar a la base de datos alfanumérica.	49
7.2.3	Fuentes de datos	50
7.2.4	Flujo de la información catastral	51
7.2.5	Naturalezas de los datos catastrales	51
7.2.6	Estándares de información geográfica	54
7.4	FASE DE DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN CATASTRAL	
	MULTIPROPÓSITO	56
7.4.1	Diseño general del sistema	56
7.4.2	Modelo conceptual de base de datos	57
7.4.3	Modelo lógico de la base de datos	63
7.4.4	Diccionario de datos	65
7.4.4.1	Base de datos información alfanumérica	65
7.4.4.2	Base de datos información espacial	70

7.4.4.3	Componente espacial (cartografía básica)	75
7.4.5	Modelo Físico	79
7.4.5.1	Monousuario (Cliente de escritorio)	79
7.4.5.2	Cliente-Servidor	79
8	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO	81
8.1	Reseña histórica	82
8.2	Descripción Física	82
8.2.1	Límites del municipio	83
8.3	Economía	83
9	DESARROLLO DE PRUEBA PILOTO DEL SIGACM	84
9.1	GEOCODIFICADOR DE DIRECCIONES	86
9.1.1	Definición	86
9.1.2	Herramienta utilizada	86
9.1.3	Capas involucradas	86
9.1.4	Procedimiento	86
9.1.5	Feature Class creados	87
9.1.6	Beneficios	87
9.2	RED DE TRANSPORTE	90
9.2.1	Definición	90
9.2.2	Herramienta utilizada	90

9.2.3	Capas involucradas	90
9.2.3.1	Ortofotografía	90
9.2.3.2	Feature Class	90
9.2.3.3	Externos	90
9.2.4	Procedimiento	91
9.2.5	Ruta óptima	93
9.2.6	Beneficios	94
9.3	MODELO DE 3D DE MÁLAGA SANTANDER	96
9.3.1	Definición	96
9.3.2	Herramienta utilizada	96
9.3.3	Capas involucradas	96
9.3.3.1	Ortofotografía	96
9.3.3.2	Feature Class	96
9.3.4	Procedimiento	98
9.3.5	Beneficios	99
9.4	VISOR GEOGRÁFICO (SERVICIO WEB)	100
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
11	BIBLIOGRAFÍA	104

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Desarrollo del ciclo de vida de los SIG	31
Figura 2. Descripción de usuarios	36
Figura 3. Organización administrativa del IGAC	39
Figura 4. Estructura de la Personal Geodatabase de catastro	40
Figura 5. Planos urbanos restituidos a partir de ortofotografías	41
Figura 6. Contenidos de aerofotografías y ortofotografía entregada a los municipios	42
Figura 7. Flujo de la información catastral	52
Figura 8. Etapas en la ejecución del proyecto	57
Figura 9. Esquema conceptual general del sistema	58
Figura 10. Modelo conceptual de la base de datos (registro alfanumérico)	60
Figura 11. Modelo conceptual de la base de datos (registro espacial urbano)	61
Figura 12. Modelo conceptual de la base de datos (Cartografía básica)	62
Figura 13. Modelo lógico (componente registro alfanumérico)	63
Figura 14. Modelo lógico (componente espacial)	64
Figura 15. Flujo de datos	79
Figura 16. Esquema general de la aplicación (WEB – ESCRITORIO)	80
Figura 17. Localización del municipio de Málaga, departamento de Santander – Colombia	81
Figura 18. Perímetro urbano de Málaga	85

Figura 19. Red vial de Málaga – Malla vial (Edges) e intersecciones viales (Juntions)	88
Figura 20. Beneficios del geocodificador de direcciones	89
Figura 21. Ruta Red (Aeropuerto-Cementerio)	92
Figura 22. Segunda ruta (Aeropuerto-Terminal de transporte)	92
Figura 23. Superposición de las dos rutas (barreras)	93
Figura 24. Ruta óptima reordenando paradas	94
Figura 25. Itinerario y tiempo en la ruta óptima	95
Figura 26. Modelo 3D a partir de las construcciones de cada predio	97
Figura 27. Vista subterránea de la ciudad desde el modelo 3D	99
Figura 28. Ocupación del territorio	100
Figura 29. Visualización ortofotografía	101
Figura 30. Visualización shapfiles y consultas	101

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Contenido del modelo de datos registro 1 de catastro	42
Tabla 2. Contenido del modelo de datos registro 2 de catastro	45
Tabla 3. Destinos económicos manejados en catastro	50
Tabla 4. Productos del IGAC utilizados en catastro	53
Tabla 5. Diccionario de datos SIGaCM	65

SIGLAS

DANE	Departamento administrativo nacional de estadística
FIG	Federación internacional de geómetras
ICDE	Infraestructura colombiana de datos espaciales
IGAC	Instituto geográfico Agustín Codazzi
OCMI	Observatorio catastral y del mercado inmobiliario
ICARE	Proyecto de interrelación catastro registro
POT	Plan de ordenamiento territorial
SIC	Sistema de información catastral
SIGOT	Sistema de información geográfica para el ordenamiento territorial
GPS	Sistema de posicionamiento global
SIG	Sistema de información geográfica
SSIGL	Sistemas en servicios de información geográfica en línea
SISBÉN	Sistema de identificación y clasificación de potenciales beneficiarios para programas sociales
SWAMI	Sistema web de administración de metadatos geográficos del IGAC
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
ZHF	Zonas homogéneas físicas
ZHG	Zonas homogéneas geoeconómicas

RESUMEN

Esta propuesta pretende demostrar cómo el catastro actual además de ser la base grabable para fijar el impuesto predial, sirve de soporte para la toma de decisiones óptimas en el desarrollo sostenible del país, convirtiéndolo así en un catastro multipropósito. El IGAC desde el año 2008 entrega a los municipios de Colombia la información tanto alfanumérica como cartográfica digital mediante un aplicativo (SIC@M) que visualiza e integra dicha información.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología de ciclo de vida clásico del desarrollo de sistemas, de James Senn y de la cual parte la metodología implementada por el IGAC para el desarrollo de software. En este trabajo solo se abordan las fases de: planeación, análisis y diseño y como demostración de su aplicación se implementa una prueba piloto con información del municipio de Málaga Santander.

En la fase de planeación se definió como objetivo general de esta propuesta efectuar el análisis y diseño de un modelo de sistema de información geográfica a partir de la información catastral y hacer una prueba piloto con estos datos en un municipio seleccionado que integre y relacione los diferentes insumos cartográficos con los datos alfanuméricos de predios urbanos que el IGAC proporciona. Así mismo se definió al IGAC como usuario interno, y a los municipios, otras entidades y público en general como los usuarios externos del sistema.

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, y para demostrar las múltiples beneficios de la información catastral se desarrollan tres aplicaciones básicas: Un geocodificador de direcciones, una red de transportes y la representación tridimensional de la ciudad piloto a partir de un modelo 3D con las construcciones de cada predio. Igualmente, mediante el uso de MapServer se cargaron las diferentes capas cartográficas en un visor geográfico.

Palabras claves: catastro multipropósito, SIG, IGAC.

INTRODUCCIÓN

El valor de esta propuesta se fundamenta en la calidad del catastro actual que es uno de los soportes para el desarrollo sostenible del país, usado en los procesos de planeación, adecuación, administración y gerencia del territorio. Por esto, es necesario darle prioridad a la información catastral, destacando la forma en que se recopile, actualice, divulgue y promulgue los diferentes proyectos a nivel administrativo.

La idea de este proyecto surge a partir del conocimiento que se tiene de la subutilización por parte de los usuarios de la información alfanumérica y cartográfica que el IGAC entrega a los municipios como producto de los diferentes procesos catastrales, especialmente a partir del año 2008 cuando esta información es compilada mediante el aplicativo SIC@M el cual visualiza e integra los siguientes datos: cartografía básica, cartografía temática predial, cartografía temática de zonas homogéneas físicas, (ZHF) cartografía temática de zonas homogéneas geoeconómicas (ZHG), ortofotografía, fotografías de fachada y la información alfanumérica representada en la base de datos catastral cobol.

1 ANTECEDENTES

El instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), desde 1935, es la entidad oficial encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elabora el catastro nacional de la propiedad inmueble; realiza el inventario de las características de los suelos; adelanta investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacita y forma profesionales en tecnologías de información geográfica y coordina la infraestructura colombiana de datos espaciales (ICDE) ¹.

Según el artículo 5 de la ley 14 de 1983, el IGAC en cumplimiento de este mandato legal tiene la obligación de formar los catastros y actualizarlos en el curso de períodos máximo de cinco (5) años en todos los municipios del país, con el fin de revisar los elementos físico y jurídico del catastro y eliminar las posibles disparidades en el avalúo catastral, originadas en mutaciones físicas, variaciones de uso o de productividad, obras públicas o condiciones locales del mercado inmobiliario.²

El catastro moderno es uno de los soportes para el desarrollo sostenible del país que se usan en los procesos de planeación, adecuación, administración y gerencia del territorio, siendo este primordial para la sociedad. Por esto, se hace necesario darle importancia a la información catastral y la forma de cómo se recopile, actualice, divulgue y promulgue el uso de esta en los diferentes proyectos a nivel administrativo.³

A partir del año 2008 el IGAC, por orden de la dirección nacional, entrega a los municipios el sistema de información catastral municipal (SIC@M) aplicativo mediante el cual se visualiza de manera integrada la información cartográfica catastral digital, imágenes y los datos alfanuméricos de los predios permitiendo su vinculación manera conjunta.

En la actualidad, los avances tecnológicos facilitan el desarrollo de herramientas que permiten la integración de datos como los sistemas de información geográfica (SIG), las conexiones en líneas de la información usando el internet, el desarrollo de infraestructuras de datos espaciales; y de otro lado la masificación del uso de

¹ Historia del catastro.

http://www.igac.gov.co/igac_web/contenidos/plantilla_anclasDocs_cont_contDocs.jsp?idMenu=54

² Ley14-1983, documento web: www.igac.gov.co/igac_web/UserFiles/.../Leyes/Ley14-1983.doc

³ SOCIEDAD GEOGRAFICA DE COLOMBIA, Boletín de la sociedad geográfica de Colombia, La Tenencia de la Tierra en Colombia, Pag. 65, 2003

los sistemas modernos de comunicación, exige y demanda de las entidades el suministro de datos geográficos actualizados que garanticen la representación fiel de lo cotidiano.

Por lo anterior, se requiere que los municipios mantengan la misma dinámica de los avances tecnológicos y en especial de los SIG, dado que en la planeación del desarrollo y el ordenamiento territorial municipal, se usa esta herramienta tecnológica como apoyo al sistema de planeación social y natural y como soporte y evaluación de la política pública, que oriente la toma de decisiones en forma eficiente y eficaz mediante la distribución de los recursos limitados como son: los socio-económicos, político – administrativos, biofísicos y ambientales entre otros.

2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las entidades territoriales no cuentan con una herramienta de apoyo para la toma de decisiones administrativas y sociales, con base en la información catastral digital, que el IGAC entrega a los municipios como producto de sus procesos catastrales y que en su mayoría están enmarcados dentro de convenios Interadministrativos de formación, actualización o conservación de sus respectivos catastros.

Por esta razón, es necesario implementar un sistema de información geográfica que tenga un enfoque hacia un catastro multipropósito, que sirva como apoyo al sistema de planeación del desarrollo social y natural, que comparta información de y hacia los usuarios, tanto de la administración pública como de la empresa privada, que establezca mecanismos de interacción de los datos geográficos con la información temática específica de cada municipio, y que identifique fenómenos y comportamientos espaciotemporales. Esta información nos ayuda a conocer y divulgar la realidad de nuestra sociedad y su territorio.

Además, la entidad municipal no cuenta con un sistema de información geográfica que integre, gestione, analice y espacialice la información cartográfica y demás insumos que reciben del IGAC. Así mismo, el Instituto no cuenta con herramientas sistematizadas que ayuden en la evaluación del trabajo de campo de reconocimiento predial y su posterior digitalización.

Por lo anterior, se hace necesario el desarrollo e implementación de herramientas que faciliten estas tareas; con este trabajo se aporta el análisis de la información y el diseño de la base de datos, así como el desarrollo de algunas utilidades como prueba piloto en el municipio de Málaga Santander, como base para un futuro prototipo que se puede implementar en todos los municipios del país.

3 ALCANCES Y LIMITACIONES

Mediante el análisis y diseño del sistema de información geográfica para la administración del catastro multipropósito, se busca plantear una herramienta estructurada que integre documentos cartográficos tales como ortofotografía, cartografía básica, cartografía temática catastral y fotografías de fachada, con la información alfanumérica de cada uno de los predios urbanos; esta relacionarla con la información temática propia de cada municipio (educación, salud, infraestructura vial, demografía, ordenamiento territorial, entre otros).

Igualmente, este proyecto busca hacer un descripción y análisis de la información catastral digital que actualmente se le brinda a los municipios, para luego formular un mejoramiento y diseño de ésta, con el propósito de hacerla más útil para la toma de decisiones administrativas y sociales municipales. De igual manera, se espera que los cambios propuestos ayuden a optimizar los procesos actuales que generan esta información en el IGAC.

La información catastral digital ofrecida por el IGAC sobre catálogo de objetos geográficos, especificaciones técnicas y evaluación de la calidad de información geográfica, cumple con los estándares de información geográfica internacional.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Efectuar el análisis y diseño del sistema de información geográfica a partir de la información catastral y hacer una prueba piloto con datos de un municipio específico que integre y relacione los diferentes insumos cartográficos con los datos alfanuméricos de predios urbanos que el IGAC entrega a los diferentes municipios como resultados de los procesos de formación y actualización catastral.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar la información cartográfica catastral que produce el IGAC que entrega a los municipios como resultado de los procesos formación, conservación y actualización.
- ✓ Identificar los requerimientos de los usuarios en materia de información catastral en cuanto a su contenido y nivel de actualización.
- ✓ Conseguir la integración de la información catastral alfanumérica con la cartografía catastral digital mediante el diseño de un modelo.
- ✓ Analizar las relaciones entre las diferentes variables contenidas en la información catastral, mediante la aplicación de una prueba piloto con datos de un municipio específico.
- ✓ Efectuar un análisis espacial del desarrollo urbano del municipio elegido como piloto desde la comparación de variables de áreas de terreno y construcción, topografía y usos del suelo (zonas homogéneas físicas y zonas homogéneas geoeconómicas).

5 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hará una introducción al entorno de la nueva sociedad de la información y el conocimiento, mirando cómo ésta se inserta dentro de la globalización de la economía contemporánea. Esta economía es la que guía el desarrollo sostenible de nuestra comunidad dentro de los propósitos del milenio de Naciones Unidas. Es importante destacar que en la conferencia de Johannesburgo Sudáfrica en el 2002 se habló de las nuevas tecnologías para la observación de la tierra, GPS y SIG. Estas tecnologías ayudan a conocer el medio ambiente natural y a su vez permiten la toma de decisiones asertivas sobre el desarrollo económico y social de los municipios.

En la declaración de los principios en la cumbre de la sociedad de la información que se llevó a cabo en Ginebra (Suiza) en 2003 se expuso el uso del SIG para el catastro, que es una herramienta dinámica de inventario sobre lo que se tiene y dónde. Con esta información se puede hacer una gestión catastral más eficiente, generando múltiples aplicaciones y usos dando principio a un catastro de multipropósito.

Por otra parte; se introduce una noción del sistema de información catastral (SIC) en Colombia, el proyecto de interrelación catastro registro (ICARE), el observatorio catastral y del mercado inmobiliario (OCMI), el ordenamiento y el desarrollo territorial, los sistemas de información geográfica para el ordenamiento territorial (SIG-OT), como preámbulo a los entornos teóricos de este proyecto.

En 1970 se inició un cambio en la manera en que las sociedades funcionan, con el traslado de los sectores industriales a los sectores de servicios. Desde entonces se habla de la "sociedad de la información" o sociedad moderna donde los empleos no solo están asociados a las fábricas de productos tangibles, sino a la generación, almacenamiento y procesamiento de todo tipo de información de los sectores relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).⁴

La sociedad de la información concede mucha importancia a las TIC en 1990 dentro de la economía globalizada contemporánea. En el consenso de Washington, un grupo de países desarrollados definieron algunos de los principales lineamientos económicos que habrían de adoptarse en los países en

⁴ Armand Mattelart "Historia de la Sociedad de la Información" (Barcelona, Ed. Paidós, 2002)

vías de desarrollo en contra del fracaso de sus economías. Entre esta la privatización de las industrias de las telecomunicaciones, la desregulación del mercado de las telecomunicaciones y el acceso global a las TIC.⁵

En el 2002 como se documentó, la conferencia de Johannesburgo Sudáfrica sobre desarrollo sostenible en el escrito de la Agenda 21, en el capítulo 40 trata la importancia de la información para la adopción de decisiones, se habla de ampliar el uso de las tecnologías para la observación de la tierra, GPS y SIG. Con el propósito de generar nuevas modalidades de solidaridad, asociación y antecedentes de cooperación entre los gobiernos mediante la masificación del uso de las TIC se garantiza el acceso a la información por parte de todos los ciudadanos, con el propósito de mejorar la calidad en procesos de toma de decisiones, para tener una oportunidad de desarrollo sostenible y el acceso al avance de la tecnología de información geográfica mediante el uso del internet.⁶

En el año 2003, en la declaración de principios de la cumbre de la sociedad de la información llevado a cabo en Ginebra (Suiza), se sostuvo que la sociedad de la información debe estar centrada en la persona integradora y orientada al desarrollo en que todos puedan crear, consultar, utilizar y compartir la información y el conocimiento; para que las personas, las comunidades y los pueblos puedan emplear plenamente sus posibilidades en la promoción de su desarrollo sostenible y en la mejora de su calidad de vida sobre la base de los propósitos y principios de la carta de las Naciones Unidas.⁷

Como antes se describió, el uso del SIG nos ayuda a tomar decisiones óptimas sobre los recursos escasos. Por esto se definió que los SIG en la sociedad son diferentes formas según los aspectos, índole y características de cada individuo, organización o sociedad, dentro del espacio geográfico con el propósito de tener y cambiar su visión de desarrollo y sus objetivos. En las investigaciones, aplicaciones o sistemas institucionales, el SIG se mira desde varios ángulos como

⁵ "La Sociedad de la Información y el Conocimiento" Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales (Año XLV, núm. 185, mayo-agosto de 2002)

⁶ Agenda21, <http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/Agenda21/Programacap40.htm>

⁷ Cumbre de la Sociedad de la Información, Ginebra (Suiza), <http://www.itu.int/wsis/outcome/vb-es/index.html>

son el alto tecnicismo, científicos y sociales y según esto se puede escoger los métodos y técnicas empleados en el desarrollo de esta⁸

Los sistemas de información geográfica (SIG) como instrumento de análisis espacial tienen muchas aplicaciones en diferentes campos relacionados como son: el catastro, la planificación territorial, variadas actividades sociales, el manejo y evaluación de fenómenos físicos, los cuales pueden ser estudiados y entendidos de una manera más integral, si se aplican las técnicas de esta interesante herramienta.⁹

Ahora se hará una definición formal de los sistemas de información geográfica (SIG), que se han posicionado como una tecnología básica, imprescindible y poderosa, para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados. Estos son una categoría dentro de los sistemas de información que se especializa en manejar datos espaciales, con las particularidades y requerimientos que ello conlleva. Un SIG no es solo un programa de cartografía por ordenador, o un software de tipo CAD (computer - aided design), sino que además, tiene la capacidad para almacenar grandes masas de información georeferenciada y que se puede hacer análisis que sirven para abordar problemas de planificación y gestión, en la toma de decisiones para el desarrollo.¹⁰

El gobierno mediante la descentralización otorgó al municipio la libertad de administrar sus recursos, como son los del predial, que se cobra sobre la propiedad inmobiliaria. Por lo tanto, el catastro tiene las funciones de: captar ingresos, además de concentrar la información de la propiedad raíz, convirtiéndose así en un elemento necesario para la toma de decisiones. Este catastro municipal debe ser moderno y actualizado permanentemente, con la finalidad de ayudar en la planeación de desarrollo sustentable y sostenible. De tal manera, que el SIG para el catastro es fundamental en el desarrollo dinámico de un país.

⁸El Uso del SIG en la sociedad,

http://es.wikipedia.org/wiki/Apuesta_social_y_estrat%C3%A9gica_del_uso_del_SIG

⁹modelo SIG de integración y consulta pública en línea de datos catastrales para municipios de Colombia Tocancipa Colombia. Roldan torres Néstor Fabio, especialización en sistemas de información geográfica 2004, universidad distrital francisco José de caldas- IGAC.

¹⁰Sistemas y análisis de información geográfica, Antonio moreno Jiménez, editorial alfa omega, 2006

Los SIG para catastro tienen como objetivo principal integrar y mantener actualizada la información relativa a las características cuantitativas y cualitativas de los bienes inmuebles ubicados dentro del territorio municipal, además de permitir tener una distribución temática de las características específicas de cada uno de los predios, como son: superficie del predio, superficie de construcción, y servicios. Todo ello es aplicable al control de la jurisdicción territorial, la localización del uso del predio y sirven de base para la determinación de la traza urbana.¹¹

Otro término importante en esta propuesta es el catastro, que según la federación internacional de geómetras (FIG) y las Naciones Unidas dan una definición moderna y vanguardista del catastro, definiéndolo como "un sistema de información de tierras basado en el predio, para el desarrollo económico, social, la administración de tierras, planeación urbana y regional, monitoreo ambiental y desarrollo sostenible".¹²

De esta manera, la gestión catastral que se define como "conjunto de operaciones técnicas y administrativas necesarias para la formación, conservación y actualización del catastro y para impulsar la adecuada utilización de la información catastral"¹³ es necesaria para garantizar la sostenibilidad de esta propuesta.

En el seminario sobre catastro inmobiliario en Cartagena 2006, se expuso que el catastro como instrumento se utiliza en la incorporación de operaciones técnicas y administrativas para la optimización en el procesamiento, utilización y divulgación de la información relacionada con la propiedad inmueble. Así el catastro nacional dejó de ser una entidad censal de predios para convertirse en una fuente de información estratégica que contribuye en la toma de decisiones y la definición de políticas públicas mediante la presentación de la distribución y dinámica territorial, que son producto del ejercicio de la planificación y ordenamiento del territorio y de cambios propios de la actividad social y económica poblacional mediante la intervención del estado.¹⁴

¹¹El SIG para el catastro, <http://impulsora.mx.tripod.com/sigcatas.htm>

¹²SOCIEDAD GEOGRAFICA DE COLOMBIA, Boletín de la sociedad geográfica de Colombia, La Tenencia de la Tierra en Colombia, Pag. 54-65, 2003

¹³Modernización del catastro. [www.igac.gov.co:8080/igac.../Catastro/Moderniza1%20\(1\).ppt](http://www.igac.gov.co:8080/igac.../Catastro/Moderniza1%20(1).ppt) -

¹⁴ La Cartografía oficial de Colombia IX Seminario sobre Catastro inmobiliario Cartagena – Colombia – Mayo de 2006
http://www.catastrolatino.org/documentos/Carthgena/PONENCIAS/Gomez_Colombia.pdf

El catastro actual multipropósito (multifuncional y multiutilitario), se ha convertido en un instrumento útil para la planeación del desarrollo y la gestión sostenible del territorio, y a partir de éste, el gobierno, de forma equitativa gestiona y distribuye sus recursos. Este sirve como instrumento para el ordenamiento del territorio suministrando una base con información de distribución de la propiedad, su ocupación y valoración; información tanto cartográfica como alfanumérica, que actualmente se provee en formato digital y de manera georeferenciada. Esta información es útil para el diseño, ejecución y revisión de los planes de ordenamiento territorial (POT), especialmente en el momento de definir el uso del suelo.

De igual forma, dicho instrumento contribuye al saneamiento, titulación, registro y seguridad jurídica de la propiedad inmueble, la cual permite consolidar los precios de la tierra, así como permite brindar políticas de protección de tierras a la población desplazada, extinción de dominio, en la prevención y atención de desastres, entre otros.

Este catastro multipropósito tiene varios objetivos como son: apoyo a los procesos de planeación del desarrollo municipal, apoyo a la gestión ambiental y de dotación de infraestructura física y social, los cuales constituyen el soporte para la prestación de servicios públicos, aspectos importantes para la Identificación del patrimonio local. De igual manera, se puede hacer un seguimiento y evaluación de los precios de la tierra y en general de la dinámica del mercado inmobiliario. Sirve de apoyo al censo general de población, mediante la generación de información predial digital, los cuales se usan de base para la georeferenciación de la información recolectada. Dan soporte fundamental para la estratificación rural, mediante el cálculo de la unidad agrícola familiar (UAF). Generan también apoyo al desarrollo de las políticas y programas públicos, (desplazados, desastres naturales, protección de parques, etc.) Siendo así, es pieza clave para adelantar los programas de saneamiento y titulación de la propiedad a escala urbana y rural

En conclusión, este tipo de catastro moderno, como herramienta nos facilita el proceso de toma decisiones que hace la administración pública con focalización de carácter del medio social y medio físico, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población con una sostenibilidad social y ambiental viable.

Para el caso colombiano, en la revista Análisis Geográficos 2007, se expone que el sistema de información catastral (SIC) es una herramienta informática de última generación que simplifica, estandariza y optimiza los procesos catastrales, para

convertirse en un catastro automatizado y moderno, el cual almacena registros descriptivos y gráficos de una realidad física indispensable para la planificación del desarrollo del país.¹⁵

En la misma revista, el sistema con sus innovaciones tecnológicas en red comunicaciones, le da múltiples usos a la información, permitiendo el manejo de esta desde varios lugares y por varios usuarios. En este sistema se incorpora la información catastral, alimentado por 21 direcciones territoriales y 47 oficinas delegadas ubicadas a lo largo y ancho del territorio nacional.

La red de comunicaciones permite realizar procedimientos como: soporte a todos los procesos de la gestión catastral en un solo sistema, obtención de productos como la carta catastral y la ficha predial en formato digital, consulta de información predial catastral vía Web a entidades de control, carga y emisión de información masiva catastral mediante archivos de intercambio recibidos de entidades externas como la oficina de registro. De esta manera, se propicia una interrelación del catastro con la oficina de registro, entre otros.

El sistema de información catastral ha diseñado los siguiente módulos: formación, actualización, conservación, avalúos administrativos, observatorio inmobiliario y por último, el módulo de interface con otros sistemas como el sistema de metadato IGAC SWAMI, sistema de interrelación catastro registro (ICARE) y sistemas en servicios de información geográfico en línea (SSIGL).

Otro proyecto que se propuso es la interrelación catastro registró (ICARE) la cual busca interrelacionar la información del catastro nacional con la del registro de instrumentos públicos. Las políticas de administración de tierras han venido cobrando importancia para los gobiernos por su innegable aporte al desarrollo sostenible económico, social y ambiental de un país. Entre los propósitos más comunes de estas políticas públicas se encuentran: conciliar títulos de propiedad inmueble con el catastro, para ofrecer mayor seguridad legal sobre la existencia física de los predios y su titularidad jurídica. Con esta interrelación se busca garantizar la actualización permanente del catastro y su multifuncionalidad para así, fortalecer la recolección de impuestos y el control sobre el uso de la tierra, apoyando los procesos de planificación y ordenamiento territorial.

15 Análisis Geográficos No 27 2007, IGAC pg 56-58

De este modo, se pretende dar mayor transparencia y agilidad al sistema de catastro y registro, de tal forma que las entidades relacionadas con el proceso de titulación y el público en general tengan acceso en forma eficiente y segura a la información acerca de los propietarios, los predios y las transferencias de la propiedad, que se mantiene en las bases de datos de catastro y registro.

En este seminario de Cartagena, se dijo que la estrategia para conservar la interrelación y garantizar la sostenibilidad del proyecto ICARE, es tener como base la información catastral, que parte de la descripción física como la descripción única de la ubicación, dimensión y forma de la propiedad. En este contexto, la introducción de la certificación obligatoria es fundamental y ofrece las garantías requeridas para a una interrelación que cumple con los objetivos del proyecto.¹⁶

Otro tema importante del seminario de Cartagena, es el proyecto del observatorio catastral y del mercado inmobiliario (OCMI): el cual se convierte en la herramienta de soporte económico, en atención al ciudadano en las reclamaciones sobre el valor del avalúo catastral, soporte en la asignación de valores en los diferentes procesos valúatorios y soporte en la actualización de la base de datos catastral y de generación de estadísticas del sector inmobiliario nacional la cual hace análisis estadístico catastral y del mercado inmobiliario.

Dicho instrumento también sirve de medición y análisis del impacto fiscal de los procesos de actualización y conservación (impuesto predial, dependencia fiscal). Esta información catastral también se relaciona con las variables económicas y políticas sociales: PIB, inflación, población, NBI, escolaridad, morbilidad, etc.

El OCMI usa la base de datos georeferenciadas para brindar información de: avalúos comerciales, avalúos catastrales, avalúos administrativos, estudio de centros, convenios de investigación y captura de información de observadores inmobiliarios regionales y locales, ofertas telefónicas, publicaciones, internet información entidades financieras y lonjas.¹⁷

Es necesario introducir un tema complementario e importante como es el ordenamiento y el desarrollo territorial, que según la ley 388 / 97 (artículo 5) se define que el ordenamiento territorial “comprende un conjunto de acciones político

¹⁶Seminario sobre Catastro inmobiliario Cartagena

http://www.catastrolatino.org/documentos/Cartagena/PONENCIAS/Gomez_Colombia.pdf

¹⁷Observatorio Catastral y del Mercado Inmobiliario (OCMI)

<http://www.redpopuli.com/pdfs/RPCatastro.pdf>

administrativas y de planeación física concertada, en ejercicio de la función pública que les compete, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo territorial bajo su jurisdicción y regular la utilización , transformación y ocupación del suelo, de acuerdo a las estrategias de desarrollo socio económico y armónico con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.¹⁸

El sistema de información territorial para el ordenamiento territorial (SIG-OT) es un proyecto del IGAC para apoyar a los entes administrativos, este se define como: un sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial cuyo objetivo central es contribuir a una eficiente y oportuna en la toma de decisiones, apoyando a los actores, autoridades e instancias, en el sistema de planeación a nivel nacional, regional y local, con una herramienta tecnológica que soporte la gestión y evaluación de las políticas públicas, con información político-administrativa, socio-económica y ambiental georeferenciada que permita orientar adecuadamente los recursos.¹⁹

Desde que se implementaron los POT los municipios carecen de una herramienta SIG, para efectuar evaluación y seguimiento de su plan. Con este sistema se espera que esta información ayude en estos procesos.

18 ley 388 / 97. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339>

19 Sistema de Información Territorial para el Ordenamiento Territorial (SIGOT).
http://www.igac.gov.co/igac_web/contenidos/glosario.jsp?letra=S

6 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta propuesta se adaptó la metodología de ciclo de vida clásico del desarrollo de sistemas, cuya teoría se explica a continuación.

Según James Senn, el ciclo de vida de un sistema de información es un enfoque por fases de análisis y diseño que sostiene que los sistemas son desarrollados de la mejor manera mediante el uso de un ciclo específico de actividades del analista y del usuario. Existen tres estrategias para el desarrollo de sistemas: el método clásico del ciclo de vida de desarrollo de sistemas, el método de desarrollo por análisis estructurado y el método de construcción de prototipos de sistemas. Cada una de estas estrategias tiene un uso amplio en cada una de los diversos tipos de empresas que existen y resultan efectivas si son aplicadas de manera adecuada.²⁰

El mismo autor añade que la definición y el método de ciclo de vida para el desarrollo de sistemas: es el conjunto de actividades que los analistas, diseñadores y usuarios realizan para desarrollar e implantar un sistema de información. El ciclo de vida para el desarrollo de sistemas consta de las siguientes 6 fases: 1). investigación preliminar (fase de planeación); 2). Determinación de los requerimientos del sistema (fase de análisis); 3). Diseño del sistema (fase de diseño); 4). Desarrollo del software (fase de implementación); 5). Prueba de sistemas (fase de aplicación piloto); 6). Implantación y evaluación (fase de aplicación prototipo):

El ciclo de vida de los SIG es similar al de un sistema de información, pero en los SIG, además, hay que considerar las especiales características de los datos geográficos que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización, para el óptimo desarrollo de un SIG se deben seguir las siguientes fases (Figura 1)²¹

²⁰ SENN, James A. (1992) Análisis y Diseño de Sistemas de Información. Segunda Edición. Editorial McGrawHill. México .

²¹ Desarrollo del ciclo de vida de los SIG

http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/int_desarrollodelciclodevidadelosig.htm

Figura 1. Desarrollo del ciclo de vida de los SIG



Fuente www.igac.gov.co:8080/igac_web

A continuación se describirán algunas fases según los autores Whitten; Benthley y Barlow, 1996.²²

Fase de Planeación. La función de la planeación “pretende señalar y establecer prioridades sobre aquellas tecnologías y aplicaciones que producirán un máximo beneficio para la organización”.

El objetivo de esta fase consiste en elaborar junto con el equipo humano de la organización donde se va a implementar el sistema, los objetivos generales, específicos y los esquemas generales de la manera más clara y precisa.

En esta fase se debe responder a preguntas como: ¿Cuáles son los objetivos que deberá cumplir en SIG? ¿Cuáles son las necesidades de la organización que deben resolverse?

Se debe realizar un levantamiento completo de requerimientos teniendo en cuenta el flujo de la información con que se trabaja en la organización o las áreas que se desea sistematizar mediante un SIG, también se debe documentar el proceso

²² Análisis y diseño de sistemas de información, Whitten; Benthley y Barlow, 1996 McGraw-Hill Interamericana, 3ª Edición

mediante un diagrama de flujo de datos: ¿Quiénes son los usuarios del sistema y sus necesidades?

Se debe identificar los usuarios internos y potenciales de la información institucional, empresarial o del proyecto; que gestionará el sistema: ¿Cuál es la información y los datos que usan y generan en la organización para desarrollar sus funciones? ¿Qué sistemas se encuentran en funcionamiento en la organización? ¿Cuáles son los productos esperados del sistema?

Se debe conocer cuáles son los productos esperados del sistema dependiendo del tipo de usuario; también se debe establecer las prioridades respecto a los productos. ¿Cuál es el alcance del sistema?

Finalmente, se debe identificar si el alcance es local, regional, nacional o global. El nivel define la escala o resolución de los datos necesarios para alimentar el sistema.

Fase de Análisis Su propósito es “el estudio del sistema actual de la empresa, de la información y la definición de las necesidades y prioridades de los usuarios para la construcción de un nuevo sistema de información”. Esta fase también se conoce como análisis de necesidades y análisis lógico. Incluye las siguientes fases: análisis de la viabilidad del proyecto, análisis de los sistemas existentes. Definición de las necesidades de usuarios y establecimiento de prioridades.

Fase de Diseño. Se definió como “evalúa las soluciones alternativas y especifica una solución detallada de tipo informático”. En la fase del diseño se elige una solución de diseño entre las soluciones candidatas. Estas soluciones se evalúan con los siguientes criterios: viabilidad técnica, operativa, económica, en tiempo, evaluación del hardware y software requerido, diseño e Integración del nuevo sistema.

Diseño General. El método comúnmente utilizado es la modernización (acto de elaborar una o más representaciones gráficas del sistema). Los modelos de diseño general describen: la estructura de los archivos y las bases de datos (diagrama de estructuras de datos), los métodos y procedimientos de proceso (diagrama de flujo), la estructura de la red informática (diagrama de flujo), diseño detallado. Este se divide en: diseño externo (conjunto de especificaciones de la interfaz del sistema con sus usuarios incluyen entradas, consultas, salidas, diseño de ventanas y transición entre ventanas, y el diseño interno. Las especificaciones de aplicación del sistema, los archivos y el diseño de la base de datos.

Según las notas de clase curso de fundamentos en SIG, 2004 IGAC. “En esta etapa es necesario elaborar un modelo de datos que estructure el SIG, definir la verificación y control de calidad de los datos, seleccionar las capas de información por áreas de trabajo, estructurar la base de datos espacial y temática y concretar todos los procesos que soportará el SIG. Igualmente, en ésta etapa se definen los programas y equipos para el SIG, de tal manera que satisfagan los requerimientos para producir mapas, datos tabulares y procesamiento digital de imágenes”.

Fase de Pruebas. A través de esta fase se conoce los resultados del sistema. Los criterios de evaluación tenidos en cuenta son: la precisión, la calidad y los productos esperados. Las pruebas son un proceso cíclico que debe dar como resultado el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Fase de Implantación. 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.

Fase de 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.

7 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

En esta parte se describe la metodología propuesta y adaptada en las fases de planeación, análisis y diseño.

7.1 FASE DE PLANEACIÓN

Dentro de la planeación del proyecto se establecieron las prioridades de desarrollo y las etapas que se debían afrontar con el fin de lograr el máximo beneficio a menor costo. Aquí se definieron los objetivos generales y específicos que se deberán alcanzar al desarrollar el proyecto, se determinó la necesidad del IGAC de contar con una herramienta que responda a las expectativas de los municipios, en cuanto a la organización y optimización de los productos catastrales que estos reciben, se valoró el alcance del sistema propuesto como mecanismo en el control de los procesos propios relacionados con la actividad catastral. Igualmente, se identificó y delimitó el rol de cada usuario y se determinó las expectativas que podrán suplirse, se delimitó el alcance del sistema propuesto. Finalmente, se escogió a Málaga Santander como el municipio de donde se tomará la información para el desarrollo piloto.

En esta primera fase del trabajo se ratificó el objetivo general presentado en el anteproyecto y se definieron los objetivos específicos, teniendo en cuenta el limitante tiempo para la entrega del trabajo. También se trazaron las siguientes tareas preliminares que se deben cumplir para el logro de los objetivos:

7.1.1 Recopilación de datos.

Como primera tarea se definió la recopilación de información relacionada con la actividad catastral que tiene incidencia en el desarrollo del proyecto. Para esto se solicitó a la oficina territorial Santander (IGAC) los datos catastrales cartográficos digitales y alfanuméricos correspondientes al municipio de Málaga Santander (piloto).

7.1.2 Validación de los datos

Una vez recibida la información se procedió a la revisión de su contenido, encontrándose conforme a la requerida y con ella se hicieron algunas pruebas con la herramienta ArcGIS.

7.1.3 Documentación en áreas específicas del desarrollo del proyecto

Para el desarrollo de este proyecto fue necesario adquirir documentación relacionada con el ámbito catastral (reseña histórica, manuales y procedimientos, catastro en otros países), cartografía en general (sistemas de referencia, escalas, formatos) procesamiento de imágenes, bases de datos y de las utilidades de las herramientas de SIG.

7.1.4 Delimitación del alcance del proyecto

Si bien es cierto que se le está dando un alcance general a la fase de implantación de la aplicación, los entregables se limitaron al análisis de la información catastral y de sus procesos, y el diseño del sistema mediante la estructuración de modelos de datos; finalmente como demostración de su utilidad se desarrolló una prueba piloto con datos del municipio previamente mencionado.

7.1.5 Definición de las necesidades a resolverse

Analizados los documentos, los procesos catastrales, la naturaleza de los datos y las necesidades que se tienen en materia de datos confiables, precisos y actualizados como insumo para el desarrollo de múltiples sistemas de Información geográfica se determinó como prioritario el desarrollo de una herramienta que facilitara la integración de los datos catastrales alfanuméricos, con la cartografía digital tanto catastral como básica. También es fundamental que una vez se logre esta integración, la misma herramienta facilite su asociación con los datos temáticos municipales, para que así esta información catastral se convierta en plataforma para el desarrollo de cualquier SIG constituyendo al predio como la principal unidad espacial.

De otra parte, se debe obtener una aplicación que se convierta en la principal herramienta para el control de calidad de las labores de reconocimiento predial y su posterior digitalización.

7.1.6 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 (Figura 2).

Figura 2. Descripción de usuarios

TIPO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y ROLES
INTERNO (IGAC)	 Administrador del Sistema	Usuario interno que administra la geodatabase, la aplicación SIG y el geoportal Roles del administrador: • Consulta, navegación y salida gráfica • Cargue de mapas al geoportal • Administración del sistema • Administrador de la geodatabase • Administrador de usuarios
	 Funcionarios IGAC	Usuario de consulta de datos espaciales y atributivos desde desktop o vía web. Roles del funcionario IGAC: • Consulta, navegación espacial y salida gráfica.
EXTERNO	 Municipios Otras Entidades	Usuario de consulta de datos espaciales y atributivos desde desktop o vía web. Roles de los municipios y otras entidades: • Administración de módulo temático específico • Consulta, navegación espacial y salida gráfica
	 Propietarios Otros usuarios	Usuario de consulta de datos espaciales y atributivos desde desktop o vía web. Roles de propietarios y otros usuarios: • Consulta, navegación espacial y salida gráfica.

7.2 FASE DE ANÁLISIS

En esta fase se hizo un análisis de la información y determinación de requerimientos. Para esta etapa se dio respuesta a los siguientes interrogantes:

- ✓ ¿Cuál es la actividad principal de la empresa?
- ✓ ¿Cómo son sus procesos?
- ✓ ¿Qué tipo de información maneja y cuál es la naturaleza de los datos?
- ✓ ¿Cuál es el grado de eficiencia que se da en los procesos y que tan confiable son sus resultados?
- ✓ ¿Qué requieren los usuarios?

En esta fase se miró el estado actual del IGAC en cuanto al tipo de información que maneja, los procesos que ejecuta, la naturaleza de los datos y las necesidades de los usuarios en cuanto a integridad, precisión y actualización de la información, partiendo de las dificultades y de las falencias.

Como primer paso se abordó un inventario de toda la información relacionada con el ámbito catastral usada como insumo o como el resultado de los procesos de su actividad misional. Esta información está representada en: cartografía básica, información alfanumérica, planos catastrales temáticos, cartas prediales análogas, ortofotografía, así como la información digital organizada en geodatabases. Se consignó en un documento el tipo de dato, su formato, la escala, los sistemas de referencia, las limitaciones de uso y las incompatibilidades, entre otros.

Como segundo, paso se analizó las bondades de una información catastral bien estructurada, la cual cumple con los estándares de calidad e interoperabilidad y actualizada, convirtiéndose en insumo fundamental para el desarrollo de múltiples sistemas de información geográfica.

Una vez conocida la naturaleza de los datos y establecidos los requerimientos de los usuarios, se encontró viable el desarrollo del Sistema de Información Catastral Multipropósito desde el punto de vista técnico, operativo y económico.

Del análisis de la información existente, de la observación de los procesos implementados por la subdirección nacional de catastro y teniendo como objetivo suplir los requerimientos de los usuarios, se presentó una serie de observaciones

tendientes a mejorar la calidad de la información y por ende la eficiencia de dichos procesos.

7.2.1 Información general de la entidad IGAC

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elabora el catastro nacional de la propiedad inmueble; realiza el inventario de las características de los suelos; adelanta investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacita y forma profesionales en tecnologías de información geográfica y coordina la infraestructura colombiana de datos espaciales (ICDE)²³.

Su objetivo es cumplir el mandato constitucional referente a la elaboración y actualización del mapa oficial de la República; desarrollar las políticas y ejecutar los planes del Gobierno Nacional relacionados con cartografía, agrología, catastro y geografía, mediante la producción, análisis y divulgación de información catastral y ambiental georeferenciada, con el fin de apoyar los procesos de planificación y ordenamiento territorial.

El IGAC maneja el catastro en todo el territorio nacional exceptuando El Distrito Capital, Medellín, Cali y el departamento de Antioquia. Administrativamente tiene su sede central en la ciudad de Bogotá y cuenta con 27 oficinas territoriales en ciudades capitales y 47 oficinas delegadas de catastro en igual número de municipios (Figura 3).

7.2.2 Análisis de la información catastral urbana

A continuación se presenta el análisis de la información catastral digital que el IGAC, brinda a los municipios.

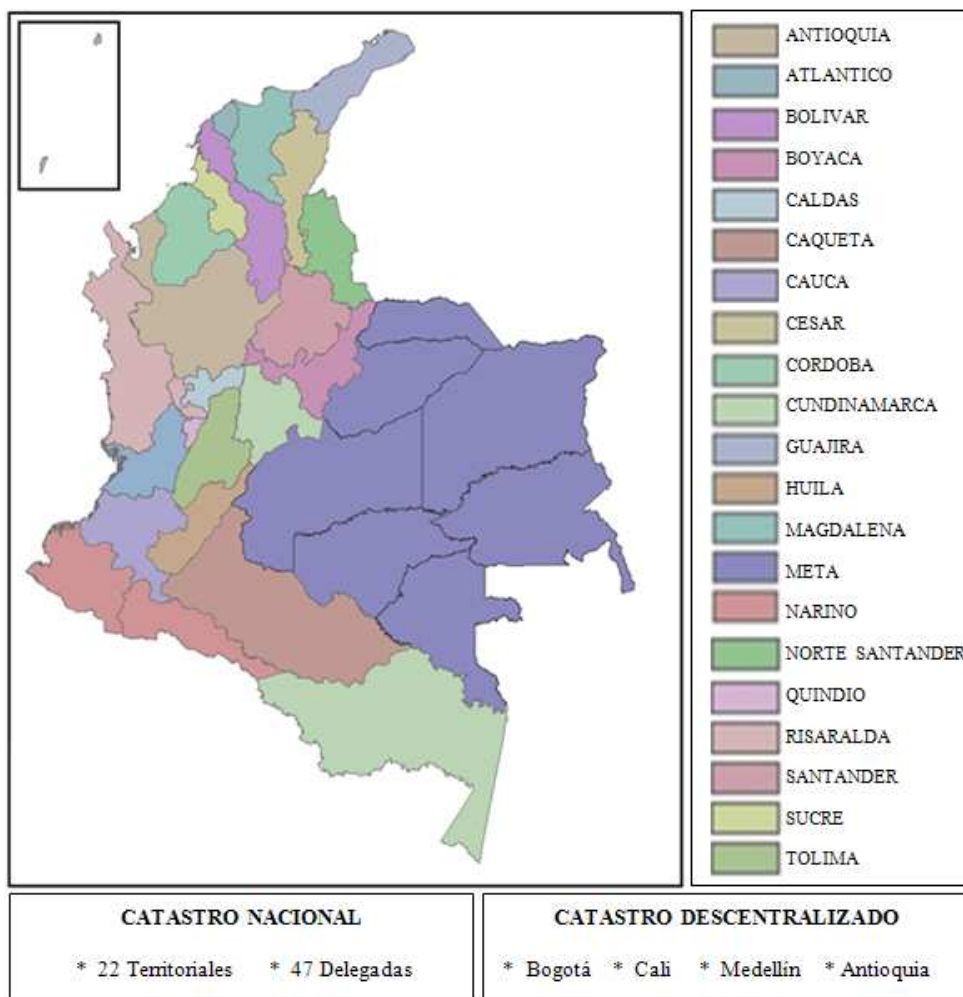
7.2.2.1 Inventario de datos

Entendiendo a un SIG como una integración organizada de hardware, software y datos geográficos tendientes a la resolución de problemas complejos de planificación y gestión, cobra vital importancia el dato, por lo tanto se requiere su plena identificación y definición.

²³ Qué hacemos, Nuestro Objetivo

http://www.igac.gov.co/igac_web/contenidos/plantilla_anclasDocs_cont_contDocs.jsp?idMenu=54

Figura 3. Organización administrativa del IGAC



A continuación se describirán en forma detallada el inventario de datos catastrales urbanos que el IGAC produce actualmente.

- **Inventario de datos alfanuméricos de la base catastral Cobol**

- ✓ Listados de registros de propietarios por orden alfabético (estructurado)
- ✓ Listado de registros de predios ordenados consecutivamente por número predial (estructurado)
- ✓ Tablas de zonas geoeconómicas
- ✓ Estadísticas catastrales

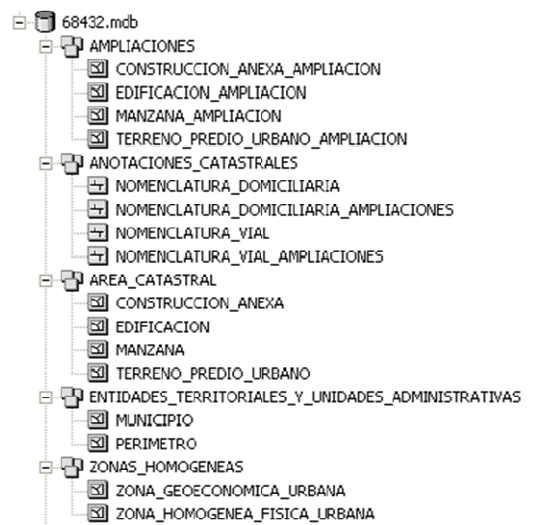
- **Cartografía análoga**

- ✓ Planos de conjunto urbano (escalas variables según la extensión)
- ✓ Planos de zonas homogéneas físicas (mapeadas sobre los planos de conjunto)
- ✓ Planos de zonas homogéneas físicas (mapeadas sobre los planos de conjunto)
- ✓ Carta predial urbana (escalas 1:500 y 1:1000, otras escalas)

- **Información catastral digital (vectorial)**

La información digital catastral se encuentra alojada en una Personal Geodatabase de ArcGIS 9.3 que contiene manzanas, predios, edificaciones, nomenclatura vial, nomenclatura domiciliaria, zonas homogéneas físicas y zonas homogéneas geoeconómicas; presenta la siguiente estructura (Figura 4).

Figura 4. Estructura de la Personal Geodatabase de catastro



Fuente: IGAC

- **Planos restituidos urbanos:**

Algunos municipios cuentan con cartografía básica urbana vectorial a escala 1:2.000 restituida a partir de las ortofotografía, con información como curvas de

Figura 5. Planos urbanos restituidos a partir de ortofotografías



Existen unos shapefiles que dentro de él contienen nombres geográficos de sitios de interés dentro de cada cabecera municipal, tales como nombres de drenajes, vías, centros educativos, comercio, entre otros.

Algunas cabeceras urbanas de los municipios del país cuentan con fotografías u ortofotografía a escala 1:2.000 bien sea pancromáticas o a color (cámara UltraCAM a partir del 2006) (Figura 6).

Figura 6. Contenidos de aerofotografías y ortofotografía entregada a los municipios



Fuente IGAC

- **Información alfanumérica**

A continuación se expone la información alfanumérica de catastro, la cual está representada por los registros 1 y 2 de la base de datos catastral de Cobol.

Registro 1

De acuerdo con el modelo oficial del IGAC (Tabla 1) se muestra la estructura mediante la cual se organizan los diferentes campos que almacenan la información catastral en el registro 1. La primera columna lista el nombre del campo de dato, la segunda columna muestra el tipo de dato (carácter, numérico), la tercera muestra en número de posiciones que ocupa dentro del registro, la cuarta y quinta indican el inicio y fin respectivamente dentro de cada registro y en la última columna se da una breve descripción de cada campo.

Tabla 1. Contenido del modelo de datos registro 1 de catastro

Descripción del registro tipo 1 (uno) Longitud 149					
CAMPO	TIPO	POSICIONES	DESDE	HASTA	DESCRIPCIÓN
Departamento	C	2	001	002	Código de identificación del Departamento
Municipio	C	3	003	005	Código de identificación del Municipio
		15	006	020	Código de identificación del predio

Número del predio	C	2			Tipo de avalúo
		2			sector
		4			manzana
		4			Predio
		3			Condición Propiedad
Tipo de registro	N	1	021	021	Referencia si es registro1 o registro2
Número de orden	N	3	022	024	Tantos propietarios como tenga el predio
Total registros	N	3	025	027	Total de propietarios del predio
Nombre	C	33	028	060	Nombre del propietario del predio
Estado Civil	C	1	061	061	Estado civil propietario
Tipo documento	C	1	062	062	Tipo documento propietario
Número documento	C	12	063	074	Número del documento del propietario
Dirección	C	34	075	108	Dirección del predio
Comuna	C	1	109	109	Comuna del predio
Destino económico	C	1	110	110	Actividad económica del predio
Área terreno	N	12	111	122	Total del área del terreno
Área construida	N	6	123	128	Total de la suma de áreas de edificaciones en el predio
Avalúo	N	12	129	140	Valor en pesos
Espacios	C	1	141	141	Espacio vacío
Vigencia	N	8	142	149	Año de la información

Fuente IGAC

Convenciones de la tabla: C Carácter, N Numérico.

A continuación se amplía la descripción de los datos contenidos en cada campo del registro 1 de catastro.

✓ Código del departamento y el municipio

El código de identificación del departamento y el municipio está dado por el DANE.

✓ Número del predio

Este código es numérico de 15 caracteres cuya estructura representa el tipo de avalúo (urbano cabecera, urbano centro poblado o rural), sector manzana, predio y la condición propiedad

✓ Tipo de registro

Identifica el tipo de registro correspondiente (registro1 o registro2).

- ✓ Número de orden

Organiza consecutivamente el número de propietarios por cada predio.

- ✓ Total registros

Representa el número total de propietarios de cada predio

- ✓ Nombre

Campo que almacena conjuntamente los apellidos y nombres del (los) propietario(s) del predio.

- ✓ Estado Civil

En este campo se guarda tanto el estado civil del propietario (mujer) como el estado de propiedad cuando el predio pertenece al Estado.

- ✓ Tipo documento

Es el Tipo documento de identidad del propietario (E = extranjería, C = Cédula, N = NIT, T = Tarjeta, X = sin documento).

- ✓ Número documento

Número del documento de identidad del propietario. En algunos casos este campo esta vacío o con algún carácter no válido.

- ✓ Dirección

Es la nomenclatura oficial del predio asignada por la entidad municipal competente (oficina de planeación municipal, curadurías urbanas) o en ausencia de estas, es fijada provisionalmente por el IGAC dentro de procesos de formación o actualización catastral.

- ✓ Comuna

Comuna (división administrativa establecida por ley 388 de 1997) del predio: a la cual pertenece.

✓ Destino económico

Actividad económica del predio que está dada por la resolución 2555 (Artículo 67). Está identificado por las letras de la (a) hasta (k), y ampliado a 20 destinos económicos (a - t) mediante circular 479 del 2007 emanada de la subdirección nacional de catastro.

✓ Área terreno

✓ Para el registro 1 aloja la sumatoria de las áreas de las unidades de terreno existentes en el predio, calculada manualmente desde la cartografía análoga levantada en campo.

✓ Área construida

Sumatoria de las unidades de construcción existentes en el predio.

✓ Avalúo

Valor en pesos correspondiente a la suma de los avalúos calculados independientemente para el terreno y la construcción.

✓ Espacios

Espacio vacío: no se conoce función diferente a la de separador de columnas

✓ Vigencia

Fecha en la cual entra en vigencia fiscal el avalúo del predio.

Registro 2

A continuación se muestran los registros del modelo de datos registro 2 (Tabla 2)

Tabla 2. Contenido del modelo de datos registro 2 de catastro

Descripción del registro tipo 2 (dos) Longitud 149					
CAMPO	TIPO	POSICIONES	DESDE	HASTA	DOMINIO
Departamento	C	2	001	002	Código de identificación del Departamento
Municipio	C	3	003	005	Código de identificación del Municipio

Número del predio	C	15	006	020	Código de identificación del predio
Tipo de registro	N	1	021	021	Referencia si es registro1 o registro2
Número de orden	N	3	022	024	Tantos propietarios como tenga el predio
Total registros	N	3	025	027	Total de propietarios del predio
Espacios	C	2	028	029	Espacios vacíos
Matricula inmobiliaria	C	18	030	047	Identificación del predio
Zona Homogénea 1	C				Nombre de la zona 1 donde se encuentra el predio
Zona física 1	C	2	048	049	Código de la zona física 1 donde se encuentra el predio o parte de este
Zona Económica 1	C	2	050	051	Código de la zona geoeconómica 1 donde se encuentra el predio o parte de este
Área terreno 1	N	10	052	061	Área del predio que cae dentro de la zona homogénea 1
Zona Homogénea 2	C				Nombre de la zona 2 donde se encuentra el predio
Zona física 2	C	2	062	063	Código de la zona física 2 donde se encuentra el predio o parte de este
Zona Económica 2	C	2	064	065	Código de la zona geoeconómica 2 donde se encuentra el predio o parte de este
Área terreno 2	N	10	066	075	Área del predio que cae dentro de la zona homogénea 1
Construcción 1	N				Título
Habitaciones 1	N	2	076	077	Número de habitaciones de la Construcción uno
Baños 1	N	2	078	079	
Locales 1	N	2	080	081	
Pisos 1	N	2	082	083	
Estrato 1	N	1	084	084	
Destino 1	N	2	085	086	
Puntaje 1	N	2	087	088	
Área construida 1	N	6	089	094	
Espacios	C	9	095	103	
Construcción 2	N				Título
Habitaciones 2	N	2	104	105	Número de habitaciones de la Construcción dos
Baños 2	N	2	106	107	
Locales 2	N	2	108	109	
Pisos 2	N	2	110	111	
Estrato 2	N	1	112	112	
Destino 2	N	2	113	114	
Puntaje 2	N	2	115	116	
Área construida 2	N	6	117	122	
Construcción 3	N				Título
Habitaciones 3	N	2	123	124	Número de habitaciones de la Construcción tres
Baños 3	N	2	125	126	
Locales 3	N	2	127	128	
Pisos 3	N	2	129	130	
Estrato 3	N	1	131	131	
Destino 3	N	2	132	133	

Puntaje 3	N	2	134	135	
Área construida 3	N	6	136	141	
Vigencia	N	8	142	149	Año de la información

Fuente IGAC

Convenciones de la tabla: C Carácter, N Numérico.

✓ Código del departamento y el municipio

Es el código de identificación del departamento y el municipio los cuales está dados por el DANE

✓ Número del predio

Este código es numérico de 15 caracteres, cuya estructura contiene en su estructura el tipo de avalúo (urbano cabecera, urbano centro poblado o rural), sector manzana, predio y la condición propiedad.

✓ Tipo de registro

Identifica el número de registro al cual pertenece (registro 1 o registro 2).

✓ Número de orden

Campo que identifica consecutivamente los registros existentes en la tabla por cada predio.

✓ Total registros

Campo que indica el número total de registros por cada predio

✓ Espacios

Espacio vacío; no se le conoce función diferente a la de servir de separador entre columnas.

✓ Matricula inmobiliaria

Identificación jurídica del predio dada por la oficina de registro de instrumentos públicos mediante el registro de los títulos de propiedad.

- ✓ Zona física

Código de la zona física a la que pertenece la totalidad o parte del predio.

- ✓ Zona Económica

Código de la zona geoeconómica a la que pertenece la totalidad o parte del predio.

- ✓ Área terreno

Área del predio contenida dentro de la zona homogénea física y geoeconómica.

- ✓ Construcción, Habitaciones, Baños, Locales, Pisos, Estrato, Destino, Puntaje, Área construida

Campos que alojan información de número de elementos constitutivos de la respectiva unidad de construcción. El campo *Estrato* corresponde a una clasificación dada por el IGAC a partir de rangos de puntaje de la calificación de la construcción (formato ficha predial hoja 2) y no debe confundirse con el estrato socioeconómico.

- ✓ Espacios

Espacio vacío; no se le conoce función diferente a la de servir de separador entre columnas.

- ✓ Vigencia

Es la fecha a partir de la cual se pone en vigencia fiscal el avalúo correspondiente.

7.2.2.2 Observaciones sobre la información alfanumérica.

Para garantizar la integridad y seguridad de los datos dentro del sistema, se requiere efectuar algunos cambios en los registros anteriormente enunciados.

- ✓ Los campos correspondientes a *Tipo de registro* deben eliminarse de la base de datos, puesto que son innecesarios.
- ✓ Para precisar las búsquedas en una base de datos, se requiere dividir el campo *Propietario* en dos nuevos campos: *Apellidos* y *Nombres*.

- ✓ En el campo *Estado Civil*, coexisten el estado civil de la propietaria (D= de casada, V = Viuda) con el tipo de propiedad del predio cuando este pertenece al Estado (E), por lo que es necesario crear un campo independiente.
- ✓ El diligenciamiento de los campos tipo y número de documento deben ser obligatorios para lograr la identificación plena de los propietarios; actualmente surgen problemas con esta información, teniendo en cuenta que para la incorporación de esta referencia en las bases de datos catastrales se toma directamente de la escritura o título de propiedad y no desde el documento mismo de identificación con el fin de garantizar la relación predio-propietario. Surgen situaciones en las que estos títulos de propiedad carecen del número de identificación del propietario, y en ocasiones identifican plenamente al abogado que actúa como apoderado en procesos sucesorios, omitiendo la identificación plena de los titulares reales de la propiedad, problema que sería solucionado dentro de la interrelación catastro registro, en donde este último rechace el registro de los títulos que presenten esta inconsistencia.
- ✓ Teniendo en cuenta que cualquier atributo espacial de un predio es importante para el diseño de sistemas de información geográfica y que el componente nomenclatura está incorporado a la información catastral, se debe tener especial cuidado en la estructuración de un formato que optimice su captura y utilización.
- ✓ Por la ley 388 de 1997 (ley de desarrollo territorial) se establece la necesidad de dividir el territorio en área administrativas más pequeñas para poder focalizar la intervención tanto social como del territorio por lo tanto se crea la figura *comuna* en la parte urbana. Desde este enfoque, el IGAC ha dispuesto incorporar este campo a su información catastral, el cual solo dispone de un solo dígito, pero dado el desarrollo de las ciudades se requiere que sea de dos caracteres, puesto que actualmente las ciudades capitales ya tienen más de 9 comunas.
- ✓ En cuanto al destino económico del predio, se fijará con los nuevos códigos según circular 479/07 del IGAC (Tabla 3), toda vez que, los municipios lo aplican para fijar las tasas de liquidación del impuesto predial entre otros usos.

7.2.2.3 Campos que se requiere agregar a la base de datos alfanumérica.

- ✓ *Tipo predio*: En este campo se guardará el tipo de predio según quien lo administre, de acuerdo a lo consignado el formato de la ficha predial F510-10/2005.V4 (D= Departamental. M = Municipal, P=Particular, etc.).

- ✓ *Unidad terreno*: campo que identifique cada unidad de terreno, la cual estará determinada por las zonas homogéneas tanto físicas como geoeconómicas.
- ✓ *Unidad construcción*: campo que identifique cada unidad de construcción, la cual estará determinada por el uso y/o el puntaje de calificación.
- ✓ *Nivel*: Este campo alojará el nivel (piso) en el cual se encuentra localizada cada unidad de construcción.
- ✓ *Altura*: aquí se guardará la altura promedio por cada unidad de construcción, la cual será obtenida en campo mediante la medición directa o tomada de planos arquitectónicos.

Tabla 3. Destinos económicos manejados en catastro

a	Habitacional	l	Agrícola
b	Industrial	m	Pecuario
c	Comercial	n	Agroindustrial
d	Agropecuario	o	Forestal
e	Minero	p	Uso Público
f	Cultural	q	Lote urbanizable no urbanizado
g	Recreacional	r	Lote Urbanizado no edificado
h	Salubridad	s	Lote no urbanizable
i	Institucional	t	Servicios especiales
j	Educativo		
k	Religioso		

Fuente: Circular 479 de 07 del IGAC

7.2.3 Fuentes de datos

El IGAC dentro de los procesos de formación, actualización o conservación Catastral, obtiene los datos así:

Aspecto Jurídico: corresponde relación jurídica entre predio y propietario establecida en el título de propiedad (escritura, sentencia o resolución) debidamente registrado ante la oficina de registro de instrumentos públicos, quien envía periódicamente a las oficinas de catastro los títulos de propiedad que a diario se registran o en ocasiones son aportados por el mismo propietario. De estos documentos se extrae la información jurídica, que es consignada en la ficha predial y posteriormente grabada en la base de datos alfanumérica.

Aspecto físico: corresponde a la identificación física del predio, la cual está determinada por su cabida y linderos. Esta información es verificada directamente

sobre el inmueble por técnicos catastrales mediante visita a campo, en donde se comprueba la descripción del predio enunciada en el título de propiedad. Esta información es consignada en planos mediante levantamiento a cinta; o en algunas ocasiones es tomada de planos topográficos suministrados por el propietario previo la verificación en terreno.

Aspecto económico: corresponde al avalúo catastral fijado para cada predio, que es la resultante de sumar el avalúo del terreno y el avalúo de la construcción. Aquí son determinantes las características físicas del predio, del área de terreno y construcción, su uso y de la dinámica del mercado inmobiliario de la zona.

7.2.4 Flujo de la información catastral

El flujo de información de y hacia la base de datos catastral se muestra en la siguiente gráfica (Figura 7).

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

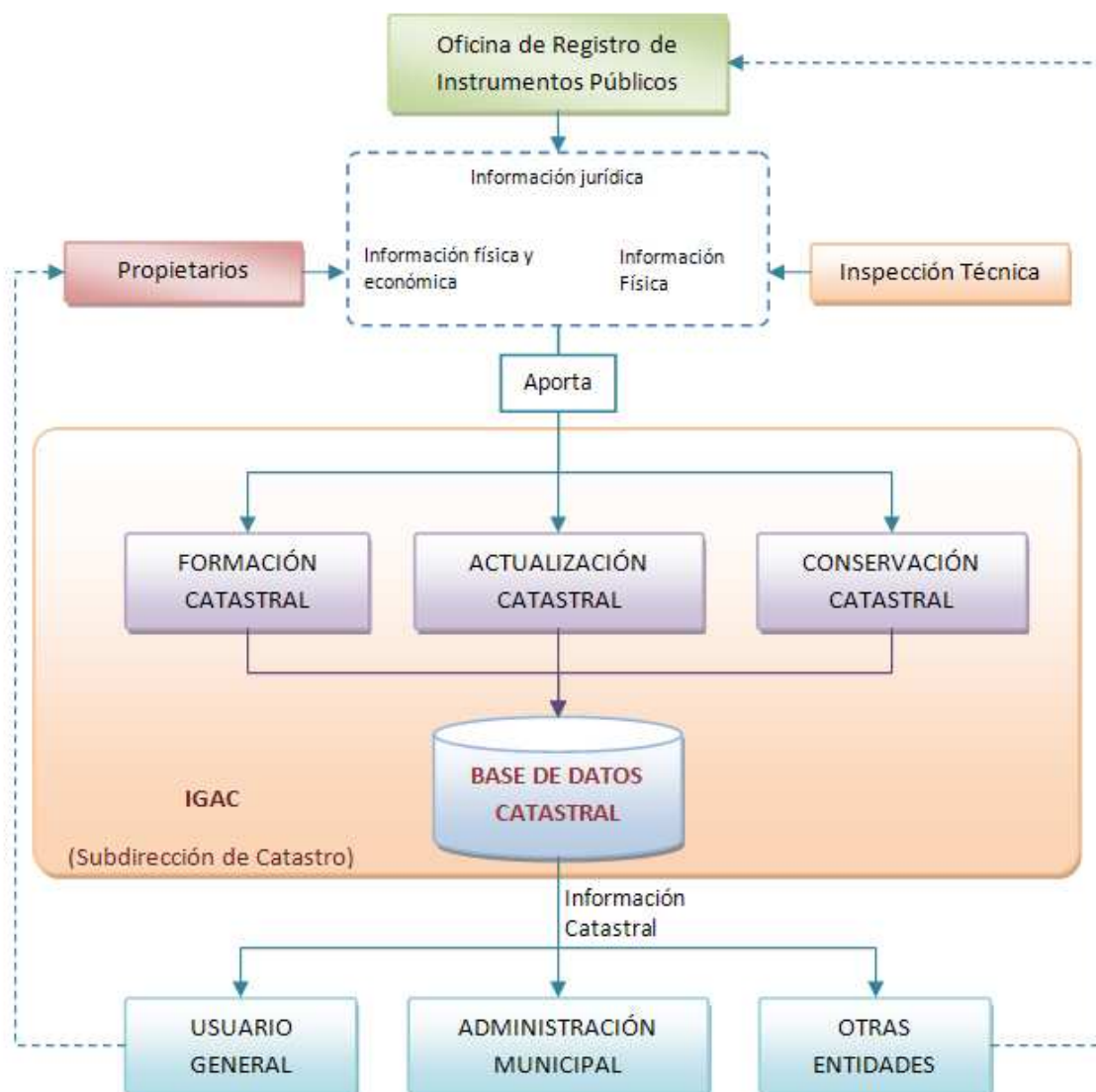
7.2.5 Naturalezas de los datos catastrales

A continuación se analizará la naturaleza de los datos catastrales digitales suministrados por el IGAC.

- **Formatos de la información catastral**

Los datos alfanuméricos están almacenados en base de datos Cobol y su salida son dos archivos planos secuenciales (registro 1 y registro 2) en formato texto (.dat). Además, las coberturas o capas de datos cartográficos digitales se entregan en formatos shapefile (.shp), dxf, o pdf. Para imágenes se maneja formatos jpg, tiff, pdf y sid.

Figura 7. Flujo de la información catastral



- **Escala de salida**

Las escalas utilizadas para las salidas de productos cartográficos catastrales urbanos son:

Escala 1:500. Se aplica a la digitalización de predios y manzanas catastrales

Escala 1:1.000. Se aplica a predios y manzanas catastrales cuando estos son de considerable tamaño y que son identificables plenamente a este nivel de escala.

Escala 1:2.000. Se aplica a planos urbanos como: planos de conjunto, planos temáticos, Ortofotografía y restituciones.

Escala 1:5.000. Solo se aplica para planos temáticos y planos de conjunto en ciudades de gran tamaño donde es dispendioso manejarlos a mayor escala.

- **Sistemas de referencia**

El IGAC mediante resolución 068 del 28 de enero de 2005 adoptó MAGNA-SIRGAS (marco geocéntrico nacional de referencia, como densificación del sistema de referencia geocéntrico para las Américas) como sistema de referencia oficial del país, en reemplazo del Datum BOGOTÁ, definido en 1941. MAGNA-SIRGAS garantiza 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 georreferenciados²⁴.

La siguiente tabla describe el contenido de la información que es suministrada por el IGAC a los municipios, dentro de los convenios interadministrativos de formación o actualización catastral (Tabla 4).

Tabla 4. Productos del IGAC utilizados en catastro

TIPO DE DATO	CLASIFICACIÓN	COBERTURAS	ESCALA	FUENTE
Cartografía	Cartografía Básica	División política Altimetría (curvas de nivel) Hidrografía Red vial	1:2.000	Subdirección Cartografía y Geografía

²⁴ Sistema de referencia MAGNA – SIRGAS
http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/MAGNAWEB_final/MAGNAPpal.htm

	Cartografía Temática Predial (Catastro)	Límites municipales, perímetros urbanos Sectores Manzanas Predios Áreas construidas Construcciones anexas Dirección vial Dirección domiciliaria	1:500	Subdirección Catastro
	Cartografía Temática (ZHF)	Zonas Homogéneas Físicas	1:2.000	Subdirección Catastro
	Cartografía Temática (ZHG)	Zonas Homogéneas Geoeconómicas	1:2.000	Subdirección Catastro
	Nombres geográficos	Nombres geográficos de sitios de interés	1:2.000	Subdirección Cartografía y Geografía
Imágenes	Ortofotografía	Imagen de la cabecera municipal	1:2.000	Subdirección Cartografía y Geografía
	Fotografía de fachada	Fotografía de fachada de cada uno de los predios	No aplica	Subdirección Catastro
Bases de datos	Base de datos Catastral Cobol	Registro 1 - Alfanumérico Registro 2 - Alfanumérico	No aplica	Subdirección Catastro

7.2.6 Estándares de información geográfica

Hoy en día, un nuevo sector económico es la información geográfica que posee su propio mercado. Su futuro depende de los datos geográficos que sean demandados, compatibles, e interoperables. Para esto deben poseer estándares que prevengan o aseguren la consistencia de las interfaces entre datos- usuarios – sistemas. Estos datos se constituyen en el núcleo de una infraestructura de datos espaciales –IDE- y son el componente más ampliamente reconocido y documentado de los estándares y la tecnología de la información.²⁵

El ICONTEC maneja la normalización de información geográfica a través del comité técnico de normalización de información geográfica -CTN 028, el cual opera con la secretaria técnica del IGAC y el apoyo de la infraestructura colombiana de datos espaciales-ICDE. Los adelantos que se han dado, están enfocados hacia la aprobación de normas técnicas colombianas referentes a la

²⁵ Estándares de información geográfica. Notas de Clase Curso Básico de SIG. M. Chaparro. IGAC 2004.

temática geográfica, a partir de la adopción de estándares del comité técnico ISO/TC 211.26

Según el ICONTEC, los estándares nacionales se desarrollan por consenso que se sigue de la siguiente manera: la relación entre las normas técnicas de estándares del CTN028 y los desarrollos de ISO TC211, es que los primeros son un perfil de la familia de estándares del TC211. Los principales avances del Comité son:

- ✓ NTC4611 información geográfica - metadatos geográficos
- ✓ NTC5043 información geográfica - principios básicos de calidad de información geográfica
- ✓ NTC5204 información geográfica - precisión de redes geodésicas
- ✓ NTC5205 información geográfica - precisión de datos espaciales
- ✓ Anteproyecto de estándar nacional - catálogo de objetos geográficos
- ✓ Anteproyecto de estándar nacional - procesos de evaluación de la calidad de información geográfica

Como el IGAC que pertenece al comité, adopta e implementa los estándares antes mencionados, en la información digital catastral que brida a los municipios. En la implementación de los estándares se está cumpliendo y mejorando los procesos que se venían realizando desde la toma de los datos hasta la entrega al municipio para su utilización. En el caso de catastro, es el más avanzado en procesos de estándares de calidad, metadatos, especificaciones técnicas y especialmente en el catalogo de objetos.

26 Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica - CTN 028
<http://www.icde.org.co/web/guest/ctn028;jsessionid=457ED16B38588F5CAB562DE22001AD7B>

7.4 FASE DE DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN CATASTRAL MULTIPROPÓSITO

A partir de la identificación de necesidades de herramientas que permitan compartir la información de forma efectiva, del conocimiento de los datos catastrales y del estudio de su naturaleza y origen, se plantea el desarrollo de un sistema de información geográfica para la administración de la información catastral que el IGAC entrega a los municipios.

El sistema manejará variados volúmenes y tipos de información dependiendo del área de estudio que se aborden y de la complejidad de las operaciones que se quieran realizar. Desde esta perspectiva, podrá ser utilizado como un visualizador de coberturas geográficas o como herramienta que efectúe avanzados análisis de datos.

Para el desarrollo de este trabajo se tomó como base la información del municipio de Málaga Santander (piloto), haciendo énfasis en las relaciones entre los datos catastrales alfanuméricos con los datos cartográficos tanto catastrales como de información básica del IGAC, formando un conjunto que a su vez se pueda relacionar con información temática propia de cada municipio.

Para incorporar al sistema la totalidad de las entidades identificadas en la fase de análisis y mediante procesos alcanzar los objetivos y suplir las necesidades de los usuarios, se requiere ejecutar diferentes etapas en el diseño, abordando modelos que van de lo general a lo específico. Se inicia con la construcción de un modelo conceptual general que visualice la disposición y relación de los datos y a partir de este se elabora el modelo lógico de la base de datos, para terminar con el diseño de un modelo físico (Figura 8).

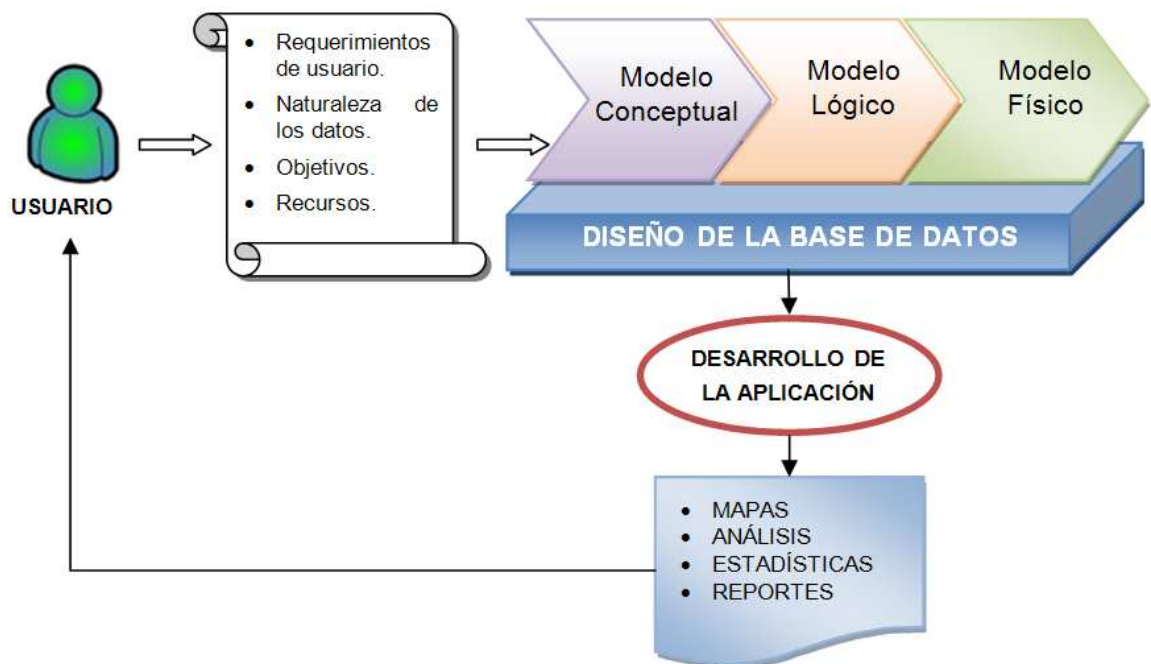
Finalmente, mediante el diccionario de datos se listan las entidades implementadas dentro del diseño, se definen sus atributos, el tipo y longitud de cada uno de ellos.

7.4.1 Diseño general del sistema

Se presenta un modelo conceptual general del sistema propuesto, en el que se muestran los diferentes componentes y la relación existente entre ellos, integrados unos en una geodatabase, y otros (ortofotografía, fotografías de predios e información temática municipal) organizados en repositorios o ficheros externos seguros, los cuales finalmente a través del sistema propuesto interactúan para

suplir necesidades de los usuarios dentro de una concepción de catastro multipropósito (Figura 9).

Figura 8. Etapas en la ejecución del proyecto



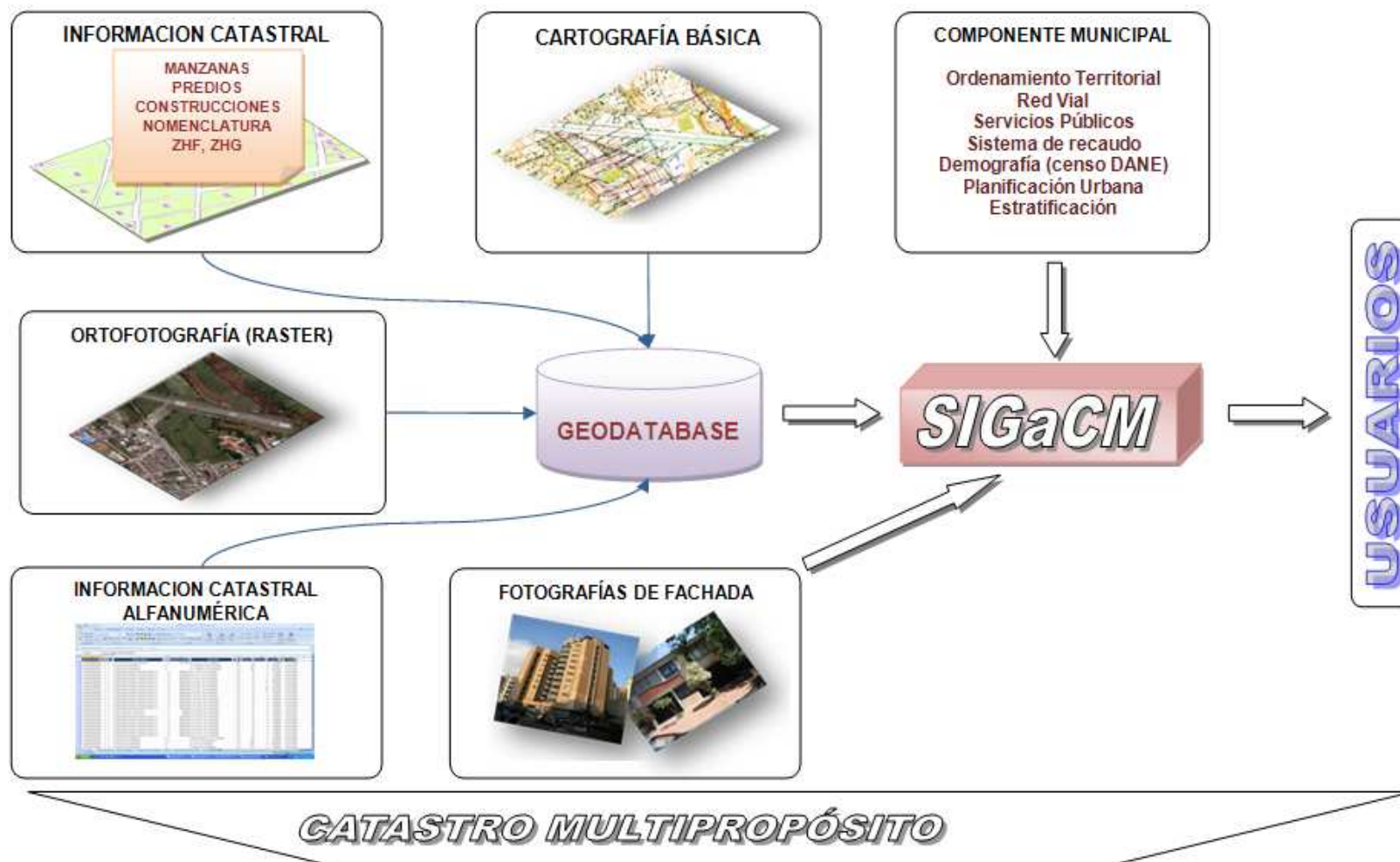
7.4.2 Modelo conceptual de base de datos

Para mostrar con mayor detalle la relación entre las diferentes entidades involucradas al sistema, se elabora un modelo conceptual de la base de datos. Este modelo está conformado por tres componentes principalmente:

- ✓ Componente registro alfanumérico
- ✓ Componente espacial urbano catastral
- ✓ Componente espacial urbano de información básica

El componente registro alfanumérico lo constituye un conjunto de entidades relacionadas que abarcan todos los campos de información de los registros 1 y 2 de catastro. Estas entidades fueron tomadas del modelo de datos vigente para catastro, el cual ha sido modificado con el fin de optimizar su desempeño en el sistema.

Figura 9. Esquema conceptual general del sistema



El componente espacial urbano está conformado por los datos de la cartografía catastral digital, estructurada en una geodatabase sustentada en el modelo oficial adoptado por el IGAC para la digitalización de la cartografía catastral, y que para hacer más interoperable sus datos dentro del SIGaCM, también se le efectuaron algunas variaciones significativas tales como:

Las Entidades de nomenclatura se modificaron en su totalidad, con el fin de proveer información más detallada al sistema, quedando de la siguiente manera:

Nomenclatura vial (Eje vial, Identificador vía, Código departamento, Código municipio, Tipo vía, ancho vía y Geometría).

Nomenclatura domiciliaria (Código terreno predio, Par domiciliario 1, Par domiciliario 2, Complemento, Barrio urbanización y Geometría).

De todas las entidades del modelo digital del IGAC se eliminó el campo reporte, por no considerarlo relevante dentro del sistema propuesto.

El componente espacial urbano de información básica es aportado por el IGAC mediante una geodatabase o shapefiles independientes (dependiendo del avance del programa de restitución cartográfica escala 1:2.000 del IGAC), relacionados principalmente con curvas de nivel, drenajes, vías, puntos de interés, entre otros. Dentro de este mismo componente se incorpora la ortofotografía de cada perímetro urbano la cual debe compartir el mismo sistema de referencia. Estos insumos sirven de guía visual y soporte para las demás capas de información.

Al igual que toda la información detallada anteriormente, cada municipio podría cargar al SIGaCM información específica de su administración (componente municipal) siempre y cuando esta cumpla con estándares, formatos y sistema de referencia establecidos

A continuación se muestra el modelo conceptual disgregado por los componentes anteriormente descritos (Figura 10, Figura11, Figura 12)

Figura 10. Modelo conceptual de la base de datos (registro alfanumérico)

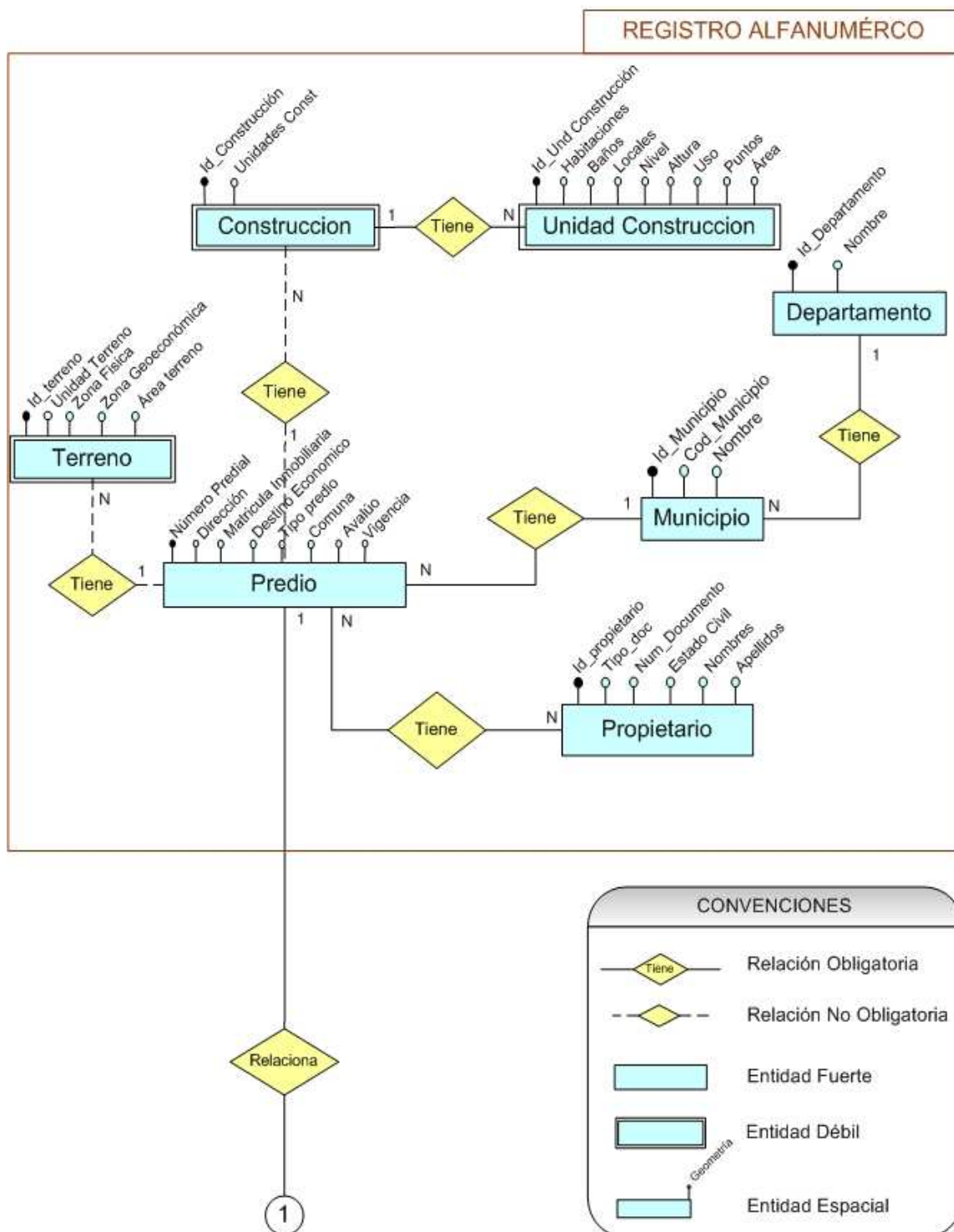


Figura 11. Modelo conceptual de la base de datos (registro espacial urbano)

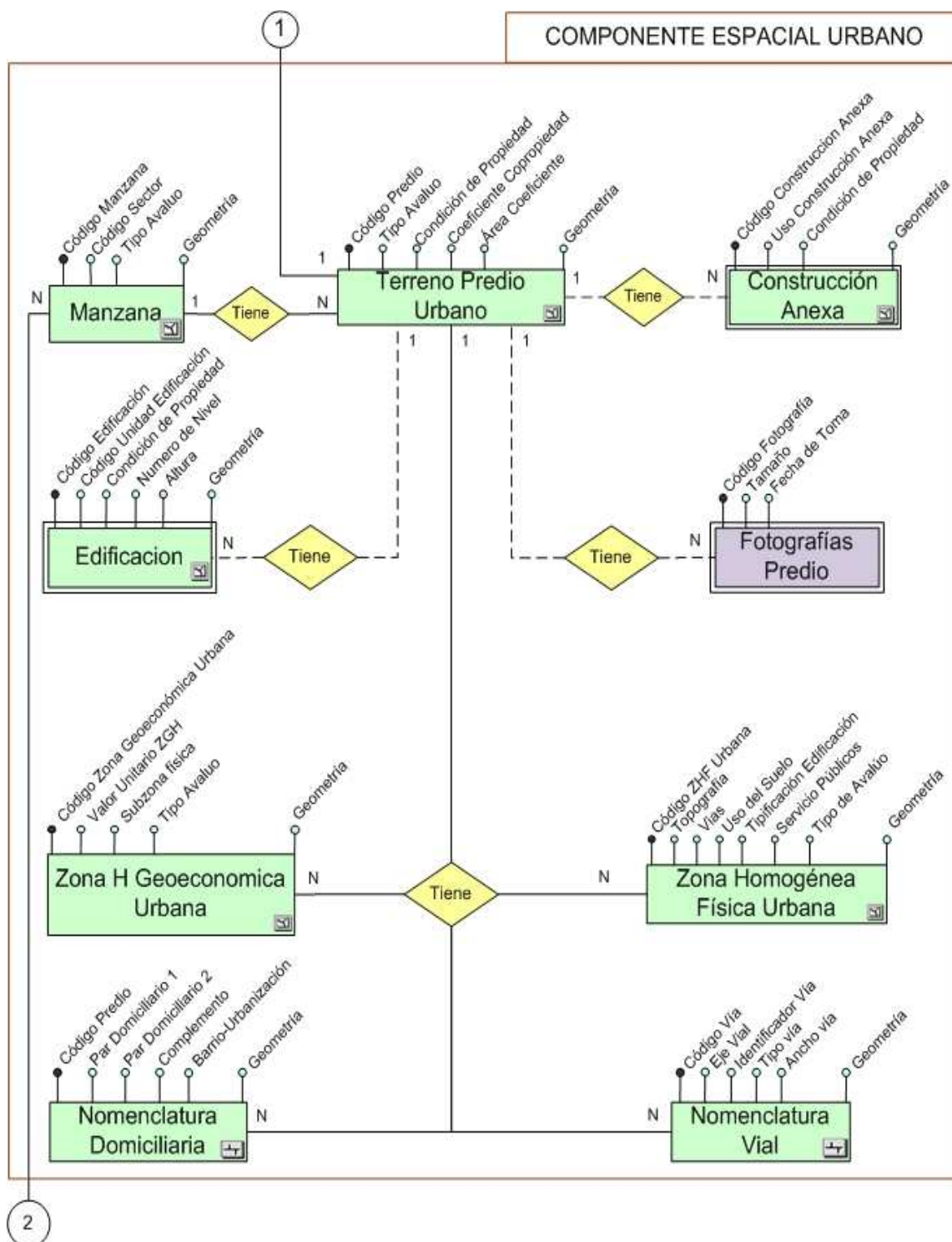
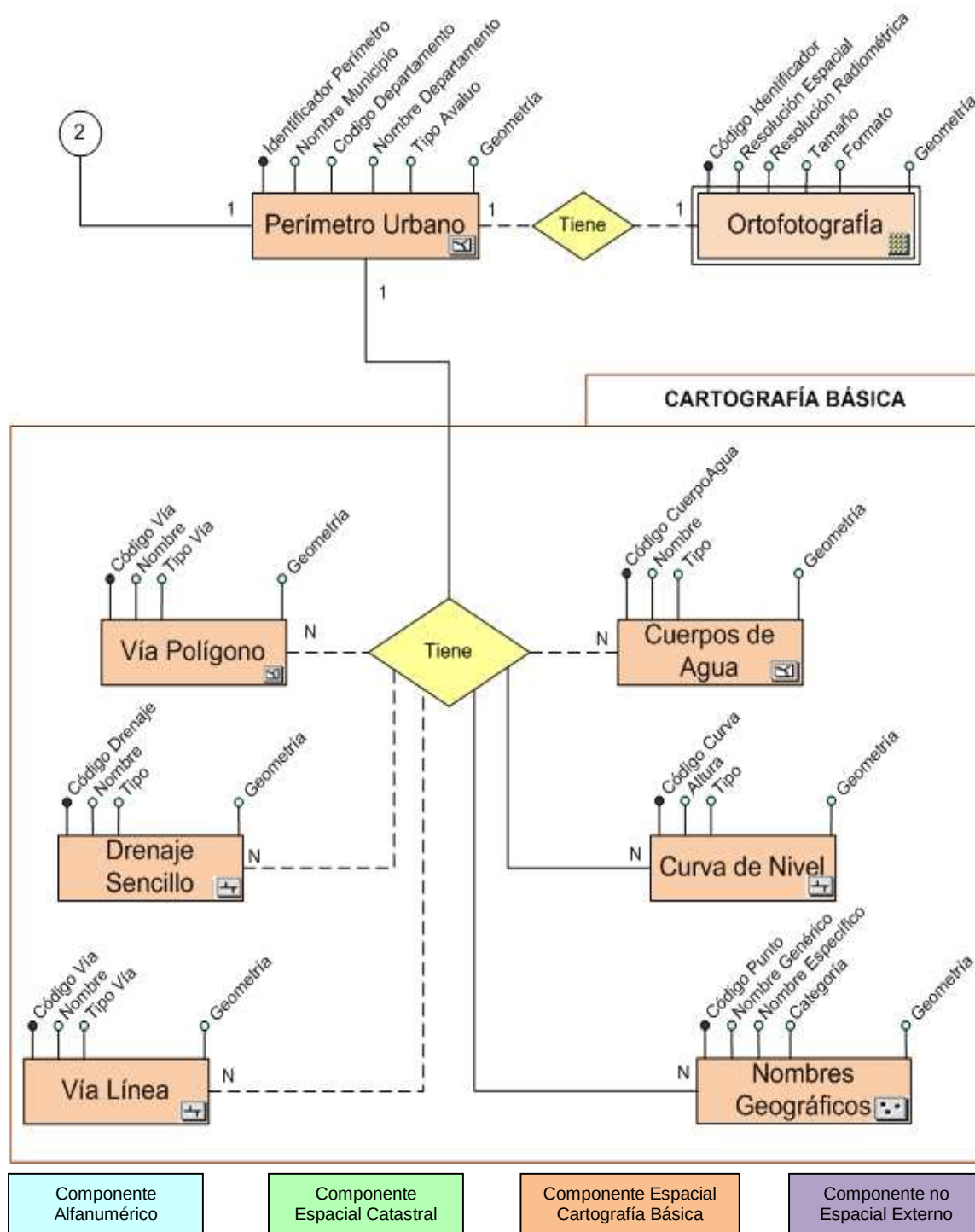


Figura 12. Modelo conceptual de la base de datos (Cartografía básica)



7.4.3 Modelo lógico de la base de datos

A partir del modelo conceptual se elabora el modelo lógico de datos; con la información alfanumérica catastral suministrada en archivos secuenciales de texto (registros 1 y 2) y que mediante normalización se elimina la redundancia y se asegura la integridad referencial.

El modelo lógico describe la estructura de la base de datos que puede ser procesada por un sistema gestor de base de datos (SGBD). Este modelo muestra las entidades, sus atributos, los campos clave (llave primaria PK y llave foránea FK), así como sus relaciones (Figura 13 , Figura14)

Figura 13. Modelo lógico (componente registro alfanumérico)

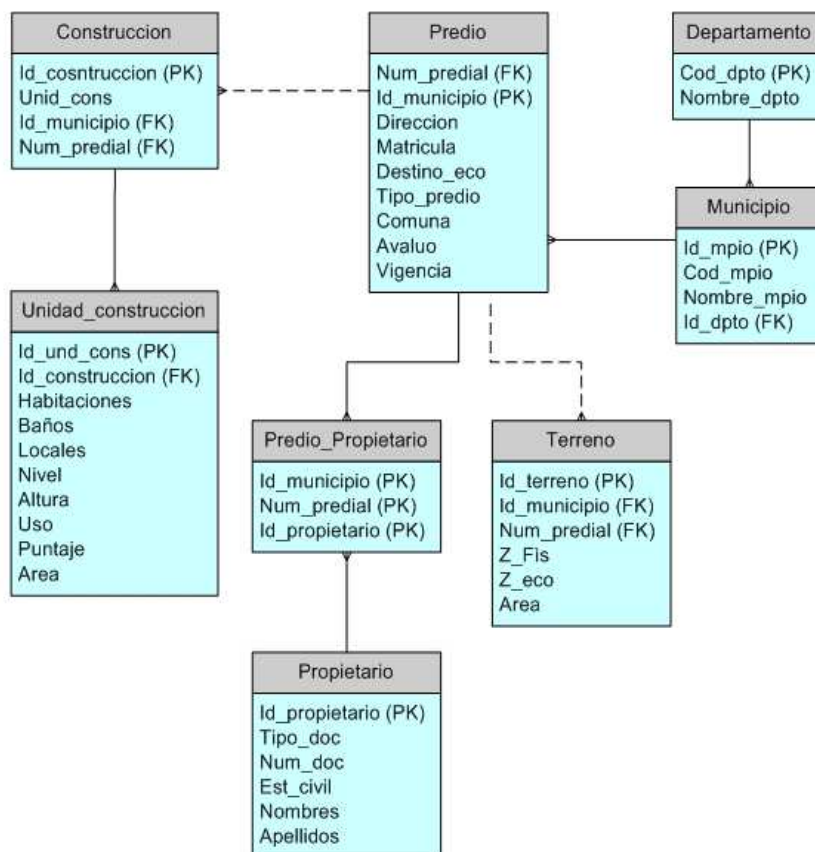
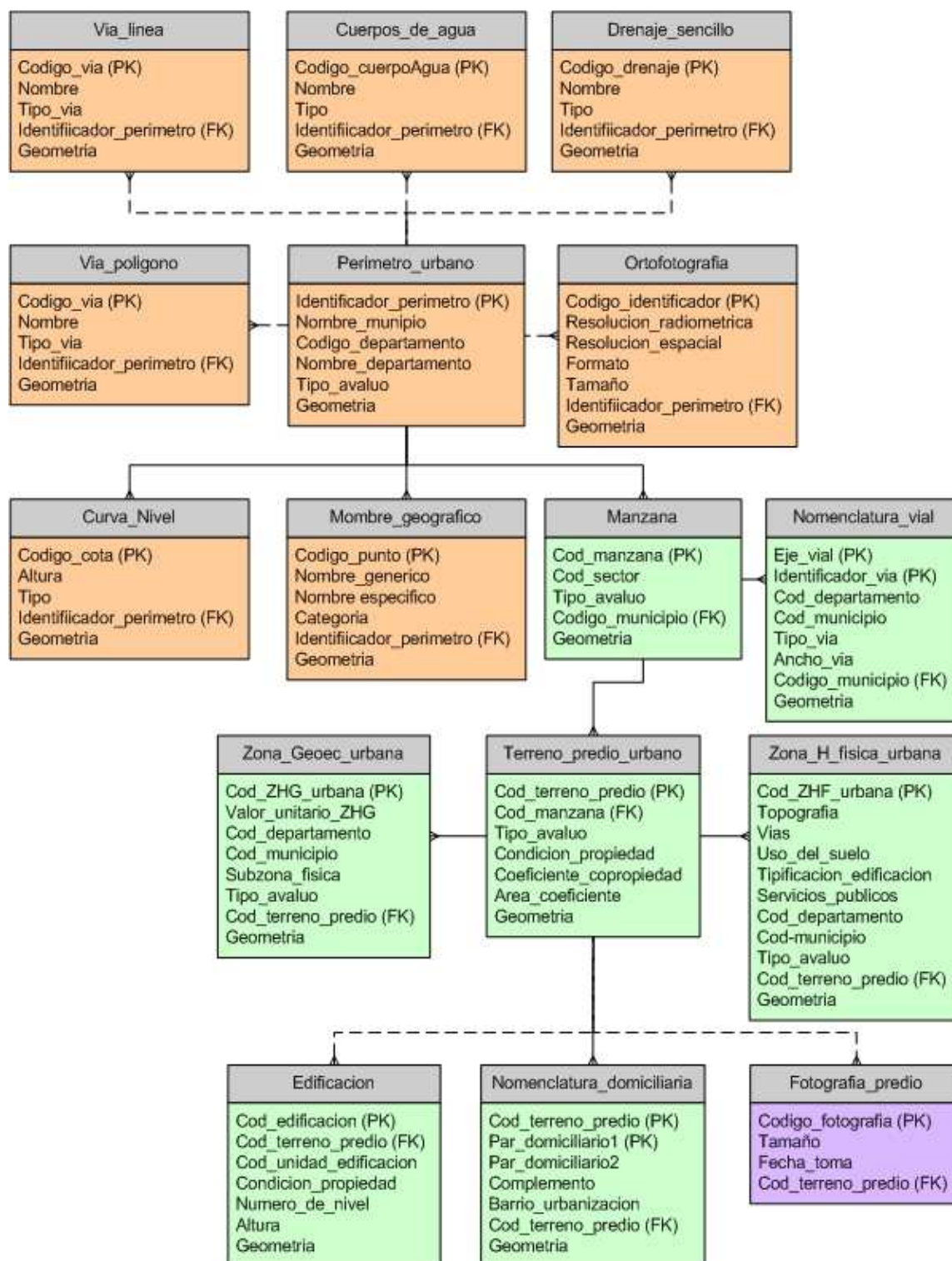


Figura 14. Modelo lógico (componente espacial)



7.4.4 Diccionario de datos

Es un conjunto de metadatos que contiene las características lógicas y puntuales de los datos que se van a manipular en el sistema que se programa, incluyendo nombre, tipo de dato, tamaño y descripción.

Este diccionario se elabora durante el análisis del volumen de información que se manejará dentro del desarrollo de un proyecto de software y orientan al analista en la identificación plena de cada componente, facilita la determinación de requerimientos y sirve de guía de consulta al administrador de la base de datos una vez se implemente el sistema. La definición de algunos elementos fue tomada del proyecto SICAM desarrollado por el IGAC con el apoyo de estudiantes de la Universidad Distrital.

A continuación se presentan las tablas del diccionario de datos separados por los mismos componentes mencionados anteriormente (Tabla 5).

7.4.4.1 Base de datos información alfanumérica

Tabla 5. Diccionario de datos SIGaCM

NOMBRE DEL OBJETO	Departamento		TIPO	Alfanumérico	
DEFINICIÓN	Primer nivel de división político-administrativa del país.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Id_departamento	Texto	2	Código de identificación único por departamento y fue establecido por el DANE.		
Nombre	Texto	25	Nombre de cada departamento.		

NOMBRE DEL OBJETO	Municipio		TIPO	Alfanumérico	
DEFINICIÓN	Segundo nivel de división político-administrativa del país.				
ATRIBUTOS					

NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN
Id_municipio	Númérico	8	Código de identificación único asignado de forma automática.
Id_departamento	Númérico	8	Código de identificación del departamento (DANE).
Cod_municipio	Texto	15	Código identificación único por cada municipio y está establecido por el DANE.
Nombre_mpio	Texto	25	Nombre de cada municipio.

NOMBRE DEL OBJETO	Predio		TIPO	Alfanumérico	
DEFINICIÓN	Inmueble perteneciente a una persona natural o jurídica, o a una comunidad, situado en un mismo municipio y no separado de otro predio público o privado.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Numero_predial	Texto	15	Identificador único que se asigna para cada predio, el cual corresponde a una estructura que en su conjunto lo conforma, la definición del tipo de avalúo, el sector catastral, la manzana o vereda y un código individualizado de cada predio dentro de la anterior vereda o manzana dependiendo si es urbano o rural, más un identificador de condición de propiedad.		
Id_municipio	Texto	3	Código identificador de cada municipio asignado por el DANE.		
Dirección	Texto	50	Espacio destinado para identificar la dirección del inmueble en la nomenclatura actual de la ciudad donde se ubica el predio, la cual es asignada por la autoridad municipal competente (planeación municipal o curaduría urbana).		
Matrícula	Texto	18	Código de identificación jurídica del inmueble asignada por la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos de cada círculo registral.		
Destino_eco	Texto	1	Es una clasificación del uso del suelo y la construcción (si existe) definido entre 20 valores diferentes (circular 479 de 2007).		
Tipo_predio	Texto	1	Clasificación de los predios, según quien los administre (ficha predial F510-10/2005.V.A).		
Comuna	Texto	2	Es una subdivisión administrativa menor que un		

			municipio y corresponde a una zona urbana o rural, o mixta.
Avalúo	Númérico	Long	Valor total del último avalúo equivalente a la sumatoria del avalúo del terreno más el avalúo de la construcción.
Vigencia	Fecha	Fecha	Fecha de la vigencia fiscal de cada avalúo.

NOMBRE DEL OBJETO	Terreno	TIPO	Alfanumérico	
DEFINICIÓN	Entidad que representa unidades de terreno determinadas por zonas físicas y geoeconómicas.			
ATRIBUTOS				
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	
Id_terreno	Numérico	15	Código único consecutivo del terreno y que identifica a cada una de las unidades (A, B, C, etc.).	
Z_fis	Numérico	Short	Código de identificador de cada zona física (se debe cambiar a numérico para que permita crear rangos de valor dentro del análisis en un SIG).	
Z_eco	Numérico	Short	Código de identificador de cada zona geoeconómica (se debe cambiar a numérico para que permita crear rangos de valor dentro del análisis en un SIG).	
Área	Numérico	Long	Corresponde al área de cada unidad de terreno calculada manualmente y expresada en metros cuadrados.	

NOMBRE DEL OBJETO	Construcción		TIPO	Alfanumérico	
DEFINICIÓN	Edificaciones levantadas sobre un predio correspondiente al mismo propietario del suelo o construidas sobre predio ajeno (mejoras).				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Id_construccion	Numérico	8	Código único consecutivo de cada construcción y que el nuevo sistema lo asignará de forma automática.		

Unid_cons	Texto	1	Identificador de cada unidad de construcción (A, B, C, etc.) la cual está determinada por sus acabados, materiales, conservación o uso de cada unidad de construcción.
-----------	-------	---	--

NOMBRE DEL OBJETO	Unidades de Construcción		TIPO	Alfanumérico	
DEFINICIÓN	Entidad que representa unidades de terreno determinadas por zonas físicas y geoeconómicas.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Id_und_cons	Numérico	8	Código único consecutivo de cada construcción y que el nuevo sistema lo asignará de forma automática.		
Id_construccion	Numérico	8	Código único consecutivo de cada construcción		
Habitaciones	Numérico	2	Número de habitaciones por unidad de construcción.		
Baños	Numérico	2	Número de baños por unidad de construcción.		
Locales	Numérico	2	Número de locales por unidad de construcción.		
Nivel	Numérico	2	Numero del nivel en que se localiza la unidad de construcción (los sótanos y semisótanos se representarán con enteros negativos).		
Altura	Numérico	2	Altura promedio de cada unidad de construcción expresada en metros decimales.		
Uso	Texto	2	Es una clasificación del uso de la construcción y definido entre los siguientes parámetros.: residencial, industria, comercio, colegio, multifamiliar, etc.		
Puntaje	Numérico	2	Valor numérico entre 1 y 99 determinado por los materias de construcción, sus acabados y su estado de conservación, así como el uso asignado.		
Área	Numérico	8	Área de cada unidad de construcción calculada de forma manual y represada en metros cuadrados.		

NOMBRE DEL OBJETO	Propietario	TIPO	Alfanumérico	
--------------------------	-------------	-------------	--------------	--

DEFINICIÓN	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	DESCRIPCIÓN
Id_propietario	Numérico	8	Identificador único por propietario y es asignado por el sistema de forma automática.
Tipo_doc	Texto	1	Clasificación del documento de identidad correspondiente a cada persona natural o jurídica el cual está determinado por su naturaleza y/o nacionalidad
Num_doc	Texto	12	Número de documento de identidad de cada propietario
Est_civil	Texto	1	Condición de cada individuo en relación con los derechos y obligaciones civiles; es una cualidad de calificación de las personas el cual es único y excluyente.
Nombres	Texto	30	Nombres de cada propietario
Apellidos	Texto	30	Apellidos del propietario

NOMBRE DEL OBJETO	Predio Propietario	TIPO	Alfanumérico	
DEFINICIÓN	Entidad de relación de paso entre el predio y el propietario			
ATRIBUTOS				
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	
Id_municipio	Texto	3	Código asignado por el DANE que identifica de manera única a un municipio	
Num_predial	Texto	15	Identificador único que se asigna para cada predio, el cual corresponde a una estructura que en su conjunto lo conforma, la definición del tipo de avalúo, el sector catastral, la manzana o vereda y un código individualizado de cada predio dentro de la anterior vereda o manzana dependiendo si es urbano o rural, más un identificador de condición de propiedad	

Id_propietario	Numérico	8	Identificador del propietario
----------------	----------	---	-------------------------------

7.4.4.2 Base de datos información espacial

NOMBRE DEL OBJETO	Terreno_predio_urbano		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Espacio geográfico dentro del perímetro urbano de un municipio el cual está delimitado por linderos establecidos de dentro de un título de propiedad perteneciente a un persona natural o jurídica.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Cod_ terreno_predio	Texto	17	Identificador único que se asigna a cada predio el cual corresponde a una estructura que en su conjunto lo integran: la codificación de los departamentos y municipios de todo el territorio colombiano oficialmente definida por el DANE, la definición del tipo de avalúo, el sector catastral, la manzana o vereda y un código individualizado de cada predio dentro de la anterior vereda o manzana dependiendo si es urbano o rural.		
Cod _manzana	Texto	13	Código único asignado para la identificación de cada manzana catastral.		
Tipo_avaluo	Texto	2	Clasifica el predio urbano entre los que corresponden a la cabecera municipal y los que corresponde a otros centros urbanos como centros poblados dentro de la misma jurisdicción municipal		
Condicion_propiedad	Texto	3	Identifica la condición jurídica del terreno del predio. (Propiedad Horizontal, Condominio, Mejora)		
Coeficiente_copropiedad	Float	2	Índice que determina la participación de la unidad inmobiliaria sobre la totalidad del área de terreno sometida a la copropiedad		
Area_coeficiente	Double	8	Área de terreno para cada predio calculada según el coeficiente		

NOMBRE DEL OBJETO	Edificación	TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Reunión de materiales que conforman una construcción consolidada de carácter permanente destinada a proteger contra la intemperie a personas, animales o bienes.			

ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN
Cod_edificación	Texto	17	Código único asignado para su identificación
Cod_ terreno_predio	Texto	17	Identificador único que se asigna a cada predio el cual corresponde a una estructura que en su conjunto lo integran: la codificación de los departamentos y municipios de todo el territorio colombiano oficialmente definida por el DANE, la definición del tipo de avalúo, el sector catastral, la manzana o vereda y un código individualizado de cada predio dentro de la anterior vereda o manzana dependiendo si es urbano o rural.
Cod_unidad_edificacion	Texto	1	Identificador de cada una de las unidades de construcción en que se puede subdividir la construcción de un predio.
Condicion_propiedad	Texto	3	Identifica la condición jurídica del terreno del predio. (Propiedad Horizontal, Condominio, Mejora)
Numero_de_nivel	Short	2	Nivel (piso) en el que se encuentra cada unidad de construcción. Para los subniveles (sótanos) se les asignará un valor negativo.
Altura	Short	2	Altura promedio de cada unidad de construcción

NOMBRE DEL OBJETO	Manzana		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	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	DESCRIPCIÓN		
Cod_manzana	Texto	13	Código único asignado para su identificación.		
Cod_sector	Texto	9	Código único asignado para su identificación. De un área urbana que agrupa manzanas y se caracteriza por condiciones independientes		
Tipo_avaluo	Texto	2	Clasifica el predio urbano entre los que corresponden a la cabecera municipal y los que corresponde a otros centros urbanos como centros poblados dentro de la misma jurisdicción municipal		

NOMBRE DEL OBJETO	Zona_H_fisica_urbana		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Espacio geográfico dentro del perímetro urbano con características similares en cuanto a usos y tipificación de la construcción, servicios públicos, vías, topografía. La zona de expansión urbana y la zona suburbana estarán dentro de este grupo cuando presenten el comportamiento o las características similares a los usos de este grupo.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Cod_ZHF_urbana	Texto	2	Código único asignado para su identificación.		
Topografia	Texto	20	Corresponde a la clasificación de la Topografía existente en la zona según la clasificación que tiene el IGAC para tal fin.		
Uso_del_suelo	Texto	20	Uso normado básicamente por clasificación de las construcciones de acuerdo a ciertas características observables y cuantificables que reflejen las condiciones socioeconómicas de los habitantes de las viviendas.		
Vias	Texto	20	Corresponde a la clasificación de las vías existentes en la zona según la clasificación que tiene el IGAC para tal fin.		
Servicios_publicos	Texto	20	Corresponde a la clasificación de los servicios públicos existentes en la zona según la clasificación que tiene el IGAC para tal fin.		
Tipificacion_edificacion	Texto	2	Clasificación del IGAC para clasificar las construcciones básicamente por las características de las fachadas.		
Cod_departamento	Texto	2	Código asignado oficialmente por el DANE para la identificación del departamento a nivel nacional.		
Cod_municipio	Texto	3	Código asignado oficialmente por el DANE para la identificación del municipio a nivel nacional.		
Tipo_avaluo	Texto	2	Identificador de áreas cabeceras municipales, centros poblados y áreas rurales dentro de cada jurisdicción municipal		

NOMBRE DEL OBJETO	Zona_Geoec_urbana	TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Espacio geográfico dentro del perímetro urbano con características similares en cuanto a su precio.			

ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN
Cod_ZHG_urbana	Texto	2	Código único asignado para su identificación de las zonas homogéneas geoeconómicas urbanas, las cuales deben designarse con numeración ascendente, la primera será la de mayor valor de terreno durante el proceso de formación.
Valor_unitario_ZHG	Double	10	Valor unitario del m ² en pesos.
Cod_departamento	Texto	2	Código asignado oficialmente por el DANE para la identificación del departamento a nivel nacional.
Cod_municipio	Texto	3	Código asignado oficialmente por el DANE para la identificación del municipio a nivel nacional.
Tipo_avaluo	Texto	2	Identificador de áreas cabeceras municipales, centros poblados y áreas rurales dentro de cada jurisdicción municipal
Subzona_fisica	Texto	2	Zona física asociada al mismo sector geográfico

NOMBRE DEL OBJETO	Nomenclatura_domiciliaria		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Es la dirección oficial del predio asignada por cada uno de sus puertas de acceso.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Cod_terreno_predio	Texto	17	Identificador único que se asigna a cada predio el cual corresponde a una estructura que en su conjunto lo integran: la codificación de los departamentos y municipios de todo el territorio colombiano oficialmente definida por el DANE, la definición del tipo de avalúo, el sector catastral, la manzana o vereda y un código individualizado de cada predio dentro de la anterior vereda o manzana dependiendo si es urbano o rural.		
Par_domiciliario1	Texto	10	Composición del número domiciliario para un acceso uno		
Par_domiciliario2	Texto	10	Composición del número domiciliario para un acceso dos		

Complemento	Texto	50	Campo que almacena información complementaria a la nomenclatura domiciliaria (numero de local, apartamento, interior, etc.)
Barrio_urbanización	Texto	50	Nombre del barrio o urbanización a donde pertenece el predio.

NOMBRE DEL OBJETO	Nomenclatura_vial		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Es la identificación del conjunto de segmentos que conforman la red vial urbana y que corresponden a cada una de las calles, carreras, avenidas calle, avenidas carrera, transversales, diagonales, y vías circulares.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Cod_departamento	Texto	2	Código asignado oficialmente por el DANE para la identificación del departamento a nivel nacional.		
Cod_municipio	Texto	3	Código asignado oficialmente por el DANE para la identificación del municipio a nivel nacional.		
Eje_vial	Texto	2	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)		
Identificador_via	Texto	30	Identificador de cada una de los ejes viales, generalmente se dan en números (12, 34A, etc.) o nombre literal (El Libertador, Caracas, etc.)		
Tipo_via	Texto	12	Clasificación de la vía por sus características físicas y categoría (Vehicular, peatonal, carretera)		
Ancho_via	Short	3	Ancho total de la vía expresada en metros, entre paramentos de los predios circundantes.		

NOMBRE DEL OBJETO	Fotografía_predio		TIPO	Externo	
DEFINICIÓN	Fotografía que se toma a cada uno de los predios con o sin construcción. Para los predios que poseen construcciones estas imágenes pueden corresponder tanto de su fachada como de elementos interiores (baños, cocina, etc.).				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		

Cod_fotografía	Texto	21	Código único que identifica a cada fotografía y que está compuesto por la concatenación del código del departamento, código del municipio, numero predial y una letra que diferencie el tipo de fotografía dentro de cada predio (T = Terreno, F = Fachada, B = Baño, C = Cocina).
Tamaño	Numérico	4	Espacio que ocupa en disco cada fotografía; expresada en Bytes.
Fecha_toma	Fecha	11	Fecha de toma de cada fotografía.

7.4.4.3 Componente espacial (cartografía básica)

NOMBRE DEL OBJETO	Vía _línea		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Vía pública diferente a la malla vial urbana (carreteras secundarias o caminos) que por su ancho mínimo son susceptibles de ser representadas como líneas.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Cod_vía	Texto	3	Identificador único que se asigna a cada segmento de vía.		
Nombre	Texto	30	Nombre común con el cual se conocen algunas vías (generalmente incluyendo el nombre del sitio específico hacia dónde conduce).		
Tipo_vía	Texto	15	Clasificación de la vía por su naturaleza y el servicio que presta (Vehicular, férrea, peatonal, etc.)		

NOMBRE DEL OBJETO	Cuerpos_de_agua		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Áreas del territorio que estás cubiertas por agua y que por su extensión son susceptibles de ser identificadas cartográficamente como polígonos (ríos de gran cause, lagos, lagunas, represas, etc.).				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Cod_cuerpoAgua	Texto	3	Identificador único que se asigna a cada cuerpo de agua.		

Nombre	Texto	30	Nombre común con el cual se conocen los ríos, lagos, lagunas o cualquier otra superficie de agua.		
Tipo	Texto	10	Clasificación de cada cuerpo de agua por su naturaleza (río, laguna, represa, etc.).		
NOMBRE DEL OBJETO	Drenaje_sencillo		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Corrientes de agua que por su poco caudal son susceptibles de ser identificados como líneas.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Cod_drenaje	Texto	3	Identificador único que se asigna a cada segmento de drenaje.		
Nombre	Texto	30	Nombre común con el cual se conocen las quebradas, canales o cañadas.		
Tipo	Texto	10	Clasificación de cada drenaje por su naturaleza (quebrada, canal, caño, etc.).		

NOMBRE DEL OBJETO	Vía_poligono		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Segmento de vía diferente a la malla vial urbana, que por tener un ancho considerable es susceptible de ser representada como polígonos.				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Cod_via	Texto	3	Identificador único que se asigna a cada segmento de vía.		
Nombre	Texto	30	Nombre común con el cual se conocen las vías.		
Tipo	Texto	10	Clasificación de cada de las vías por su naturaleza (Vehicular, férrea, etc.).		

NOMBRE DEL OBJETO	Perímetro_urbano		TIPO Espacial
DEFINICIÓN	Polígono que delimita el área urbana de la cabecera municipal de un municipio o sus centros poblados.		

ATRIBUTOS			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN
Identificador_perímetro	Texto	7	Código único que identifica dada uno de los perímetros urbanos y que está compuesto por la concatenación del código de departamento, código del municipio y el tipo de avalúo. (Ejemplo: 6800101).
Nombre_municipio	Texto	30	Nombre del municipio al cual corresponda perímetro urbano.
Cod_deparatamento			Código para cada departamento el cual es asignado por el DANE
Nombre_departamento	Texto	20	Nombre del departamento al cual pertenece el perímetro urbano.
Tipo_avaluo	Texto	2	Tipo de avalúo de acuerdo al código catastral.

NOMBRE DEL OBJETO	Ortofotografía		TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Mosaico simétrico de fotografías aéreas digitales orto-rectificadas que recubre la totalidad del perímetro urbano; estas pueden ser a color o monocromáticas				
ATRIBUTOS					
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN		
Código_identificador	Texto	7	Código único que identifica dada una de las ortofotografías que está compuesto por la concatenación del código de departamento, código del municipio y el tipo de avalúo. (Ejemplo: 6800101).		
Resolucion_radiometrica	Texto	2	Capacidad del sensor para detectar variaciones en la radiación espectral que recibe; esta es expresada en bits.		
Resolucion_espacial	Texto	4	Valor que indica la dimensión más pequeña de los objetos para poder ser identificados; esta magnitud es expresada en metros decimales.		
Formato	Texto	5	Sistema de representación de las imágenes digitales (MrSid, Tiff, etc.)		
Tamaño	Texto	5	Espacio en memoria que ocupa la imagen; expresada en Megabytes..		

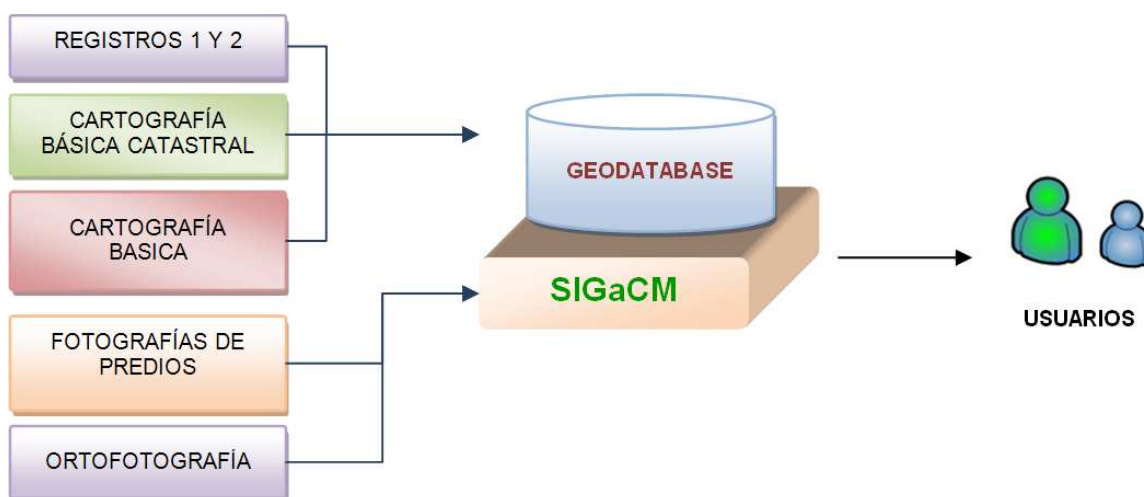
NOMBRE DEL OBJETO	Curva_Nivel	TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Línea imaginaria sobre un mapa que une puntos con igual altitud (msnm). Se conoce también como isolínea.			
ATRIBUTOS				
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	
Código_cota	Texto	4	Código único que identifica cada línea de curva de nivel.	
Altura	Numérico	4	Magnitud en metros que determina la altura de la isolínea sobre el nivel del mar.	
Tipo	Texto	10	Clasificación de la isolínea por rangos de acuerdo a la escala (Principal, intermedia, depresión, etc.).	

NOMBRE DEL OBJETO	Nombre_geográfico	TIPO	Espacial	
DEFINICIÓN	Es la fuente obligada de referencia para la denominación de un lugar habitado, de un accidente de terreno, de una entidad económica, o de otra índole y que generalmente tiene antecedentes históricos. Esta referenciado en un punto o área sobre la superficie terrestre, pero para su representación cartográfica se utiliza un punto.			
ATRIBUTOS				
NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	
Código_Punto	Texto	4	Código único que identifica el punto al cual se le asigna el nombre geográfico.	
Nombre_generico	Texto	20	Elemento que define la clase de accidente topográfico (río, monte, alto, etc.).	
Nombre_específico	Texto	30	Nombre propio de los accidentes geográficos y que los diferencia de otros, el cual es derivado generalmente del arraigo cultural e histórico de sus habitantes. También conocido como topónimo.	
Categoría	Numérico	1	Clasificación dada a los puntos de nombres geográficos determinada por su naturaleza e importancia y que se utiliza para la visualización dependiente de la escala del mapa.	

7.4.5 Modelo Físico

En términos muy generales se presenta un modelo físico de los datos en el sistema propuesto (Figura 15)

Figura 15. Flujo de datos



El desarrollo de la aplicación presenta dos arquitecturas para su implementación:

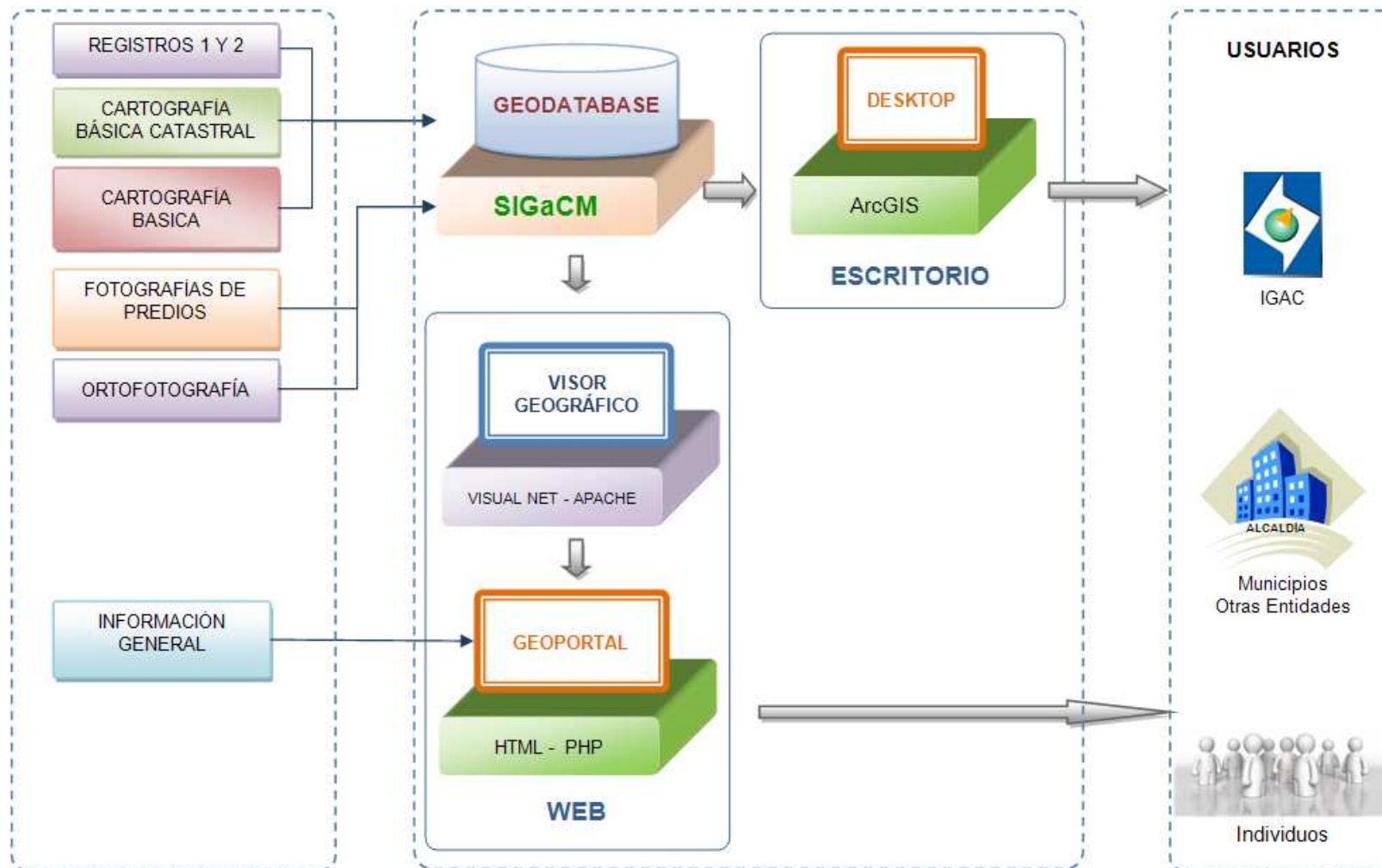
7.4.5.1 Monousuario (Cliente de escritorio)

En este caso la aplicación se desarrollaría una aplicación stand alone.

7.4.5.2 Cliente-Servidor

Se pueden servir los datos a través de la red LAN e Intranet del IGAC hacia todas las oficinas territoriales o disponer los servicios a través de la WEB, para lo que se requiere del diseño de un visor geográfico y de un geoportal (Figura 16).

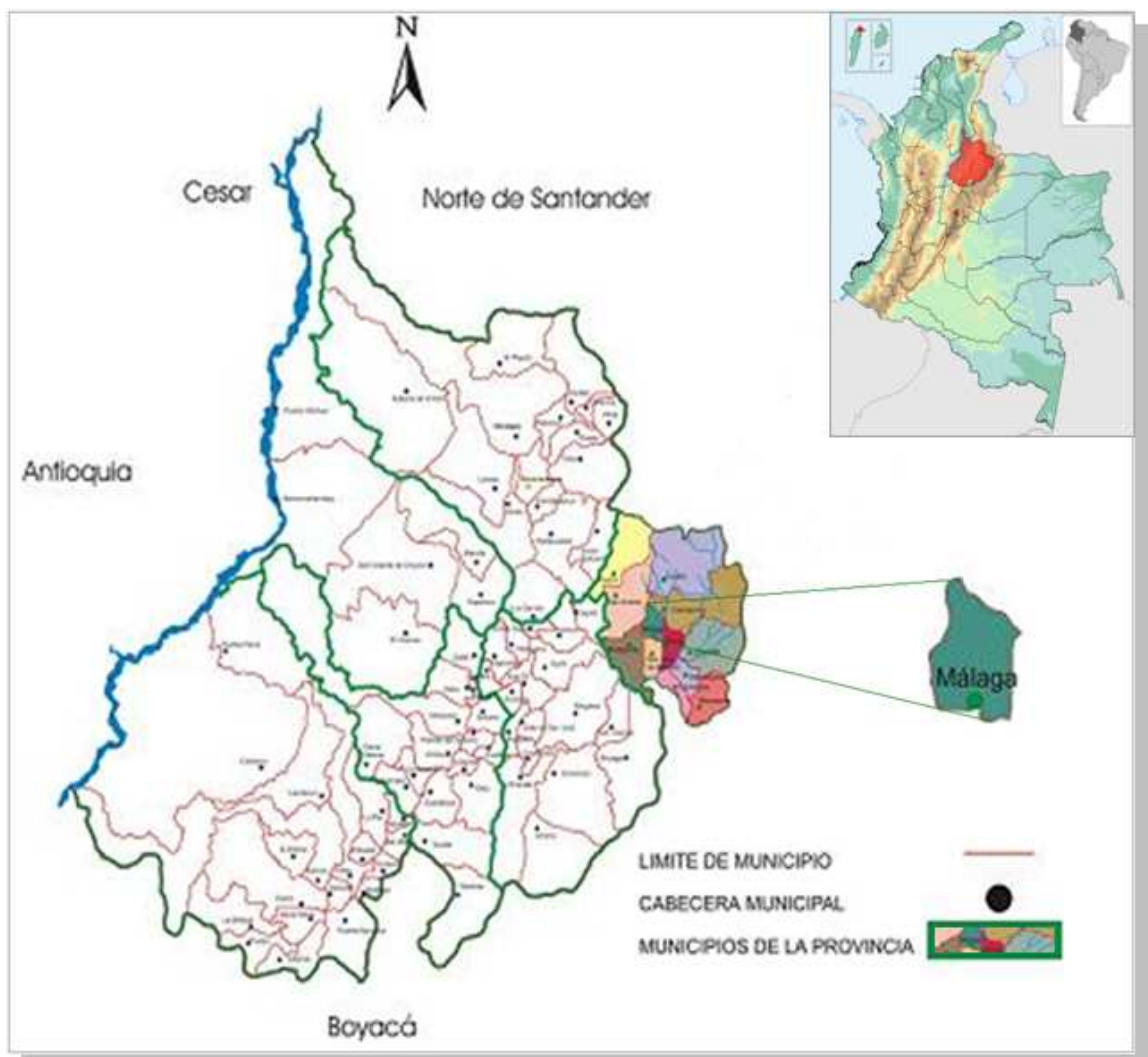
Figura 16. Esquema general de la aplicación (WEB – ESCRITORIO)



8 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

Para el desarrollo de la prueba piloto se tomó la información de municipio de Málaga, Provincia de García Rovira, departamento de Santander (Figura 17).

Figura 17. Localización del municipio de Málaga, departamento de Santander – Colombia



Ahora se describirá este municipio de Málaga²⁷, con código DANE 68432, su gentilicio: malagueño y/o malagueña. Otros nombres que ha recibido el municipio: Villa de San Jerónimo y Nuestra Señora de la Soledad de Málaga. Su fecha de fundación es 10 de marzo de 1542, por el capitán Jerónimo de Aguayo. Consta de un número de predios 1.996 rurales y 5.471 urbanos (actualización catastral vigencia 2009). Su población es de 18.706 habitantes (15.182 cabecera urbana, 3.534 rural – censo del 2005). Sus coordenadas geográficas son: latitud: 6°67' n y longitud: 72°40' w (cabecera municipal).

8.1 RESEÑA HISTÓRICA

El conquistador español Hernán Pérez de Quesada en el año de 1539 cuando venía en busca de la “casa del sol” descubrió el “valle de los cercados” llamado así por que los indios Chitareros, primeros pobladores de la región, cercaban cada uno de sus bohíos con cañas o palos. Más tarde le dieron el nombre de “Valle de Tequia”. Fundada por el capitán Jerónimo de Aguayo en la provincia de las Quebradas de Tequia, el 10 de Marzo de 1542. Málaga estaba llamada a ser la cuarta ciudad del Nuevo Reino de Granada, las pugnas por la gobernación del Nuevo Reino suscitadas entre su descubridor Gonzalo Jiménez de Quesada y el heredero legítimo de la Gobernación de Santa Marta, don Alonso Luís de Lugo, llevaron a que este último ordenara su destrucción en 1544.

El 9 de mayo de 1695 los capitanes Francisco Sotomayor y Melchor de Viña Negrón le dieron el nombre de “Villa de San Jerónimo y Nuestra Señora de la Soledad de Málaga” a esta hermosa, culta y acogedora ciudad de la cual hacemos parte como habitantes naturales o adoptivos. Málaga quiere decir en fenicio REINA, por ello a la capital de la provincia se le llama Reina.

8.2 DESCRIPCIÓN FÍSICA

El territorio del municipio de Málaga se localiza sobre la cordillera oriental, geológicamente se sitúa en extremo meridional (borde oriental) del Macizo de Santander, en la parte sur del Páramo del Almorzadero.

²⁷Municipio de Málaga Santander. <http://malaga-santander.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1m-1709150-1709150&m=f#identificacion>

8.2.1 Límites del municipio

Geográficamente el municipio de Málaga comparte linderos mediante accidentes geográficos (ríos, quebradas, filos, divisoria de aguas) o límites prediales con cuatro municipios de la Provincia de García Rovira así: por el Oriente: con el municipio de Enciso, por el Occidente: con los municipios de Molagavita y San Andrés, por el Norte: con el municipio de Concepción, por el Sur: Con el municipio de San José de Miranda.

Extensión total: El área total del municipio es de 58 Km², donde el 4,87% corresponde al sector urbano, ósea 2.82 Km². Extensión área rural: el 95,13% corresponde al sector rural, ósea 55.17 Km².

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): El Municipio está ubicado a una altitud de 2.235 metros sobre el nivel del mar.

Temperatura media: temperatura promedio es de 18°C.

Distancia de referencia: La distancia respecto a la capital de Santander, Bucaramanga, es de unos 160 Kilómetros.

8.3 ECONOMÍA

La economía del municipio de Málaga se base principalmente en el sector agropecuario, como generador de ingresos, empleo, alimentación, que permiten el mantenimiento y sostenimiento capacidad y seguridad alimentaria de la población Malagueña. Además dentro los cultivos transitorios o temporales tenemos el caso de fríjol voluble, fríjol arbustivo, fríjol arbustivo intercalado con maíz, fríjol voluble asociado con maíz, tomate de mesa, papa, tabaco rubio y arveja, principalmente, aunque hay áreas pequeñas y no La actividad económica de mayor importancia en la ciudad de Málaga está centrada casi que exclusivamente en el sector comercial. Dentro de la actividad pecuaria existente en la zona de Málaga, el renglón bovino leche cría que ocupa una extensión aproximada de 3730 hectáreas en pastos y una población de 1537 cabezas atendidas en 858 fincas de productores, en su mayoría medianos y pequeños ganaderos. Las razas existentes corresponden a cruces de criollo por normando, normando, criollo por cebú y criollo.

9 DESARROLLO DE PRUEBA PILOTO DEL SIGACM

Para la ejecución del piloto se tomó como fuente de información los datos catastrales tanto alfanuméricos como cartográficos digitales del área urbana del municipio de Málaga Santader. (Figura 18)

Aunque a lo largo del trabajo expuesto se habla de múltiples utilidades de los datos catastrales como base para la ejecución de diferentes sistemas de información geográfica, este piloto se limita a mostrar algunos usos específicamente en tres campos:

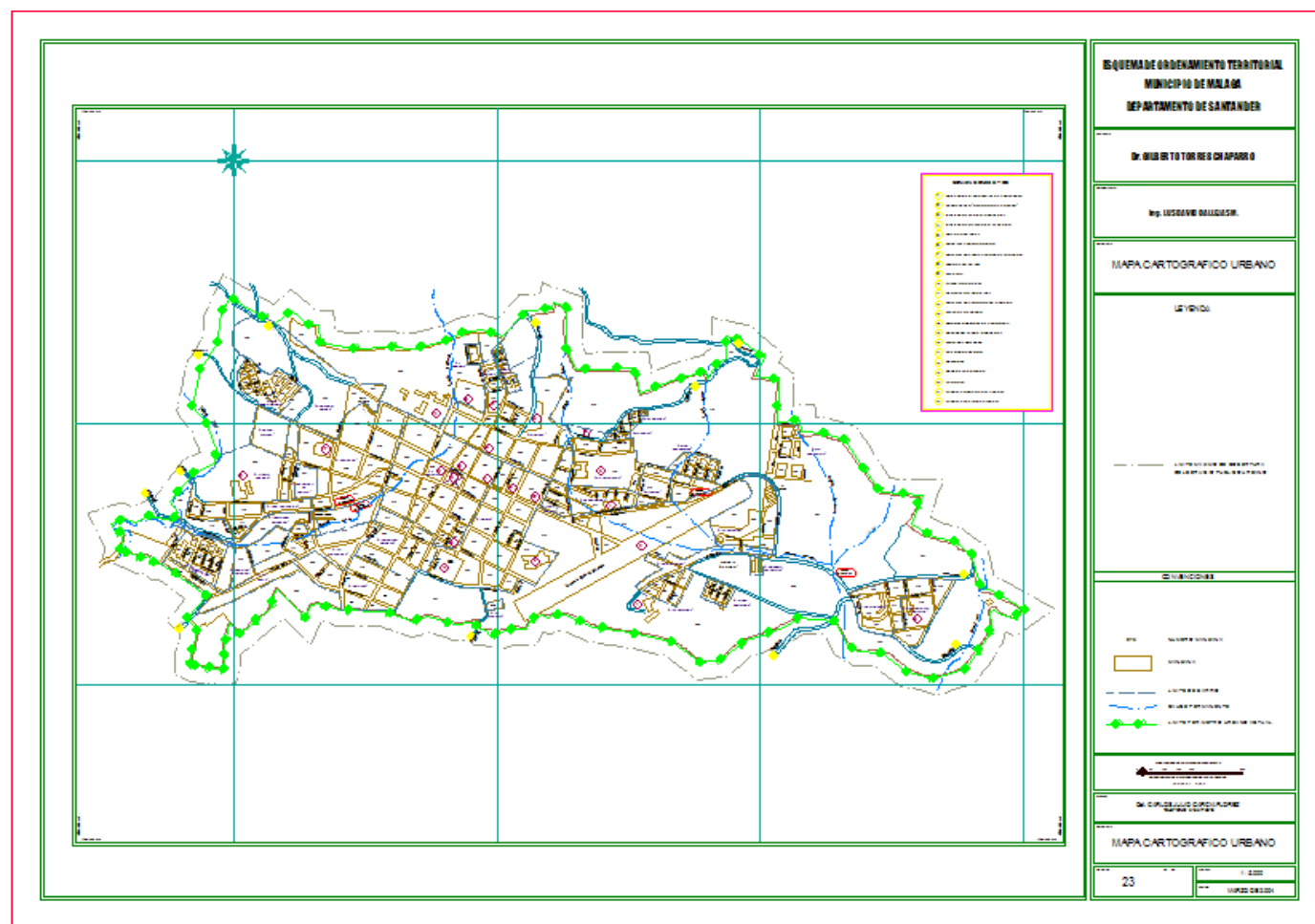
- ✓ Geocodificador de direcciones
- ✓ Redes de transporte
- ✓ Volumetría

La geocodificación de direcciones se muestra como una alternativa práctica para la espacialización de datos cuya fuente sean documentos alfanuméricos, y a su vez puede convertirse en forma efectiva de asignación automática de direcciones, especialmente a aquellos predios que conservan uniformidad en la ubicación de sus accesos (urbanizaciones).

Las redes tanto geométricas como de transporte son una excelente herramienta para la toma de decisiones en el ámbito municipal, toda vez que mediante estas se optimizan de forma directa recursos tanto individuales como colectivos y facilitan el análisis de distribución.

Por último se desarrolla un modelamiento en 3D teniendo como base el predio catastral y su construcción. A partir de aquí se facilitan los análisis de volumetría, índices de ocupación, índices de construcción y línea de vista, entre otros, fundamentales para decidir sobre licencias de urbanismo y telecomunicaciones.

Figura 18. Perímetro urbano de Málaga



Fuente: EOT Málaga

9.1 GEOCODIFICADOR DE DIRECCIONES

9.1.1 Definición

La geocodificación es el proceso de ubicación espacial de puntos a partir de la dirección del elemento, esto es convertir datos de texto a datos espaciales. (Notas de clase de análisis de redes).

9.1.2 Herramienta utilizada

ArcGIS 9.3 (Address Locator Management Tools)

9.1.3 Capas involucradas

Para el desarrollo del geocodificador de direcciones se utilizaron las siguientes capas

- **Ortofotografía**

Ortofotografía Málaga.sid

- **Feature Class**

Perímetro_urbano.shp

Manzanas.shp

Terreno_predio_urbano.shp

Edificaciones.shp

Nomeclatura_vial.shp

- **Externos:**

Modelo de direcciones de Bogotá

Tablas Excel con registro de direcciones a geocodificar

9.1.4 Procedimiento

Una vez cargadas las capas suministradas, se procedió a la digitalización de la malla vial (*Create New Feature* utilizando la herramienta *Editor*).

- ✓ Se generaron los vértices de calles (*Vertices_calles.shp*) a partir de las intersecciones viales.
- ✓ Desde la base de datos alfanumérica de catastro (registro1) se filtraron algunos predios cuyo destino económico corresponde a comercio (C) y otros

en donde el propietario es el Estado (E) organizados de forma separada en hojas Excel creando las tabla *CientesPredial.xls*.

- ✓ Se adicionaron las anteriores tablas al proyecto.
- ✓ Carga del localizador de direcciones (Address Locator) *DirMalaga*. Que había sido creado previamente en ArcCatalog a partir del modelo de direcciones de Bogotá.
- ✓ Asignación del localizador de direcciones a las tablas cargadas y que contienen los datos a geocodificar.
- ✓ Una vez terminado el proceso de asignación de localizadores se visualiza en la tabla de contenidos los nuevos *Feature Class* creados.

9.1.5 Feature Class creados

Utilizando las coberturas suministradas se crearon las siguientes (Figura 19):

- ✓ *Calles.shp* . Polilineas que representan los segmentos de vía pública que se intersectan en los vértices y que conforman la malla vial (Edges)
- ✓ *Vertices_Calles.shp* Puntos correspondientes a las intersecciones de la vías (Juntions).
- ✓ *DirGeoEstado.shp*. Puntos correspondientes a direcciones de algunos establecimientos comerciales que fueron geocodificadas.
- ✓ *DirGeoEstado.shp*. Puntos correspondientes a algunas direcciones de predios que pertenecen al Estado.

9.1.6 Beneficios

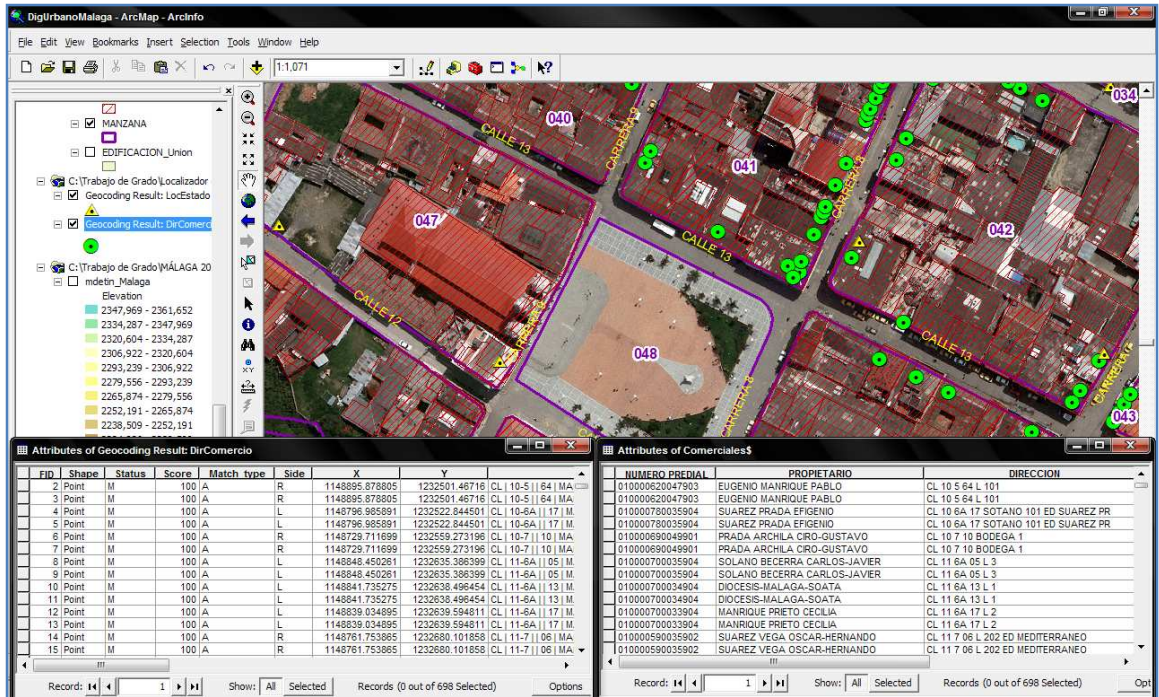
Entre las múltiples aplicaciones que se le pueden dar al geocodificador de direcciones se destacan las siguientes (Figura 20):

- ✓ Ubicación espacial de forma inmediata de sitios individuales de interés a partir de su nomenclatura urbana mediante la herramienta de búsqueda (Find).
- ✓ Localización espacial masiva de predios con características especiales a partir de tablas externas.
- ✓ Ubicación de puntos sobre el mapa para generar referentes para la creación de rutas óptimas (red de transporte).
- ✓ Generación automática de nomenclatura urbana.

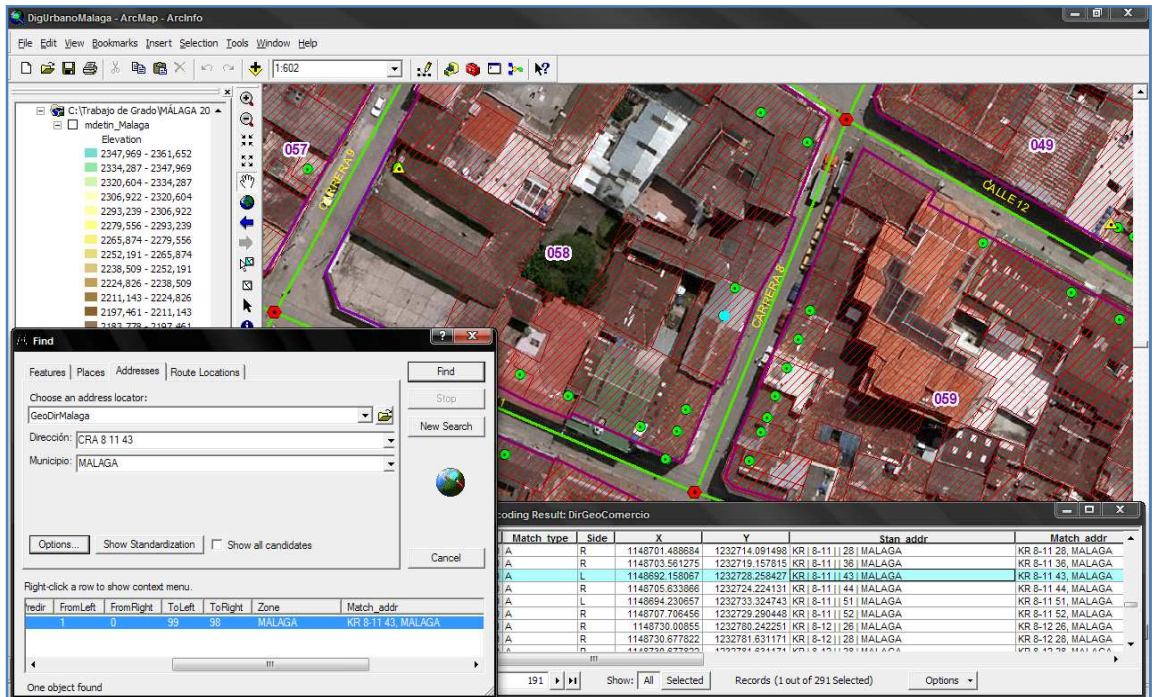
Figura 19. Red vial de Málaga – Malla vial (Edges) e intersecciones viales (Juntions)



Figura 20. Beneficios del geocodificador de direcciones



Búsquedas a partir de la dirección.



9.2 RED DE TRANSPORTE

9.2.1 Definición

Modelo que representa las principales características del sistema de tráfico (terrestre, aéreo o fluvial) para el óptimo servicio de transporte en un área específica. Está conformado básicamente por segmentos (Edge) nodos (Juntions) y giros (Turns) que se integran entre sí y que aunque responden a políticas de transporte tanto generales como locales enmarcadas como restricciones, se actúa de forma independiente.

9.2.2 Herramienta utilizada

ArcGIS 9.3 (Network Dataset, Network Analyst)

9.2.3 Capas involucradas

Para el construcción de la red de transporte del municipio de Málaga Santander fueron necesarias las siguientes capas:

9.2.3.1 Ortofotografía

Ortofotografía Málaga.sid

9.2.3.2 Feature Class

Malla vial.shp (creada para el geocodificador de direcciones)

- ✓ Manzanas.shp
- ✓ Terreno_predio_urbano.shp
- ✓ Edificaciones.shp
- ✓ Nomenclatura_vial.shp

9.2.3.3 Externos

Modelo de direcciones de Bogotá

- ✓ Tablas Excel con registro de direcciones a geocodificar (puntos de análisis y restricciones de tráfico).
- ✓ Plano de vías del municipio de Málaga (EOT).

9.2.4 Procedimiento

Una vez cargadas en ArcMap las capas suministradas, se ejecutaron los siguientes pasos:

- ✓ Creación y construcción del de Network Dataset SIGaCM.NET (en ArcCatalog). Este paso constituye la exploración de los datos, especificación de nombre y fuentes de red, definición de políticas de conectividad, construcción de giros, definición de atributos de red y evaluadores, asignación de parámetros para direcciones y finalmente la construcción del Network Dataset²⁸ (Notas de clase Análisis de redes).
- ✓ Asignación del sentido vial (tráfico) sobre la malla vial con base en el plano suministrado por el municipio de Málaga.
- ✓ Creación del localizador de direcciones *TransporteMalaga* (Address Locator) a partir del modelo de direcciones de Bogotá.
- ✓ Carga de la tabla *PuntosAnálisis.xls* que contiene dos hojas con información externa de puntos de análisis (paradas) y con información de restricciones para el tráfico (barreras).
- ✓ Geocodificación de la anterior información utilizando *Address Locator TransporteMalaga* creado previamente.
- ✓ Creación de una capa de análisis mediante el uso de las herramientas de *Network Analyst*.
- ✓ Determinación de las propiedades de análisis
- ✓ Carga de las los puntos de análisis (paradas) y ejecución de red mediante *Route Solver*.

Configuración de los datos de salida y prueba de la red (Figura 21)

- ✓ Modificación de la secuencia de recorrido en la ruta y nueva ejecución del *Route Solver* (Figura 22).
- ✓ Carga de restricciones de tráfico presentes (barreras) a partir de la tabla externa.

²⁸

<http://www.procalculo.com/internos/entrenamiento/archivos08/Introduccion/20Network/20Analyst.pdf>

Figura 21. Ruta Red (Aeropuerto-Cementerio)

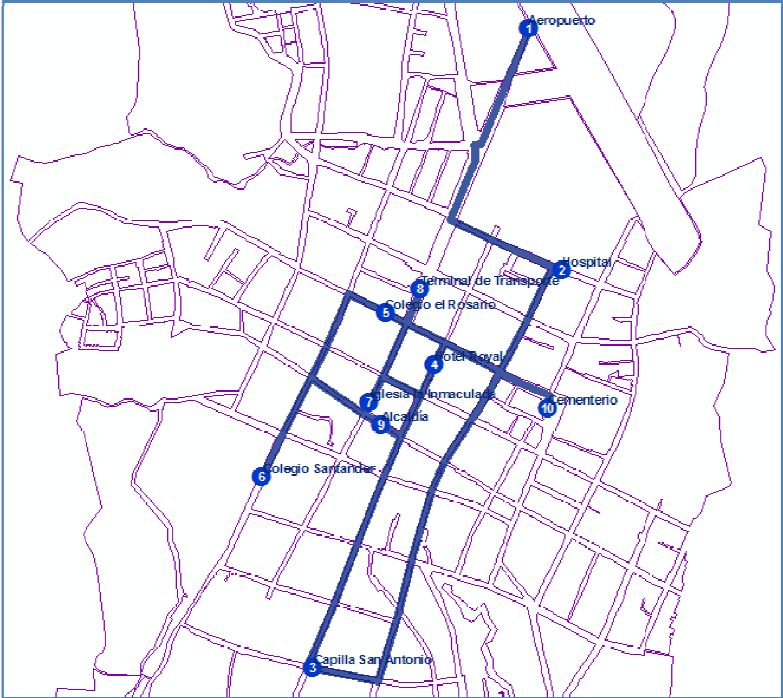
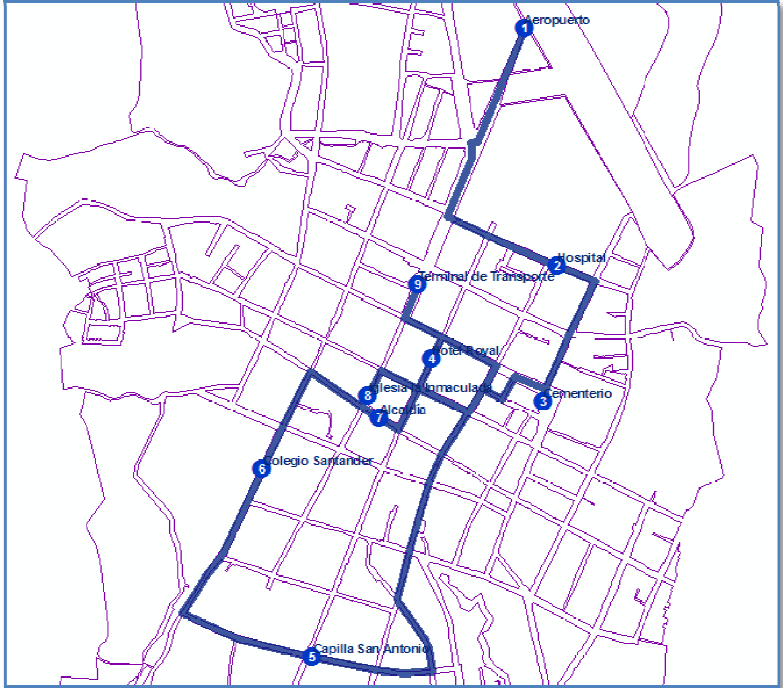
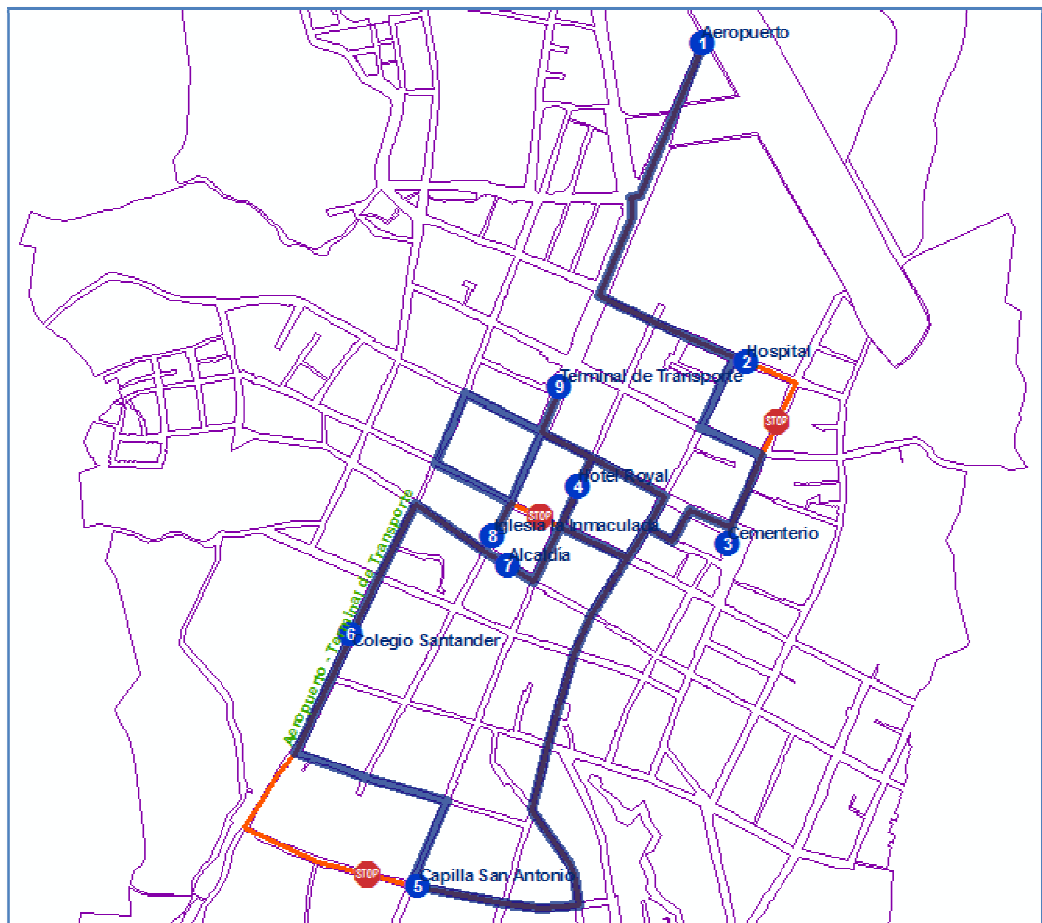


Figura 22. Segunda ruta (Aeropuerto-Terminal de transporte)



- ✓ Carga de nuevas restricciones utilizando la herramienta buscar (Find) mediante el geocodificador de direcciones.
- ✓ Nueva ejecución de la red mediante *Route Solver* (Figura 23)

Figura 23. Superposición de las dos rutas (barreras)

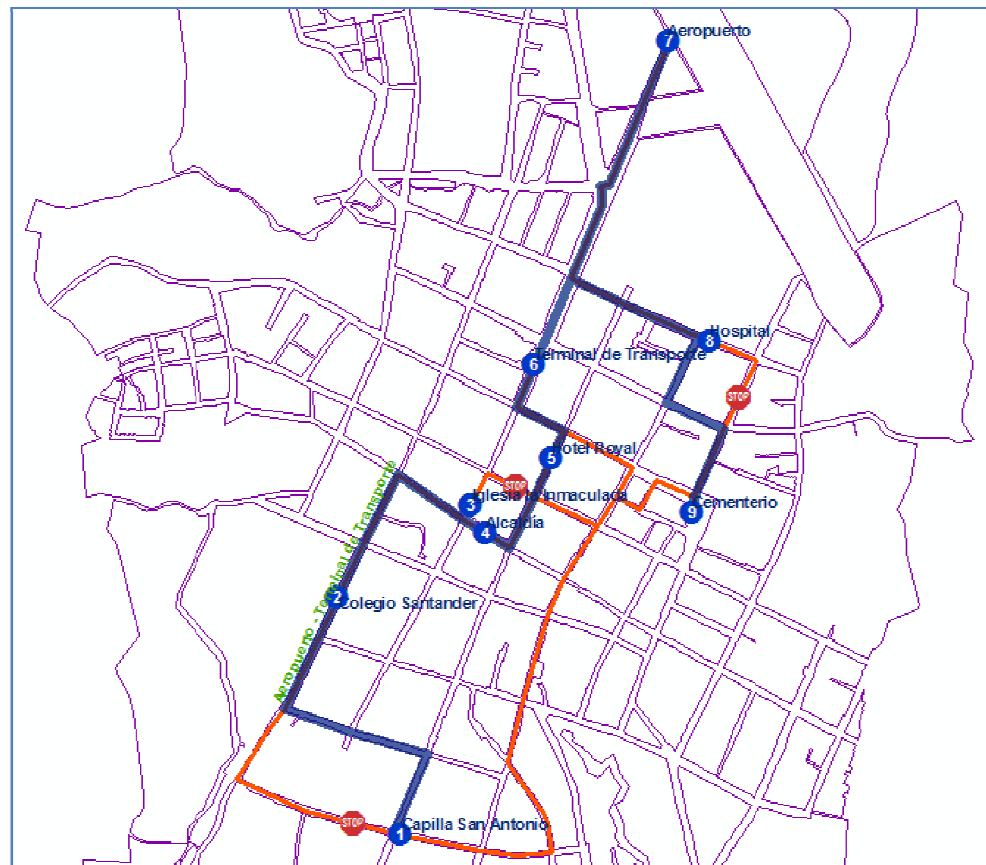


9.2.5 Ruta óptima

Se entiende como ruta óptima al recorrido entre dos o más puntos de interés y que aporta el mayor beneficio desde la ponderación de las variables distancia, tiempo y velocidad.

Para establecer la ruta óptima entre los puntos ya presentados anteriormente se reordenaron las paradas automáticamente mediante la activación de la caja de chequeo *Reorder Stops To Find Optional Route* de las propiedades del Network Analyst, siendo ajeno para el usuario tanto el punto de partida y fin, como el orden de recorrido entre los puntos intermedios (Figura 24).

Figura 24. Ruta óptima reordenando paradas

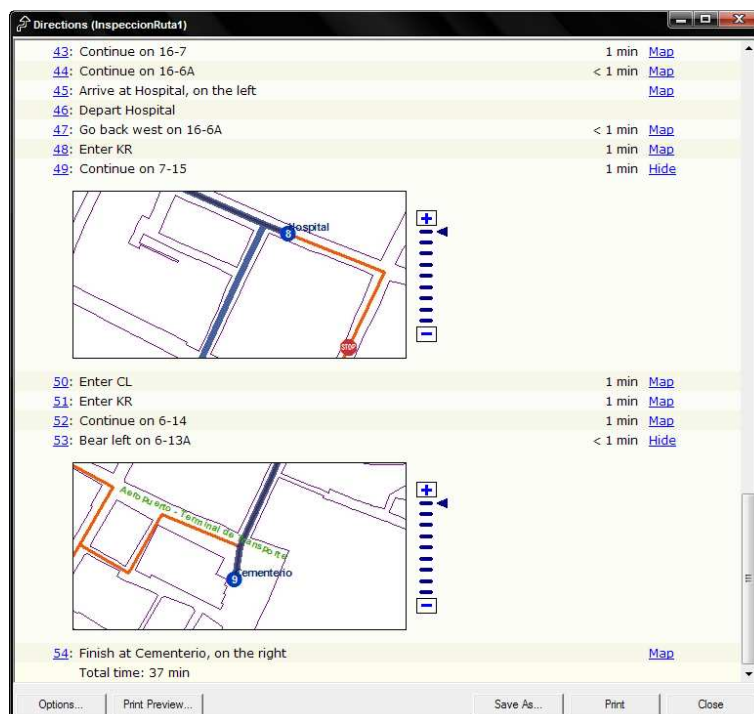
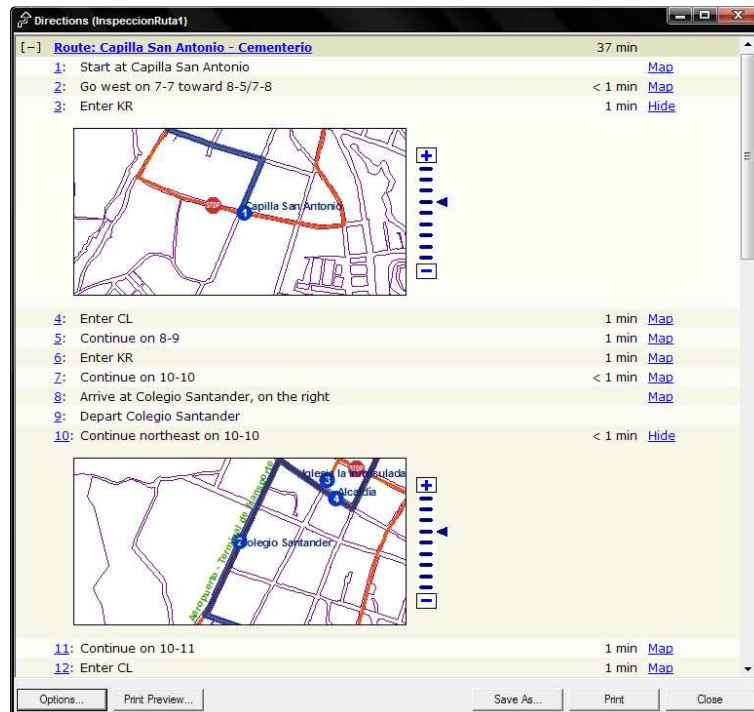


A continuación se muestra el itinerario, los tiempos entre nodos y el tiempo total empleado en toda la ruta (Figura 25).

9.2.6 Beneficios

El empleo de redes de transporte permite optimizar recursos (tiempo y dinero) en el manejo de actividades principalmente urbanas. A continuación se enuncian las principales bondades de esta herramienta.

Figura 25. Itinerario y tiempo en la ruta óptima



- ✓ Determinar la distancia más corta entre dos más puntos.
- ✓ Establecer la ruta óptima, fundamental en atención de emergencias (ambulancias, bomberos, policía, etc.), evacuaciones; rutas óptimas, redes de distribución (ventas y correspondencia).
- ✓ Dinamiza el turismo mediante la conexión de sitios de interés con estaciones de servicio, comercio, hoteles, etc., suministrando al turista en tiempo real mapas elaborados desde sus propias necesidades.

9.3 MODELO DE 3D DE MÁLAGA SANTANDER

9.3.1 Definición

Representación en tercera dimensión del área urbana del municipio de Málaga Santander mediante un modelo digital de elevación del terreno (DTM) y sobre el cual se proyectó en altura la totalidad de las edificaciones a partir del área construida por cada predio (Figura 26).

9.3.2 Herramienta utilizada

- ✓ ArcGIS 9.3 (3D Analyst) de ArcINFO
- ✓ ArcEscScene de ArcINFO
- ✓ Capas involucradas

9.3.3 Capas involucradas

Para la elaboración de esta representación se utilizaron las siguientes capas:

9.3.3.1 Ortofotografía

Ortofotografía Málaga.sid

9.3.3.2 Feature Class

- ✓ Calles.shp (Malla vial)
- ✓ Manzanas.shp
- ✓ Terreno_predio_urbano.shp
- ✓ Edificaciones.shp

Figura 26. Modelo 3D a partir de las construcciones de cada predio



- ✓ Nomeclatura_vial.shp
- ✓ Curvas_de_nivel.shp
- ✓ Punto_cota_fotogramétrica.shp
- ✓ Drenaje_sencillo.shp

9.3.4 Procedimiento

Para lograr elaborar esta representación es necesaria la adición de dos nuevos campos al actual modelo de datos de digitalización catastral del IGAC, en el cual se alojará el número de nivel en donde está ubicada cada unidad de construcción y en el segundo campo guardará la altura para cada una de ellas.

- ✓ Se inicia con la carga de las capas suministradas en ArcMap y la configuración el .mxd correspondiente.
- ✓ Utilizando la herramienta *TIN Creation* de *3D Analyst Tools* se elaboró el modelo digital de elevación (MDE) a partir de las curvas de nivel y los puntos de cota fotogramétrica.
- ✓ Se adicionó al modelo de elevación la capa de drenajes.
- ✓ En ArcScene se cargaron las capas *Manzana_Terreno*, *Predio_urbano*, *Construcción*, *Calles y Vértice*, a partir de estos se elaboró el modelo digital 3D tendiendo como referente el área construida, el número de niveles, las unidades de construcción y adicionando un valor constante de 2,5 mts. para al altura.
- ✓ Se asoció la TIN con la ortofotografía.
- ✓ Se cargó el modelo de 3D de construcciones al modelo digital de terreno (MDT).
- ✓ Finalmente se efectuó una exploración y verificación del modelo mediante la selección de unidades de construcción desde su tabla de atributos.

Para este ejercicio se tomó una altura promedio de 2.50 metros, pero en la realidad estas alturas son heterogéneas y es fundamental tomarlas con precisión para cada predio. Esta tarea es posible realizarla dentro los procesos de formación, actualización o conservación catastral.

Desde la simulación de una vista subterránea se puede identificar aquellos predios que tienen subniveles en sus construcciones (sótanos) y su representación se logra mediante la asignación de la altura como un valor negativo (Figura 27).

Figura 27. Vista subterránea de la ciudad desde el modelo 3D



9.3.5 Beneficios

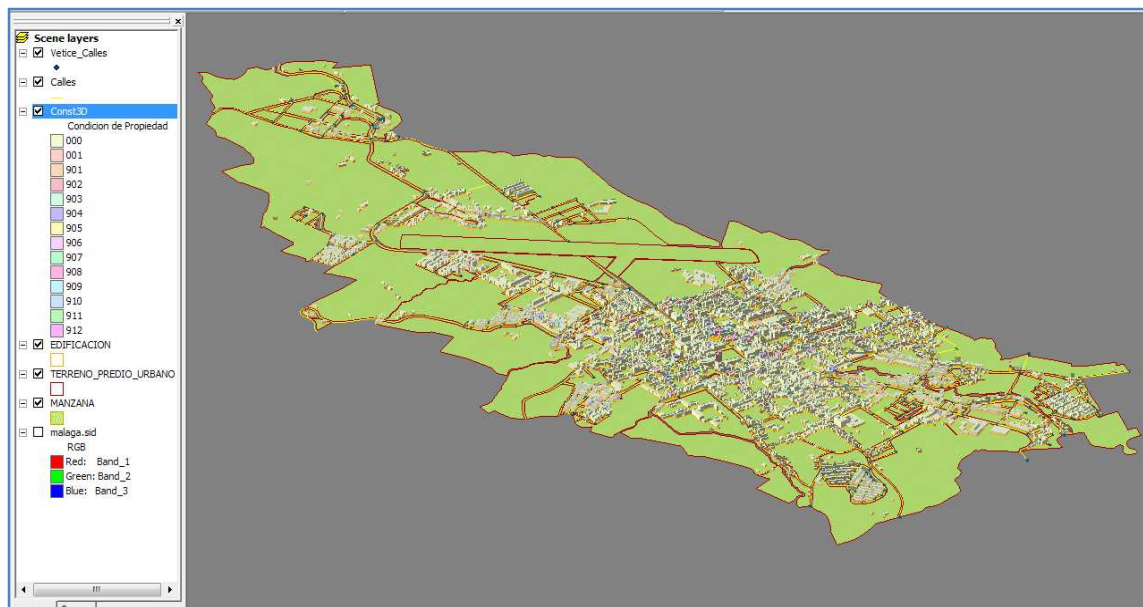
Entre las múltiples utilidades que pueden ofrecer este modelo, se destacan las siguientes:

Análisis de ocupación del espacio urbano mediante el cálculo de índices de ocupación e índices de construcción, permitiendo a las autoridades municipales tomar decisiones frente a ampliación de perímetro urbano, aprobación de proyectos urbanísticos, manejo del espacio público, trazado de vías, prevención y atención de desastres, entre otros (Figura 28).

El dimensionar con precisión la ocupación en altura de las construcciones permite establecer línea de vista entre dos puntos, útil en las telecomunicaciones y la navegación aérea.

Es posible establecer la ubicación de construcciones subterráneas (sótanos) permitiendo análisis de distribución y costo de redes de servicios públicos, transporte subterráneo.

Figura 28. Ocupación del territorio



9.4 VISOR GEOGRÁFICO (SERVICIO WEB)

Con el propósito de mejorar los mecanismos de divulgación de la información catastral de presenta la posibilidad de disponer los servicios en la WEB.

Como antes se relaciono en el modelo físico (en el numeral 7.4.5.2) relación cliente servidor, se realizo un aplicativo que es un visor de la información catastral digital que se entrega al municipio de Málaga (Figura 29)

En este visor se puede consultar y visualizar los shapefiles, también tiene herramientas de navegación sobre las imágenes. Como son ampliación paneo, coordenada entre otros. (Figura 30)

Figura 29. Visualización ortofotografía

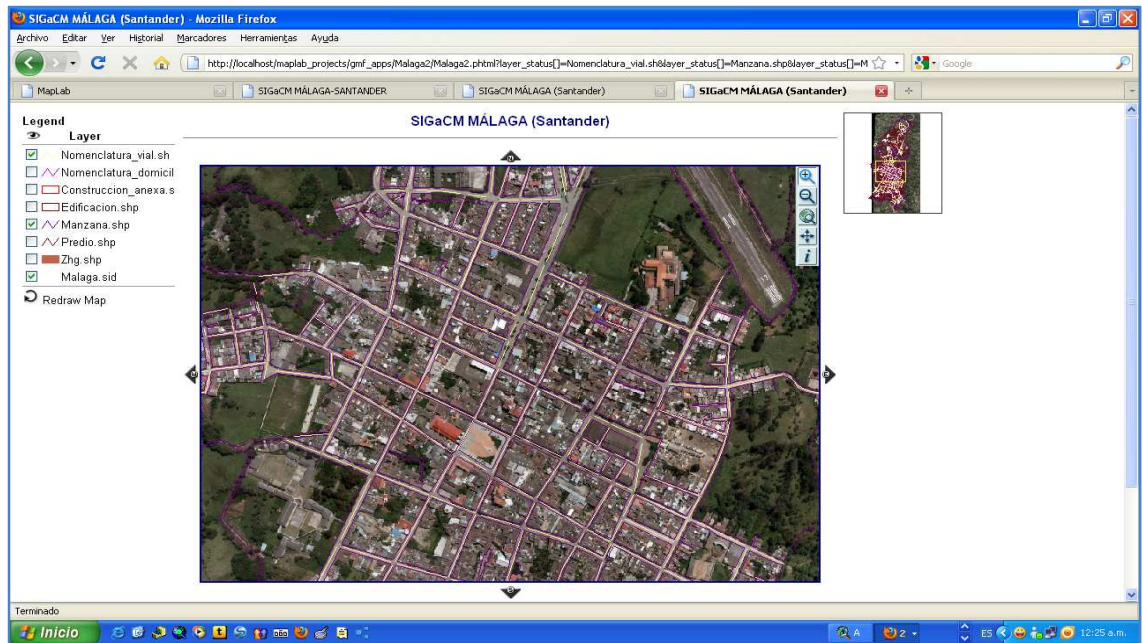
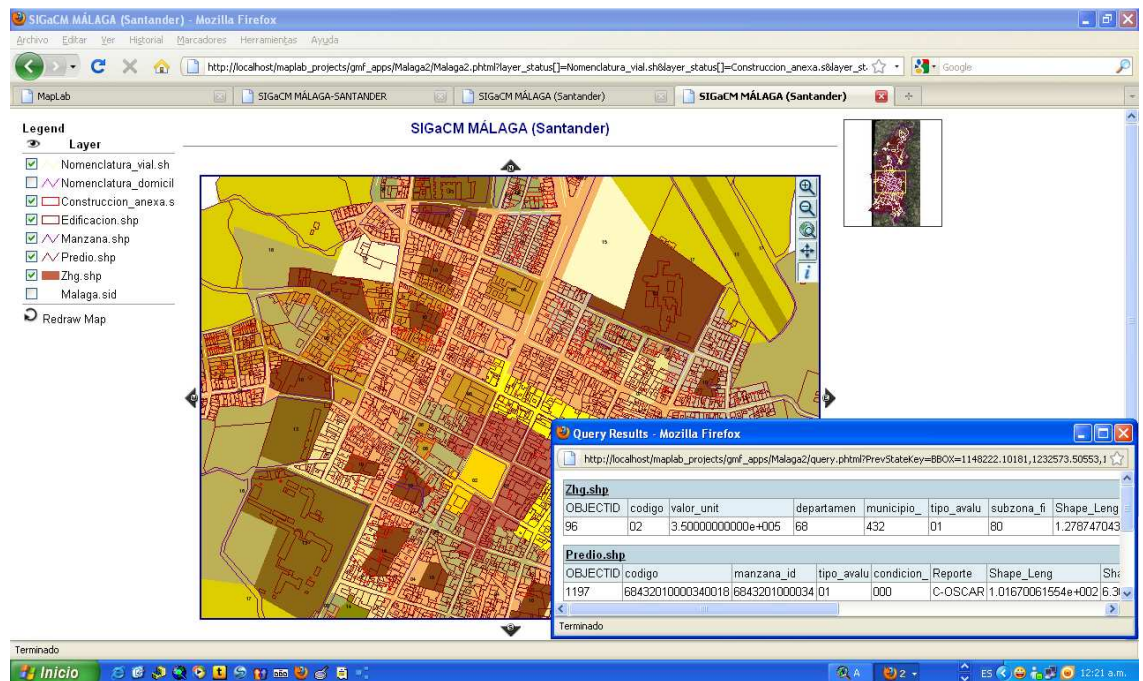


Figura 30. Visualización shapesfiles y consultas



10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El catastro municipal propósito usa la tecnología actual (SIG) con el fin de ayudar en la planeación de desarrollo sostenible y el ordenamiento del territorio, para la toma de decisiones óptimas administrativas y sociales. Esta propuesta desarrolló un análisis y diseño del sistema de información geográfica administrativo catastral para fortalecer el catastro propósito.

Actualmente, El IGAC entrega a los municipios la información catastral digital con un aplicativo que visualiza y permite la vinculación gráfica y alfanumérica de estos datos. Con esta información fue posible hacer el análisis y diseño del sistema de información geográfica que ayuda a mejorar el uso del SIG para el catastro. Con este se pudo hacer una gestión catastral más eficiente, generando múltiples aplicaciones y usos dando principio a un Catastro Multipropósito.

El SIG propuesto dentro de ese trabajo apoya el desarrollo de proyectos como son: el sistema de información catastral en Colombia (SIC), el proyecto de interrelación catastro registro (ICARE), el observatorio catastral y del mercado inmobiliario (OCMI), el ordenamiento y el desarrollo territorial, los sistemas de información geográfica para el ordenamiento territorial (SIG-OT), entre otros

El sistema de información geográfica administrativo catastral propuesto en este trabajo pretende vincular la información generada por las instituciones del Estado como apoyo a instrumentos de focalización de la inversión, tanto social, como geográficamente. Estas instituciones estatales son: el departamento administrativo nacional de estadística (DANE) la cual tiene unidades estadísticas de observación, muestreo, información y análisis que se basa en población y vivienda, lado de manzana y entorno urbanístico.

El departamento nacional de planeación (DNP) tiene principalmente dos propósitos: el primero hace una focalización social por consolidación del sistema de identificación y clasificación de potenciales beneficiarios, para programas sociales – SISBÉN. El segundo hace referencia a la focalización geográfica, la cual está basada en la estratificación socioeconómica que hace una clasificación del inmueble. De acuerdo a esta información se han establecido seis estratos, identificados de acuerdo a las características de la vivienda y del entorno, como indicador indirecto de la capacidad económica y de la calidad de vida de sus habitantes. Estas bases de datos se pueden conectar en el sistema propuesto en este trabajo con el propósito de distribuir la inversión entre las zonas y personas menos favorecidas de la población.

También, Los planes de ordenamiento territorial (POT) son instrumentos de aplicación que ayudan al desarrollo económico y social de los municipios, ellos buscan garantizar que la utilización del suelo se ajuste a la función social de la propiedad, permite hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda, a los servicios públicos, al espacio público, a la protección del medio ambiente y a la prevención y atención de desastres entre otros. Esta información también puede ser tomada en cuenta dentro del modelo propuesto en este trabajo con el propósito de tomar decisiones óptimas en la administración municipal la cual busca una mejor administración del recurso público entre la población y su territorio.

La unidad de análisis base en este proyecto fue el predio desde el punto de vista catastral, en la cual se puede espacializar los datos, por lo anterior los datos generados dentro de esta propuesta hacen referencia a esta unidad. Por lo tanto, para que un sistema de información geográfica sea óptimo se requiere precisión e integridad de los datos involucrados, lo cual siempre se tuvo en cuenta en el modelo implementado.

Se recomienda que el IGAC, sea la única entidad encargada de generar los sistemas de referencia geográficos y de nomenclatura vial y domiciliaria, como elemento integrador de la información generada por las instituciones del estado en sus bases de datos, cartografías y SIG, entre otros.

Las entidades del estado deben incorporar en la captura de datos un campo denominado el *número predial* a la información que sea susceptible de especialización (demografía, servicios públicos, establecimientos educativos, centros de salud, etc.) a partir del cual se asocie cualquier tipo de información al sistema de información geográfica.

Se sugiere establecer estándares para la captura de la nomenclatura urbana vial y domiciliaria la cual deberá servir de referente geoespacial útil en diferentes aplicaciones como por ejemplo, en la implementación de diferentes redes geométricas y de transporte.

Finalmente, se exhorta decir que en la implementación de modelos para los procesos de digitalización, se debe permitir identificar el dato de altura para generar la tercera dimensión, la cual pueda representar los predios que están sometidos al régimen de propiedad horizontal.

11 BIBLIOGRAFÍA

Agenda21,
<http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/Agenda21/Programacap40.htm>

Análisis geográfico No 27 2007, IGAC pg. 56-58

Análisis y diseño de sistemas de información, Whitten; Benthley y Barlow, 1996
McGraw-Hill Interamericana, 3ª Edición

Armand Mattelart "Historia de la Sociedad de la Información" (Barcelona, Ed. Paidós, 2002)

Cartografía oficial de Colombia IX Seminario sobre Catastro inmobiliario
Cartagena – Colombia – Mayo de 2006
http://www.catastrolatino.org/documentos/Cartagena/PONENCIAS/Gomez_Colombia.pdf

Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica - CTN 028
<http://www.icde.org.co/web/guest/ctn028;jsessionid=457ED16B38588F5CAB562DE22001AD7B>

Cumbre de la Sociedad de la Información, Ginebra (Suiza),
<http://www.itu.int/wsis/outcome/vb-es/index.html>

Desarrollo del ciclo de vida de los SIG
http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/int_desarrollodelciclodevidadelossig.htm

Estándares de información geográfica. Notas de Clase Curso Básico de SIG. M. Chaparro. IGAC 2004.

Estándares TC211. www.isotc211.org

Federal Geographic Data Committee - FGDC. Geospatial Standards. 1998

Historia del catastro.

http://www.igac.gov.co/igac_web/contenidos/plantilla_anclasDocs_cont_contDocs.jsp?idMenu=54

Infraestructuras de datos espaciales IDE notas de clase, pag.52-53-54-55 IGAC. 2009

Ley 388 / 97. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339>

Ley 14-1983, www.igac.gov.co/igac_web/UserFiles/.../Leyes/Ley14-1983.doc

Modelo SIG de integración y consulta pública en línea de datos catastrales para municipios de Colombia tocancipa Colombia. Roldan torres Néstor Fabio, especialización en SIG 2004, universidad distrital francisco José de caldas- IGAC.

Modernización del catastro

[www.igac.gov.co:8080/igac.../Catastro/Moderniza1%20\(1\).ppt](http://www.igac.gov.co:8080/igac.../Catastro/Moderniza1%20(1).ppt)

Municipio de Málaga Santander. <http://malaga-santander.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1m-1709150-1709150&m=f#identificacion>

Observatorio Catastral y del Mercado Inmobiliario (OCMI)

<http://www.redpopuli.com/pdfs/RPCatastro.pdf>

Qué hacemos, Nuestro Objetivo

http://www.igac.gov.co/igac_web/contenidos/plantilla_anclasDocs_cont_contDocs.jsp?idMenu=54

Seminario sobre Catastro inmobiliario Cartagena

http://www.catastrolatino.org/documentos/Cartagena/PONENCIAS/Gomez_Colom

bia.pdf

SENN, James A. (1992) Análisis y Diseño de Sistemas de Información. Segunda Edición. Editorial McGrawHill. México.

SIG para el catastro, <http://impulsora.mx.tripod.com/sigcatas.htm>

SIG y el Sistema de Gestión Catastral. http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1384

Sistema de Información Geográfico Catastral
. <http://www.catastro.meh.es/esp/publicaciones/ct/ct48/2catastro48.pdf>

Sistema de Información Territorial para el Ordenamiento Territorial (SIGOT).
http://www.igac.gov.co/igac_web/contenidos/glosario.jsp?letra=S

Sistema de referencia MAGNA-SIRGAS.
http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/MAGNAWEB_final/MAGNAPal.htm

Sistemas y análisis de información geográfica, Antonio moreno Jiménez, editorial alfa omega, 2006

Sociedad de la Información y el Conocimiento, Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales (Año XLV, núm. 185, mayo-agosto de 2002)

Tenencia de la Tierra en Colombia, SOCIEDAD GEOGRAFICA DE COLOMBIA, Boletín de la sociedad geográfica de Colombia, Pág. 65, 2003

Uso del SIG en la sociedad,
http://es.wikipedia.org/wiki/Apuesta_social_y_estrat%C3%A9gica_del_uso_del_SIG