

**PROPUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA CATASTRAL RURAL
EN COLOMBIA**

**VANESSA MERCEDES QUIROGA ARCINIEGAS
MARIO BERNARDO VALDÉS CARDONA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
BUCARAMANGA
2004**

**PROPUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA CATASTRAL RURAL
EN COLOMBIA**

**VANESSA MERCEDES QUIROGA ARCINIEGAS
MARIO BERNARDO VALDÉS CARDONA**

**Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Sistemas de Información Geográfica**

**Director, Jorge Hernando Gómez Gómez
Ingeniero en Vías y Transportes, M.Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
BUCARAMANGA
2004**

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3 MARCO TEÓRICO	5
1.4 OBJETIVOS	7
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2 Objetivos Específicos	8
1.5 METODOLOGÍA	8
1.5.1 Contexto	8
1.5.2 Documentación del proceso y valoración	9
1.5.3 Análisis y mejoras	9
1.6 RESULTADOS ESPERADOS	9
2. CONTEXTO	10
2.1 LA PROPIEDAD RURAL	10
2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE DATOS ESPACIALES BÁSICOS	12
2.2.1 Resolución 63 de 1994	12
2.2.2 Resolución 64 de 1994	13
2.3 POLÍTICAS A NIVEL NACIONAL QUE APOYAN EL PROCESO DEL CATASTRO RURAL	14
2.3.1 El Plan de Desarrollo Nacional	14
2.3.2 Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE)	15

2.4	CALIDAD DE DATOS	15
2.4.1	Normas de calidad de datos	15
2.4.2	Reporte de la calidad como metadato	16
2.5	EL MARCO NORMATIVO DEL CATASTRO EN COLOMBIA	16
3.	ALGUNOS CATASTROS EN EL MUNDO	18
3.1	HOLANDA	18
3.2	DINAMARCA	20
3.3	ALEMANIA	22
3.4	INGLATERRA	24
4.	NECESIDADES DEL CATASTRO RURAL, EN TÉRMINOS DE CARTOGRAFÍA	26
4.1	RESPONSABILIDADES DEL CATASTRO	26
4.2	REQUISITOS GENERALES	26
4.3	REFERENCIA ESPACIAL	27
4.3.1	Escala	29
4.3.2	Topología	30
4.4	PRINCIPIOS DE CALIDAD	30
4.5	ESTANDARES Y ELEMENTOS DE CALIDAD	32
4.5.1	Totalidad “Completeness”	34
4.5.2	Consistencia Lógica “Logical Consistency”	35
4.5.3	Exactitud de Posición “Positional accuracy”	36
4.5.4	Exactitud Temporal “Temporal accuracy”	38
4.5.5	Exactitud Temática “Thematic accuracy”	39
4.6	ANÁLISIS DE LA PRECISIÓN NECESARIA PARA OBJETOS CATASTRALES	40
4.7	MAPA INSTITUCIONAL EN LA INFORMACIÓN CATASTRAL	42
5.	DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO	43

5.1	EL CATASTRO COMO PROCESO INSTITUCIONAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI	43
5.2	PROCEDIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA CATASTRAL RURAL EN COLOMBIA	49
5.2.1	Documentación del proceso de Actualización Catastral en Colombia	50
5.2.2	Identificación de perfiles profesionales y rendimientos	55
5.3	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO IGAC DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA CATASTRAL RURAL	55
5.3.1	Tecnología	56
5.3.2	Precisión	56
5.3.3	Costos	57
5.4	FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL PROCESO IGAC	57
6.	ANÁLISIS Y MEJORAS	59
6.1	RECONOCIMIENTO PREDIAL	59
6.1.1	Georreferenciación, ubicación	59
6.1.2	Identificación de linderos	63
6.2	FOTOGRAMETRÍA	63
6.3	EL PRODUCTO	64
6.4	EL PROPÓSITO DEL CATASTRO	65
6.4.1	El catastro fiscal	65
6.4.2	El catastro legal	65
6.4.3	El catastro multipropósito	66
6.5	TENDENCIA GENERAL DEL CATASTRO, UNA NUEVA DEFINICIÓN	66
6.6	CARACTERÍSTICAS DEL CATASTRO	68
6.6.1	Misión y Contenido del Catastro	69
6.6.2	Organización del Catastro	70
6.6.3	El cambio de rol de los planos en el Catastro	71
6.6.4	Tecnología de la información en el Catastro	72

6.6.5	El sector público y el sector privado trabajarán en conjunto	73
6.6.6	Recuperación del costo en el Catastro	73
6.7	EVOLUCIÓN DEL PROCESO	73
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
	BIBLIOGRAFÍA	80

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Elementos de calidad en el mapa holandés	19
Tabla 2. Elementos para la síntesis de calidad	32
Tabla 3. Elementos y subelementos de la calidad de datos	33
Tabla 4. Elemento de calidad: totalidad	35
Tabla 5. Elemento de calidad: consistencia lógica	36
Tabla 6. Elemento de calidad: exactitud de posición	37
Tabla 7. Elemento de calidad: exactitud temporal	39
Tabla 8. Elemento de calidad: exactitud temática	40
Tabla 9. Mapa institucional que actúa en la información catastral	42
Tabla 10. Procesos y productos catastrales IGAC	44
Tabla 11. Actividad 1: reconocimiento predial rural	50
Tabla 12. Actividad 2: elaboración preliminar de la carta catastral	52
Tabla 13. Actividad 3: actualización de la carta catastral	53
Tabla 14. Perfiles profesionales	55
Tabla 15. Rendimientos IGAC	55
Tabla 16. Fortalezas y debilidades del proceso IGAC	57
Tabla 17. Ejemplo de valores de error tolerados para una escala	65

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Identificación de la información cuantitativa de la calidad	31
Figura 2. Definición de estándares de calidad en cartografía	34
Figura 3. Mapa de procesos nivel cero IGAC	45
Figura 4. Mapa de procesos nivel uno IGAC	46
Figura 5. Mapa de procesos nivel dos IGAC	47
Figura 6. Mapa de procesos sub-catastro IGAC	48
Figura 7. Esquema de actividades del proceso de Actualización Catastral Rural	50
Figura 8. Datum global vs datum local	60
Figura 9. Procesos planteados para la implementación del registro territorial	70
Figura 10. Método tradicional de elaboración de mapas	71
Figura 11. Método de creación de mapas como salida de un modelo de datos	72

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA CATASTRAL RURAL EN COLOMBIA *

AUTORES: VANESSA MERCEDES QUIROGA ARCINIEGAS
MARIO BERNARDO VALDES CARDONA**

PALABRAS CLAVES: Sistemas de Información Geográfica, Catastro, Actualización Catastral, Carta Catastral Rural.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: Este documento presenta una propuesta metodológica alternativa para la actualización de la carta catastral rural en Colombia, con el fin de apoyar el fortalecimiento del proceso actualización de la información espacial del catastro rural del país, partiendo del procedimiento actual y de una valoración tecnológica del mismo, teniendo en cuenta las posibilidades del contexto colombiano y las necesidades y requerimientos del catastro a nivel mundial.

Se exponen de manera integral cada uno de los aspectos relacionados con la actualización catastral: el marco legal, político y normativo, experiencias de algunos de los catastros mas importantes del mundo, las necesidades del catastro en términos cartográficos (calidad, referencia espacial y precisión), el procedimiento vigente de actualización en Colombia (IGAC), y por supuesto una propuesta de mejoramiento del proceso.

A manera de síntesis, el proceso de actualización de la carta catastral rural y el desarrollo del Catastro Colombiano requieren de una modernización bajo una visión estratégica basada en el concepto moderno de Infraestructura de Datos Espaciales (SDI) que oriente su desarrollo. Son fundamentales para dicha modernización, los procesos de control de calidad, el logro de apoyo político a la visión determinada, así como la definición de políticas institucionales y financieras para el mantenimiento de la información de manera dinámica – de la tecnología y el recurso humano. Existe una tendencia importante hacia la integración del Catastro con Sistemas de Información Territorial lo que se traduce en su utilización para múltiples propósitos.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Asesor: Jorge Hernando Gómez Gómez, Ingeniero en Vías y Transportes M.Sc.

INTRODUCCIÓN

La actualización catastral pone a disposición de los municipios y del país, información actualizada y de calidad sobre el territorio en cuanto al estado y distribución de la propiedad, base para una buena planificación y administración de la tierra para desarrollo. Un ejemplo de ello es la realización de proyectos de Estratificación y el Sistema de Selección de Beneficiarios para programas sociales – SISBEN, que toman como insumo primordial la información catastral.

En el mundo, la importancia del catastro para apoyar la dirección de la tierra ha aumentado firmemente con el tiempo. Durante la primera mitad del siglo XX (1900's) el sistema catastral sirvió como una base para manejar las regulaciones del Acto de Tenencias Agrícola. Durante la segunda mitad del siglo la identificación catastral también se ha vuelto un componente importante para manejar los aspectos medioambientales.

Actualmente, la información catastral cumple un papel importante como soporte para la definición de políticas y planes nacionales enfocados a la reducción de la pobreza, la lucha contra la violencia, la gobernabilidad, la generación de redes de seguridad social y la armonización entre los diferentes niveles del gobierno, ejecutados por las organizaciones no gubernamentales, las organizaciones comunitarias, el sector privado y la comunidad internacional, para contribuir con el desarrollo sostenible del país y las regiones.

En Colombia la Carta Catastral Rural tiene poca aproximación a la realidad, se encuentra desactualizada y las políticas presupuestales de orden nacional no han favorecido el fortalecimiento del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) entidad encargada por ley de este tema.

Sin embargo existen aún posibilidades de mejorar esta situación, o por lo menos así podría interpretarse según lo expresado en el componente “Construir Equidad Social” del Plan Nacional de Desarrollo de Colombia 2003 - 2006, que propone apoyar el proceso de ordenamiento y gestión de territorio (título b. Ciudad, región y participación ciudadana) y la organización y uso adecuado de la información alfanumérica y espacial – georreferenciada – de apoyo a la gestión de las nuevas áreas de desarrollo (título c. Información para la gestión urbana).

El presente proyecto busca Apoyar el fortalecimiento del proceso actualización de la información espacial del catastro rural en Colombia mediante una propuesta de mejoramiento del mismo, partiendo de su reconocimiento como proceso y realizando una valoración tecnológica teniendo en cuenta las posibilidades del contexto colombiano y las necesidades y requerimientos del catastro a nivel mundial.

Si bien la Carta Catastral es tan solo un componente de los muchos que tiene el catastro, es fundamental por ser el que facilita la georreferencia de los demás y hace parte integral del componente físico que tiene directa implicación sobre el avalúo del terreno y la garantía de la propiedad de la tierra. En contraposición, información desactualizada y de poca precisión generará información inexacta que incidiría directamente sobre el patrimonio económico de los propietarios y la base fiscal de la nación.

Se requiere de la apropiación y generación de soluciones de contenido político, tecnológico y organizacional, lo cual implica la gestión adecuada de la información geográfica como un proceso continuo que empieza con el diseño del programa de adquisición de los datos y finaliza con el acceso y utilización por parte del usuario, de un conjunto de datos consistentes, documentados y de alta calidad.

Este proyecto presenta una propuesta metodológica alternativa para la elaboración y actualización de la carta catastral rural en Colombia, en un ejercicio académico que busca tener proyección social, como aporte Ciudadano y de la Universidad y a la política de eficiencia del Estado Colombiano.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

Catastro es un sistema de información de tierras basado en el predio para la administración del territorio, la planificación urbana y rural, el ordenamiento territorial, manejo ambiental y desarrollo sostenible; teniendo presente esta definición básica, históricamente se han llevado a cabo procesos de legislación, normatización, investigación y ejecución de proyectos tendientes a la producción, actualización y gestión eficiente del catastro en Colombia, tales como:

Resolución número 2555 de 1988, por la cual se reglamenta la Formación, Actualización de la Formación y Conservación del Catastro Nacional; y las resoluciones posteriores que le modifican parcialmente

Analysis of the Topographic Requirements and Map Production Capabilities for the Cadastral Automation Project in Colombia, tesis presentada al International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC) para optar al título de Master of Science in Integrate Map and Geo Information Production (Photogrammetry), en diciembre de 1989.

Con el objeto de responder a las actuales necesidades del país en materia de información territorial, el IGAC está desarrollando la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG), basado en el modelo de datos SIGAC para manipular toda la información que normalmente trabaja para las áreas de cartografía, agrología, catastro y geografía.

La estructura diseñada en el SIGAC se aprovecha para utilizar el SIG, con lo cual se está usando totalmente los datos recopilados por el Catastro, producto de años de formación, conservación y actualización; en la actualidad el Catastro ha trabajado los planos digitales de Cartagena, Santa Marta, Ibagué. Cúcuta, Popayán, Pereira y Armenia, entre otras; así como Leticia a manera de piloto; sin embargo el paso de formato análogo a digital no ha implicado la actualización de las planchas catastrales.

Proyecto de Modernización de la Gestión Catastral (IGAC), proceso que se inició en la década de los noventa y para el 2001 contaba con un crédito del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para la modernización e integración de Catastro y Registro, busca la comunicación e interrelación entre las dos entidades para garantizar los derechos de propiedad y facilitar el mercado de la tierra en el país.

En este proyecto se intentó y algo se logró, en el aspecto que el levantamiento del catastro del IGAC, el levantamiento del INCORA (Instituto Colombiano de Reforma Agraria) y la inspección ocular del INCORA fueran un solo levantamiento que sirviera para tres fines: catastro, insumos para expedir el título (procesos de titulación de tierras) y para hacer el registro.

Como antecedentes de tipo internacional se encuentran los procesos de actualización y modernización del catastro, apoyados por el BID, en países como Bolivia, Perú, Brasil y Costa Rica. Así como algunos estudios, tales como el realizado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (U.S. Forest Service) usando tecnología cinemática en tiempo real en algunos proyectos de actualización catastral, con ahorros estimados hasta de un 80% sobre otros métodos convencionales.

Pero estos antecedentes de orden internacional deberán verse desde la perspectiva del contexto social, económico y geográfico en el que se desarrollan.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Subdirección de Catastro que hace parte integral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi tiene como Misión "...Mantener el inventario o censo, debidamente cuantificado, clasificado y actualizado, de los bienes inmuebles existentes en el país, con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, económica y fiscal, de tal manera que sirva para la planificación del desarrollo económico y social del país, así como para el ejercicio de otras funciones asignadas a las autoridades nacionales, regionales y locales.." en el caso de la actualización funciona así: "por solicitud del municipio y de acuerdo con las prioridades y compromisos adquiridos por el Catastro, éste podrá elaborar la cartografía y la predialización del municipio", lo que implica que la entidad territorial esté en capacidad de asumir el costo del estudio.

El IGAC ha buscado actualizar e incorporar la información predial a un SIG catastral, con el fin de garantizar su correcta georreferenciación y una eficiente administración de la información. De esta forma, las oficinas seccionales son quienes *mantienen la carta catastral y los planos de conjunto actualizados*. (El IGAC como autoridad máxima del catastro en Colombia, es responsable de cerca de ocho millones de predios entre urbanos y rurales).

Con el ánimo de cumplir este fin el IGAC ha formulado políticas y proyectos que propenden por una catastro actualizado y eficiente; sin embargo, sus políticas se han visto fuertemente influidas por las crecientes demandas de información geoespacial y las condiciones presupuestales del Gobierno, traduciéndose éstas últimas, de manera general, en recursos limitados para procesos de actualización con la periodicidad requerida para la planificación.

A esto se suma que la Carta Catastral rural se elabora sobre planchas clasificadas como Carta Preliminar y Carta Preliminar Catastral (de baja precisión) a escala 1:25.000, en la mayoría de los casos, y en ocasiones sobre cartas a escala 1:10.000; lo que denota que la información resultado del proceso de elaboración de la Carta Catastral tendrá una precisión correspondiente a la del insumo base. Sin tener en cuenta los casos en que se parte de Cartas actualizadas por medio de sistemas tipo Zoom Transfer Scope, aun de menor confiabilidad que la Carta Preliminar.

Frente al aporte económico de los municipios para lograr que en modalidad de cooperación con el IGAC se actualice el catastro, se encuentran varias dificultades, tales como: desconfianza en la técnica, por desconocimiento de las autoridades municipales o por considerar que son poco óptimas tecnológicamente y desconocimiento del porcentaje de fiabilidad, ya que en la mayoría de los casos la actualización no se hace predio a predio, sino por muestreo o solo sobre algunas zonas consideradas como de alta dinámica inmobiliaria, lo cual puede no ser acertado, ya que en Colombia solo hasta ahora se exploran los Observatorios Inmobiliarios y del Suelo, teniendo como pioneros la ciudad de Medellín y Bucaramanga

Debido a lo anterior, la información se encuentra con disponibilidad limitada en términos de actualización y precisión, siendo ésta, la base para las disposiciones de los Planes de Ordenamiento Territorial; esto repercute en gran cantidad de acciones legales que deben responder las entidades de orden municipal y corporaciones ambientales, lo que conlleva a consumo de recursos económicos, humanos y logísticos en la atención a estas acciones.

Otro de los componentes de la problemática, es que el conjunto de instituciones que utilizan y alimentan el catastro tienen procesos no unificados, que hacen que la información no sea confiable; como ejemplo particular de ello se ve la desarticulación entre el Registro de Instrumentos Públicos y el Catastro Nacional en Colombia.

Cabe anotar que en Latinoamérica ningún catastro garantiza directamente la propiedad de la tierra sin necesidad de la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos u Oficina de Registro de Inmuebles; Sin embargo el Registro estrictamente, no puede garantizarla cien por ciento, pero da mayor seguridad jurídica mediante la publicidad que da al hecho de la venta y su inscripción en sus archivos.

En el ámbito general de la planeación, el proceso de la planeación territorial, como su nombre lo indica, parte del conocimiento del territorio, sus condiciones y características. La primera herramienta para iniciar esta labor es la cartografía del territorio en cuestión, la cual debe estar actualizada y con una precisión confiable. Esta material es la base para recopilar la información temática de manera tal que permita diversidad de análisis, así como la introducción de multiplicidad de temas en el tiempo.

1.3 MARCO TEÓRICO

Se traen a colación en este punto los conceptos generales que demarcan el catastro:

Catastro “es el inventario o censo, debidamente actualizados y clasificado, de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a los particulares, con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica”. (Resolución 2555 de 1998, art.10)

Formación catastral “es el proceso por medio del cual se obtiene la información correspondiente a los predios de una unidad orgánica catastral o parte de ella teniendo como bases sus aspectos físico, jurídico, fiscal y económico, con el fin de lograr los objetivos generales del catastro”. (Resolución 2555 de 1998, art.28)

Actualización de la formación catastral “consiste en el conjunto de operaciones destinadas a renovar los datos de la formación catastral, revisando los elementos físico y jurídico del catastro y eliminando en el elemento económico las disparidades originadas por cambios físicos, variaciones de uso o de productividad, obras públicas, y condiciones locales del mercado inmobiliario.” (Decreto 3496 de 1983, art. 13)

El reconocimiento predial “es la verificación de los elementos físicos y jurídicos del predio, mediante la práctica de la inspección catastral para identificar su ubicación, linderos, extensión, mejoras por edificaciones y precisar el derecho de propiedad o de posesión.” (Resolución 2555 de 1998, art.74)

La diligencia de reconocimiento predial es mencionada en el decreto 1301 de 1940 y en la resolución 2555 de 1988 como identificación predial, pero su nombre común en la práctica es de reconocimiento predial.

Aspecto físico.- el aspecto físico consiste en la identificación de los linderos del terreno y edificación del predio sobre documentos gráficos o fotografías aéreas u ortofotográficas y la descripción y clasificación del terreno y las edificaciones.

Aspecto jurídico.- El aspecto jurídico consiste en indicar y anotar en los documentos catastrales la relación entre el sujeto activo del derecho o sea el propietario o poseedor, y el objeto o bien inmueble, mediante la identificación ciudadana o tributaria del propietario o poseedor y de la escritura y registro o matrícula inmobiliaria del predio respectivo. (Resolución 2555 de 1998, art.2)

Predio es “ el inmueble perteneciente a una persona natural o jurídica, o a una comunidad, situado en un mismo municipio y no separado por otro predio público o privado. (Resolución 2555 de 1998, art.3)

Predio en propiedad horizontal o en condominio: “dentro del régimen de propiedad horizontal o de condominio, habrá tantos predios como unidades independientes se hayan establecido en el inmueble de acuerdo con el plano y reglamento respectivo.” (Resolución 2555 de 1998, art.11) Dicho reglamento debe ser protocolizado en notaría y debidamente registrado en la oficina de Registro de Instrumentos Públicos correspondiente.

Servidumbres: es el gravamen impuesto sobre un predio en utilidad de otro predio de distinto dueño. Tal es el caso de un camino privado por el que deben dejarse transitar personas, animales, vehículos, etc., de predio vecino pero dueño diferente; a esta servidumbre se le denomina tránsito. Existe también la servidumbre de acueducto cuando una tubería o acequia de un predio atraviesa otro u otros de distintos dueños. En el caso de servidumbre el derecho de propiedad está limitado

por el vecino. Se denomina predio dominante “el que reporta la utilidad” y predio sirviente “el que sufre el gravamen”.

Mejoras en predio ajeno: son edificaciones instaladas por una persona sobre terrenos que no le pertenecen.

Número predial: es el código identificador de cada predio en catastro.

Avalúo catastral: es el valor asignado a un predio, resultante de sumar los avalúos parciales practicados independientemente al terreno y alas edificaciones.

Ficha predial: es el documento en el cual se consiga la información física, jurídica y económica de los predios.

Sector catastral: es la porción de terreno, urbano o rural, conformado por manzanas o veredas, respectivamente, y delimitado por accidentes geográficos, naturales o culturales.

Manzana Catastral: es la porción de terreno urbano delimitado generalmente por vías o accidentes naturales tales como ríos, taludes, drenajes, etc.

Vereda Catastral: es la porción de terreno rural delimitado por accidentes geográficos, naturales o culturales.

Edificación: es la parte construida de un predio, destinada a uno o varios usos.

Carta Catastral: es el documento gráfico con localización de los predios, elaborado a escala diferente según se trate del sector urbano o el rural.

La Escala de la carta catastral rural depende de la disponibilidad de material y del tamaño de los predios, puede ser 1:10.000 ó 1:25.000. En casos especiales se cuenta con restituciones ampliadas hasta 1:5.000.

Las ampliaciones se hacen para agrupaciones de predios muy pequeños o con características urbanas y se numeran consecutivamente para el municipio.

Plano de Conjunto Urbano: es el documento gráfico con delimitación del perímetro urbano, sectores, manzanas y nomenclatura vial, elaborado a escala variable según extensión del municipio.

Plano de Conjunto Rural: es el documento gráfico con delimitación del límite municipal, perímetro urbano, sectores y veredas, elaborado a escala variable según la extensión del municipio.

1.4 OBJETIVOS

Con esta monografía se busca satisfacer los siguientes objetivos.

1.4.1 Objetivo General

Apoyar el fortalecimiento del proceso de elaboración y actualización de la información espacial del catastro rural en Colombia.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar la trazabilidad en el proceso de elaboración y actualización de la carta catastral rural en Colombia.
- Valorar la tecnología en el proceso tradicional de elaboración y actualización de la carta catastral rural en Colombia.
- Proponer una alternativa que optimice tecnológicamente el proceso tradicional y que satisfaga los requerimientos legales y reglamentarios aplicables.

1.5 METODOLOGÍA

La metodología propuesta contempla los componentes y actividades a seguir para el cumplimiento de los objetivos trazados para el proyecto.

1.5.1 Contexto

Reconocimiento del panorama general del Sistema Catastral en Colombia, desde la perspectiva de la producción y actualización de la Carta Catastral Rural. Para ello, se plantean las siguientes actividades:

- Análisis del contexto técnico, político – normativo e institucional alrededor del componente gráfico del Sistema Catastral Colombiano. Entre otras se hará énfasis en:
 - Las especificaciones técnicas de producción de datos espaciales básicos.
 - Reconocimiento sobre las políticas de información geográfica a nivel nacional.
 - Revisión de políticas sobre documentación como parte del proceso de producción de información geográfica.
 - El marco normativo de la producción catastral colombiana.
- Reconocimiento de experiencias de procesos de actualización de otros países.
- Establecer las necesidades del catastro rural, en términos de cartografía
- Establecer las necesidades de las oficinas de catastro en Colombia en lo referente a las áreas rurales.
- Identificar el mapa institucional que actúa en la información catastral.
- Convertir las necesidades cartográficas del catastro en una especificación de requerimientos.

1.5.2 Documentación del proceso y valoración

Documentación de los procesos del IGAC y descripción de los que realizan los catastros independientes del país (Bogotá, Cali y Antioquia).

- Documentación del procedimiento para la elaboración y actualización de la Carta Catastral rural en Colombia.
- Identificación de recursos y materiales para cumplir los requerimientos
- Caracterización del procedimiento tradicional IGAC para la producción de la carta catastral rural en términos de: precisión, tecnología, costo.
- Identificar en este proceso fortalezas y debilidades.

1.5.3 Análisis y mejoras

- Proponer una alternativa que supla las debilidades más críticas en la elaboración de la carta.
- Consolidar la propuesta de requerimientos cartográficos que deben satisfacerse para la actualización eficiente de la Carta Catastral rural en Colombia buscando mayor precisión que la que se ofrece actualmente, con posibilidad de actualización frecuente.
- Formulación de Conclusiones y Recomendaciones del proyecto

1.6 RESULTADOS ESPERADOS

Al concluir el desarrollo de este proyecto de monografía, se obtendrán los siguientes resultados:

- Se habrá Identificado y documentado el procedimiento - trazabilidad - de elaboración y actualización de la carta catastral rural en Colombia.
- Se habrá consolidado una propuesta para optimizar tecnológicamente el procedimiento tradicional para la elaboración y actualización de la carta catastral rural.

2. CONTEXTO

2.1 LA PROPIEDAD RURAL

La secuencia típica de eventos que describiría la dinámica de la propiedad en un municipio cualquiera, podría ser la siguiente.

En un área que carece de vías y de servicios se inicia un asentamiento basado en técnicas de producción extensivas y mercado casi cerrado. Una alta proporción del área está en fincas muy grandes y rodeadas por pocas medianas y muy pocas pequeñas, entre las cuales se presentan relaciones calificables de simbiosis, puesto que las condiciones relativamente autárquicas de mercado exigen que cada unidad se apoye en las demás. Si las tierras son pobres y la región no resulta atractiva para nuevos inmigrantes, la situación de tierras tiende a ser estable y el clima social tranquilo.

Si se construyen vías que facilitan la conexión con otros mercados o si las tierras son relativamente buenas, aparecerán nuevos inmigrantes y relaciones comerciales que destruyen el “equilibrio” existente. Aparecen focos de colonización activa con numerosas fincas medianas y pequeñas y comienzan los conflictos por tierra de manera más o menos explícita, con los conocidos fenómenos de invasión de predios muy grandes, corrimientos de cercas, préstamo usurario con acaparamiento de tierras, compra de mejoras a pequeños colonos y desplazamiento de éstos a zonas más lejanas.

Al cabo de cierto tiempo, el área libre colonizable se agota o las vinculaciones con un mercado externo a la región crean rentas diferenciales que frenan la expansión de la frontera agropecuaria. Mientras tanto, ha empezado a operar el proceso de partición por herencia y los predios pequeños se multiplican, los medianos aumentan en número y los grandes se van fraccionando. La densidad de población ha aumentado han aparecido campesinos sin tierra y trabajadores migrantes, los núcleos de pequeña propiedad se han ido convirtiendo en minifundios rodeados de predios medianos y grandes.

Por último, el proceso de partición por herencia que en ningún momento ha dejado de actuar, genera núcleos de microfundio, rodeados de minifundio proveniente de la antigua mediana propiedad y de fincas no muy grandes como remanentes de la descomposición de antiguos latifundios. En estas zonas de alta presión demográfica sobre la tierra, no quedan ya latifundios o están relegados a las peores tierras de su periferia, pero la desigualdad puede haber empeorado ya que un predio mediano, y aún pequeño en relación con otras regiones, puede representar al equivalente de centenares de microfundios.

En este contexto, se identifica que el fenómeno de la violencia es usual donde hay densidad de población relativamente baja, asentamientos recientes y catastro fiscales, es decir una creación reciente de propiedad pequeña o mediana que

todavía no está respaldada por títulos de propiedad o registros catastrales con descripción precisa de linderos, y que está rodeada por fincas grandes en expansión.

Aunque el catastro jurídico-fiscal, el que actualmente se usa en Colombia, es infinitamente superior al antiguo (catastro fiscal), aún adolece de varias limitaciones:

Depende de la existencia de aerofotografía reciente, existiendo muchas zonas del país donde la nubosidad hace impracticable la fotografía a alturas razonables durante la mayor parte del año (cinturones de niebla, subpáramos, páramos y algunas áreas de bosque húmedo tropical).

En otros casos estas condiciones de clima adverso afectan sólo partes de un municipio, por lo cual quedan predios sin clasificación de suelos ni delimitación cartográfica adecuada. Es frecuente que los predios más grandes se encuentren, precisamente en estas áreas.

El procedimiento de visita predio a predio y, en especial, con el grado de detalle antes descrito, es muy lento y costoso. Las limitaciones presupuestales obligan, en este caso, a dar prioridad a los municipios con mayor densidad de población con mayor desarrollo económico, a los cuales el IGAC procura visitar al menos una vez cada 3 ó 4 años. Los demás tienen catastros con seis, ocho y, en algunos casos, con más de diez años de antigüedad.

Cuando se produce una compraventa, partición u otra mutación del predio, existe la obligación de informar al catastro, por lo cual, en teoría, los archivos catastrales se mantienen actualizados, (**conservación del catastro**), si no en avalúos, al menos sí en el aspecto físico de la propiedad.

Esta obligación, actualmente la cumple la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos, lugar donde se hace el registro del cambio en las escrituras, periódicamente pasa un reporte al IGAC de novedades, sin embargo por las limitaciones presupuestales, el Instituto no ha podido cumplir con la conservación del catastro y menos con las visitas de verificación que debería hacerse a los predios con novedades.

Los límites municipales, y con más razón, los veredales, no están bien definidos en muchas áreas del poblamiento escaso o muy disperso; de otra parte, hay zonas de algunos municipios inaccesibles desde su cabecera, pero muy bien comunicados con otro próximo donde sus propietarios registraron su predios desde muchos años atrás. Como consecuencia, algunos catastros municipales tiene un área registrada superior a la que usualmente se atribuye a todo el municipio, sin que esto pueda interpretarse como error de catastro.

La definición de áreas urbana y rural no compete al mismo IGAC, sino a los Concejos Municipales. Por esta razón se encuentra, a veces, predios urbanizados que todavía figuran como rurales. También es posible el caso inverso; en municipios que extienden su área urbana cubriendo predios todavía en usos rural, en previsión de una rápida urbanización, o bien con la esperanza de fomentar

desarrollos industriales o comerciales (por ejemplo, los municipios de Cali y Cartagena fueron declarados, casi en su totalidad, urbanos)

Se encuentra dificultad al cruzar información con otras entidades que vigilan tales usos, cuyos archivos se basan en contratos que no incluyen datos de identificación predial compatibles con los del Catastro, tal como es la matrícula inmobiliaria vs el número predial.

2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE DATOS ESPACIALES BÁSICOS

En Colombia, la carta catastral está elaborada sobre la cartografía básica del territorio, ésta última elaborada a través de restitución fotogramétrica, por tanto la precisión de la carta catastral depende directamente de la precisión de la cartografía básica, cuyas especificaciones técnicas de producción están dadas por las resoluciones 63 y 64 de 1994, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

2.2.1 Resolución 63 de 1994

En esta resolución se especifica:

- El tipo de adaptación que debe tener el avión con el cual se cumple la misión aerofotográfica.
- Que la cámara debe ser métrica y poseer un certificado de calibración (que incluya los filtros) que no sobrepase los cuatro años de expedición.
- Las fotografías deben cumplir las siguientes especificaciones generales:
 - Recubrimiento longitudinal entre 53 y 67%
 - Recubrimiento lateral entre 10 y 35%
 - La deriva, medida a partir de la dirección del vuelo, no debe ser superior a los 10 grados.
 - La deriva, entre fotos sucesivas, no debe ser superior a los 10° (excepto para restitución por métodos analítico).
 - El ángulo de inclinación de las fotografías no debe ser superior a 3°.
 - El área total cubierta por nubes o sombras no deberá exceder del 10% del área fotografiada. Las nubes o sombras Individuales no debe cubrir mas del 3% del área fotografiada y su distribución no debe impedir el uso adecuado fotogramétrico.
 - La altura del vuelo no debe variar más del 10% de la indicada en el plan de vuelo.
 - La escala de la fotografía no debe variar más del 10%, a menos que en el plan de vuelo se fijen otros límites.
- Especificaciones para la película y tiempo de exposición

- Procesamiento de la película
- Tripulación
- Entrega de la película original a al IGAC y evaluación gratuita
- Propiedad de los negativos

2.2.2 Resolución 64 de 1994

Trata de la precisión en el producto final, la aerotriangulación y la restitución.

a) Precisión para los mapas finales

- Planimétrica: El 90% de los puntos extraídos del mapa, con excepción de aquellos que necesariamente son desplazados por la exageración de la simbología, deben estar localizados dentro de 0.5 mm. A la escala de plano de sus posiciones verdadera. El error medio cuadrático correspondiente es de 0.30 mm. A la escala de del mapa.
 - Altimétrica: el 90% de las curvas de nivel y de las elevaciones interpoladas a partir de las curvas de nivel deben estar dentro de $\frac{1}{2}$ intervalo básico. Si "c" es este intervalo, el error medio cuadrático es de 0.3c. Normalmente, se adopta que el intervalo básico es de 1 mm*Em (siendo Em el módulo de escala), en cuyo caso el valor de la precisión altimétrica para el 90% indicado es de 0.5 mm*Em. El error medio cuadrático correspondiente es de 0.30 mm.*Em. No hay restricción para fijar intervalos de curvas menores, siempre y cuando la norma de precisión se cumpla.
- b) La aerotriangulación, por cualquier método que se efectúe debe proveer para cada modelo, un mínimo de cuatro puntos bien distribuidos a 50 mm como máximo del borde de la fotografía y lo más cerca posible a las líneas perpendiculares a la línea de vuelo, que pasa por los puntos principales. Estos puntos debe ser seleccionados de tal forma que las precisiones de identificación y de determinación sean compatibles; y deben cumplir:
- En planimetría:
 - Error máximo permisible para el 90% de los puntos: 0.250mm*Em
 - Error medio cuadrático: 0.15 mm*Em (siendo Em el módulo de la escala)
 - En altimetría
 - Error máximo permisible para el 90% de las elevaciones. 0.250 del intervalo básico de curvas
 - Error medio cuadrático: 0.15 del intervalo de curvas.
- c) Los instrumentos de restitución fotogramétrica deberán estar debidamente calibrados, la precisión del instrumento, comprendiendo su dispositivo de dibujo, debe garantizar que las precisiones esperadas, planimétricas y altimétricas, a escala de restitución cumplan con las normas expuestas anteriormente

(precisión para los mapas finales). La resolución, en términos de la precisión intrínseca del restituidor, incluyendo el dispositivo de dibujo, el error medio cuadrático para planimetría y altimetría permisible.

- d) Se deben seguir las indicaciones del Manual “especificaciones para Mapas Topográficos” del Instituto Panamericano de Geografía e Historia y el “Manual Técnico de Convenciones Topográfica” para el contenido, representación y simbolización de la restitución y del dibujo final.

En esta resolución ya se trataba lo que hoy se describiría como un metadato, ya que indica que la información marginal (del mapa) debe contener al menos los siguientes datos:

- Identificación del mapa
- Leyenda de símbolos
- Indicación de la escala numérica y gráfica
- Dátum, proyección cuadrícula
- Fecha de toma de las fotografías
- Fecha de compilación
- Índice de planchas subyacente
- Identificación de la empresa que elaboró el mapa
- Restricciones para su uso o copiado.

2.3 POLÍTICAS A NIVEL NACIONAL QUE APOYAN EL PROCESO DEL CATASTRO RURAL

2.3.1 El Plan de Desarrollo Nacional

El objetivo “Construir equidad social” del Plan de Desarrollo Nacional 2002 -2006, en la Estrategia 4 “Manejo social del campo”; plantea: “La eliminación de las causas de los desequilibrios económicos y sociales regionales, mediante la atención diferenciada al medio rural especialmente en las regiones más vulnerables, para lo cual se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Zonas actuales y potenciales aptas para la producción agropecuaria y ubicación actual de pequeña, mediana y gran propiedad.
- Zonas protectoras y de conservación ambiental.
- Zonas de nivel máximo de riesgo: inundaciones y deslizamientos, sismos y sequías.
- Las zonas de explotación de recursos naturales no renovables.
- Áreas ocupadas por obras de infraestructura como vías y servicios públicos actuales y proyectados.

- Áreas urbanas, periurbanas y rurales.
- Áreas turísticas y de planes de vivienda.
- En estas zonas se elaborarán planes quinquenales de desarrollo rural y reforma agraria que armonicen las políticas macroeconómicas, sectoriales y las particularidades del desarrollo de la región e identifiquen los instrumentos a impulsar.

La Estrategia 3 “Avance en la descentralización y el desarrollo territorial” del objetivo “Renovación de la administración pública”; proyecta: “Se apoyará la actualización catastral también en las áreas rurales, considerando que es necesaria en todo el territorio como insumo fundamental para mejorar los procesos de planificación y mejorar la información para el recaudo y el fortalecimiento fiscal de los entes locales.

2.3.2 Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE)

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi ha impulsado el ICDE y para ello ha definido dos estrategias institucionales. La primera consiste en desarrollar y construir sus componentes en el interior del Instituto, considerando las acciones de carácter autónomo que se deben ejecutar y aquellas de carácter interno que correspondan a acuerdos derivados de acciones interinstitucionales. La segunda estrategia se relaciona con las acciones de carácter externo que deben concebirse y ejecutarse de manera coordinada con otras entidades e instancias nacionales o internacionales para proyectar e integrar su gestión a las infraestructuras nacional, regional y global.

Adicionalmente, la institucionalización de ICDE requiere la apropiación y generación de soluciones con contenido político, tecnológico y organizacional, lo cual implica la gestión adecuada de la información geográfica como un proceso continuo que empieza con el diseño del programa de adquisición de los datos y finaliza con el acceso y utilización por parte del usuario, a conjuntos de datos consistentes, documentados y de alta calidad. En este sentido, el IGAC se encuentra adelantando proyectos de producción y distribución de información que deben armonizarse con ICDE y con las necesidades de los usuarios.

2.4 CALIDAD DE DATOS

2.4.1 Normas de calidad de datos

La definición de estándares cartográficos aumenta el grado de confianza de los datos geográficos, reduce las quejas de los usuarios (contribuyentes y/o otras entidades) y minimiza los costos que puede generar a la entidad la toma de decisiones basada en datos geográficos de baja calidad.

La organización internacional de estandarización -ISO- (por sus siglas en inglés) a través del programa técnico TC_211 define los estándares de la Información geográfica / Geomática. Específicamente las normas No. ISO 19113 e ISO 19114

(aún en desarrollo) definen los principios de calidad y los procedimientos necesarios para hacer la evaluación periódica de la calidad.

*ISO 19113 “Geographic information - Quality principles”,
ISO 19114 “Geographic information - Quality evaluation procedures”*

Las especificaciones técnicas hasta ahora desarrolladas por ISO-TC211 definen indicadores para medición de la calidad, sin embargo aún no presentan medidas que sirvan de referencia, a manera de metas de calidad a alcanzar. Colombia es uno de los países observadores de la definición de estándares cartográficos, por lo que se recomienda el atento seguimiento a las especificaciones cartográficas desarrolladas por la comisión técnica para información geográfica de ISO. Países como Alemania se encuentran desarrollando estrategias para la adopción de las normas de calidad ISO 19113 e ISO 19114.

En Colombia, mediante la Norma Técnica Colombiana NTC 5043 *Información Geográfica / Conceptos Básicos de Calidad de los Datos Geográficos*, de abril de 2002, se proporcionan los conceptos básicos que permiten describir la calidad de los datos geográficos y se presenta un modelo conceptual que facilita el manejo de la información sobre la calidad de dichos datos geográficos. Dicha norma desarrolla lo expuesto en la norma ISO 19114.

2.4.2 Reporte de la calidad como metadato

La cantidad y los requisitos de almacenamiento de información sobre calidad de los datos pueden exceder un conjunto de datos. La presentación sobre la información de calidad de una manera concisa, fácilmente entendible, y en un formato recuperable es una responsabilidad del productor de datos. Esta información generalmente está incluida en un archivo de metadatos ó en una bodega de metadatos, estandarizado en la norma Incontec NTC 4611

- Identificación
- Calidad de los datos
- Historia de los datos

La sección de metadato relevante para la calidad de los datos depende del tipo de información que se esté registrando, es decir, dependerá del nivel de medición de calidad de datos a los cuales se les realiza el registro y de la historia de los mismos.

2.5 EL MARCO NORMATIVO DEL CATASTRO EN COLOMBIA

Se presenta aquí una relación de los documentos que dan soporte legal al catastro en Colombia y otros que al modificar la estructura del IGAC han incidido en el cabal cumplimiento de la misión del instituto.

- Ministerio de Hacienda y Crédito Público: Resolución 2555 de 1988: Por la cual se reglamenta la Formación, Actualización de la Formación y conservación del Catastro Nacional

- Resolución 133 de 1994, 570 de 1994, 893 de 1994, 141 de 1995, 473 de 1997: Por las cuales se modifica parcialmente la Resolución 2555 de 1988
- Decreto 2113 Diciembre 30/92: Reestructura el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"
- Decreto 1008 Junio 1/93: Aprueba el Acuerdo 21/93 que determina la estructura, funciones de las dependencias y adopta los estatutos del IGAC.
- Decreto 0865 Mayo 10/96: Aprueba Acuerdo 6/95 que modifica y adiciona el Acuerdo 21/93
- Decreto 2482 Octubre 7/97: Aprueba Acuerdo 4/97 que modifica la estructura interna y distribución interna dentro del IGAC.

3. ALGUNOS CATASTROS EN EL MUNDO

3.1 HOLANDA

Actualmente en Holanda se desarrolla un gran esfuerzo por mejorar el mapa catastral digital del país. Éste mapa se renueva para que cumpla estrictamente las especificaciones de calidad que se han planteado como meta.

Desde el 1 de enero de 1998 el mapa catastral de Holanda es completamente digital. Sin embargo, la calidad del mapa catastral no es homogénea, la causa radica en el proceso de revisión permanente que se ha realizado por diferentes métodos, desde el mapa inicial de 1832 a la fecha.

Por consiguiente el Catastro se concentró, a partir de la misma fecha, en un programa de renovación del mapa catastral para que éste cumpla las especificaciones de calidad que permitan su uso combinado con el mapa base; ya que este último es de gran precisión.

Lo anterior se refiere a que si un límite predial coincide con un elemento topográfico, por ejemplo un arbusto (cerca viva) que el usuario al superponer los dos mapas concluya efectivamente que el límite y el arbusto coinciden. Esto requiere que los límites en el mapa catastral y la topografía en el mapa base tengan concordancia entre ellos. A esa “armonización” le llaman actividad de reconciliación.

Cabe anotar que el mapa base se produce bajo la responsabilidad de sociedades público-privadas locales. Los participantes son el Catastro, las empresas de servicios (agua, teléfono, gas, electricidad, televisión por cable) y municipalidades. Es presentado en escala 1:1.000 para zonas densamente construidas y 1:2.000 para zonas rurales, se produce por fotogrametría con estereo plotter y trabajo de campo; contiene manzanas, edificios, vías terrestres y fluviales, torres de alta tensión, líneas y estaciones de tren, nombres de calles y nomenclatura de las casas.

En el mapa base la precisión relativa entre dos puntos bien es mejor que $40\sqrt{2}$ centímetros en las áreas rurales, y mejor que $20\sqrt{2}$ centímetros en las áreas urbanas. La componente Z (curvas de nivel) no es un elemento de este mapa.

El mapa catastral de Holanda es un mapa digital basado en objetos, sin uniones por plancha, sino integral con cobertura nacional. Las escalas de presentación son 1:1000, para áreas urbanas y 1:2000 para las áreas rurales.

Aunque ya estaba almacenado en un solo banco de datos, el mapa era un mosaico de diferentes tipos de fuentes: mapas de buena calidad, mapas de relativamente buena calidad creados con procesos fotogramétricos producidos durante los proyectos de actualización y digitalización de mapas de calidad desconocida.

Afortunadamente muchas localidades habían grabado el metadato de sus trabajos, lo que facilitó conocer la calidad y fuente original (análoga) de las planchas catastrales y bases.

La renovación del mapa se ajustó a los siguientes estándares de calidad:

Tabla 1. Elementos de calidad en el mapa holandés

Elemento de la calidad	Descripción
Compleitud	El mapa contiene todos los predios, los principales edificios, nombre de calles y (lo más importante) la nomenclatura predial.
Consistencia Lógica	El mapa catastral es estructurado, con topología, toda el área de Holanda se encuentra cubierta por predios catastrales. No existen inconsistencias entre la base de datos alfanumérica y la espacial.
Exactitud de Posición	La exactitud de posición esta determinada en términos relativos. En las áreas rurales la exactitud relativa entre dos puntos bien definidos es mejor que $40\sqrt{2}$ cm. (56.57 cm.) y en las áreas construidas es mejor que $20\sqrt{2}$ cm. (28.2 cm.).
Exactitud Temporal	El mapa catastral esta en deber de hacer la descripción jurídica del predio de manera actualizada. El mapa describe igualmente limites provisionales (limites que aún no han tenido verificación de campo)
Exactitud Temática	La nomenclatura predial coincide con la nomenclatura de la Oficina Postal Nacional.

En el proceso de renovación del mapa se prestó especial atención a los aspectos de calidad geométrica, integridad y exactitud del atributo. En el momento la consistencia y la temporalidad ya se habían logrado en una gran magnitud.

Debe resaltarse que si bien hay un proceso documentado de manera detallada, con algoritmos informáticos y asistencia de software permanente, la ejecución del proceso de renovación de mapa una gran magnitud se soporta sobre la actividad de seres humanos. Las decisiones de cuales elementos del procedimiento de renovación deben ejecutarse, así como los límites que se reconciliarán se pone en las manos de los profesionales. Con este acercamiento el catastro holandés según lo expresan ellos mismo “pueden aprovechar lo mejor de ambos mundos: las herramientas poderosas de gráficos de la computadora, la programación de computadores y el conocimiento de sus experimentados empleados.

Holanda tiene un sistema de registro de hecho para las transacciones de propiedades, donde el papel fuerte lo desempeña el Notario, que es designado por la Reina como el único profesional que da autenticidad a los documentos de la transacción. Al realizar el proceso notarial se registra y se reporta para la actualización del mapa. Como el registro es es un requisito de la ley para una entrega legal de bienes raíces, el mapa se mantiene ajustado a la realidad.

Sin embargo, se presentan algunos problemas con los derechos e intereses públicos sobre la tierra; el registro de éstos últimos es bastante problemático a nivel mundial en los sistemas catastrales. En consecuencia en Holanda, una nueva ley está pendiente en el Parlamento para obligar a todos los cuerpos gubernamentales (los que son legalmente competentes para imponer restricciones sobre la tierra), a registrar estas restricciones y relacionarlas al objeto “tierra”, es decir, derechos y restricciones amarradas a números catastrales.

En cuanto a las finanzas, la oficina de catastro en Holanda es completamente financiada por las cuotas de los clientes. No recibe ningún subsidio gubernamental.

Además en las oficinas locales sigue un Manual de Gestión de la Calidad, al que se apegan para realizar el trabajo, según los procesos que describe, normas de producción, normas de calidad y chequeos de calidad.

En una base de datos, diariamente ellos graban los resultados de las “mediciones” de los componentes de la calidad evaluados. Cada tres meses ellos informan a la oficina cabeza varios indicadores, entre los que se encuentran:

- Eficacia: tiempo de producción (comparado con el tiempo producción normal).
- Trabajo: comprende varios parámetros acerca del número de documentos legales registrados (es una medida del trabajo esperado para los procesos de actualización de registros de la tierra y los mapas catastrales etc.)
- Realidad: tiempo del proceso entre la recepción de un documento legal y poner al día el registro de la tierra no automatizado (mapa) comparado con un estándar (máximo 4 días de funcionamiento);
- Exactitud de datos en la base de datos: se realiza un chequeo de calidad a una muestra de 5% de los cambios en los registros de la tierra y se compara con un estándar (el máximo 0,1% incorrecto);
- Falta de Referencias: el número total de hipotecas sin una referencia a un número catastral, comparado con el estándar (cero).
- Títulos a corregir: número de rectificaciones necesarias que deben ser remitidas al notario (por ejemplo, títulos que incluyen un número catastral incorrecto) superiores a tres meses, comparado con un estándar (cero).
- Incorrecta subdivisión de lotes: número de subdivisiones que no pueden proceder debido a la discordancia en los nuevos límites que involucran vendedor y comprador.

3.2 DINAMARCA

El Catastro Danés define la exactitud de posición en relación con la conexión de los mapas catastrales a los puntos de control.

Cuando los mapas catastrales están conectados a la red de puntos de control, la medición se hace directamente y la exactitud de posición es mejor que 20 cm.

Cuando los mapas catastrales están conectados a la red de puntos de control pero la captura de datos es por medio de digitalización de mapas a escala grande, la exactitud de posición es mejor que 50 cm.

Cuando los mapas catastrales no están conectados a la red de puntos de control y la captura de datos se hace mediante la identificación de elementos en el mapa topográfico, la exactitud de posición es mejor que 2 m.

Cuando el mapa catastral se establece mediante la digitalización de mapas análogos escala 1:4.000 el error de posición es mayor que 4-5 m.

El catastro dinamarqués que derivó de los resultados del movimiento de parcelación se estableció en el año 1844. Desde el comienzo el catastro consistió en dos partes: el registro catastral y los mapas catastrales. Los dos componentes se han puesto al día continuamente desde entonces.

El Sistema Catastral en Dinamarca es organizado en el registro catastral y el "libro de la tierra". El registro catastral identifica las propiedades reales por el número catastral y área; el mapa catastral muestra toda la tierra parcelada gráficamente. El Libro de la Tierra identifica los derechos legales basados en la identificación catastral. La interacción entre el catastro y el Libro de la Tierra opera muy eficazmente aunque los dos sistemas se mantienen en organizaciones diferentes.

El concepto dinamarqués para la administración de la tierra integrada es organizado como una red de subsistemas interactivos que contienen la información que se usa muy a menudo. La unión automática entre los subsistemas se logra estableciendo el "Registro de la Referencia Cruzado" que contiene todas las identificaciones de la llave dentro de cada subsistema (por ejemplo el número catastral, el código de la edificación, la dirección, etc.) y la referencia cruzada entre estas identificaciones.

Esto significa que es posible obtener toda la información disponible sobre un predio específico, propiedad o edificio sabiendo única de las llaves. Además, las llaves se unen en el elemento físico pertinente representado en los mapas digitales como el predio, el edificio, etc. Este proceso digital proporciona varias oportunidades: las regulaciones tierra-uso se identifican fácilmente en las propiedades pertinentes con los eslabones a las direcciones y el nombre de los dueños. Esta facilidad también se usa al presentar las regulaciones de la planificación en el Internet. Los ciudadanos pueden lograr cualquier información de la planificación pertinente entonces sólo pidiendo la propiedad específica.

Se plantea en Dinamarca la necesidad de considerar si deben unirse el catastro y el libro de la tierra en un sistema catastral para ser manejado bajo la misma autoridad. Esto podría mejorar la dirección total del sistema en lo que se refiere a servir a los clientes.

Actualmente está llevándose en el orden de mejorar la interacción entre las empresas de la topografía privadas y la oficina encargada del catastro y así aumentar la eficacia y efectividad de los procesos catastrales; un proyecto que

busca cambiar la digitalización del registro catastral y los mapas catastrales por un proceso catastral digital. El software, titulado MIA, se ha desarrollado por la iniciativa del "National Survey and Cadastre" en cooperación con la asociación de agrimensores. La iniciativa se considera como uno de los proyectos modelos dentro de los esfuerzos de introducir el gobierno en línea en Dinamarca.

3.3 ALEMANIA

Se maneja una precisión relativa entre dos puntos bien definidos en el área urbana mejor que 30 cm. y en las áreas rurales mejor que 50 cm.

Aunque el catastro en Alemania está en la responsabilidad de los 16 estados que conforman el país, los sistemas informatizados son únicos, con algunas excepciones pequeñas. Estos sistemas son el mapa catastral automatizado (ALK) y el registro de propiedad automatizado (ALB).

Las oficinas de registro de tierra son parte de la administración de justicia en los 16 estados alemanes. Los registros de la tierra son parte de las cortes locales. Ellos son responsables del registro de las propiedades en su distrito. Estos distritos se manifiestan por la ley.

El registro de la tierra muestra el estado legal de toda las propiedades. Su documentación asegura el estado inequívoco de propiedad y otros títulos, así como para los préstamos de la hipoteca. Los notarios están envueltos en la parte legal del autenticar comercial que requieren todos los tipos de contratos que se refieren a comprar y vender tierra, hipotecas etc.

Hasta donde los títulos de propiedad legales están interesados, el catastro muestra su alcance y la parte de la superficie a la que ellos se refieren. Los hechos todo pertinentes, como la designación, situación, tamaño y uso, más los límites son inspeccionado por las agencias gubernamentales autorizadas y los agrimensores autorizados.

El registro de la tierra en Alemania se caracteriza por dos principios legales importantes: los cambios de derechos no toman el efecto antes de ser registrados en el registro de la tierra. Hasta ser probado por otra parte, la exactitud de todos los títulos grabada en el registro es supuesta. El registro de la tierra disfruta la "fe pública", en otros términos, pueden presumirse que los detalles registrados son correctos adquiriendo un título legal con respecto a la propiedad a menos que una apelación contra la exactitud se reciba o la persona que adquiere el título manifieste de entrada que es incorrecto.

El catastro en Alemania es un sistema basado en parcelas, es decir la información es geográficamente referenciada a una única y bien definida unidad de terreno. Estas unidades se definen por límites formales que marcan la magnitud de tierra. Cada parcela tiene un único número identificador.

El catastro, basado en la topografía catastral, muestra la división de la tierra en la forma de parcelas y contiene la información sobre el del estado de la propiedad (localización, tamaño, uso etc.). El registro de la tierra contiene las partes que describen el catastro. Por consiguiente sólo ambos sistemas en combinación pueden dar una apreciación global completa sobre lo legal y el estado de la tenencia. Constantemente deben ponerse al día ambos registros y deben guardarse entre sí en la correspondencia. Al lado de este registro oficial hay archivos que contienen contratos y otros documentos relacionados al folio.

El registro de parcelas en la mayoría de las localidades de Alemania se opera en un sistema digital llamado el Registro de Propiedad Automatizado (ALB). Los mapas catastrales se digitalizan, este sistema se llama el Mapa de Propiedad Automatizado (ALK). Ambos sistemas son únicos en todos los estados, para que el usuario a lo ancho de la nación pueda tener acceso a la misma estructura de datos.

Ambos sistemas de información, ALB y ALK definen el Sistema de Información de Tierra básico. Un nuevo proyecto llamado ALKIS® reemplazará ALK y ALB y guardará toda la información en un sistema de base de datos orientado a objetos. El nuevo concepto de ALKIS® sigue los ISO y normas del "Open Gis Consortium" (OGC).

Los detalles guardados para cada parcela en ALB son:

- nombre, fecha de nacimiento, y dirección del dueño
- localización de la parcela, dirección o las centro-coordenadas,
- distrito y número catastral,
- área de la parcela,
- tipo de uso de la tierra,
- avalúo oficial
- año de creación de la parcela, el número de mapa catastral
- número de folio y propiedad en el registro de la tierra,
- detalles adicionales sobre la parcela, como si ésta es parte de un proyecto de consolidación, por tierras contaminadas, o monumentos históricos, si es parte de una reserva de naturaleza o una reserva de agua etc.

Los componentes de las bases de datos catastrales de mapas (ALK) y de archivos (ALB) datan de los años setenta y ochenta del pasado siglo. Ellos se desarrollaron por levantamientos topográficos y trazados de las autoridades bajo el ambiente técnico y posibilidades de ese tiempo. Enlazar ALK al sistema de información topográfico ATKIS® ha sido difícil debido a que tienen catálogos de objeto diferentes, y sus desarrollos no siguen normas nacionales o internacionales.

Debido a lo anterior el Comité de Trabajo de las Autoridades de la Topografía de los Estados de la República Federal de Alemania (AdV - Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland) decidió

diseñar ALKIS®, un nuevo sistema en combinación con un rediseño de el Sistema de Información Oficial de Topografía y Cartografía ATKIS®

ALKIS® en combinación con ATKIS® se diseña para:

Que procese todo los datos catastrales y topográficos para una parcela sobre el mapa y el registro de dueños de la tierra, uso de la tierra y datos básicos más unificados para la República entera. Controlar el uso y mantenimiento del sistema, y habilitar el uso de los datos geográficos de las autoridades de la topografía para todos los usuarios a través de un sistema de metadatos, incluyendo reporte de la calidad de la información para todos los datos y una interfase estandarizada ALKIS® y ATKIS®.

El modelado de ALKIS® y ATKIS® es basado en la norma de ISO TC211 y el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) y para la definición de los datos una el Lenguaje de Etiquetas Extensible (XML). La mayoría de los estados está trabajando en las soluciones para proporcionar los datos vía Internet como una parte de proyectos del gobierno en línea.

Algunos estados en Alemania ya están en la proceso de establecer ALKIS, la mayoría de los estados están planeando y están preparando el proceso de migración. Todos los estados se comprometieron para empezar después con la aplicación de ALKIS® antes del 2005.

3.4 INGLATERRA

El Registro de la Tierra de su Majestad (HMLR) es una Agencia del Gobierno del Reino Unido que opera bajo la jurisdicción del Ministro de Justicia; y tiene los deberes y responsabilidades que derivan de los Actos de Registro de Tierra por conceder y garantizar el título de la tierra. El registro de la tierra comprende cerca de 18 millones de títulos separados de los que se han informatizan el 98%. Todos estos registros informatizados son accesibles en línea por los clientes.

Cada día el Registro de la Tierra proporciona los resultados garantizados a unas 35'000 de solicitudes, generalmente consulta previas a la realización de contratos y búsquedas que habilitan las decisiones sobre el terreno, que es un hecho público, por negociantes, por prestamistas y por el gobierno.

Todos los días se dan unas 17'000 transacciones de la tierra que incluyen cerca de 6'000 de hipotecas. El Registro sirve una población de 54 millones de personas. Emplea a 8'000 personal y todos sus costos son cubiertos por las cuotas de los clientes.

Como todos los Registros del mundo sus objetivos son asegurar la estabilidad social a través de la tenencia segura y apoyar una economía exitosa a través de un mercado de la tierra funcionando y la inversión segura. La imparcialidad y profesionalismo son los sellos de su trabajo.

Entre sus indicadores se encuentran:

- Tiempo promedio para completar transacciones: 7 días
- El Porcentaje de transacciones que se completaron dentro de 5 días: 85%
- Porcentaje de transacciones completadas que volvió para corrección: 0.8%

4. NECESIDADES DEL CATASTRO RURAL, EN TÉRMINOS DE CARTOGRAFÍA

4.1 RESPONSABILIDADES DEL CATASTRO

En cuanto al tema de la cartografía y los Sistemas de Información, el Catastro debería adoptar políticas que muestren claramente el alcance de sus responsabilidades en la actualización cartográfica y de fichas prediales, ya que al encontrarse en una misma entidad la función de cartografía básica y catastral, se espera que el Catastro se encargue de todo, las políticas recomendadas¹ son.

- a) Catastro es responsable por la geometría de todos los objetos del nivel catastro y los que no son obligatorios para catastro deberán ser tomados de la cartografía base, cuya responsabilidad recae sobre otras dependencias, del mismo instituto, para el caso Colombiano.
- b) Catastro es responsable de crear y actualizar los atributos del nivel de catastro y el atributo de nomenclatura del subnivel transporte terrestre (malla vial) solamente.
- c) Catastro no es responsable de crear y actualizar los atributos de los niveles puntos de control, transporte, servicios, públicos, medio ambiente, hidrografía y relieve.
- d) La actualización de los atributos de los niveles anteriores, son responsabilidad de cada entidad, y deben tender a integrarse en catastro multipropósito.
- e) Si se independiza el catastro municipal, éste debe asumir que es responsable por la geometría de todos los objetos del municipio, incluidos los del catastro y lo que no son obligatorios para catastro pero que la ciudad necesita), con excepción del nivel de puntos de control. Esto conservando las políticas b, c y d; y con el objeto de apuntar a un catastro multipropósito.

4.2 REQUISITOS GENERALES

Los requisitos generales, que todo catastro, descentralizado ó no, debe cumplir en Colombia, para una eficiente actualización de la carta catastral rural, son:

- a) Usar el estándar de modelo de datos IGAC, con el fin de facilitar el intercambio de información entre entidades.
- b) Se requiere que la red geodésica local esté amarrada al sistema nacional, compatible con los sistemas satelitales.

¹ Estas políticas se plantean teniendo como base el informe: consultoría Internacional en Cartografía. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC); Koert Sijmons. Bogotá, 2002.

- c) Uso de tecnologías tipo GPS para que se logre tener parámetros de comparación y verificación de los puntos de control existentes.
- d) Los mapas finales deben ser verificados en su precisión de posición horizontal y vertical, a través de la práctica de levantamiento de puntos muestreados estadísticamente, de forma tal que se pueda verificar el cumplimiento de los estándares aplicados en su construcción.
- e) Escalas cartográficas
Áreas de expansión urbana: 15.000
Área rural: 25.000
- f) Lo más importante es el límite del predio y la construcción para calcular el valor fiscal.
- g) Para garantizar la consistencia lógica de los elementos gráficos perteneciente al mapa catastral, el nivel Perímetro de Vereda, no debe tener superposición con el nivel de loteo o de terreno del predio. La relación entre estos dos niveles es de contención, el nivel de terreno del predio debe estar contenido con el nivel de perímetro de vereda.
- h) Para los nuevos desarrollos prediales que se identifiquen, se recomienda trabajo de campo y uso de nuevas tecnologías "SIG móviles".
- i) Se recomienda realizar restitución a nivel predial para los casos en los que se logre definir claramente los detalles y límites de los predios, lo cual se logra generalmente en las construcciones bajas. Para los demás casos, se recomienda realizar restitución solo a nivel perímetro de manzana y complementar con trabajo de campo.
- j) La escala aplica solamente para los productos gráficos. La base de datos no tiene escala, tiene solamente una precisión equivalente a una escala definida.
- k) Es preciso que se defina la escala, según las necesidades de los usuarios. Debe tenerse en cuenta que solamente sirve para la representación gráfica de la información contenida en las diferentes capas de la base de datos, pero entre mayor sea esta, mayores serán los costos de producción. La necesidad debe justificar la escala.

4.3 REFERENCIA ESPACIAL

La referencia espacial es el fundamento conceptual que permite abstraer elementos geográficos de la realidad mediante modelos, transformando los mismos a través de diferentes modelos matemáticos para poder representar la realidad mediante sistemas de coordenadas.

El mecanismo de definición de los elementos necesarios para describir y almacenar la información pertinente al sistema de coordenadas son los metadatos en su sección cuarta. Actualmente en Colombia los metadatos están especificados de forma estándar en la norma ICONTEC NTC 4611, basada en la norma internacional ISO TC211.

Allí se debe consignar la información pertinente a:

- Nombre del sistema de coordenadas horizontales
- Coordenadas geográficas
- Coordenadas planas
- Proyección cartográfica
- Nombre de la proyección
- Parámetros de la proyección
- Paralelo estándar
- Longitud del meridiano central
- Longitud del origen de proyección
- Este asignado (Falso este)
- Norte asignado (Falso norte)
- Factor de escala en el ecuador
- Altura del centro de perspectiva sobre la superficie
- Longitud del centro de proyección
- Latitud del centro de proyección
- Factor de escala en la línea central
- Descripción del sistema
- Resolución coordenada X,Y
- Sistema local
- Modelo Geodésico
- Nombre del Datum horizontal
- Nombre del elipsoide
- Semieje mayor
- Relación de achatamiento
- Sistema de coordenadas verticales
- Nombre del Datum de altitud

La definición de la información anteriormente enunciada; facilita la integración de la información proveniente de diferentes fuentes. En la actualidad algunas tecnologías en SIG, permiten desarrollar cambios en los sistemas de coordenadas de diferentes niveles temáticos de información geográfica en tiempo de ejecución, es decir homologar dos sistemas de coordenadas diferentes en uno mismo para efectos de visualización y análisis, siempre y cuando la referencia espacial de los metadatos esté definida para cada uno de los niveles de información. Esta tarea solo se puede

llevar cuando: Las proyecciones sean reversibles, los datum pertenezcan a la misma familia, preferiblemente que estén en el mismo datum, por ejemplo si un datum esta con un elipsoide geocéntrico y el otro no, el sistema no es capaz de reprojectar automáticamente del uno al otro.

4.3.1 Escala

Los elementos de la realidad son representados mediante clases, que al instanciarse pueden dar origen a objetos que equivalen a elementos particulares de la realidad de una clase.

Tradicionalmente el modelamiento representa la realidad de tal manera que satisfaga las necesidades de información para situaciones particulares, tomando importancia la escala de captura o levantamiento de la información, por ejemplo un río para ciertas necesidades será representado como una línea, pero para otras como un polígono, es decir la escala de los datos determina sus condiciones de modelamiento.

Cuando se construye un catastro multipropósito, se presenta la discusión de la diversidad de escalas en torno a un mismo elemento de la realidad, pero dicha discusión se diluye al avocar el principio de identidad de los objetos, si estamos abstrayendo mediante objetos un elemento de la realidad el mismo es único sin importar la escala, si se habla del Río Magdalena no importa si esta representado mediante una línea a escala 1:1000.000, o una línea a otra escala, es el mismo objeto con dos representaciones diferentes que dependen de la escala, de tal manera que las dos nunca se visualizaran simultáneamente, dependiendo el evento de despliegue del objeto se activara una línea o la otra siendo discriminada por la aplicación a partir de la propiedad del objeto que almacene el valor de la escala de captura de los datos.

Es decir al modelar basados en estos principios es necesario y obligatorio caracterizar los objetos a partir de una propiedad obligatoria de los valores de la escala.

Al modelar los elementos de forma única sin importar la escala de captura, involucra que todos los niveles temáticos pertinentes al elemento representado serán almacenados en un único esquema, situación que en algunos casos degrada notablemente el desempeño del sistema, por ende es necesario crear vistas materializadas a partir de subtipos creados por la propiedad de la escala.

el usuario interactúa con la vista materializada y no con la totalidad de los datos, es decir solamente con los datos de la escala específica. La aplicación del cliente simplemente invoca la vista pertinente a la escala requerida y en ningún momento visualiza la totalidad de los datos a diferentes escalas, donde estos pueden ser manipulados con otros datos a diferentes escalas sin incurrir en conflictos cartográficos.

4.3.2 Topología

La topología es un modelo matemático que permite definir relaciones espaciales entre geometrías, que representan un elemento de la realidad. A través de la topología se puede determinar la conectividad, pertenencia, adyacencia, magnitud, dirección y sentido, de elementos geométricos abstracciones de la realidad.

Comúnmente se identifica la topología con la forma de elementos de modelamiento, pero dicha definición se da de forma implícita a partir de las consideraciones esbozadas anteriormente.

La geometría de los elementos a modelar depende de la resolución espacial bajo la cual se represente, es decir de la escala de levantamiento de la información. Bajo la premisa establecida en el ítem anterior, todos los niveles de información de diferentes escalas pertinentes a un mismo concepto son de una única clase.

Dentro del contexto de la topología se especifica que a menos de que su geometría sea diferente seguirán siendo una única clase, de lo contrario por cada geometría existirá una clase diferente, ya que topológicamente poseen comportamientos diversos las diferentes geometrías de representación de datos espaciales.

En este contexto se deben modelar los objetos de modo que al operar un método por visualización de escala el objeto tenga una forma geométrica y ese objeto geométrica tendrá comportamientos totopológicos diferentes si es punto, línea o polígono.

4.4 PRINCIPIOS DE CALIDAD

La información sobre la calidad del conjunto de datos existente y disponible es de vital importancia, ya que el valor de los datos es directamente proporcional a su calidad.

Los conjuntos de datos están siendo continuamente modificados, actualizados e integrados, de manera tal, que la calidad ó un componente de la calidad de un conjunto de datos puede cambiar. La información de la calidad de un conjunto de datos que suministra un productor, puede ser afectada por dos hechos: Cuando algunos datos son eliminados, modificados ó incorporados al conjunto inicial de datos o cuando la especificación de producto de un conjunto de datos es modificada.

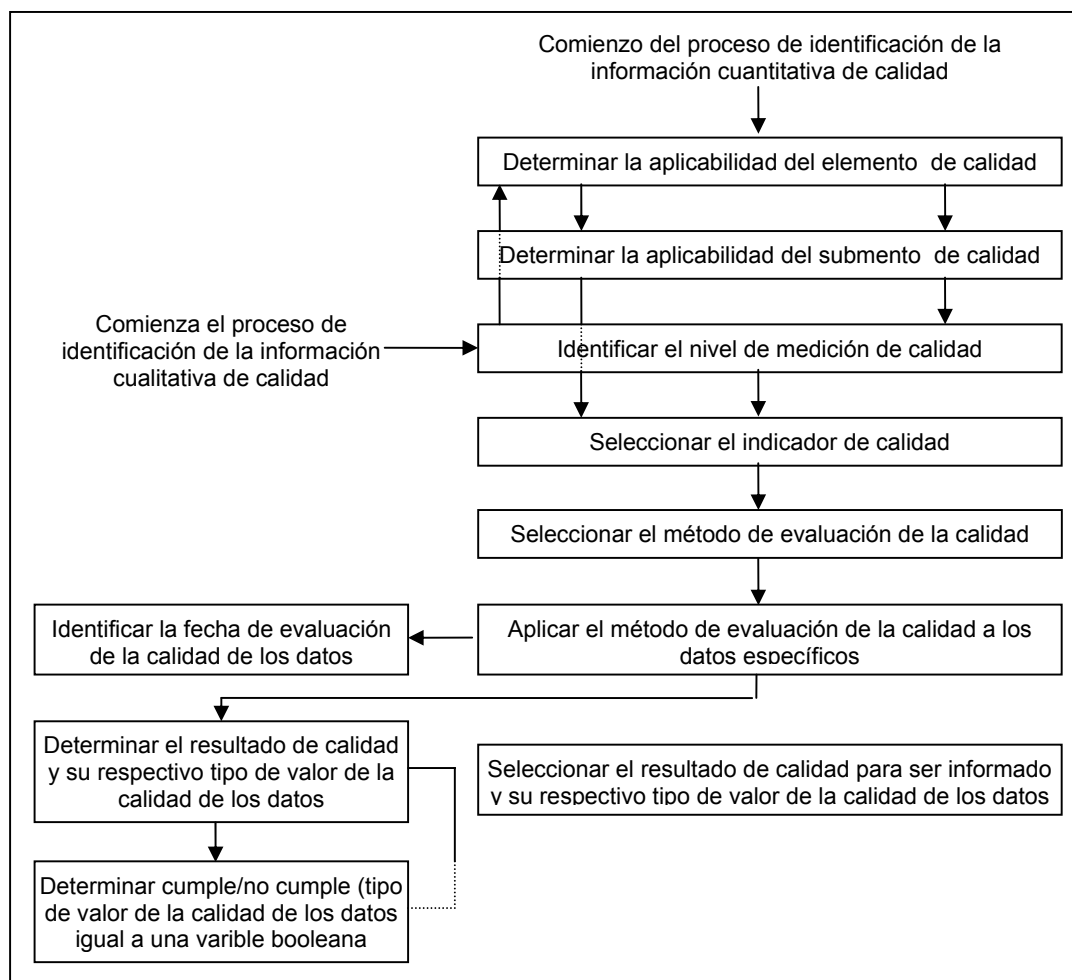
La primera condición de modificación del conjunto de datos, ocurre con mucha frecuencia, debido a que la mayoría de los conjuntos de datos no son estáticos. Los cambios pueden ser ocasionados por el uso continuo de los datos para múltiples propósitos, el refinamiento y actualización permanente de los datos, cambios en la tecnología, etc.

La calidad de los datos tiende a cambiar con las modificaciones, por tal motivo es indispensable que cada vez que se lleve a cabo una modificación sobre el conjunto de datos se evalúe nuevamente su calidad.

A medida que las especificaciones del producto se modifiquen la calidad debe ser ajustada de acuerdo con éstas, en la búsqueda de un continuo mejoramiento de la calidad en cuanto a la completitud y vigencia.

La norma técnica colombiana, “Información geográfica, conceptos de básicos de calidad” ilustra a través de la siguiente figura el proceso de identificación de la información cuantitativa de calidad de los datos.

Figura 1. Identificación de la información cuantitativa de la calidad



Fuente: ICONTEC, NTC 5043

La calidad se evalúa por elementos, con los que se puede proporcionar información cualitativa o cuantitativa de calidad.

Para lograr una descripción de los aspectos cualitativos de un conjunto de datos, se consideran unos elementos generales. La norma Icontec NTC 5043 reconoce el

esquema de metadatos geográficos de la NTC 4611 como el método obligatorio para reportar información cualitativa sobre calidad. Los elementos de metadatos que representan la síntesis cualitativa de la calidad son:

Tabla 2. Elementos para la síntesis de calidad

Elemento síntesis de calidad	Metadato	
	Sección	Elemento
Propósito: Registra los movimientos por los cuales se creó un conjunto de datos y el uso previsto para dicho conjunto de datos; el uso previsto difiere del uso actual, se debe especificar el uso para el que se concibió inicialmente el conjunto de datos.	Identificación	Propósito
Uso: Relaciona las aplicaciones en las que se está empleando el conjunto de datos, por el productor (o por otros usuarios distintos) de los datos.	Identificación	Todos los elementos aplicables a uso
Historia de los datos: Debe hacer el recuento del ciclo de vida del conjunto de datos desde la colección y adquisición hasta su compilación y derivación a su forma actual. La historia de los datos debe contener dos componentes: • La fuente de la información: Donde se debe registrar la procedencia y las características de los datos originales. • La secuencia de procesos: la cual debe registrar el orden y la relación de eventos o de transformaciones realizadas al conjunto de datos durante su vida.	Calidad de datos	Todos los elementos aplicables a historia de los datos

4.5 ESTANDARES Y ELEMENTOS DE CALIDAD

Un elemento de calidad es un aspecto de la calidad de los datos el cual puede ser medido cuantitativamente. El propósito de estos elementos es identificar las inconsistencias de un conjunto de datos con respecto a sus especificaciones de producto. Los elementos se dividen en subelementos que deben usarse para describir la calidad de un conjunto de datos, la Tabla 2 presenta los elementos según la norma Incontec NTC 5043.

La misma norma Incontec indica que todos los elementos de calidad aplicables a un conjunto de datos deben ser identificables. Algunos elementos de calidad pueden no ser aplicables para un tipo de dato. La especificación de producto de un conjunto de datos debe ser usada para determinar la aplicabilidad.

Al menos un subelemento de calidad debe ser identificado como aplicable para cada elemento de calidad que se aplicable. No todos los subelementos de calidad

pueden ser aplicables a un tipo particular de datos. La especificación de producto debe usarse para determinar la aplicabilidad.

Tabla 3. Elementos y subelementos de la calidad de datos

Elementos	Subelementos
Compleitud	Comisión Omisión
Consistencia lógica	Consistencia de dominio Consistencia de formato Consistencia topológica
Exactitud posicional	Exactitud absoluta o externa Exactitud relativa o interna Exactitud de posición de datos de celdas
Exactitud temporal	Exactitud en el tiempo de medición Consistencia temporal Validez temporal
Exactitud temática	Exactitud de la clasificación Exactitud del valor dado a un atributo cuantitativo Exactitud de un atributo cuallitativo

Como la calidad puede variar dentro de un conjunto de datos se debe tener en cuenta:

- El alcance propiamente dicho (nivel de medición).
- Tipos de elementos (lista de tipo de objetos, relaciones entre ellos y atributos) ó elementos específicos (instancia de objetos, relación entre ellas y valores de atributos).
- Extensión geográfica.
- Extensión de tiempo, incluyendo el marco temporal y su exactitud.

La Figura 2 muestra el proceso de definición de estándares de calidad en la cartografía, mediante la implementación de los estándares ISO 19113 e ISO 19114 (en Colombia NTC 5043).

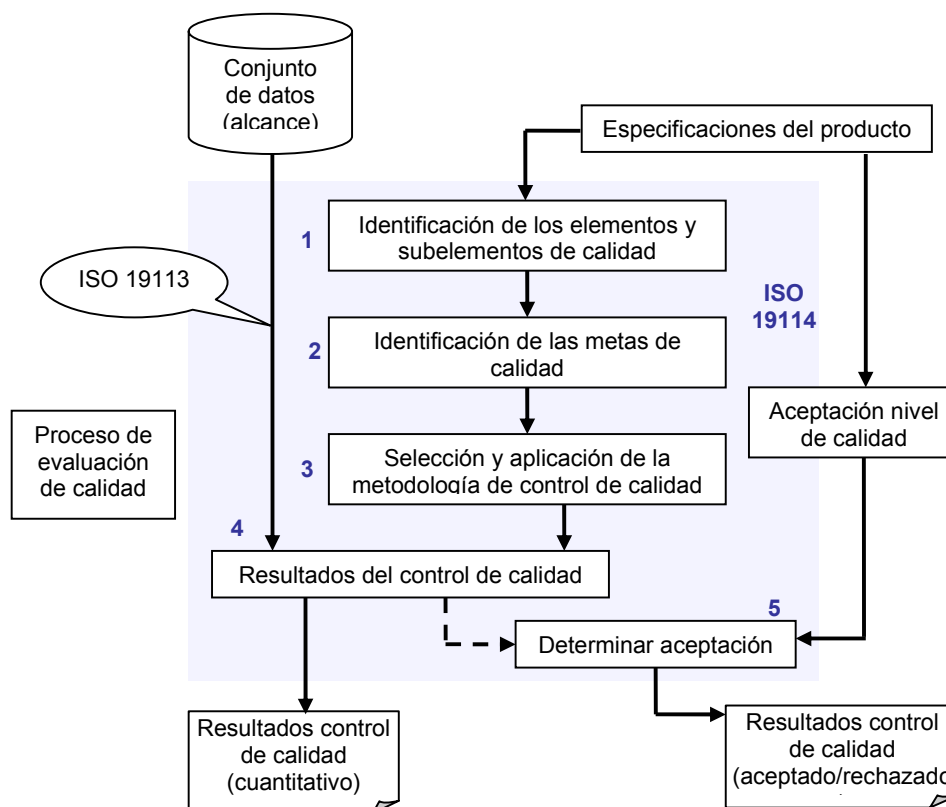
En las páginas siguientes se definen los elementos de calidad que se deben contemplar en forma general, en el marco de la norma ISO 19113 y NTC 5043 (norma colombiana).

Cabe anotar que las normas mencionadas no definen un nivel mínimo aceptable de calidad de los datos geográficos ni define guías para su aptitud de uso; está pensada para identificar, recolectar, describir y documentar la información de calidad de un conjunto o subconjunto de datos geográficos.

Estas normas incluyen los elementos de la calidad, los procesos para evaluarla, los indicadores a calcular, pero no incluye metas ideales a alcanzar en cada indicador. Las topes para indicadores que se presentarán a continuación están basados en las

reglamentaciones del IGAC y sus métodos, en los indicadores que se manejan en los catastros de los países estudiados en la fase inicial de este proyecto y en los documentos del sistema de gestión de la Calidad del Catastro Distrital de Bogotá.

Figura 2. Definición de estándares de calidad en cartografía



Fuente: ITC, Consultoría Internacional en Cartografía

4.5.1 Totalidad “Completeness”

Describe el nivel de veracidad con el cual los elementos capturados, sus atributos y sus relaciones representan el universo abstracto definido en las especificaciones del producto.

Subelementos:

- **Comisión:** exceso de datos en un conjunto de datos. No se deberá presentar salvo en elementos que no son de importancia relevante y que su uso principal es dar mas información al usuario como por ejemplo sitios de interés (la excesiva presentación de este elemento congestiona el plano).
- **Omisión:** datos ausentes en un conjunto de datos.

Tabla 4. Elemento de calidad: totalidad

Subelemento	Indicador de Calidad <i>Cumple/no cumple</i>	Tipo de valor de Calidad <i>Variable booleana</i>	Niveles de medición en los cuales se puede evaluar un indicador de Calidad
Comisión	Prueba: Medida de la diferencia (por exceso) entre los ítems especificados y los ítems presentes en un conjunto de datos. El cumplimiento por comisión debe ser 90%.	Proporción (Número de ítems excedidos / Número esperado de ítems)	Serie de conjunto de datos Conjunto de datos Grupo informativo
Omisión	Medida de la diferencia (por defecto) entre los ítems especificados y los ítems presentes en un conjunto de datos. El cumplimiento por omisión debe ser 90%.	Proporción (Número de ítems faltantes / Número esperado de ítems)	Serie de conjunto de datos Conjunto de datos Grupo informativo

4.5.2 Consistencia Lógica “Logical Consistency”

Se refiere a la fidelidad de las relaciones codificadas digitalmente con respecto a la estructura de datos definida, permite determinar la calidad de los datos en cuanto a los siguientes aspectos: estructura interna, reglas topológicas, atributos y relaciones.

Subelementos:

- Consistencia de dominio: Cercanía de valores del conjunto de datos al valor de dominio. Los datos como sus atributos deben estar dentro de los rangos estipulados en el modelo de datos del SIGC y su ubicación geográfica dentro de los rangos del proyecto
- Consistencia de formato: Grado en el cual los datos están almacenados de acuerdo con la estructura del conjunto de datos.
- Consistencia topológica: Cercanía de las características geométricas de un objeto, a aquellas que no varían después de varias transformaciones cartográficas, de tal forma que las relaciones topológicas del conjunto de datos permanecen sin cambio, se deben tener en cuenta los aspectos de conectividad, adyacencia, continuidad, dirección, geometría etc.

Hay otro elemento, denominado Consistencia Conceptual, del cual habla la norma ISO, pero la NTC 5043 no lo contiene. Si se quiere tener en cuenta este elemento, la variable booleana sería: número de ítems que siguen las reglas del esquema conceptual y la proporción, número de ítems que siguen las reglas del esquema conceptual / Número total de ítems.

Tabla 5. Elemento de calidad: consistencia lógica

Subelemento	Indicador de Calidad <i>Cumple/no cumple</i>	Tipo de valor de Calidad <i>Variable booleana</i>	Niveles de medición en los cuales se puede evaluar un indicador de Calidad
Consistencia de Dominio	Grado de inconsistencia. El grado de inconsistencia permitido es de 0%	Número (número de inconsistencias. Número de ítems que se encuentran dentro de los valores del dominio). Proporción (porcentaje de inconsistencias: Número de ítems que se encuentran dentro de los valores del dominio./ Número total de ítems).	Serie de conjunto de datos Conjunto de datos Grupo informativo
Consistencia de formato	Grado de inconsistencia. El grado de inconsistencia permitido es de 0%	Número (número de inconsistencias. Número de ítems con formato de datos correctos). Proporción (porcentaje de inconsistencias: Número de ítems con formato de datos correctos ./ Número total de ítems).	Serie de conjunto de datos Conjunto de datos
Consistencia topológica	Grado de inconsistencia. El grado de inconsistencia permitido es de 0%	Número (número de inconsistencias: Número de ítems con correcta topología). Proporción (porcentaje de inconsistencias: Número de ítems con correcta topología / Número total de ítems).	Serie de conjunto de datos Conjunto de datos

4.5.3 Exactitud de Posición “Positional accuracy”

Indica el grado de variación de las posiciones de los datos espaciales digitales con respecto a las verdaderas posiciones de los elementos en el terreno. Esta en función de la escala a la cual fue capturada la información.

Subelementos:

- Exactitud absoluta ó externa: Cercanía de valores de coordenadas reportados respecto a los valores verdaderos o considerados como verdaderos en el sistema de referencia. Se refiere a la exactitud de la posición de un elemento o conjunto de elementos con respecto al sistema de referencia externo. (posición respecto a su entorno, su vecindad) La posición absoluta de un plano de una zona urbana se puede medir con respecto a: la red geodésica nacional MAGNA.

Debe tenerse en cuenta la precisión dada por la Resolución 64 de 1994 del IGAC, ya que la cartografía catastral rural se produce sobre la cartografía básica.

En planimetría el error máximo permisible para el 90% de los puntos es de 0.25 mm X Escala del mapa, y el error medio cuadrático 0.15 mm X Escala del mapa.

En altimetría el error máximo permisible para el 90% de las curvas de nivel y las elevaciones es de 0.25 mm X Escala del mapa, y el error medio cuadrático 0.15 mm X Escala del mapa.

El comité de estandarización esta desarrollando un proyecto de norma (640) desde el 2002, en la cual se estipulan mas detalladamente los conceptos de precisión de datos espaciales, pero aún no es definitiva, requiere algunas revisiones. Lo mismo sucede con el proyecto de norma 639 de 2002 que contempla la precisión de las redes geográficas.

- Exactitud relativa o interna: Cercanía de las posiciones relativas de los objetos en un conjunto de datos respecto a las posiciones relativas aceptadas como verdaderas. La posición relativa o interna se refiere a la posición de un elemento o conjunto de elementos con respecto a la posición de los demás elementos de este conjunto
- Exactitud de Forma: Es el grado de correspondencia entre la forma de un elemento en el mapa y su forma real en el terreno.

Tabla 6. Elemento de calidad: exactitud de posición

Subelemento	Indicador de Calidad <i>Cumple/no cumple</i>	Tipo de valor de Calidad <i>Variable booleana</i>	Niveles de medición en los cuales se puede evaluar un indicador de Calidad
Exactitud absoluta o externa	Error medio cuadrático = para el 90% de los elementos 0,15 mm por la escala del mapa. en planimetría y altimetría Error máximo permisible para el 90% de los elementos = 0,25 mm por la escala del mapa en planimetría y altimetría. Dimensión del error estadístico: Bidimensional, Tridimensional. Componentes de medición: Error base, Error proporcional.	Proporción de cumplimiento en porcentaje.	Conjunto de datos Grupo informativo Atributos de objetos: Aplicable únicamente a atributos de objetos que suministren valores de coordenadas.
Exactitud relativa	Error medio cuadrático = para el 90% de los elementos 0,15 mm por la escala del mapa. en planimetría y altimetría Error máximo permisible para el 90% de los elementos = 0,25 mm por la escala del mapa en planimetría y altimetría.	Proporción de cumplimiento en porcentaje.	Conjunto de datos Grupo informativo Atributos de objetos: Aplicable únicamente a atributos de objetos que suministren valores de coordenadas

Subelemento	Indicador de Calidad <i>Cumple/no cumple</i>	Tipo de valor de Calidad <i>Variable booleana</i>	Niveles de medición en los cuales se puede evaluar un indicador de Calidad
	Dimensión del error estadístico: Bidimensional, Tridimensional. Componentes de medición: Error base, Error proporcional.		
Exactitud de Forma	Error medio cuadrático = para el 97% de los vértices principales evaluados 0,15 mm por la escala del mapa. en planimetría. Error máximo permisible para el 97% de los vértices principales evaluados = 0,25 mm por la escala del mapa en planimetría. Dimensión del error estadístico: Bidimensional.	Proporción de cumplimiento en porcentaje.	Conjunto de datos Grupo informativo Atributos de objetos: Aplicable únicamente a atributos de objetos que suministren valores de coordenadas.

No se detalla el elemento de posición de datos de celdas, por considerar que la estructura estrictamente para catastro, es vectorial.

En la ISO para la posición absoluta y la relativa se establecen, además estos indicadores:

- Error del instrumento
- Error resultado del ajuste del computador
- Error de la Media
- Error medio cuadrático
- Numero de posiciones con errores menores que el valor estándar.
- Numero de posiciones con errores menores que el valor estándar / numero total de posiciones.
- Porcentaje de posiciones con errores menores que el valor estándar en relación con el número total de posiciones.

Se resalta que las normas ISO, ni las Incontec, contienen el subelemento exactitud de forma, y que este se trae a colación siguiendo lo planteado en los lineamientos para la calidad de datos del Catastro Distrital de Bogotá.

4.5.4 Exactitud Temporal “Temporal accuracy”

Presenta el registro de los cambios prediales en terreno en relación con el tiempo real de cambio.

Subelementos:

- Exactitud en el tiempo de medición: Veracidad de las referencias temporales de un ítem (reporte de error en las mediciones de tiempo).

- Consistencia temporal: Exactitud de los eventos ordenados ó secuencias, si están reportados.
- Validez temporal: Validez de los datos respecto al tiempo (de acuerdo con la especificación de producto).

Tabla 7. Elemento de calidad: exactitud temporal

Subelemento	Indicador de Calidad <i>Cumple/no cumple</i>	Tipo de valor de Calidad <i>Variable booleana</i>	Niveles de medición en los cuales se puede evaluar un indicador de Calidad
Exactitud en la medición del tiempo	Error estadístico: Desviación estándar, error medio cuadrático. Nivel de confianza.	Unidad de tiempo. Proporción. (de datos coincidentes en fecha) Diferencia entre el tiempo de ingreso de datos y el tiempo real. Media de diferencia de tiempo	Series de conjunto de datos Conjunto de datos Grupo informativo
Consistencia temporal	Error estadístico: Desviación estándar, error medio cuadrático. Nivel de confianza.	Número Proporción (de datos coincidentes en fecha) Numero de diferencias de tiempo menores que el valor estándar. Porcentaje de ítems que de acuerdo con el estándar están correctamente ordenados en relación con el número total de ítems.	Series de conjunto de datos Conjunto de datos Grupo informativo
Validez temporal	Error estadístico: Desviación estándar, error medio cuadrático. Nivel de confianza.	Número Proporción	Series de conjunto de datos Conjunto de datos Grupo informativo

Se resalta que el elemento validez temporal no se encuentra en la norma ISO, pero si en la Incontec.

4.5.5 Exactitud Temática “Thematic accuracy”

Se refiere a la fidelidad del valor de los atributos con respecto al valor verdadero.

Subelementos:

- Exactitud de la clasificación: Comparación de las clases asignadas a los objetos o de sus atributos en el universo abstracto
- Exactitud del valor dado a un atributo cuantitativo.

- Exactitud de un atributo cualitativo.

Tabla 8. Elemento de calidad: exactitud temática

Subelemento	Indicador de Calidad <i>Cumple/no cumple</i>	Tipo de valor de Calidad <i>Variable booleana</i>	Niveles de medición en los cuales se puede evaluar un indicador de Calidad
Exactitud de clasificación	Porcentaje. La exactitud no debe ser inferior del 90%, este porcentaje corresponde a los elementos correctamente clasificados.	Proporción (Número de ítems clasificados correctamente / Número total de ítems)	Serie de conjuntos de datos Conjunto de datos Grupo informativo Objetos a atributos de objetos.
Exactitud de un atributo cualitativo.	Porcentaje. Corresponde a los elementos con atributos cualitativos correctos con relación al total de los datos no inferior al 90%.	Porcentaje (Número de ítems representados correctamente / Número total de ítems)	Limitado a atributos de objetos no definidos por un valor.
Exactitud del valor dado a un atributo cuantitativo.	Porcentaje. Corresponde a los elementos con atributos cuantitativos correctos con relación al total de los datos no inferior al 90%.	Número Porcentaje	Limitado a atributos de objetos definidos por un valor.

La norma ISO contempla el subelemento Correctos Atributos cuantitativos, para el cual las variables booleanas serían:

- Nivel Agregado
- Error de la media
- Error medio cuadrático
- Numero de atributos con errores menores que el valor estándar.
- Numero de atributos con errores menores que el valor estándar / Número total de atributos
- Porcentaje de atributos con errores menores que el valor estándar en relación con el número total de atributos.

4.6 ANALISIS DE LA PRECISION NECESARIA PARA OBJETOS CATASTRALES

Se debe tener presente que la precisión de una medida depende de dos factores:

- La precisión del instrumento en uso con el cual se toman las medidas de un objeto. (Ejemplo: precisión en: metros, centímetros, milímetros, décimo milímetro, micrón etc.)

- La capacidad y conocimiento del observador que registra las medidas, y su experiencia en saber cuales son los puntos y límites de esas medidas.

Que el resultado por fotointerpretación depende de la interpretabilidad e identificación de los objetos catastrales. Para el caso rural los objetos catastrales básicos son: Predios y Construcciones.

Los límites de predios cercados se obtienen por interpretación visual en las aerofotografías después de la restitución. La precisión de la interpretación depende de la resolución, y la identificación de un límite de predio depende de la escala de aerofotografías.

Los límites de los predios y de las construcciones, especialmente en las áreas urbanas, no son fáciles en su interpretación e identificación en la aerofotografía (por ejemplo, la influencia de sombras de construcciones y otros objetos como árboles y desplazamiento debido al relieve etc.) y conducen a una mala interpretación del límite, lo que conlleva a un error en el perímetro y en el cálculo del área predial.

En el área rural colombiana no hay una cultura del cercado, por tanto la identificación de límites es bastante difícil. La única manera de obtener los límites correctos y un área predial correcta, es la de visitar y medir los límites de los predios y las construcciones en el terreno.

En el análisis de las cartas catastrales rurales y su información asociada se encontró que existen 4 diferentes fuentes para determinar el área predial:

- **Base predial:** son medidas antiguas que se realizaron en épocas distintas con metodologías, precisiones y tecnologías distintas. Los límites de los predios no están demarcados con mojones. Por eso, estos predios no están georeferenciados, no son confiables en sus extensiones y en el cálculo de las áreas.
- **Áreas prediales en la Cartografía digital:** son áreas prediales que se consiguen de la interpretación visual de las aerofotografías restituidas. La interpretación visual tiene sus restricciones en la identificación de límites prediales, y por lo tanto no es confiable el cálculo del área predial.
- **Escritura:** este es el documento notarial en donde se consigna el área predial de manera aproximada y no existe un gráfico que muestre los límites del predio. Es el documento base que toma registro para hacer la legalización de la transacción y tiene credibilidad.
- **Áreas prediales medidas en el terreno con cinta.** Aquí también falta una demarcación georeferenciada de límite predial. Esta metodología de medir con cinta no tiene confiabilidad (Por ejemplo: Cómo se miden los obstáculos en una línea recta? Se miden con la cinta siempre horizontalmente?).

La pregunta todavía es; ¿Cuál de las cuatro áreas es la correcta y cual es la más cercana a la realidad y que satisfaga los requerimientos del Catastro?

Para encontrar respuestas la consultoría internacional en cartografía, contratada por el Catastro Distrital de Bogotá al ITC de Holanda, considera que es necesario realizar un ejercicio estadístico correlacional que se inicia con datos numéricos que provienen de los trabajos realizados hasta ahora por el Catastro.

- ¿En cuántos predios en el Municipio se ha realizado la visita al terreno?
- ¿Cuántos predios tienen escritura?
- ¿Cuántos predios fueron formados y actualizados en la base de datos predial

A partir de esta información se debe trabajar estadísticamente para comparar y concluir cual es la correspondencia en las áreas entre los cuatro valores existentes, así:

- Escritura contra visita a terreno
- Cartografía Digital contra visita a terreno
- Base de datos contra visita a terreno

Los resultados de este análisis permitirán decidir cuál de las bases de datos de las áreas prediales sería la más aconsejable para asumir y reducir al máximo la visita a terreno, ya que es una labor intensa que requiere de mucho tiempo e inversión.

La misma consultoría recomienda que la visita terreno solamente se debe realizar para los siguientes casos: cuando el usuario reclame inconsistencias en el área del predio o cuando no exista ninguna información del predio.

4.7 MAPA INSTITUCIONAL EN LA INFORMACIÓN CATASTRAL

Tabla 9. Mapa institucional que actúa en la información catastral

Característica	Actor	Producto/ Participación
JURÍDICA	Registro de instrumentos públicos	Escritura (Da Fe de la propiedad)
FÍSICO	IGAC – Oficinas de Catastro	Ficha predial, formación – actualización y conservación catastral Inventario de bienes inmuebles del estado y particulares
	Empresas de servicios públicos	Participación en actualización de información
ECONÓMICO	IGAC Lonjas y evaluadores	Avalúos Catastrales Avalúos comerciales
FISCAL	Secretaría Hacienda Secretaría / Oficina Planeación Empresas de Servicios Públicos	Usuario, cobro predial Estratificación, uso suelo Usuario, cobro tarifas
	Lonjas de propiedad raíz Constructores Consultores Comunidad en general	Usuarios Generales

Fuente: Los Autores

5. DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO

5.1 EL CATASTRO COMO PROCESO INSTITUCIONAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI²

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia, creado en 1935, es el organismo del Gobierno Nacional encargado de cumplir el mandato constitucional referente a la elaboración del mapa oficial de la República, desarrollar las políticas y ejecutar los planes del gobierno nacional en materia de cartografía, agrología, catastro y geografía mediante la producción, análisis y divulgación de información catastral y ambiental georreferenciada con el fin de apoyar los procesos de planificación y ordenamiento territorial. (IGAC, Sistema de Gestión de Calidad. Bogotá DC, diciembre de 2002).

El IGAC, en el marco del establecimiento de su Sistema de Gestión de Calidad, ha definido sus procesos institucionales, en los cuales se identifican procesos Estratégicos, de Soporte y Claves. Antes de continuar, se definen estos términos con el fin de poner en claro el sentido de cada uno de ellos.

- **Proceso.** "Es el conjunto de *actividades* orientadas a generar un valor agregado a sus *entradas*, para conseguir el *resultado* esperado que satisfaga los requerimientos del cliente del proceso". Sobresalen palabras claves "entradas, actividades y salidas o resultados". La interacción de las mismas en las diferentes instancias de una organización define un proceso productivo.
- **Procesos Estratégicos.** Son aquellos orientados a analizar las necesidades y factores que condicionan la organización y el mercado, para, junto con el conocimiento y las posibilidades de obtener recursos propios, definir los lineamientos adecuados al resto de procesos de la misma, y así asegurar la respuesta a las necesidades y factores condicionantes.
- **Procesos De Soporte.** Son los que permiten proveer a la organización de todos los recursos necesarios para generar el valor agregado requerido por los clientes.
- **Procesos Claves.** Procesos con los que se obtienen los resultados esperados por el cliente, a partir de los cuales, percibirá y valorará la calidad de los productos y servicios generados.

El catastro es un proceso institucional Clave para el IGAC (Figura 3), el cual es coordinado por la Subdirección de Catastro. En las figuras 3, 4 y 5 se pueden observar los diferentes procesos del IGAC y las relaciones entre ellos.

Los procesos claves se desarrollan teniendo como insumo los productos básicos generados en otros procesos (del nivel uno del mapa de procesos, Figura 4), que a

² Adaptado del Documento IGAC, Sistema de Gestión de Calidad. Bogotá, 2002.

su vez producen insumos y estos por sí solos o combinados (del nivel dos. Figura 5) con otros productos permiten que se desarrollen otros procesos.

Para el caso de los Procesos Catastrales, requieren información básica como la Hoja Topográfica Básica, las Fotografías Aéreas, las Ortofotos y el Espacio-Mapa, y otros productos derivados como el Mapa de Áreas Homogéneas de Tierras, el Límite de la Entidad Territorial.

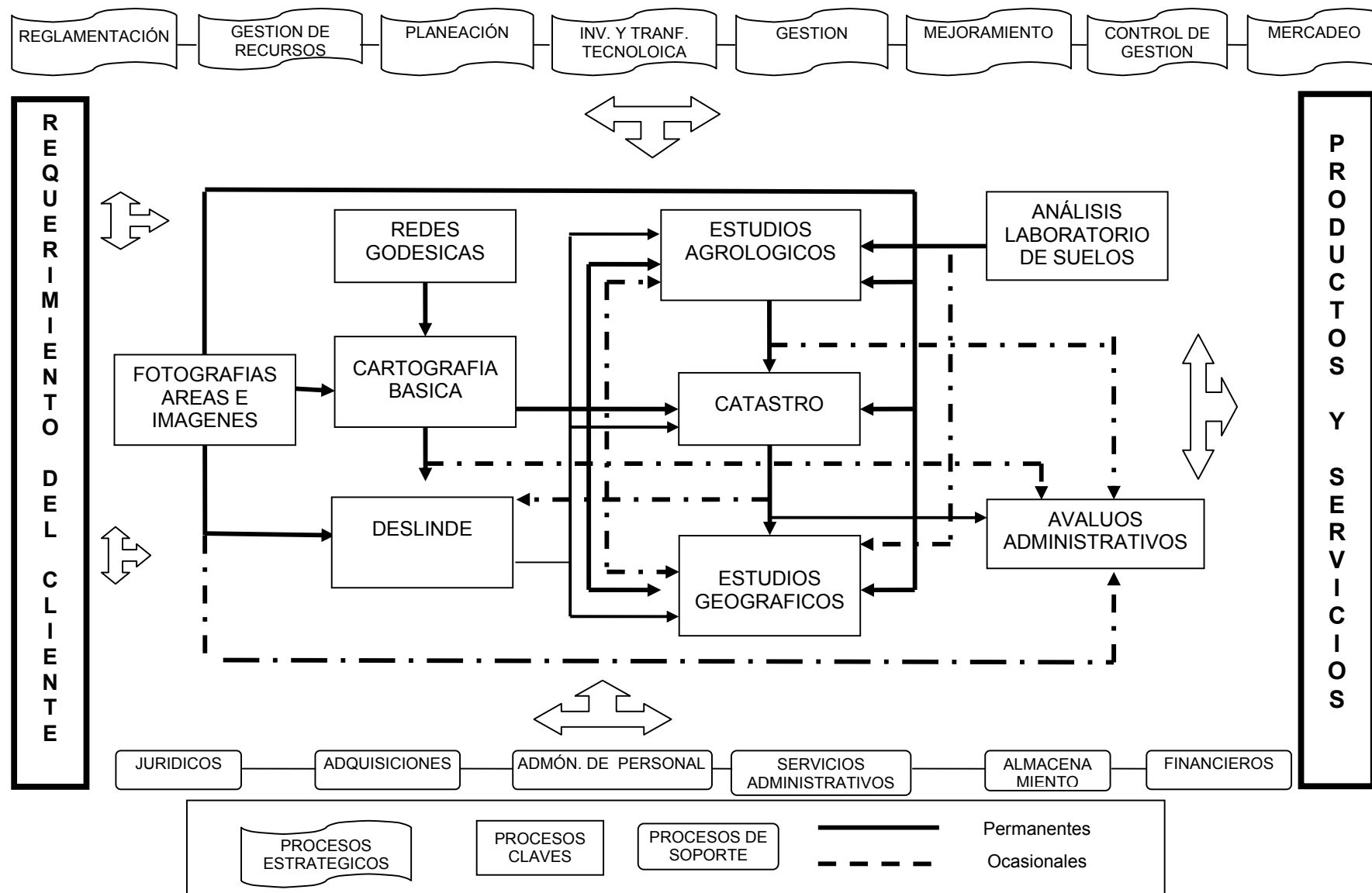
La Subdirección de Catastro posee su propio mapa de procesos, que no es otra cosa que la definición de los procesos catastrales que tanto se han mencionado. Son seis procesos catastrales (claves) y cada uno genera productos específicos. Estos se listan a continuación y sus relaciones (entre procesos y/o productos) se detallan en la figura 6.

Tabla 10. Procesos y productos catastrales IGAC

Procesos Catastrales	Productos Catastrales
Formación, Conservación y Actualización	Cartas catastrales Planos de conjunto Planos temáticos Fichas prediales Base Datos Catastral Estadísticas Catastrales Registros prediales
Incorporación información catastral al SIGAC	Planos digitales catastrales
Incorporación de información catastral y elaboración de estadísticas catastrales	Estadísticas catastrales Base Datos Catastral
Expedición de Certificados catastrales	Certificado catastral
Expedición de CPPC	CPPC
Ejecución de Avalúos Administrativos	Informe resultados
Mantenimiento Base Datos Avalúos Administrativos	Base Datos Avalúos Administrativos

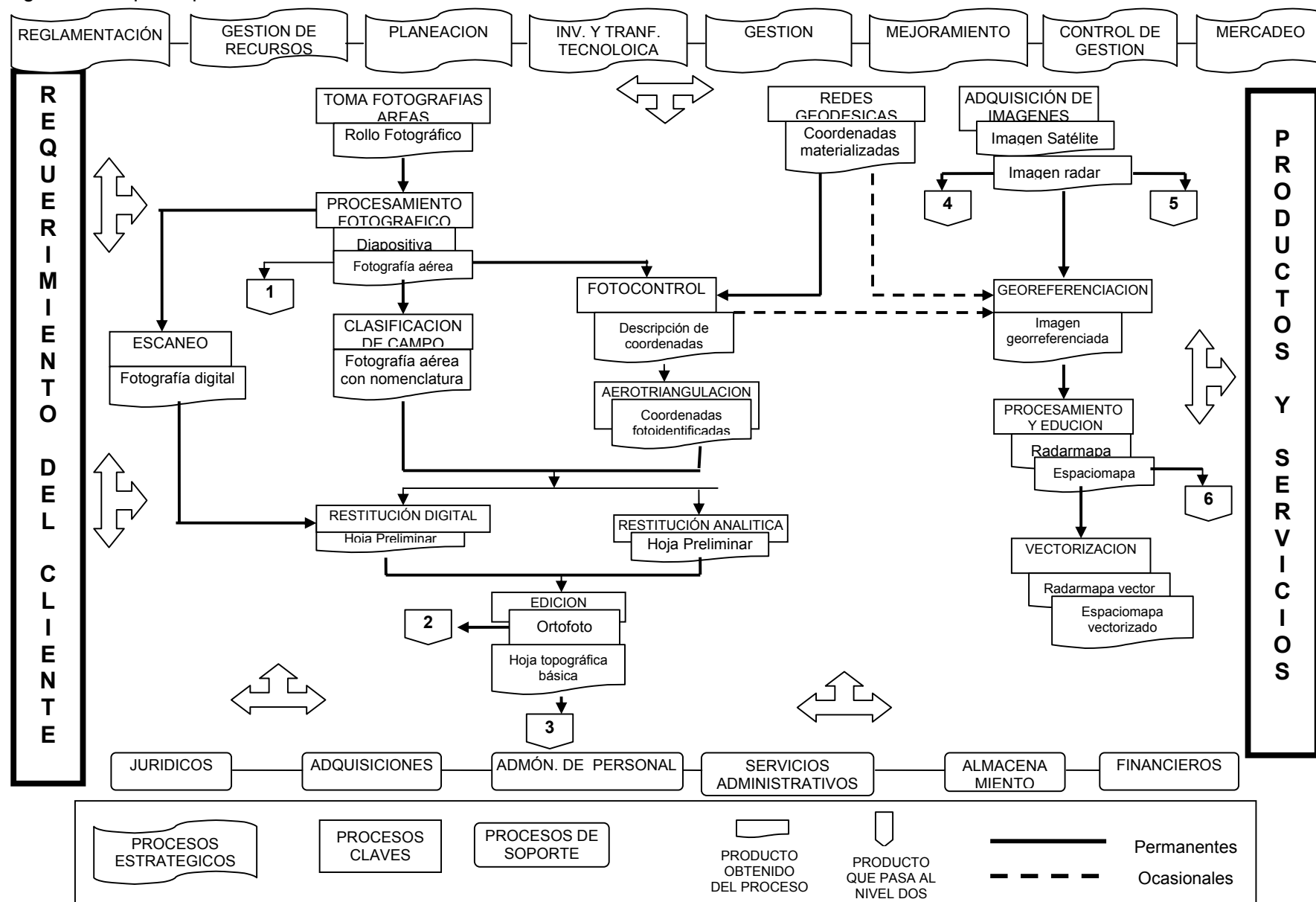
Fuente: Los Autores

Figura 3. Mapa de procesos nivel cero IGAC



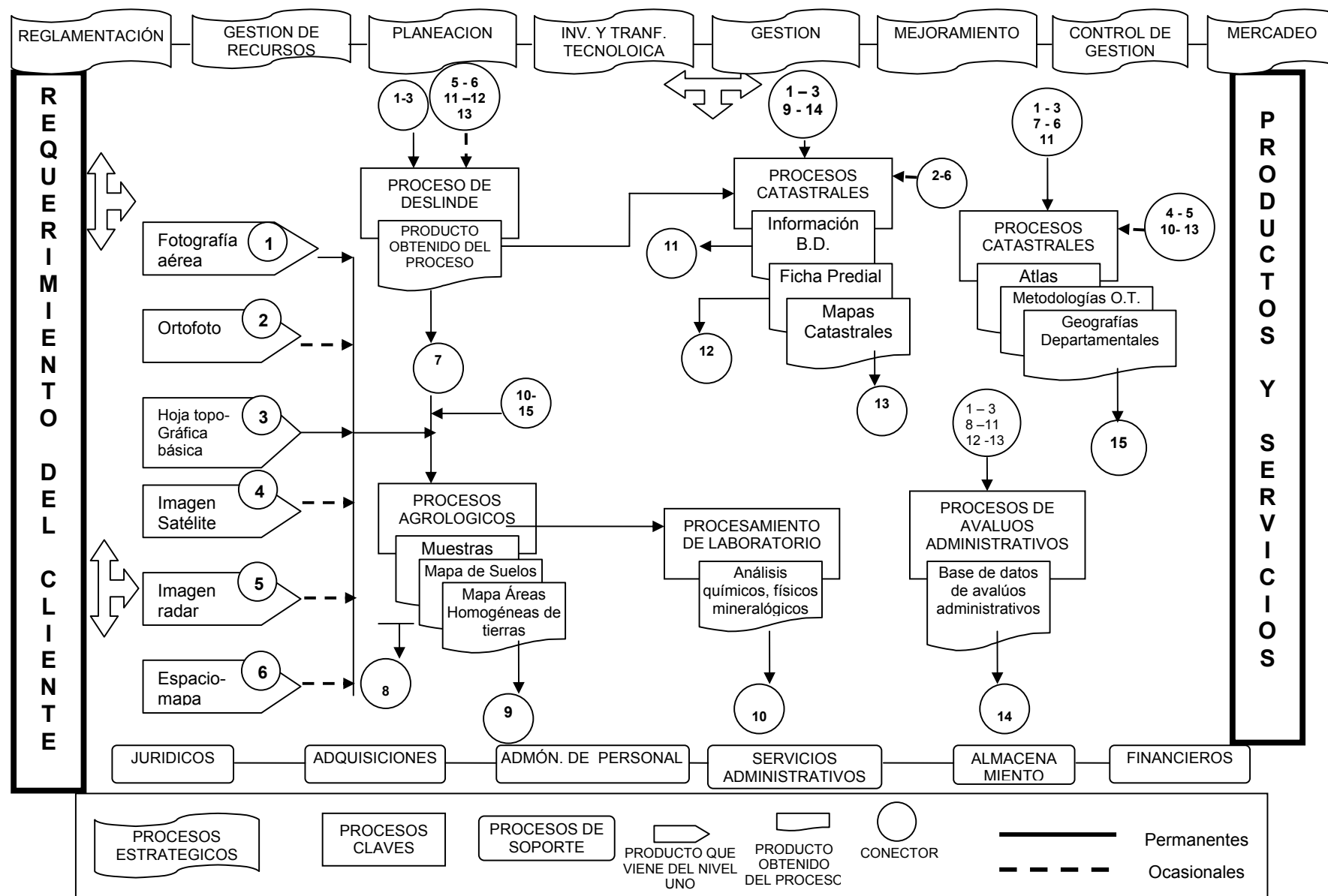
Fuente: IGAC, Sistema de Gestión de Calidad. Bogotá, 2002

Figura 4. Mapa de procesos nivel uno IGAC



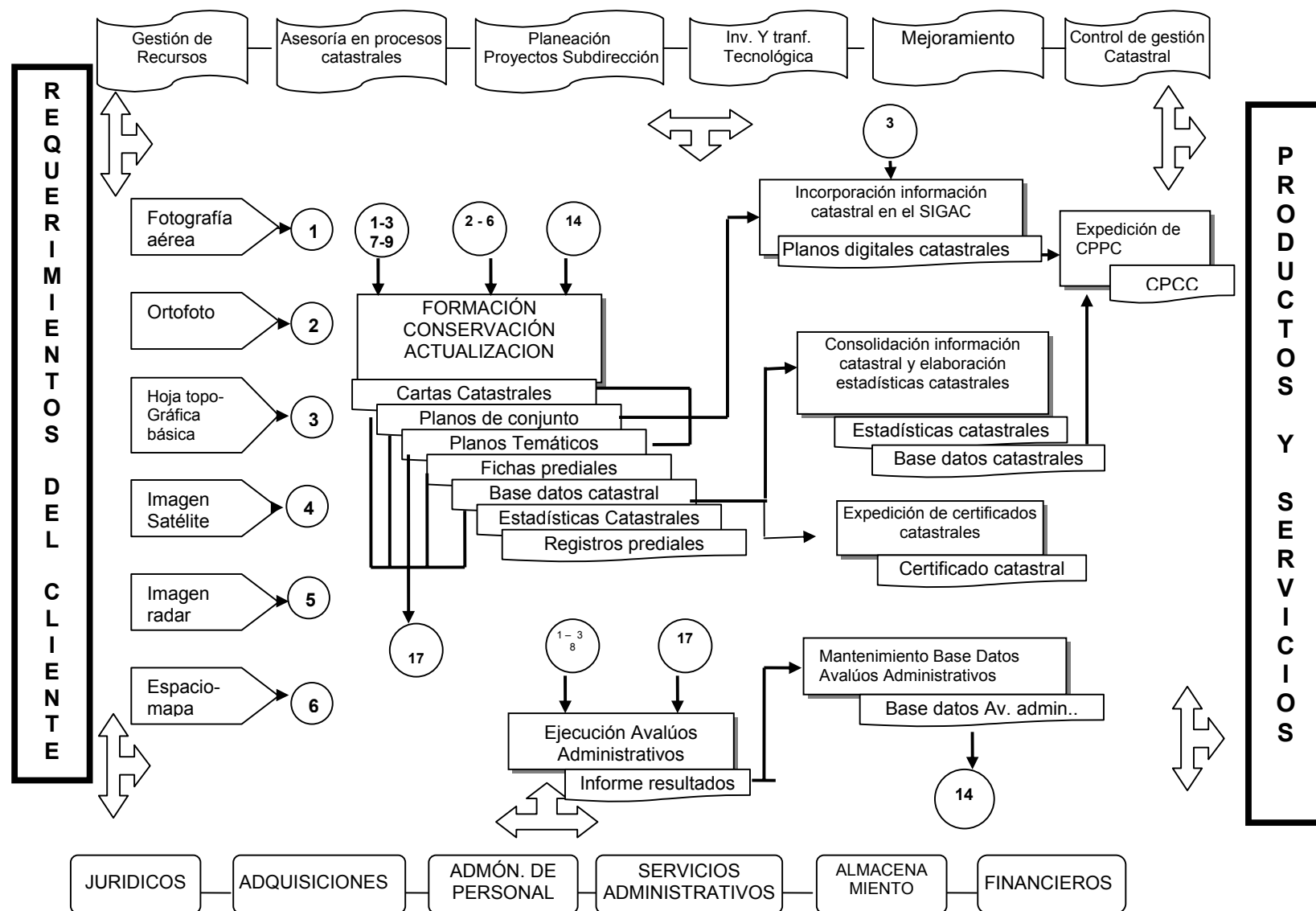
Fuente: IGAC, Sistema de Gestión de Calidad. Bogotá, 2002

Figura 5. Mapa de procesos nivel dos IGAC



Fuente: IGAC, Sistema de Gestión de Calidad. Bogotá, 2002

Figura 6. Mapa de procesos sub-catastro IGAC



Fuente: IGAC, Sistema de Gestión de Calidad. Bogotá, 2002

5.2 PROCEDIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA CATASTRAL RURAL EN COLOMBIA

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, es la máxima autoridad de Catastro de Colombia, sin embargo no es la única que realiza procesos catastrales. Existen entidades independientes, adscritas a entes territoriales, como es el caso de los Catastros de Medellín, de Antioquia, de Cali y el de Bogotá (Departamento Administrativo de Catastro Distrital – DACD).

Para el caso considerado y analizado en este documento, la Actualización de la Carta Catastral Rural, los procedimientos utilizados por las diferentes Oficinas de Catastro son los establecidos por el IGAC, que se han adaptado a las prioridades colombianas.

De manera general, la actualización de la formación catastral se desarrolla mediante las siguientes etapas:

- Reconocimiento predial que consiste en la verificación de los elementos físico y jurídico del predio, mediante la práctica de inspección catastral para identificar su ubicación, linderos, extensión, mejoras por edificaciones y precisar el derecho a la propiedad o de posesión.
- Elaboración preliminar de la carta catastral, que consiste en dibujar de manera preliminar la información recopilada en la inspección catastral (labor de campo), así como la elaboración del croquis del predio y el cálculo de áreas.
- Actualización de la carta catastral, que consiste en realizar la revisión y correcciones de la actualización y dibujar “en limpio”, de manera técnica, la carta catastral.

Las anteriores etapas fueron corroboradas con el funcionario encargado de los procesos de calidad de la subdirección de catastro del IGAC. Pueden presentar discrepancias con la literatura desarrollada por el Instituto, pero estas diferencias no son de fondo y mas bien están relacionadas con el nombre dado a sus etapas.

En el procedimiento de reconocimiento predial Colombiano, como se verá adelante, se caracteriza porque los resultados dependen en gran medida de la experiencia de quienes participan en las labores de campo y oficina, y la utilización de instrumentos de precisión para medida y dibujo (apoyo tecnológico) es casi ninguna.

Cabe anotar que para el caso de Bogotá, que tradicionalmente ha seguido los procedimientos IGAC, el DACD ha iniciado un proceso que podría denominarse de “modernización”, que tiene como producto principal la Actualización del Mapa Digital con múltiples propósitos. Esta “modernización” tiene un importante componente de actualización tecnológica en donde los procesos catastrales tendrán un avance significativo en el uso de tecnología de punta, siguiendo las tendencias mundiales.

A continuación se realizará una descripción de los procesos de Actualización Catastral del IGAC.

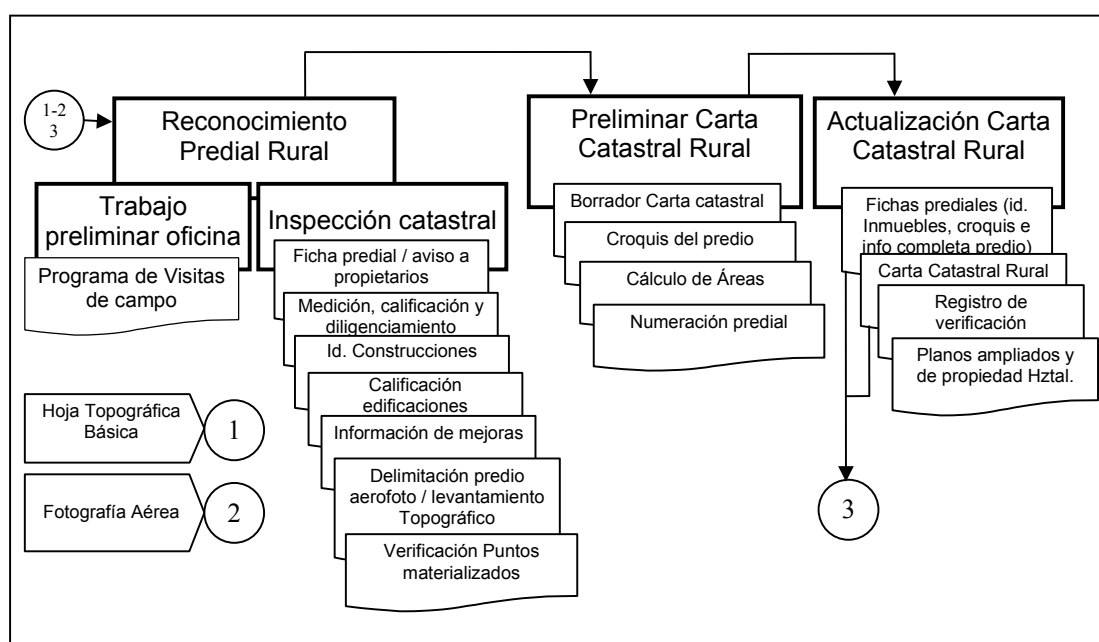
5.2.1 Documentación del proceso de Actualización Catastral en Colombia

Nombre del Proceso: Actualización catastral rural

Dependencia: Subdirección de catastro – Oficina de Formación Catastral

Fecha de levantamiento del proceso: 19 de febrero de 2004.

Figura 7. Esquema de actividades del proceso de Actualización Catastral Rural



Fuente: Los Autores

Tabla 11. Actividad 1: reconocimiento predial rural

Descripción de Proceso Actualización Catastral Rural	
1. Actividad: Reconocimiento Predial Rural	
Descripción:	Consiste en realizar una identificación en oficina de los sectores en los que se va a desarrollar la actualización y desarrollar la visita de inspección para identificar su ubicación, elementos físicos, y precisar el derecho a la propiedad o de posesión.
Responsable:	Comisión de actualización: • Jefe de formación • Supervisor o coordinador • Reconocedor y auxiliar

Descripción de Proceso Actualización Catastral Rural	
Documentos (requerimientos y productos)	<u>Documentos requeridos:</u> • Plano de conjunto del municipio con delimitación de veredas y sectores, a escala variable desde 1:25.000 a 1:100.000, según la extensión. Este documento es producto de restitución manual o digital. • Esquema o índice de vuelos que cubre el municipio. • Carta catastral en planchas a escala variable de 1:10.000 a 1:25.000, obtenidas de restitución manual o digital. • Fotografías aéreas ampliadas a escala adecuada al tamaño predominante de los predios • Fichas prediales de los predios ya inscritos • Fichas prediales en blanco (Formato 740-17-87) • Anexos de calificación (Formato 740-08-87) • Planos de parcelaciones aprobadas • Manual de procedimiento predial • Equipo de trabajo: Cinta métrica, Calculadora, Esfero negro, rapidógrafos, lápiz de grasa y colores (verde, azul y rojo), Escala, Escuadras de 45 y 60 grados, Planímetro.
1.1. Sub-Actividad: Trabajo preliminar de oficina.	
Descripción	Consiste en preparar los elementos necesarios para desarrollar de manera satisfactoria la visita de campo (inspección catastral), de la zona a hacer actualización. Esta subactividad tiene las siguientes tareas: • Conformación de comisión de actualización • Preparación de documentos catastrales para reconocimiento • Censo preliminar de predios para verificación de la ruta a seguir en campo • Confrontación de información para campo
Responsable:	• Supervisor o coordinador • Reconocedor y auxiliar
Documentos (requerimientos y productos)	<u>Documentos producidos:</u> • Programa de visitas de campo: localización de predios a visitar sobre fotografía aérea, y definición Ruta de recorrido y accesos
1.2. Sub-Actividad: inspección catastral	
Descripción	Es el trabajo de campo que se realiza para actualizar la información de los elementos físicos (ubicación, linderos, extensión, mejoras por edificaciones, etc.) y jurídicos (derechos de propiedad o posesión, etc.) de los predios del sector a actualizar. Comprende las siguientes tareas: • Incorporación de cambios surgidos en la propiedad por englobe o desenglobe • Diligenciamiento de ficha predial mediante entrevista a propietario, • Trazar linderos sobre fotografía aérea (Fotoidentificación de linderos) • Toma de medidas de las construcciones • Calificación de edificaciones (según metodología APRA), • Medir – calificar y diligenciar información de mejoras • Localización de construcciones no ubicadas, sobre fotografía aérea. • Resolución de conflictos limítrofes entre propietarios y poseedores o

Descripción de Proceso Actualización Catastral Rural	
	entre municipios (si se presentan
Responsable:	• Reconocedor y/o auxiliar
Documentos (requerimientos y productos)	<u>Documentos producidos:</u> • Ficha predial diligenciada (cuando se tiene acceso a predio) o formato de aviso a propietarios (cuando no se puede hacer inspección) • Identificación de construcciones del predio sobre la fotografía aérea • Croquis a mano alzada de construcciones, con anotación de medidas. • Formato de Calificación de edificaciones diligenciado para cada unidad de construcción. • Medir, calificar y diligenciar información de mejoras • Delimitación grafica del predio sobre la fotografía a escala adecuada ó Levantamiento topográfico en caso de minifundio de difícil localización en fotografía ampliada. • Verificación de puntos materializados (mojones), señalados sobre la fotografía aérea.

* **Foto-identificación de linderos.** Actividad desarrollada por el reconocedor. Consiste en trazar linderos predio sobre fotografía, realizar la delimitación gráfica del predio sobre fotografía aérea, verificar y señalar en fotografía puntos materializados (amarre).

Fuente: Los autores.

Tabla 12. Actividad 2: elaboración preliminar de la carta catastral

Descripción de Proceso Actualización Catastral Rural	
2. Actividad: Elaboración preliminar de la carta catastral	
Descripción	Consiste en dibujar de manera preliminar la información recopilada en la inspección catastral (manualmente y por comparación e identificación de detalles), así como la elaboración del croquis del predio y el cálculo de áreas.
Responsable:	• Dibujante
Documentos (requerimientos y productos)	<u>Elementos requeridos:</u> • Equipos de restitución (Generalmente se realiza por comparación e identificación de detalles) • Planímetro • Productos de la actividad reconocimiento predial
2.1. Sub-Actividad: elaboración de la carta catastral³ rural	

³ La Carta Catastral es la representación de los predios sobre de la Carta General elaborada por el Instituto Geográfico. IGAC, 2000.

Descripción de Proceso Actualización Catastral Rural	
<u>Descripción</u>	Esta subactividad tiene las siguientes tareas: • Transferencia de la información predial desde la fotografía aérea (escala en función de material y tamaño de predios) • Localización y representación de edificaciones en la carta, según leyenda de la carta general. (También son dibujados los predios en propiedad horizontal o condominios).
Responsable:	• Dibujante
Documentos (requeridos y producidos)	<u>Documentos producidos:</u> • Borrador de la carta catastral rural
2.2. Sub-Actividad: elaboración del croquis del predio	
<u>Descripción:</u>	Consiste en definir la estructura del predio y se soporta en las siguientes tareas: • Dibujar los límites del predio en tinta negra. • Ubicar la construcción, con un cuadro negro pequeño (■), atendiendo a la escala • Dibujar el lindero de los predios colindantes y anotar el número predial. • Resaltar accidentes naturales que son límites • Dibujar la norte en el sentido que corresponda; en general el dibujo se elabora indicando la norte hacia arriba del formato, pero hay casos en que es necesario rotar el dibujo por la extensión o forma del predio
Responsable:	• Dibujante
Documentos (requeridos y producidos)	<u>Documentos producidos:</u> • Croquis del predio
2.3. Sub-Actividad: Cálculo de Áreas	
<u>Descripción:</u>	Consiste en la determinación de las áreas del predio y las edificaciones que hacen parte del mismo. • Utilizando el planímetro se calcula el área del terreno sobre la carta catastral. Para el registro de áreas las unidades se toman en hectáreas. • El área de las edificaciones rurales se calcula con las medidas de campo, definiendo figuras geométricas simples, tal como se hace en el sector urbano y se expresa en metros cuadrados
Responsable:	• Dibujante
Documentos (requeridos y producidos)	<u>Documentos producidos:</u> • Área del predio sobre la carta catastral (hectáreas) • Área de edificaciones (m2)

Fuente: Los autores.

Tabla 13. Actividad 3: actualización de la carta catastral

Descripción de Proceso Actualización Catastral Rural	
3. Actividad: Actualización de la carta catastral	
Descripción	Consiste en realizar la revisión y correcciones de la actualización y dibujar “en limpio”, de manera técnica, la carta catastral
Responsable:	• Supervisor o coordinador • Reconocedor • Dibujante
Documentos (requeridos y producidos)	<u>Entrega de documentación</u> • Fotografía con delimitación de sectores, veredas y predios. • La carta catastral con los trazos e identificación de los sectores, veredas y predios. • Planos de ampliaciones de la carta y planos de propiedad horizontal. • Los boletines o fichas prediales de todos los inmuebles identificados, con información diligenciada y con sus respectivos croquis orientados y numerados. • Relación de numeración predial vacante
3.1. Subactividad: Revisión y correcciones	
Descripción	Consiste en confrontar en orden de número de predio las fichas prediales, la ampliación fotográfica y la carta catastral, verificando: • Numeración predial • Valor de la Escala corresponda con el anotado en la parte inferior de la carta. • Una correcta anotación de los predios colindantes • Orientación correcta del croquis del predio. • Coincidencia de la forma del predio en la ficha con la forma dibujada en la carta catastral y/o la ampliación fotográfica. • Verificación que todas las construcciones se encuentran calificadas y los anexos de calificación se encuentren en la ficha predial correspondiente. • Diligenciamiento en la ficha predial de las casillas de unidad, destino, puntos y área para la construcción y la casilla para área del terreno. • Diligenciamiento de la ficha matriz de las propiedades horizontales o condominios. • El número total de predios con relación al número de fichas prediales. • Que los empalmes de líneas entre planchas se encuentren bien diligenciados, en caso de que un predio, vereda o sector se encuentre en varias planchas. • Numeración correcta para el mismo predio en una plancha y otra. • Que todos los predios, veredas o sectores se encuentren numerados.
Responsable:	• Supervisor • Reconocedor
Documentos (requeridos y producidos)	<u>Documentos producidos:</u> • Registro de verificación firmado por el reconocedor • Reporte de no conformidades del proceso • Nueva Verificación con firma de registro nuevamente.

Fuente: Los autores.

5.2.2 Identificación de perfiles profesionales y rendimientos

Para el proceso de formación, conservación y **actualización catastral**, el IGAC ha establecido perfiles acordes al contexto en que se desarrollan estas actividades. A continuación se listan dichos requisitos.

Tabla 14. Perfiles profesionales

Profesionales requeridos	Perfiles
Supervisor o coordinador	Profesional en área a fin a catastro, o acreditar experiencia específica de cinco (5) años.
Reconocedor	Bachiller con curso de fotoidentificación, o dos años de estudios profesionales afines al catastro, o acreditar experiencia específica no inferior a dos (2) años.
Dibujante	Tecnólogo en dibujo o área a fin, que acredite experiencia específica de cinco (5) años.

Fuente: Los autores.

De acuerdo a la experiencia desarrollada por el Instituto, se han definido los rendimientos para las actividades dentro del proceso de actualización de la carta catastral rural.

Tabla 15. Rendimientos IGAC

Actividad	Características	Rendimiento estimado (norma-día)	Valor unitario máx. Por actividad
Proceso completo de actualización (oficina y campo)	Áreas > 300 Has.	4 predios	\$16.600
	Áreas entre 101 a 300 Has.	6 predios	\$11.000
	Áreas < 100 Has.	8 predios	\$8.300
Fotoidentificación	Áreas > 300 Has.	6 predios	\$11.000
	Áreas entre 101 a 300 Has.	9 predios	\$7.400
	Áreas < 100 Has.	12 predios	\$5.500
Trabajo de oficina. Elaboración preliminar de la carta catastral	Restitución (Foto-Carda)	50 predios	\$920
	Cálculo de Áreas	100 predios	\$420
	Dibujo de croquis y colindancias	80 predios	\$500
Coordinación		mes	\$1'380.000

Fuente: IGAC

5.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO IGAC DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA CATASTRAL RURAL

En la documentación del proceso catastral "Actualización de la Carta Catastral Rural" se identificaron los diferentes componentes del mismo. La caracterización

que se realiza en este capítulo se refiere a la evaluación de los aspectos tecnológico, precisión y costos del proceso, como base de referencia de las propuestas de mejora.

5.3.1 Tecnología

La actualización de la carta catastral tiene una baja utilización de tecnología. Aunque con insumos como la carta general creada con procesos de alta precisión y tecnológicamente adecuados, esto no indica un nivel de desarrollo o de avance en las técnicas o métodos de levantamiento y procesamiento de la información.

El proceso realizado se podría describir básicamente como manual. La captura de información (linderos, medición de construcciones, etc.) se hace mediante reconocimiento predial sobre fotografías aéreas por inspección predial y en casos complejos (como minifundios) se realizan levantamientos topográficos.

En la transferencia de linderos prediales de la fotografía a la carta catastral se realiza manualmente y por comparación de detalles. Ocasionalmente son utilizados procedimientos más técnicos como restituidores, pero no es lo más común, especialmente en las oficinas regionales de catastro donde hay menor disponibilidad de equipos de este tipo y el recurso humano es insuficiente (en cantidad).

5.3.2 Precisión

El procedimiento realizado para la actualización presenta variadas fuentes que contribuyen al error, los cuales disminuyen la exactitud posicional de los elementos cartografiados, es decir, cuánto difiere la posición representada del elemento con relación a su posición real en el terreno.

Las fuentes de error, van desde las aerofotografías utilizadas para el reconocimiento, que dependiendo de dinámica del suelo del sector y de la fecha del vuelo, pueden presentarse una diferencia importante con la imagen al momento de realizar la inspección.

Por otra parte se encuentra el proceso manual de trazo de los linderos de los predios sobre la aerofotografía que dependen del cuidado, la experiencia y habilidad del reconocedor.

La incertidumbre de la delimitación de los predios es otro elemento de error, Especialmente cuando en el país no se tiene una cultura de la cercas (de piedra, vivas, etc.) para la demarcación de propiedades, con lo cual se podría facilitar la identificación. Esto sumado a las condiciones topográficas extremas de la geografía del país como las llanuras, los escarpes o zonas boscosas (por mencionar algunos) que pueden en un momento dado no permitir una correcta identificación de linderos.

Por último, la transferencia de los linderos de la fotografía aérea a la carta catastral implica errores que contribuyen a disminuir la precisión de este producto, debido al procedimiento manual utilizado comúnmente en el país.

5.3.3 Costos

Los costos en los que se incurre en el desarrollo del proceso de actualización catastral deben incluir los valores de los insumos (partiendo de la cartografía base hasta su impresión), la infraestructura que soporta los procesos, los equipos y los costos directos de la actualización (personal, transporte, sostenimiento en campo, coordinación, elaboración de productos).

Si el proceso de actualización catastral requiere la conformación de nueva cartografía base, este insumo deberá ser contabilizado; para el caso de Bucaramanga, de acuerdo a los precios del IGAC del año 2003, el costo aproximado de elaboración de la cartografía base a escala 1:10.000 para el sector rural tiene un costo de \$3.296,00 por hectárea, en un proceso de 5 meses de duración para 15.400 hectáreas.

Considerando solo los costos directos del proceso de actualización (personal –de supervisión, campo y oficina–, transporte, sostenimiento en campo, coordinación, elaboración de productos), el costo estimado de actualización de la carta catastral rural con el proceso tradicional (no incluye la cartografía base), es de \$19,507 pesos por predio, con un rendimiento calculado por el IGAC de máximo 12 predios por día (para sectores con división predial menor de 100 hectáreas).

El IGAC en el presente año estimó que el valor de la actualización catastral urbana y rural para el Municipio de Bucaramanga es: \$910'000.000 (novecientos diez millones de pesos), con un tiempo de ejecución de 9 meses, teniendo en cuenta el porcentaje asignado al sector rural, la actualización de éste costaría: \$341'250.000 (trescientos cuarenta y un millones doscientos cincuenta mil pesos) incluyendo las etapas de:. Cabe anotar que el resultado final del proceso tradicional es análogo (en papel), no incluye salidas digitales

5.4 FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL PROCESO IGAC

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, a continuación se listan las debilidades y fortalezas identificadas en el proceso del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para la Actualización de la Carta Catastral Rural en Colombia.

Tabla 16. Fortalezas y debilidades del proceso IGAC

ACTIVIDAD	DEBILIDADES	FORTALEZAS
Reconocimiento	- Proceso manual, depende de habilidad del reconocedor - Temporalidad de los vuelos fotogramétricos dificultan la obtención de información mas actualizada	Experiencia institucional en el proceso.
Elaboración carta preliminar	Transferencia manual de linderos a carta general	
Actualización de la carta	Información solo disponible en formato análogo (papel)	

ACTIVIDAD	DEBILIDADES	FORTALEZAS
catastral rural	▪ Procesos de Calidad de los Datos no son aplicados.	
Generales	▪ Limitados recursos para estos procesos ▪ Los municipios no tienen la capacidad presupuestal para la actualización en los tiempos que lo estima la Ley ▪ Equipos de alta tecnología están centralizados en Bogotá ▪ Participación de otras instituciones no es fácil pues representa costos. ▪ Baja capacidad presupuestal de las seccionales ▪ Insuficiente disponibilidad de recurso humano (cantidad) ▪ Débil integración con otros organismos del estado para actualizar información física y/o jurídica de los predios	▪ Ha iniciado el proceso de Implementación de sistema de gestión de la calidad para el instituto. ▪ Acceso a espacios internacionales de discusión ▪ Experiencia del IGAC. ▪ Calidad de los profesionales del IGAC ▪ Soporte legal del proceso ▪ Proceso Cartográfico institucional

Fuente: Los Autores

6. ANÁLISIS Y MEJORAS

6.1 RECONOCIMIENTO PREDIAL

El Reconocimiento predial consiste en la verificación de los elementos físico y jurídico del predio, mediante la práctica de inspección catastral para identificar su ubicación, linderos, extensión, mejoras por edificaciones y precisar el derecho a la propiedad o de posesión, por eso se propone cambios en el proceso de ubicación e identificación de linderos.

6.1.1 Georreferenciación, ubicación

La georreferenciación de los predios está trabajada bajo el concepto de Fotoidentificación, en donde se georreferencia el predio y sus construcciones respecto a un elemento del paisaje.

Esta ubicación debe hacerse a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para garantizar la correcta ubicación, de la construcción y los vértices principales del predio.

El inconveniente que surge para que el trabajo con GPS sea eficiente con los sistemas de coordenadas pre existentes, es que, las posiciones obtenidas por GPS están referidas a elipsoides geocéntricos y no a los locales, generándose diferencias considerables entre las coordenadas GPS y las clásicas de un mismo punto. Esta situación, existente no solo en Colombia sino a nivel mundial provoca circunstancias adversas para la navegación, las aplicaciones científicas y las disciplinas técnicas comprometidas con la georreferenciación. En consecuencia, si varían las coordenadas geodésicas de un punto, habrá cambios en su representación cartográfica e incompatibilidades entre los mapas actuales y los obtenidos a partir de la técnica GPS.

Las principales causas de obsolencia de la cartografía actual y el dátum clásico se resumen en:

- Dátum Local vs Dátum Global
 - Deformación y ajuste parcial de la red clásica ARENA
 - Baja definición del modelo geoidal
 - Geodinámica
- a) Dátum Local vs Dátum Global. La definición clásica de los sistemas de referencia se hacía mediante la selección arbitraria de valores de latitud y longitud de un punto sobre la superficie terrestre, el cual era definido como origen o dátum local y su posición con respecto al centro de la Tierra variaba

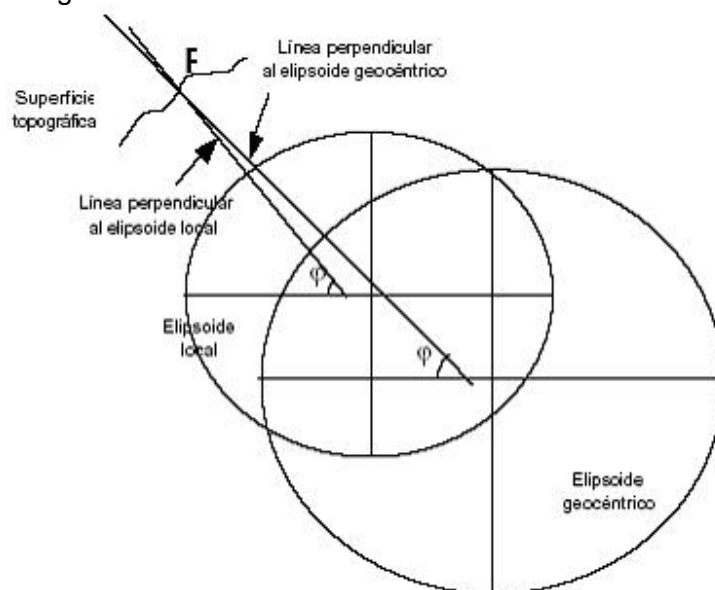
considerablemente de un lugar a otro. Es así como el Dátum Bogotá está desplazado 530 m del geocentro. .

El desarrollo de la Geodesia Espacial, ha permitido cualificar la definición de los elipsoides y ha complementado sus características geométricas con atributos físicos que los acercan más al comportamiento terrestre. De este modo, se han convertido en dátum globales o sistemas internacionales de referencia.

Estas condiciones permiten que un elipsoide sea definido no solo por el radio ecuatorial y el aplastamiento, sino también por otras cantidades físicas, por ejemplo el Elipsoide WGS84 (World Geodetic System – 1984) que es el que soporta la tecnología GPS.

Si el tamaño y la posición de los elipsoides de referencia varían, las coordenadas geodésicas para un mismo punto también varían (Figura 3). Por esto, al querer representar un levantamiento GPS sobre cartografía IGAC, se encuentran diferencias de, aproximadamente, 200 m en sentido Norte Sur y 300 m en sentido Este Oeste.

Figura 8. Datum global vs datum local



Fuente: IGAC, (1999) Nuevo Sistema Geodésico para Colombia

- b) Deformación y ajuste parcial de la red clásica ARENA. ARENA (Antigua Red Geodésica Nacional) fue construida mediante mediciones ópticas relativas de ángulos y distancias, a partir de puntos de control cuyas coordenadas fueron asumidas como fijas. De esta forma, los errores sistemáticos presentes en las coordenadas geodésicas iniciales fueron compensados como errores accidentales y distribuidos entre los nuevos vértices. De igual manera, en aquellas zonas despobladas del país, donde no existían puntos de control (estaciones astronómicas o vértices de primer orden), las triangulaciones fueron ajustadas parcialmente, generándose un desplazamiento relativo de las

estaciones. Es decir que las distancias, los ángulos y las coordenadas clásicas, son diferentes para un mismo punto si éste es derivado a partir de vértices distintos.

- c) Baja definición del modelo geoidal utilizado en la determinación del Dátum Bogotá. Desafortunadamente, debido a las condiciones de la época en que fue establecida la red, las alturas geoidales empleadas en la reducción de los datos presentan imprecisiones hasta de 80 m; el geoide puede imaginarse como la prolongación del nivel medio del mar en calma bajo los continentes y se usa para que las mediciones geodésicas que se realizan sobre la superficie terrestre sean representadas por coordenadas de los puntos ocupados definidas sobre el elipsoide; es decir, que estos puntos son desplazados desde la topografía hasta la superficie elipsoidal. Estas deformaciones en la posición vertical de los puntos se traducen en desplazamientos horizontales que pueden alcanzar varias decenas de milímetros.
- d) Geodinámica. Considerando que las posiciones geodésicas vigentes fueron determinadas hace más de 50 años, fácilmente, se presentan cambios de varios metros en las coordenadas de los puntos de control actuales debido a la naturaleza de la Tierra, ya que sus placas están moviéndose continuamente

Los cuatro aspectos anteriores generan, conjuntamente, las variaciones en las coordenadas de los puntos representados en la cartografía. Por esto, las divergencias entre los mapas actuales y los levantamientos realizados con GPS no son constantes; varían de acuerdo con la ubicación de la zona estudiada. Estos aspectos influyen directamente en la exactitud posicional que el proveedor del equipo GPS ofrece y la alcanzada en el trabajo.

El IGAC, ente rector de la Cartografía en Colombia, ha encontrado como la mejor alternativa para suplir estas deficiencias la definición de un nuevo marco de referencia que: actualiza la representación cartográfica del país, soporta la tecnología GPS, satisface las exigencias de precisión requeridas por sus usuarios y es compatible internacionalmente. Tal plataforma ha sido denominada MAGNA: Marco Geocéntrico de Referencia Nacional.

En este sentido, el nuevo Sistema Geodésico Nacional de Referencia deberá estar conformado por tres elementos: primero, una red permanente y activa que permita calcular continuamente coordenadas sobre la superficie terrestre para observar de manera constante la deformación del marco de referencia; segundo, una red básica que proporcione variaciones periódicas de sus coordenadas, facilitando la zonificación de los desplazamientos del marco de referencia y, finalmente, una red de densificación con la cantidad necesaria y adecuada distribución de estaciones para que sea accesible en cualquier lugar del país.

Esta red estará conformada por 12 estaciones GPS fijas de operación continua (Figura 8) referidas al Dátum SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrica para América del Sur). Las estaciones transmitirán los datos observados en tiempo real a la Sede Central del Instituto, donde serán procesados y puestos a disposición de nuestros usuarios. Su funcionamiento también permitirá establecer los vectores de

deformación cortical en Colombia; esto se traducirá en algoritmos de interpolación que cuantifiquen la variación temporal de las coordenadas del sistema geodésico de referencia y, a partir de los resultados, se pueda proporcionar a los usuarios un marco constantemente actualizado.

Las estaciones activas prestarán el servicio de base, y así los usuarios de GPS no tendrán que contar con al menos dos receptores para el desarrollo de sus levantamientos diferenciales.

Sin embargo, mientras que se establece y adopta MAGNA definitivamente, es necesario mantener la vigencia de la cartografía impresa y digital existente. Con este fin, la División de Geodesia ha desarrollado metodologías para el cálculo y aplicación de parámetros de transformación, que son un puente entre dicha cartografía y los levantamientos GPS

Los procesos de automatización catastral no pueden realizarse satisfactoriamente con las condiciones actuales. La formación y la actualización catastrales están representadas sobre una base cartográfica distorsionada que altera las formas y las áreas de los predios y dificulta la elaboración de sistemas de información catastral.

Para ejecutar el proceso se recomiendan receptores GPS de una frecuencia que cumplan con las siguientes características como mínimo:

- Marca internacionalmente conocida.
- Precisión planimétrica nominal en estático no inferior al 1.5 cm + 1ppm
- Precisión altimétrica nominal en estático no inferior a 2 cm + 2ppm
- Precisión Azimut (en segundos) en estático $0.2 + 1.7 / \text{long. de la base en Km.}$
- Precisión planimétrica nominal en cinemático no inferior al 2.0 cm + 1ppm
- Precisión altimétrica nominal en cinemático no inferior a 2.5 cm + 2ppm
- Precisión Azimut (en segundos) en cinemático $0.26 + 1.7 / \text{long. de la base en Km.}$
- Frecuencia sencilla
- 12 canales
- Software de cálculo y transformación de coordenadas con ajuste de red.
- Software para cálculo de coordenadas con los métodos estático diferencial, cinemático y pseudo cinemático.
- Software para ingreso de información a nivel SIG.
- Un Trípode en aluminio para cada receptor.
- Compra mínima 2 receptores con capacidad de almacenamiento de 4 MB cada uno y pantalla o display para la programación y monitoreo.
- Una base nivelante por cada receptor.

- Dos extensiones por cada receptor
- Un bastón por cada receptor.
- Una antena por cada receptor.
- Las respectivas baterías y demás accesorios como cables etc.

6.1.2 Identificación de linderos

En el proceso de identificación de linderos en campo, una vez georreferenciados su elementos principales, las distancias pueden medirse con un Medidor Laser de Distancias; éste es un dispositivo que permite la medición de distancias pequeñas con el uso de prismas o sin ellos, este dispositivo es muy pequeño casi del tamaño de una calculadora y posee un nivel que permite efectuar medidas horizontales.

Sus especificaciones deben ser las siguientes:

- Rango de medición de distancias 100 metros.
- Nivel “Ojo de pollo” para efectuar mediciones horizontales
- Terminal RS-232 para la transferencia de datos
- Precisión de las medidas $\pm(3 + 50 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$.

Su aplicación reemplazaría la tradicional cinta métrica, ofreciendo la garantía de medidas horizontales aumentando la precisión ya que para mediciones largas solo se requiere una sola toma de datos.

6.2 FOTOGRAMETRÍA

Cuando el proceso requiera restitución, se recomiendan contar con estaciones fotogramétricas digitales que cumplan con las siguientes características como mínimo con respecto al software:

- Permitir la observación y captura de datos estereoscópica.
- Captura de datos tridimensionales y con doble precisión.
- Permitir la observación estereoscópica conjunta del modelo y la información vectorial.
- Permitir en las orientaciones interna relativa y absoluta la transformación affine.
- Tener módulos de restitución, aerotriangulación en bloque combinada, modelos digitales del terreno, generación de ortofotos, mosaicos, ortofotomapas.
- El módulo de restitución permitir la orientación de modelos de fotogrametría terrestre e imágenes de satélite aplicando los algoritmos y correcciones específicos para este tipo de imagen.
- Permitir la importación y exportación de archivos al software SIG institucional.

- El módulo de aerotriangulación deberá permitir generar y almacenar los datos de los elementos de orientación de modelos en formato bluh.
- El módulo de restitución deberá permitir la importación de los datos de los elementos de orientación de modelos en formato bluh.
- Deberá permitir la importación y exportación archivos de imágenes en una gran gama de formatos.

Y que cumplan con las siguientes características como mínimo con respecto al hardware:

- Computador pentium IV o AMD de 1.7 Giga Hertz.
- Memoria RAM de 500 Mb.
- Disco duro de mas de 60 Gb, en lo posible dos o mas discos
- Unidad de CD lecto-escritora
- Teclado
- Muose de tres botones con rueda
- Mouse 3D.
- Monitor a color de alta resolución de 21"
- Gafas de cristal líquido con cable a la tarjeta o con sensor de rayos infrarrojos
- Tarjeta de video recomendada por el fabricante del software
- Emisor de rayos infrarrojos
- Pantalla de filtrado de frecuencias y gafas con filtros
- Esteroscópio de espejos para estación digital

Todos estos implementos son una generalidad, la adquisición de ellos depende de las recomendaciones del fabricante del software.

6.3 EL PRODUCTO

Algunas causas de los desplazamientos en los mapas existentes son: movimiento de placas debido a las fuerzas tectónicas y que las actualizaciones de los mapas se realizaron en épocas distintas con metodologías, precisiones y tecnologías distintas

Se identifica también como un problema relacionado con los productos gráficos la falta de mantenimiento de la red geodesica nacional. Un estudio del IGAC de Septiembre del 2002 presenta que hay 444 puntos destruidos en el país. Algunos de ellos fueron desplazados y utilizados posteriormente como amarre en las actualizaciones de cartografía base sobre la cual se dibuja la catastral.

De acuerdo con la Resolución 064 del Enero de 1994 del IGAC se permite a nivel nacional para la escala 1:25000, obtener un promedio de 3.75 m. de error medio cuadrático en X,Y y 6.25 m. error máximo en X,Y,Z. Se permite una tolerancia de 12.5 m. para el 90% de los puntos.

El 90% de los puntos extraídos del mapa, con excepción de aquellos que necesariamente son desplazados por la exageración de la simbología (generalización cartográfica), deben estar localizados dentro de 0.5 mm a la escala de plano de sus posiciones verdaderas.

Tabla 17. Ejemplo de valores de error tolerados para una escala

Error	Escala	Posicional	Altitud
Error instrumental	1:25000	3.75 mt.	3.75 mt.
Error del mapa final	1:25000	12.5 mt	12.5 mt.

Fuente: Los Autores

6.4 EL PROPÓSITO DEL CATASTRO

6.4.1 El catastro fiscal

El catastro fiscal enfoca en la propiedad de la tierra y valora con el propósito controlar los impuestos. Los archivos de la tierra en este formato catastral normalmente incluyen:

- El nombre del dueño y su identificación
- Una descripción de la tierra
- El tamaño de la parcela
- El valor de avalúo de la parcela
- Un registro de mejoras

6.4.2 El catastro legal

Estrechamente asociado con el catastro fiscal el catastro legal incluye los archivos acerca de los intereses de propiedad sobre las parcelas. En la práctica, hay solapamientos y duplicación entre los catastros fiscales y legales. Los archivos legales contienen:

- El nombre de dueño actual y su identificación,
- La descripción legal de la propiedad
- La historia de propiedad de la parcela
- Las escrituras
- El título

- Resumen legal y restricciones legales (por ejemplo de transferencia y derechos de propiedad, e hipotecas)

6.4.3 El catastro multipropósito

Los catastros fiscales y legales son de valor limitado para administradores, gerentes y proyectistas que toman decisiones que involucran recursos naturales, uso de la tierra o consideraciones de la infraestructura (bomberos, policía, ambulancias, atención de desastres, etc.). Estos especialistas necesitan información adicional, fiable sobre la tierra que debe incluir:

- El valor de la tierra y aspecto
- Características del suelo
- Uso actual y cobertura vegetal
- Construcciones
- Accesos viales
- Servicios públicos
- Restricciones de uso y aprovechamiento legales

Los archivos de la tierra que contienen esta diversidad de información reciben el nombre catastros multipropósito. Es este tercer tipo de catastro es el que está atrayendo actualmente la atención de los administradores medioambientales, gerentes y proyectistas.

6.5 TENDENCIA GENERAL DEL CATASTRO, UNA NUEVA DEFINICIÓN

A nivel mundial la tendencia en el campo técnico, es la automatización de los sistemas y la digitalización de la información. El trabajo en red y el establecimiento de bases de datos son básicos para la misma tendencia hacia la era digital.

Las tendencias desde un punto de vista legal también están dominadas por el movimiento hacia la era digital con el establecimiento de catastros multipropósitos, por lo general llamados Sistemas de Información Territorial – SIT (Land Information Systems - LIS).

La definición de una nueva legislación y de nuevos modelos financieros son tendencias posteriores en aspectos legales.

Las tendencias, desde el punto de vista de la organización, indican que se puede dar la integración de diferentes administraciones que tratan con el territorio o con información territorial. Esto se confirma por otra tendencia que dice que los sistemas catastrales podrían vincularse con información ambiental y el monitoreo de recursos.

La era de la Nueva Administración Pública es confirmada de alguna forma por las tendencias hacia la desregulación de las rígidas estructuras públicas y un mayor

compromiso del sector privado. Otras tendencias, tales como la reducción del personal y mejor recuperación de costos, apoyan esta afirmación.

A nivel mundial, pese a que los propósitos de las reformas a los sistemas catastrales difieren de país en país, existen aspectos comunes. Los proyectos de reformas buscan:

- Mejorar los servicios al cliente con un incremento de la eficiencia y una mejor relación costo/beneficio
- Involucrar más al sector privado
- Suministrar mayor información y de mejor calidad
- Suministrar información que sea lo suficientemente certera
- Tener la información disponible en el momento adecuado

Las tendencias en desarrollo de los sistemas catastrales son:

- La transformación de los registros de información territorial a formato digital.
- La introducción del sistema de registro por título de propiedad en lugar de sistemas de registro por inscripción de los documentos de las transacciones.
- La inclusión del catastro en sistemas de información territorial por medio de la vinculación de diferentes bases de datos.
- La unificación de los sistemas de registro de la propiedad real y de la propiedad territorial. En Colombia correspondería a la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos y la Subdirección Catastral del IGAC.
- La reducción de personal en las organizaciones catastrales y de manejo territorial.
- La regionalización y la participación activa del sector privado.
- La introducción de mecanismos de recuperación de costos, para al menos cubrir los costos de procesamiento o recuperar los costos de inversión.

El Catastro es⁴ un inventario público, metódicamente ordenado, de datos concernientes a propiedades de un determinado país o distrito, basado en la mensura de sus límites. Las propiedades son identificadas de manera sistemática por medio de alguna designación distintiva. Los límites de la propiedad y el identificador de la parcela se indican normalmente en planos a escala grande, que, junto con otros registros, pueden mostrar para cada propiedad distinta, la naturaleza, el tamaño, el valor y los derechos legales asociados con la parcela. El Catastro responde a las preguntas de dónde y cuánto.

⁴ Todas las definiciones presentadas en este ítem son tomadas de: Cadastre 2014, A Vision For A Future Cadastral System, documento de la comisión 7 de la Federación Internacional de Catastro (FIG).

El registro territorial es el proceso de registrar oficialmente los derechos territoriales a través de la inscripción de los documentos de transacciones o de los títulos de propiedad. Significa que existe un registro oficial de derechos vinculados al territorio o de documentos portadores de transacciones concernientes a los cambios en la situación legal de unidades territoriales definidas. Responde a las preguntas de quién y cómo. En Colombia, este proceso se realiza ante la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos)

El registro territorial y el catastro por lo general se complementan entre sí, operando como sistemas interactivos. El registro territorial pone en principio acento en la relación sujeto-derecho, mientras que el catastro pone acento en la relación derecho objeto.

En otras palabras: el registro territorial responde a las preguntas de quién y cómo mientras que el catastro responde a las preguntas de dónde y cuánto.

Dado que el registro territorial y el Catastro se complementan el uno al otro, el término "registro inmobiliario" es utilizado habitualmente para indicar que estos dos componentes deben ir juntos como una sola cosa.

Se proyecta, entonces cómo deberá ser el catastro en el mundo para el año 2014, y hace definición se le conoce como "CATASTRO 2014".

El Catastro 2014 es un inventario público, metódicamente ordenado, de datos concernientes a todos los objetos territoriales legales de un determinado país o distrito, basado en la mensura de sus límites. Tales objetos territoriales legales se identifican sistemáticamente por medio de alguna designación distintiva. Éstos se definen por ley, correspondiente al derecho público o privado. La delimitación de la propiedad, el identificador, junto con la información descriptiva, pueden mostrar para cada objeto territorial distinto, la naturaleza, el tamaño, el valor y los derechos o restricciones legales asociados con el objeto territorial.

Además de esta información descriptiva que define a los objetos territoriales, el Catastro 2014 contiene los registros oficiales de derechos sobre los objetos territoriales legales. El Catastro 2014 puede responder a las preguntas de dónde y cuánto, y quién y cómo. El Catastro 2014 puede reemplazar a las instituciones tradicionales de "Catastro" y "Registro Territorial". Representa un sistema amplio de registración territorial.

La anterior definición respalda el concepto del catastro multipropósito, así como las tendencias citadas en el numeral 7.5 de esta obra.

6.6 CARACTERÍSTICAS DEL CATASTRO

Basándose en estudios de los sistemas catastrales existentes la FIG formuló seis declaraciones que identifican las características que el catastro debe cumplir en los siguientes veinte años (desde 1994 al 2014).

Estas seis declaraciones trataron la misión y el contenido, la organización, el desarrollo técnico, la privatización, y la recuperación del costo de los sistemas catastrales. Estas declaraciones han sido las pautas para la definición del Catastro 2014; y se presentan a continuación.

6.6.1 Misión y Contenido del Catastro

El Catastro 2014 indicará la situación legal completa del territorio, incluyendo el derecho público y restricciones. Para garantizar la seguridad del derecho de propiedad, todos los hechos sobre el territorio deben ser evidentes en el sistema catastral del futuro; es decir debe incluir las restricciones que se imponen al territorio por ley, en beneficio del derecho público. Estas restricciones definen áreas adonde se permiten o prohíben ciertas cosas. Los límites de estas áreas, en principio son independientes de los límites de la propiedad privada, pero tienen un impacto sobre el posible uso del suelo. Estas definiciones, bajo el derecho público pueden tener un impacto sobre el derecho de propiedad, pero dado que no son parte del registro oficial no son la materia del principio de publicidad.

Los ciudadanos y las organizaciones que estén interesados pueden encontrar información de la propiedad sobre una porción de territorio en el registro territorial. Pero deben esforzarse más para conseguir información sobre otros derechos y restricciones que tengan efecto en la situación legal, realizando una búsqueda en distintos organismos gubernamentales.

El proceso de definición de límites de los derechos y restricciones definidos bajo la legislación pública corresponde al principio de consentimiento, porque va de acuerdo a reglas legales democráticas. Pero no existe comprobación de límite, comprobación de título, ni inscripción en un registro legal oficial. Por consiguiente, se violan los principios de inscripción registral, de especialidad y de publicidad.

Mientras que la seguridad legal en un sistema de registro territorial basado en el catastro, ronda o incluso supera el 100% para el derecho privado, está cercano al 0% para las restricciones sustentadas en el derecho público.

LOS PRIVADOS TIENEN QUE HACER TODO PÚBLICO EN CAMBIO LOS PÚBLICOS NO LO HACEN.

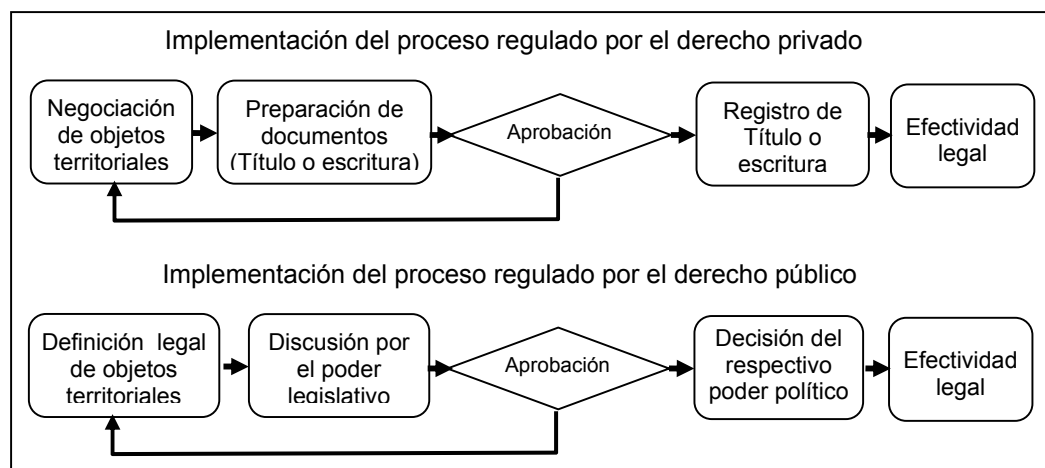
El Catastro 2014 debe documentar, de manera segura, todos los aspectos legales del territorio, de esta manera, la seguridad de la tenencia de la tierra, el uso del suelo y el manejo de los recursos, serán mantenidos a la vista de los propietarios de inmuebles y de las sociedades en su conjunto.

Con estas consideraciones deberán establecerse procedimientos idénticos para los Objetos Territoriales correspondientes al Derecho Privado y Público, como muestra la figura siguiente.

En este sistema, no es el documento de la transacción el que está registrado. El derecho referido a la parcela, el título de propiedad, es registrado conjuntamente

con las indicaciones sobre el legítimo demandante con relación a los objetos territoriales. El sistema de título de propiedad está asociado al territorio.

Figura 9. Procesos planteados para la implementación del registro territorial



Fuente: FIG. Cadastre 2014

El Catastro 2014 pone el objeto territorial legal en el centro y le adjudica el derecho al objeto territorial. Esta definición corresponde al método de título de propiedad.

El proceso de transferencia de derechos a los objetos territoriales legales en el caso del derecho público, corresponde a la creación de un título de propiedad en el nombre de la sociedad como demandante. Por consiguiente, es mucho más fácil registrar el título de propiedad en el derecho público que inscribir un documento de una transacción. El sistema de registración de los documentos de transacciones no debe ser considerado como una alternativa posible. Para los derechos territoriales tradicionales, un título se crea normalmente como resultado de una decisión política.

El Catastro 2014 que trata con objetos territoriales legales bajo las leyes tradicionales, y de derecho privado y público, reconoce sólo el registro de título de propiedad para los derechos territoriales. El objeto territorial legal se registra con el legítimo demandante y los parámetros del derecho que a él se refieren.

6.6.2 Organización del Catastro

Los sistemas catastrales tendrán que tener una estructura de organización adecuada para cumplir con los futuros requisitos de los individuos y las sociedades. La separación entre mapas y registros será abolida. Esta separación fue necesaria porque la tecnología disponible no permitía otro tipo de soluciones.

La mayoría de los países posee un sistema de inscripción inmobiliaria que consiste en los componentes de catastro y de registración territorial. De la parte catastral se ocupan normalmente los agrimensores, mientras que los notarios y los abogados se ocupan de la

parte referida a la registraci3n territorial. Esta subdivisi3n a menudo produjo dos unidades organizacionales diferentes que tratan el mismo tema.

Una ventaja de este tipo de organizaci3n es un cierto control cruzado que puede ayudar a eliminar errores. Las desventajas son:

- El sistema es pesado. Los participantes en el mercado inmobiliario tienen que dirigirse a dos autoridades diferentes para las transacciones inmobiliarias.
- La informaci3n en parte es redundante, lo que crea el riesgo de inconsistencias.
- Cada unidad org3nica tiene sus propias tasas, para por lo menos recuperar en parte el costo de mantenimiento del sistema.

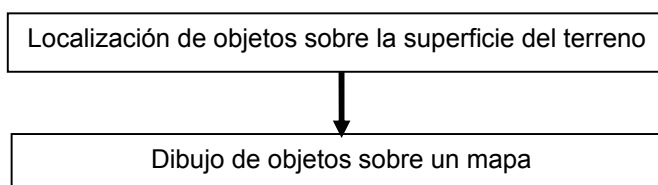
6.6.3 El cambio de rol de los planos en el Catastro

Los mapas siempre han sido modelos, pero la tecnolog3a disponible no permit3a el uso de esos modelos de manera flexible. La cartograf3a tradicional tiene que conformarse en diferentes escalas, y estas tienen que representarse a trav3s de distintos modelos de datos.

La tecnolog3a moderna facilita la creaci3n de mapas a diferentes escalas y registros alfanum3ricos en diferentes formas a partir del mismo modelo de datos. Los mapas perder3n la funci3n de almacenamiento de informaci3n. En el futuro servir3n simplemente para representar informaci3n derivada de datos almacenados en bases de datos.

El proceso de mensura y representaci3n cartogr3fica estaba caracterizado como se indica en la siguiente figura.

Figura 10. M3todo tradicional de elaboraci3n de mapas

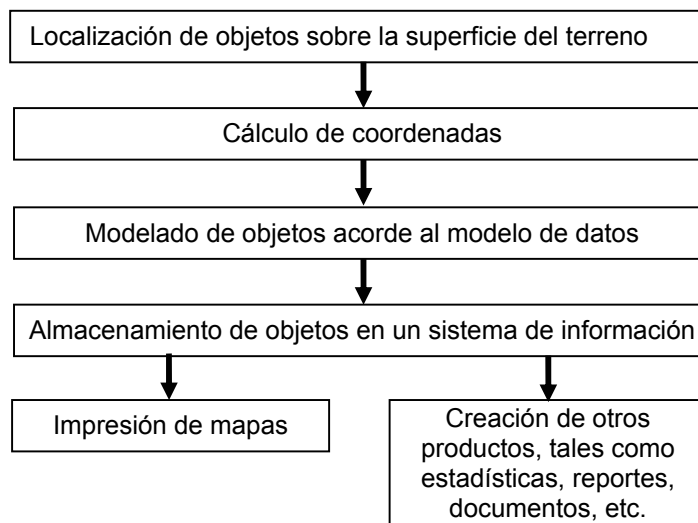


Fuente: FIG, Cadastre 2014

Con la utilizaci3n de tecnolog3as de informaci3n, el proceso cambia sustancialmente. La determinaci3n de las coordenadas del objeto se hace m3s f3cil con GPS y los m3todos de teledetecci3n, y la representaci3n directa de objetos en un plano es reemplazada por la creaci3n de objetos en un sistema de informaci3n. El resultado de este proceso es un modelo de datos del mundo real. A partir de este modelo se crean planos utilizando funciones de representaci3n operando dispositivos de dibujo. (Ver Figura 11)

Lo anterior tambi3n significa que los l3mites est3n ubicados por coordenadas y no por una descripci3n de las caracter3sticas de los l3mites.

Figura 11. Método de creación de mapas como salida de un modelo de datos



Fuente: FIG, Cadastre 2014

Este nuevo procedimiento tiene varias ventajas:

- La flexibilidad en la representación de información del modelo de datos. El tipo, la escala, y el contenido de una representación pueden escogerse de acuerdo a las necesidades.
- La información se almacena una vez y diferentes productos se derivan de los mismos datos.
- El modelo digital es fácil de manejar, y los datos que representan al modelo no pueden ser destruidos físicamente como sucede con los planos tradicionales.
- La distribución y la publicación de la información catastral es posible gracias a la ayuda del intercambio de modelos de datos digitales.

6.6.4 Tecnología de la información en el Catastro

La tecnología geomática será la herramienta normal para el trabajo catastral, en conjunción con procedimientos administrativos adecuados, proveerán soluciones reales de bajo costo.

El manejo de objetos espaciales requiere de soluciones de software más sofisticadas que los asientos en libros o registros, pero el progreso en este campo se está acelerando. Los objetos espaciales hoy en día no están lejos de volverse objetos normales en el procesamiento de la información. Los componentes espaciales de los objetos en modelos orientados a objetos son nada más que atributos que definen la situación y la forma del objeto.

Un ejemplo de la definición de objetos espaciales y modelos es el lenguaje de descripción de datos suizo INTERLIS que hasta ahora ha sido la única herramienta

realmente operacional para describir esquemas conceptuales. Esta herramienta utiliza la técnica de definición de los datos, compilación, y generación automática de formato.

6.6.5 El sector público y el sector privado trabajarán en conjunto

Dentro de las tendencias mundiales de desregulación y privatización, las tareas que hasta ahora eran manejadas por el sector público, están transfiriéndose al sector privado. Los sistemas públicos tienden a ser menos flexibles y orientados al usuario que las organizaciones privadas.

Las economías de mercado requieren flexibilidad en el mercado inmobiliario y en la planificación y uso del suelo. Dicha flexibilidad podría ser provista en mejor forma por instituciones privadas. Sin embargo, por necesaria seguridad, es indispensable que el sector público esté involucrado. El sector privado ganará importancia. El sector público se concentrará en tareas de supervisión y control.

6.6.6 Recuperación del costo en el Catastro

Los sistemas catastrales necesitan para su desarrollo de una considerable inversión, pero la documentación territorial y la seguridad que brinda un catastro representa un múltiplo de la inversión. Los costos de operación y de inversión deben ser reembolsados, al menos parcialmente, por los usuarios. El análisis costo/beneficio será un aspecto muy importante en la reforma catastral y su implementación.

Debe introducirse un mecanismo de control que considere los costos y beneficios reales del sistema, separe las tasas y los impuestos, y refleje en posibilidades de cómo el costo del sistema puede ser cubierto por las tasas adecuadas.

6.7 EVOLUCIÓN DEL PROCESO

Debido a las condiciones legales, presupuestales y organizacionales en Colombia, el paso a una concepción catastral diferente con procesos integrados debe ser gradual.

En primera instancia, deben orientarse los esfuerzos a que la información actual, aún con sus limitaciones de precisión, se pueda encontrar totalmente en formato digital; lo que implica la digitalización de las planchas existentes y el almacenamiento en una base de datos, de por los menos, lo que se consideraría lo básico de la ficha predial, aquellos datos que son indispensables para el intercambio de información institucional: número catastral, matrícula inmobiliaria, identificación del propietario, nombre del propietario.

Para los procesos de rectificación o actualización parcial, es recomendable implementar la toma de datos con GPS y el medidor láser de distancias.

Si la renovación del catastro rural municipal es total, al menos en lo concerniente a los datos básicos de la ficha y la representación gráfica del predio, debería implementarse el proceso modernizado. En todo caso para nuevos desarrollos no es conveniente continuar con el proceso tradicional.

Esta primera implementación del proceso podría no incluir el concepto de almacenamiento de coordenadas en el modelo de datos y no de mapas, podría hacerse la producción de coberturas gráficas para almacenamiento a partir de la toma de datos con GPS y dejar el concepto del modelo para una instancia mas avanzada del proceso de modernización.

El diseño del modelo de datos, sus pruebas, su implementación y además de ello el rediseño de los procesos administrativos que lo soporten; requieren investigación profunda. De otra parte, deben sustentarse sobre bases legales que deben ser impulsadas en el poder legislativo por los expertos en el tema.

En el contexto de dar más participación al sector privado, se encuentra la participación de las empresas de servicios públicos en la asignación de recursos para la conformación de los mapas base municipales. Además para la reducción de costos y tiempos, el trabajo de campo de las actualizaciones catastrales deberá realizarse a través de la contratación tecnólogos y profesionales de empresas privadas por concurso o por intermedio de asociaciones gremiales.

Si es necesario suplir una deficiencia de equipos, como los GPS, puede estudiarse la posibilidad de que a través de convenio las empresas interesadas en los productos (servicios públicos y corporaciones autónomas regionales) aporten sus equipos para la realización del trabajo masivo.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los catastros juegan un papel importante en todos los países de economía de mercado. La administración de derechos de acceso a la tierra en combinación con la descripción espacial de estos derechos al nivel de parcelas y propiedades forma una base importante en la administración pública. La administración legal, fiscal y espacial, forma un fundamento en la sociedad moderna. Es la competencia y responsabilidad de los catastros y registros de propiedad mantener y administrar esta información. Su manejo integrado es parte importante en una Infraestructura de Datos Espaciales. En el ámbito de Latino América el tema de establecer normas y estándares para la infraestructura de datos espaciales tiene un buen progreso. El IGAC juega un papel importante en la promoción de este tema en Latino América en el contexto de las Naciones Unidas.

La dinámica de la sociedad es tal que muchos cambios ocurridos en uso y derechos no han seguido los trámites normales, como es el de registrarlos en registros públicos y catastro. Los catastros se ven por lo tanto frecuentemente confrontados con una realidad que no está bien reflejado en los registros públicos.

Proyectos de actualización catastral han recibido mucho apoyo de entidades nacionales e internacionales. El objetivo de estos proyectos es, en muchos casos, actualizar la información catastral como base para una revisión de los impuestos al inmueble / propiedad. A la vez los proyectos tratan de dar acceso a la información espacial y legal para otros usos y usuarios. Información sobre el territorio y la relación tierra-persona (la sociedad) en formato digital se presta para ser combinado con otros temas espaciales.

El progreso en sistemas de información espacial y en la captación continua de información de la tierra mediante sensores remotos, ha creado un entorno en que se puede realizar nuevas formas de explotación de la información espacial.

Un proyecto de actualización catastral, por lo tanto, tiene una importancia que va mucho mas allá de lo tradicional (legal – avalúo - fiscal), para desarrollarse hacia la vértebra de la infraestructura de información espacial en la cual la información social (estadística- económica) se deje acoplar.

El catastro y sus bases de datos nacionales o regionales juegan un papel importante las infraestructuras de datos espaciales nacionales e internacionales. Sería útil la definición de un volumen mínimo de campos de una base de datos catastral (requerimientos para una ficha predial única), que facilite el trabajo Supra-regional.

Es fundamental que la cartografía cumpla en su totalidad con todos los elementos de calidad aplicables de manera que se le preste un servicio de óptima calidad a los usuarios.

Este documento puede desactualizarse en un tiempo relativamente corto ya que los desarrollos tecnológicos mundiales son realmente dinámicos.

Es preciso que se defina la escala, según las necesidades de los usuarios. Debe tenerse en cuenta que solamente sirve para la representación gráfica de la información contenida en las diferentes capas de la base de datos, pero entre mayor sea esta, mayores serán los costos de producción. La necesidad debe justificar la escala. La escala aplica solamente para los productos gráficos. La base de datos no tiene escala, tiene solamente una precisión equivalente a una escala definida.

Los sistemas catastrales en los países desarrollados intentan ser demasiado perfectos. Este perfeccionismo resulta en procedimientos más pesados y servicios lentos y costosos. Como consecuencia, un objetivo de los proyectos de reforma catastral es mejorar los servicios de los sistemas catastrales.

La automatización de los sistemas catastrales es vista como una herramienta apropiada para mejorar el desempeño de los sistemas catastrales. Sin embargo, la automatización en los sistemas tradicionales sin rediseñar los aspectos de procedimiento, puede dar como resultado el fracaso en el desempeño.

La innovación de los sistemas catastrales tiende a darse en la dirección de que los sistemas catastrales serán incorporados en sistemas de información territorial. La orientación principal tiende al catastro multipropósito.

La perspectiva general es que: El "Catastro 2014" brindará una documentación completa de derechos y restricciones públicos y privados para los propietarios y usuarios del territorio. Será incorporado en un sistema de información territorial más amplio, completamente coordinado y automatizado, estrechamente vinculado a los registros de la propiedad y al catastro. Esta tarea continuará siendo pública, pese a que el trabajo operativo se hará por medio de organizaciones privadas, y tendrá una recuperación de costos de un 100%.

El planeamiento del uso del suelo define objetos territoriales legales que pueden tener el efecto de restringir el derecho de propiedad; regular el uso del suelo. Si tales objetos territoriales se superponen a derechos de propiedad territorial, el efecto puede ser que la tierra se devalúe. En algunos casos, el valor de una propiedad puede volverse nulo. Esto significa que una porción de territorio como tal ya no puede ser un objeto en el mercado inmobiliario.

A pesar de que la promulgación de las leyes que definen estos objetos territoriales respetan los cuatro principios del catastro: inscripción registral, consentimiento, publicidad y especialidad a lo largo del proceso de adjudicación, no se mantienen después de finalizado éste.

Las decisiones de adjudicación, documentadas en planos, no se hacen públicas dentro de un sistema de administración territorial oficial. Estas decisiones se mantienen con las autoridades a cargo. La falta de un inventario público ordenado de todos estos aspectos crea una falta de seguridad para los propietarios de las tierras y las autoridades.

Esto resulta en: condiciones pobres para el crédito a fin de adquirir tierras (créditos hipotecarios); problemas para un mercado inmobiliario transparente; arbitrariedad, corrupción, y disturbios políticos.

La modernización del Catastro deberá ser una tarea cooperativa entre los sectores público y privado. El compromiso del sector público debe estar orientado a asegurar que el sistema tenga la continuidad necesaria y debe enfocar su actuación en la supervisión de los procesos. El sector privado, debe responsabilizarse de llevar a cabo el trabajo operacional, incorporando al sistema eficiencia y flexibilidad. La división del trabajo garantizará además que los intereses territoriales públicos y privados se mantengan en equilibrio. El Catastro además deberá tener una estructura económica que le permita recuperar la inversión y los costos de mantenimiento. La recuperación de costos y los asuntos de privatización son cada vez más importantes en su contexto.

Según el análisis realizado en esta monografía, el proceso tal como existe, no tiene forma de subsistencia eficiente, debido a los recursos tecnológicos empleados, a los recursos financieros con que cuenta la organización (IGAC) y los recursos legales. Se encuentra que existe un gran conocimiento en el nivel central de la organización (Bogotá), pero las restricciones presupuestales y organizacionales llevan a restricciones tecnológicas. A la fecha el IGAC, en sus regionales, aún realiza propuestas de actualización por el método tradicional.

Este documento suministra lineamientos acerca de la calidad de la información grafica del catastro bajo la óptica nacional e internacional, teniendo en cuenta los productos que se generan y aunque la norma que estipula dichos parámetros para Colombia aún no se ha hecho oficial, es conveniente que al momento de su publicación, sean tenidos en cuenta los elementos que allí se estipulen para el mejoramiento del presente documento.

Los estándares de este documento presentan una total concordancia con el nivel de desarrollo tecnológico de la actualidad, por eso parecieran ser más exigentes que los que se presentan en las resoluciones 63 y 64 de 1994 emitidas por IGAC.

Para el caso de simbología se recomienda regirse por el catálogo de objetos desarrollado por el IGAC para cada escala, e implementarlo en el sistema correspondiente, generando las respectivas librerías y rutinas de ploteo, esto garantizará la uniformidad en las salidas gráficas.

Se recomienda usar las medidas estándares de la organización internacional ISO 19113 y ISO 19114 (aun en desarrollo), las cuales definen los principios de calidad y de exactitud de posiciones para los datos catastrales.

La base de datos, mientras se llega al proceso moderno de modelamiento, debe contener al menos un punto de coordenadas (X, Y) que permita realizar una conexión entre la información del predio y su posición espacial, sin tener dependencia de su representación cartográfica.

Se recomienda el uso de dispositivos móviles para SIG (Mobile GIS). Son sistemas digitales portátiles que incluyen GPS, y permiten mostrar el mapa / ortoimagen digital facilitando la georeferenciación y el reconocimiento en terreno de los límites y de las construcciones. En general se recomienda el uso de GPS para hacer la delimitación predial en área rural (cercas). Los receptores GPS disponibles en el mercado sirven con suficiencia para su aplicabilidad en la zona rural pudiéndose efectuar mediciones en modo estático diferencial o cinemática.

Los dispositivos móviles para SIG, pueden remplazar el formulario de actualización con la calificación de la construcción. Las ventajas de este sistema son la captura de todos los atributos en forma digital y permitir entrar directamente los datos espaciales en la cartografía digital. Esto acelera el sistema de actualización, le da mayor confiabilidad al proceso y permite la georeferenciación. Para esta implementación la consultoría internacional en cartografía del ITC (referida en el capítulo 5 de esta obra) recomendó investigar como se reduce el número de ítems de la calificación de construcción en la ficha predial.

Las precisiones definidas en la norma de IGAC están de acuerdo con los estándares internacionales, con excepción de la altimétrica. Se recomienda mejorar la precisión altimétrica acorde con la escala y los nuevos desarrollos tecnológicos, en los cuales hay menos intervención directa de operarios, y es más sencillo cumplir con los estándares de precisión establecidos.

Se recomienda realizar restitución a nivel predial para los casos en los que se logre definir claramente los detalles y límites de los predios, lo cual se logra generalmente en las construcciones bajas. Para los demás casos, se recomienda realizar restitución solo a nivel perímetro de manzana y complementar con trabajo de campo.

Para lograr un catastro eficiente se recomienda lo siguiente:

- Desarrollar una visión estratégica a nivel gerencial para el desarrollo del catastro bajo el concepto moderno de Infraestructura de Datos Espaciales (SDI)
- Buscar apoyo a nivel político y financiero para esta visión.
- Asegurar desde un punto de vista institucional el Catastro como entidad clave de la SDI (opuesto a la posición tradicional – predominantemente fiscal).
- Formular proyectos de desarrollo catastral, incluso actualización catastral, bajo los criterios de la visión. Esto incluye una proyección realista en cuanto a tiempos, costos y beneficios de los proyectos.
- Asegurar la capacidad necesaria para ejecutar estos proyectos, dentro de la misma organización catastral, como también con los contratistas que se utilizarán.
- Definir métodos y procesos de control de calidad.
- Capacitar el recurso humano dentro la organización para asegurará la aceptación de los cambios que los proyectos causaran en métodos y organización del trabajo

- Asegurar los procedimientos necesarios para poder mantener la información catastral en una sociedad dinámica.
- Buscar nuevos clientes para la información territorial que lleva el catastro, solo o en combinación con otras bases de datos que formaran parte de la infraestructura de datos espaciales.
- Formular políticas financieras para el mantenimiento de la información, de la tecnología y el recurso humano.

Se recomienda una investigación y análisis profundo de la nueva base de datos catastral de Alemania ALKIS® modelada usando UML y XML y trabajada bajo Oracle 8i. Los expertos en el tema catastral señalan que los resultados mostrados allí indican que este será un modelo catastral excelente durante la próxima década.

Se recomienda también una revisión de posibilidades informáticas en cuanto a Software y procesos que permitan implementar el concepto propuesto por la FIG para el Catastro 2014 que busca dibujar los predios desde un modelo de datos automatizado. Con base en este estudio y los procesos que se establezcan para los levantamientos derivados de el, se considera importante evaluar rendimientos para el uso de los GPS en los procedimientos de actualización catastral.

BIBLIOGRAFÍA

CHEOL WOO, Lee Park. (2001) Diseño en Aseguramiento de la Calidad. Bucaramanga, Colombia. Dirección de Extensión y Educación Continua UIS.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CATASTRO DISTRITAL. (2003) Posibles Estrategias Y Lineamientos Técnicos Para La Adquisición Y Utilización Por Parte De La Ciudad De Instrumentos De Adquisición De Datos Espaciales Y Representación De Datos Espaciales, versión 1. Bogotá, Colombia.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CATASTRO DISTRITAL. (2003) Proyecto SIGG: Lineamientos de estándares de calidad de datos cartográficos, documento No.1, versión 1. Bogotá, Colombia.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2002). Plan Nacional de Desarrollo 2002 – 2006. Bogotá, Colombia. www.dnp.gov.co

GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE – GSDI. (2001) The SDI Cookbook. URL: <http://www.gsdi.org/>

GÓMEZ GÓMEZ, Jorge H. (1989) Analysis of the Topographic Requirements and Map Production Capabilities for the Cadastral Automation Project in Colombia. Eschede, The Netherlands, ITC.

GÓMEZ GÓMEZ, Jorge H. (2002) Procesamiento de Información Geográfica, Material de apoyo pedagógico de la Especialización en Sistemas de Información Geográfica, UIS. Bucaramanga, Colombia. Universidad Industrial de Santander.

HAWERK, Winfried. (2000) Standards In Cadastre - Sense Or Nonsense?. Alemania

ICONTEC. (1999) NTC 4611 Información Geográfica, Metadatos. Bogotá, 1999.

ICONTEC. (2002) NTC 5043 Información Geográfica, Conceptos Básicos de Calidad. Bogotá, Colombia.

ICONTEC. (2002) Proyectos de norma “Precisión de Datos Espaciales” PDE 640/02. Bogotá, Colombia.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. (1999) Nuevo Sistema Geodésico para Colombia. Bogotá, Colombia. IGAC.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. (1997) Manual de Reconocimiento Predial. Bogotá, Colombia. IGAC.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. (2002) Sistema de Gestión de Calidad: Mapa de Procesos Institucionales. Bogotá, Colombia. IGAC.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. (1997) Uso de la Información Catastral y los SIG en los municipios. Bogotá, Colombia. IGAC.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI - INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPACIALES. (2001) Informe Institucional. Cartagena de Indias, Colombia. www.igac.gov.co

INTERNACIONAL INSTITUTE FOR GEO-INFORMATION SCIENCE AND EARTH OBSERVATION – ITC. (2002) Consultoría internacional en Cartografía. Bogotá, Colombia.

INTERNACIONAL STANDAR ORGANIZATION - ISO. (2000) ISO 19113 “Geographic information - Quality principles”. URL: <http://www.isotc211.org/>

INTERNACIONAL STANDAR ORGANIZATION - ISO. (2000) ISO 19114 “Geographic information - Quality evaluation procedures”. URL: <http://www.isotc211.org/>

INTERNACIONAL STANDAR ORGANIZATION - ISO. (2002) ISO/TC 211 N 1293 Geographic information - Data quality. URL: <http://www.isotc211.org/>

KAUFMANN, Jürg – STEUDLER, Daniel. Cadastre 2014: A VISION FOR A FUTURE CADASTRAL SYSTEM. The Working Group 1 of FIG Commission 7. July 1998. www.fig.org.

KAUFMANN, Jürg – STEUDLER, Daniel – Williamson, Ian - GRANT, Don – roberge Daniel – MANTHORPE, John - VAN DER MOLEN, Paul – MIKUTA, Bronislovas. Benchmarking Cadastral Systems. The Working FIG Commission 7. Abril 2002. www.fig.org.

KAIN, Roger J. P. - BAIGEN, Elizabeth. (1994) The Cadastral Map in the Service of the State: a History of Property Mapping. Chicago and London. The Geographical Journal, Royal Geographical Society. Información del servicio ProQuest Company para la UIS Colombia.

LORENTE, Luis – SALAZAR, Armando – GALLO, Angela. (1985) Distribución de la Propiedad Rural en Colombia. CEGA Corporación de Estudios Ganaderos y Agrícolas – Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia.

MARIÑO NAVARRETE, Hernando. (2001) Gerencia de Procesos. Bogotá, Colombia. Editorial ALFAOMEGA S.A.

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO - IGAC. (1988) Resolución número 2555 de septiembre 28 de 1988. Bogotá, Colombia. www.igac.gov.co

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO. - IGAC. (1994) Resolución número 133 de enero 26 de 1994. Bogotá, Colombia. www.igac.gov.co

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO - IGAC. (1994) Resolución número 570 de mayo 20 de 1994. Bogotá, Colombia. www.igac.gov.co

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO - IGAC. (1994) Resolución número 63 de enero 7 de 1994. Bogotá, Colombia.

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO - IGAC. (1994) Resolución número 64 de enero 7 de 1994. Bogotá, Colombia.

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO - IGAC. (1994) Resolución número 893 de julio 29 de 1994. Bogotá, Colombia. www.igac.gov.co

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO - IGAC. (1995) Resolución número 0141 de marzo 16 de 1995. Bogotá, Colombia. www.igac.gov.co

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO - IGAC. (1997) Resolución número 0473 de junio 25 de 1997. Bogotá, Colombia. www.igac.gov.co

OSCH, G.M. van (1991). Cadastral LIS in the Netherlands. Proceedings of the OEEPE-workshop on data quality in land information systems. OEEPE official publication No.28, pp.71-90, IFAG, Frankfurt.

SALZMANN, Martin – HOEKSTRA, Auke – SCHUT, Ted and Cadastre and Public Registers Agency (Cadastre) of the Netherlands. (2002) Cadastral Map Renovation: A Dutch. Holanda

SALZMANN, M.A. (1996). On the modeling of geometric quality for large-scale mapping products. Surveying and Land Information Systems, September, Vol.56(3), pp.149-155.

SUMPTER, Carl W – ASHER, Gregory W. (1994) GPS Goes Real Time. Civil Engineering, septiembre de 1994. Información del servicio ProQuest Company para la UIS Colombia.