



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**Los Sistemas de Información Geográfica, como herramienta más adecuada para el desarrollo de Proyectos de Catastro y la aplicabilidad de un Catastro en tres dimensiones, en un área piloto del Distrito Metropolitano de Quito**

**José Luis Ojeda Ontaneda**

**Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Magister en

Sistemas de Información Geográfica

Quito, mayo de 2014

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Posgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Los Sistemas de Información Geográfica, como herramienta más adecuada para el desarrollo de Proyectos de Catastro y la aplicabilidad de un Catastro en tres dimensiones, en un área piloto del Distrito Metropolitano de Quito**

**José Luis Ojeda Ontaneda**

Richard Resl, Ph.Dc. ....  
**Director de Tesis**

Karl Atzmanstorfer, MSc. ....  
**Miembro del Comité de Tesis**

Richard Resl, Ph.Dc. ....  
**Director de la Maestría en Sistemas de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph.D. ....  
**Decana del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph.D. ....  
**Decano del Colegio de Posgrados**

Quito, mayo de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

-----  
José Luis Ojeda Ontaneda

C. I.: 0701590176

Quito, mayo de 2014

## **RESUMEN**

En este documento se realiza un análisis de la problemática catastral en el Ecuador, las instituciones que han participado a través de la historia y sus resultados, que debido a una serie de problemas técnicos y administrativos son muy escuetos.

Dichos resultados han mantenido al Ecuador en una acefalía institucional, sin metodologías claras y con una escasez de información catastral tanto en el campo urbano como en el rural.

Con dicho análisis, el autor revisa varias metodologías para el levantamiento de información catastral, desde las más básicas, que son las utilizadas en la mayoría de cantones; hasta la que se considera más adecuada, donde se presenta la utilización, en la mayoría de fases del levantamiento catastral, las bondades y las capacidades de los sistemas de información geográfica. Dicha técnica presenta una utilización de cartografía elaborada con especificaciones técnicas, lo que permite disponer de una base cartográfica real.

El desarrollo vertical de las ciudades obliga a proponer la ejecución de levantamientos catastrales en 3 dimensiones, por lo que es importante identificar la información adicional que se requiere para realizar este tipo de trabajos y las implicaciones en una fuerte inversión de recursos extras.

Como enlace casuístico se presenta una propuesta empírica donde por medio de la utilización del software libre, se elabora un proyecto de catastro de forma adecuada, práctica y económica, la cual sería una solución conveniente para municipalidades medianas con presupuestos reducidos.

## **ABSTRACT**

This investigation presents an analysis regarding the use of spatial technology in the management of cadastral information throughout the history of institutions involved in Ecuador.

The results indicate a very poor status of organized cadastral information, for both urban and rural areas, giving clear arguments and reasons why Ecuador has not advanced significantly in the field, mostly due a lack of institutional leadership, and definition of clear and appropriate methodologies.

Parting from this diagnostics, the author reviews several methodologies for land surveying, from very rudimentary implementations, which are used in most municipalities, to more complex models with the support of Geographical Information Systems GIS that are considered generally then as most suitable for the Ecuadorian cadaster management. These models would use then advanced technologies of mapping and storage of cadastral information in spatially enabled databases.

The vertical development of cities implicates an implementation of cadastral surveys in 3 dimensions, which requires processes to identify important additional spatial information through techniques and workflows that in return rely on additional investments of resources.

In order to evaluate the use of GIS within the proposed aim of demonstrating a convenient solution for cadastral management in medium-sized municipalities, a case study with prototype character was conducted using an open source GIS cutting costs and allowing for a convenient availability of the system for public institutions.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Los sistemas de información geográfica herramienta para formar y administrar la información catastral .....	11
1.2. Hipótesis .....	14
1.3. Objetivo Principal .....	15
1.4. Objetivos Específicos.....	15
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL CATASTRO .....	16
2.1. Utilización de documentos cartográficos confiables .....	19
2.2. Limitaciones del desarrollo catastral en el Ecuador .....	23
2.3. Marco jurídico.....	24
3. METODOLOGÍAS PARA LEVANTAMIENTOS CATASTRALES.....	25
3.1. Método Analógico: .....	26
3.2. Método Digital No Integrado.....	27
3.3. Método De Levantamiento Catastral Aplicando Los Sistemas De Información Geográfica .....	28
4. DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CATASTRO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	38
4.1. Definición del alcance del proyecto.....	38
4.2. Investigación, recopilación y análisis de la Información existente en la municipalidad. ....	38

4.3. Investigación, recopilación y análisis de la Información existente en otras instituciones locales.....	39
4.4. Investigación, recopilación y análisis de la Información existente en instituciones de carácter regional y nacional .....	40
Elaboración de información gráfica base para el catastro. ....	41
4.5. Promoción y difusión del proyecto .....	43
4.6. Toma de fotografías de fachada.....	43
4.8. Preactualización predial .....	49
4.9. Recopilación de información descriptiva en campo, de los bienes inmuebles .....	49
4.10. Procesamiento de la Información recolectada en campo. ....	53
<b>5. CASO PRÁCTICO. LEVANTAMIENTO PREDIAL EN 3D, CON APLICACIÓN DE LA FICHA PREDIAL Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN GRÁFICA, EN UNA MANZANA .....</b>	<b>57</b>
5.1. Descripción del área de estudio .....	69
5.2. Ficha predial para levantamiento de un catastro en 3D .....	71
5.3. Información cartográfica.....	79
5.4. Información Alfanumérica.....	80
5.5. Preparación y presentación de los datos recopilados en campo (Información Catastral) en un SIG desarrollado con Software Libre.....	83
5.6. Información Catastral Gráfica.....	86
5.7. Representación en 3D del levantamiento catastral. ....	93
5.8. Valoración de las construcciones cuando se realice un levantamiento 3d.....	98
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>99</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>102</b>



## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Catastro Multipropósito (AEROTERRA, 2014).....	17
Imagen 2: Diagrama Método de Levantamiento Catastral Analógico .....	27
Imagen 3: Método Digital no Integrado .....	28
Imagen 4: aprovechamiento de la información catastral, (Caja de Herramientas para el nuevo urbanismo, s.f.) .....	30
Imagen 5: Análisis y Valoración de Metodologías .....	34
Imagen 6: Leyenda del Análisis y Valoración.....	34
Imagen 7: Ventajas de los SIGs (Andalucía, 2014).....	35
Imagen 8: Estación de Trabajo Fotogramétrica.....	45
Imagen 9: Ortofoto y Restitución .....	46
Imagen 10: Plano Sectorial.....	47
Imagen 11: Ortofotomapa con límite de predios .....	48
Imagen 12: Límite de predios. Plano predial.....	48
Imagen 13: Proceso de Levantamiento Catastral, utilizando los SIGs .....	55
Imagen 14: Construcciones subterráneas .....	58
Imagen 15: Construcciones subterráneas .....	58
Imagen 16: Metro en Santiago de Chile (Wikipedia, s.f.).....	58
Imagen 17: Construcciones subterráneas bajo áreas rurales .....	59
Imagen 18; Túnel Negrón. Castilla y León – Principado de Asturias.....	59
Imagen 19: Construcciones privadas sobre espacio público .....	60
Imagen 20: Autovía en Osaka (MEDIOS, 2012) .....	60
Imagen 21: Construcciones sobre áreas comunales y privadas (Posteos, s.f.) .....	61
Imagen 22: Construcciones sobre áreas comunales y privadas (OPINIÒN, 2011).....	61
Imagen 23: Construcciones para el paso de tuberías subterráneas.....	62
Imagen 24: Redes y tuberías subterráneas (Proyectos, 2014) .....	62

Imagen 25: Ubicación del área de trabajo .....	70
Imagen 26: Información ingresada a la Base de Datos. Una de las Tablas “Dirección y Nombre del Propietario”, Información Reservada .....	82
Imagen 27: Presentación de Q-GIS .....	85
Imagen 28: Archivos que conforman la información catastral.....	87
Imagen 29: En el gráfico siguiente se observa, con color negro, el límite manzanero. ....	88
Imagen 30: En el gráfico siguiente se observa con, color rojo, el límite de los lotes.....	89
Imagen 31: Polígonos de unipropiedad .....	90
Imagen 32: Bloques constructivos de propiedades horizontales .....	92
Imagen 33: Diagrama entidad relación (Limitèe, 2013).....	93
Imagen 34: Vista en planta de la manzana objeto del estudio.....	95
Imagen 35: Vista en 3d de las construcciones que conforman la manzana de caso de estudio.....	96
Imagen 36: Vista en 3d de una parte de ciudad de Quito (Limitèe, 2013).....	97
Imagen 37: Consulta descriptiva en un ambiente 3d.....	97

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Los sistemas de información geográfica herramienta para formar y administrar la información catastral

Los sistemas de información geográfica, son el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI<sup>1</sup>) a la gestión de la Información Geográfica (IG<sup>2</sup>). El término Sistemas de Información Geográfica (SIG<sup>3</sup>) tiene tres acepciones: el SIG como disciplina; el SIG como proyecto, cada una de las realizaciones prácticas de las implementaciones existentes; el SIG como software, es decir los programas y aplicaciones de un proyecto SIG (España, 2014).

Un SIG es un software específico que permite a los usuarios crear consultas interactivas, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos (Andalucía, 2014).

Los sistemas de información geográfica se constituyen en una tecnología esencial en el manejo de información catastral, tanto de la información descriptiva, como de la información gráfica (mapas); cobrando mayor importancia cuando se trata de la ubicación de predios sobre el nivel de la superficie (edificios) y bajo el nivel de la superficie (subsuelos).

---

<sup>1</sup> Tecnologías de la Información. Conjunto de recursos, procedimientos y técnicas usadas en el procesamiento, almacenamiento y transmisión de información.

<sup>2</sup> Información Geográfica. Son aquellos datos espaciales georeferenciados conocidos también como geodatos.

<sup>3</sup> Sistema de Información Geográfica, conocidos como SIG o GIS (Geographic Information System), es una integración organizada de hardware, software, geodatos, procedimientos y técnicos.

El uso de este tipo de sistemas facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa con el fin de reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo, desde mapas de carreteras hasta sistemas de identificación de parcelas agrícolas o de densidad de población; además permiten realizar las consultas y representar los resultados en entornos web y dispositivos móviles de un modo ágil e intuitivo, con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, conformándose como un valiosa para la toma de decisiones (Andalucía, 2014).

Para la programación del desarrollo económico de un país y particularmente de desarrollo agropecuario, es preciso tener un conocimiento amplio de los recursos naturales y una descripción exacta de ese conocimiento, para recomendar su uso racional y su conservación (Arias, 1965).

Al catastro de bienes inmuebles, en su concepción más general, se lo considera como el inventario especializado, enmarcado en los aspectos geoespacial, geométrico, jurídico y físico-constructivo; con el objetivo de obtener datos básicos para la planificación territorial y establecer un avalúo de las propiedades que respalden una imposición fiscal justa, equitativa, universal y técnicamente respaldada. El aspecto geoespacial, hace referencia a la ubicación explícita que deben tener los lotes considerando sus coordenadas horizontales, verticales y altura sobre el nivel de mar. El aspecto geométrico de este inventario, está relacionado con las medidas del terreno, construcciones y demás elementos que conforman el predio. Un aspecto importante aunque no indispensable es el jurídico, que permite identificar la forma de adquisición y tenencia, basados en documentación legal actualizada. Este inventario no estaría completo si no realiza la descripción física de las construcciones incluyendo el año en el que se construyó o restauró. Basados en los aspectos anteriores y su relación con el entorno se puede determinar un pago fiscal justo.

El catastro es un componente fundamental para el Estado y la Sociedad, que contribuye a la seguridad jurídica en el tráfico inmobiliario y la administración del territorio. (Paraguay, 2014).

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. (Steudler, 1998)

Casi todas las definiciones del catastro se refieren exclusivamente a un sólo punto de vista (el fiscal), siendo así que tiene varios objetos; todas ellas convienen en que consiste fundamentalmente en; “la delimitación exacta de la propiedad inmueble, privada o pública”. El catastro es el conjunto de operaciones y trabajos científicos para describir exactamente las propiedades inmuebles de un país, y determinar la capacidad contributiva de cada inmueble, atribuyendo a éste personalidad jurídica independiente de la de su propietario (Instituto Nicaraguense de Fomento Municipal, 2014).

Se ha estructurado el trabajo en 4 capítulos, que abarcan desde los conceptos básicos, pasando por analizar la realidad del catastro a nivel internacional y nacional, hasta la propuesta de una metodología para levantamiento catastral en 2 y 3 dimensiones y concluyendo el trabajo con el uso de un software libre para el manejo de datos catastrales.

En el capítulo 1, “Situación Actual del Catastro”, se presenta una visión del catastro moderno, la realidad del catastro en el Ecuador y los procedimientos con bajo nivel técnico que se aplican en el Ecuador.

En el capítulo 2, denominado Metodologías para levantamientos catastrales, se presentan las tres metodologías más utilizadas y se comparan los tres métodos con los parámetros más importantes.

En el capítulo 3, “Desarrollo de un Proyecto de Catastro utilizando Sistemas de Información Geográfica”, presentamos un procedimiento adecuado y comprobado para este tipo de levantamientos, desde la recopilación inicial de la información hasta su aprovechamiento cuando ya se ha procesado.

En el capítulo 4, se presenta un “Caso Práctico. Levantamiento Predial en 3D”, en una manzana catastral del Distrito Metropolitano de Quito, justificando las razones por las cuales amerita un levantamiento en 3D y toda la información generada en este caso práctico es ingresada a un SIG de software libre<sup>4</sup>.

Por último presentamos las conclusiones del presente trabajo y las recomendaciones.

## **1.2. Hipótesis**

Es necesario determinar que la presente investigación trae como planteamiento central que el método más adecuado para realizar los levantamientos catastrales y el mantenimiento de la información generada, es aquel que incluye en la mayoría de etapas a los Sistemas de Información Geográfica

---

<sup>4</sup> Son programas de computación con código fuente abierto y que puede ser incrementada, cambiada y adaptada su funcionalidad a los requerimientos de los usuarios.

### **1.3. Objetivo Principal**

El objetivo del presente trabajo es identificar las razones por las cuales los SIG son la herramienta más adecuada para el desarrollo y manejo de los proyectos de catastro y su aplicabilidad en levantamientos de catastro 3d<sup>5</sup>, desarrollando un caso de estudio en una manzana de la ciudad de Quito.

### **1.4. Objetivos Específicos**

- Presentar las metodologías más utilizadas en el Ecuador para el desarrollo de los proyectos de catastro.
- Realizar comparaciones entre las metodologías presentadas y establecer la más adecuada en la actualidad para el desarrollo de proyectos de catastro.
- Proponer una metodología para el levantamiento catastral en dos dimensiones y las consideraciones a tomar cuando se los deba realizar en tres dimensiones -3d.
- Presentar un levantamiento catastral en 3d en un SIG de software libre, en una manzana de la ciudad de Quito.

---

<sup>5</sup> En catastro, 3D o tres dimensiones se indica cuando el levantamiento catastral se lo realiza identificando la ubicación espacial (coordenada x,y,z) de cada uno de los predios.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL CATASTRO

Considerando que la información catastral es de suma importancia para el desarrollo local y nacional, la Federación Internacional de Geomensores –FIG<sup>6</sup>–, realizó un análisis muy detallado, cuya idea general está enfocada al cambio constante y acelerado del territorio, debido al rápido crecimiento de la población mundial y a la internacionalización de las economías. La seguridad de los derechos de propiedad ya no puede estar garantizada por los sistemas catastrales tradicionales. La performance de los sistemas catastrales tradicionales ya no es la adecuada. Ya no pueden proporcionar ni la información suficiente y confiable sobre la situación legal de una porción de territorio, ni servicios que sean eficientes y rentables. Como consecuencia de este estudio, se realizaron algunas declaraciones, las más importantes son: que: el Catastro 2014 indicará la situación legal completa del territorio, incluyendo el derecho público y restricciones; la separación entre mapas y registros será abolida; la cartografía catastral será parte del pasado, larga vida a la modelización; el catastro manual será cosa del pasado; el Catastro 2014 estará altamente privatizado; el sector público y el sector privado trabajarán en conjunto; el catastro 2014 procederá a recuperar los costos (Steudler, 1998).

---

<sup>6</sup> FIG es la Federación Internacional de Geomensores, s una organización no gubernamental cuyo objetivo es apoyar la colaboración internacional para el progreso de la agrimensura en todos los campos y aplicaciones..



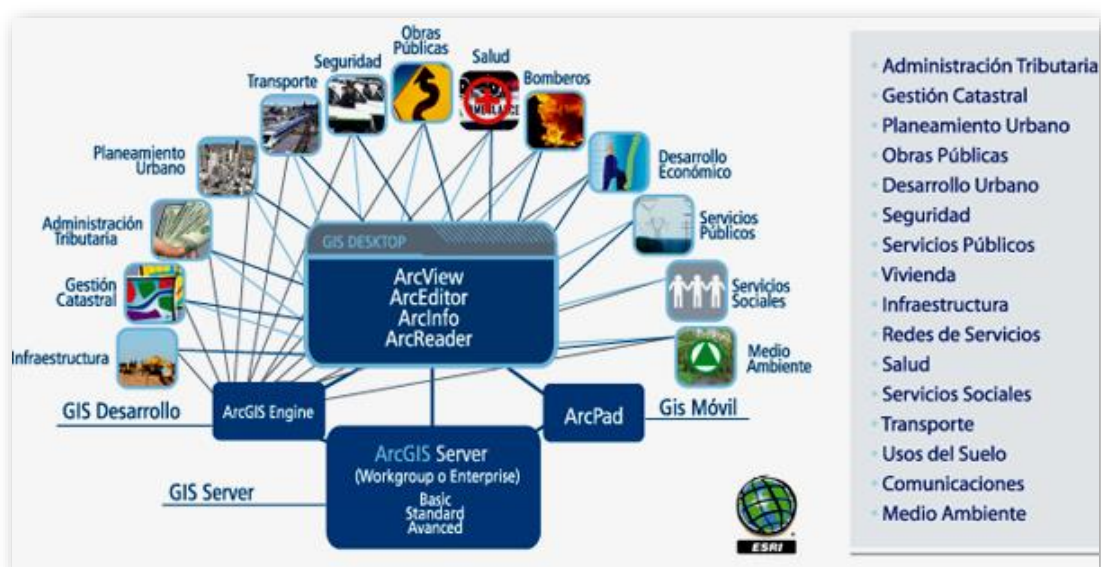


Imagen 1: Catastro Multipropósito (AEROTERRA, 2014).

En Ecuador la actividad catastral oficial se la inició con la creación de la Oficina Nacional de Avalúos y Catastro – ONAC<sup>7</sup>- a finales de la década de 1960, posteriormente se amplió su ámbito de acción y responsabilidad, conformando la Dirección Nacional de Avalúos y Catastros –DINAC<sup>8</sup>, con la responsabilidad de elaborar el catastro nacional, tarea que no fue dimensionada en su totalidad y pese a todos los esfuerzos, su avance e impacto en la intervención catastral en el país no se presentó tangible ni cubrió las expectativas de los municipios.

En 1979 se realizó un convenio entre el Instituto Geográfico Militar –IGM<sup>9</sup>- y la DINAC, para la elaboración de la Carta Catastral del Ecuador, acción con la cual se pretendía dar el impulso necesario para el desarrollo catastral en el Ecuador. Esta situación no dio los

<sup>7</sup> La ONAC fue la Oficina Nacional de Avalúos y Catastros, con carácter gubernamental, formada para desarrollar los catastros rurales del Ecuador.

<sup>8</sup> La DINAC es la Dirección Nacional de Avalúos y Catastros fue creada después de la ONAC, con carácter gubernamental perteneciente al Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, cuyo objetivo de creación fue desarrollar los Catastros Rurales de Ecuador y facilitar el avalúo de predios que el estado o particulares soliciten.

<sup>9</sup> El IGM Instituto Geográfico Militar, es una institución pública perteneciente al Ministerio de Defensa, cuya misión es generar y proporcionar información cartográfica a personas públicas y privadas. Adicionalmente tiene la facultad de fiscalizar todos los trabajos cartográficos que se desarrollen en el país.

resultados esperados porque la DINAC se limitó a ejecutar el catastro rural, en todas sus etapas, para posteriormente entregarlo a los municipios. Existió una limitada capacitación a los funcionarios municipales, los cuales no facilitaron la comprensión de la técnica de levantamiento catastral, tampoco el uso de la cartografía ni el procedimiento para determinar los mapas temáticos que como resultado generan los mapas de precio de la tierra. .

Otro actor importante es la Asociación de Municipalidades del Ecuador –AME<sup>10</sup>-, que ha brindado su asistencia a más de 100 municipalidades. (Ecuador, 2014), desarrollando proyectos de catastro, al inicio como un simple registro de datos, sin dar mayor importancia al aspecto geográfico.

El Instituto Nacional de Desarrollo Agrario –INDA<sup>11</sup>- realizaba levantamientos de información rural de ciertos cantones, con fines de regularizar la tenencia de la tierra del estado, pero nunca con un concepto de integración del territorio.

Todos estos esfuerzos se realizaron utilizando cartografía o productos intermedios, con bajas precisiones, escalas inapropiadas, información desactualizada y sin un análisis detallado de la metodología utilizada para su elaboración. Se identificaron algunos productos, con muchas falencias que fueron utilizados para reemplazar la base cartográfica necesaria para la georeferenciación de los predios, por ejemplo:

---

<sup>10</sup> La Asociación de Municipalidades del Ecuador –AME-, es una instancia asociativa de los Gobiernos autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos que promueve la construcción de un modelo de gestión local descentralizado y autónomo, con base en la planificación articulada y la gestión participativa del territorio.

<sup>11</sup> El Instituto Nacional de Desarrollo Agrario INDA, fue un organismo gubernamental creado para realizar la regularización de la tierra rural del estado y solucionar los conflictos de las tierras rurales. Actualmente asumió la responsabilidad la Subsecretaría de Tierras del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca

- Uso directo de fotografías aéreas, sin considerar que la fotografía aérea tienen deformaciones y no puede ser utilizado directamente como un documento cartográfico.
- Uso de imágenes satelitales, sin considerar la resolución espacial ni temporal.
- Uso de fotografías aéreas tomadas sin cámaras métricas, realizadas para otros fines, no cartográficos.
- Levantamientos con cinta, sin respetar los procedimientos técnicos básicos.
- Ampliaciones mecánicas de la cartografía y de las fotografías aéreas, para obtención de documentos a escala mayor.

## **2.1. Utilización de documentos cartográficos confiables**

La utilización de documentos cartográficos confiables (restituciones aerofotogramétricas, ortofotos, ortoimágenes) con especificaciones técnicas, se comenzaron a utilizar en 1998, cuando el IGM desarrolló, exitosamente, el Catastro Urbano de la ciudad de Salinas, en ese entonces perteneciente al cantón Salinas Provincia del Guayas, actualmente Provincia de Santa Elena.

En el año 2000, el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos – CLIRSEN<sup>12</sup>, actual Instituto Espacial ecuatoriano-IEE<sup>13</sup>- realizó con éxito el Catastro Rural del Cantón Píllaro ubicado en la provincia del Tungurahua, con la utilización de cartografía actualizada y ortofotografías a escala 1:5.000 y un sistema catastral

---

<sup>12</sup> El Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos – CLIRSEN- fue un organismo gubernamental dependiente del Instituto Geográfico Militar, creado para que realice el inventario de los recursos naturales del país.

<sup>13</sup> El Instituto Espacial Ecuatoriano -IEE-, nació del CLIRSEN y fue creado para mantener e impulsar la investigación científica y desarrollo tecnológico espacial y el incremento de la cultura aeroespacial, que contribuya a la Defensa y Desarrollo Nacional.

desarrollado en ArcView<sup>14</sup>. En el año 2002 también realizó el Catastro de Cantón Quero, Provincia del Tungurahua con Ortofotos a escala 1:5.000 y un sistema catastral desarrollado en ArcView. En el año 2004 realizó el Catastro Rural del Cantón Baños sin llegar a presentar resultados confiables. En el año 2004 el IGM, elaboró el catastro urbano de la ciudad de Baños, con excelentes resultados.

En el año 2002 se inició con el Programa de Regularización y Administración de Tierras Rurales –PRAT<sup>15</sup>-, aplicando metodologías elaboradas con fines catastrales y de regularización de la tenencia de las tierras. El procedimiento cartográfico utilizado en el proyecto fue:

- Toma de fotografía aérea a color a escala 1:25.000
- Generación de modelos digitales del terreno a escala 1:5.000
- Puntos de apoyo fotogramétrico, con corrección diferencial
- Límites cantonales, representados a escala 1:50.000, proporcionados por la Comisión de Límites Internos de la República – CELIR<sup>16</sup>.
- Ortofotografías a escala 1:5.000, para la ubicación de los linderos mediante foto identificación de detalles.
- Posicionamiento GPS<sup>17</sup>, para ubicación de linderos no foto identificables
- Uso de cinta para identificar lotes de terreno muy pequeños, que no son foto identificables en la ortofoto.

---

<sup>14</sup> ARCVIEW es un software de SIG, creado por la empresa ESRI de Estados Unidos de Norte América.

<sup>15</sup> El Programa de Regularización de Tierras Rurales -PRAT- fue creado para desarrollar una metodología técnica para los catastros rurales y ejecutarla en 8 municipios piloto, con el fin de probar y ajustar la metodología que se replicaría a nivel nacional, con el fin de obtener un sistema único nacional

<sup>16</sup> La Comisión Especial de Límites Internos de la Republica de Ecuador -CELIR-, se encuentra bajo la estructura de Subsecretaría de Gestión Política y Gobernabilidad, dado que está adscrita al Ministerio del Interior.

<sup>17</sup> El Sistema de Posicionamiento Global - GPS-, permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros.

Los productos obtenidos fueron:

- Planos catastrales a escala 1:5.000 de 8 cantones, aproximadamente 150.000 predios. La posición de los vértices de cada lote mantuvieron un error inferior a los 2m.
- Cartografía catastral digital en formato shape<sup>18</sup> de ESRI<sup>19</sup>.
- Sistema de información geográfico, denominado “Sistema de Gestión y Administración de Tierras Rurales“, desarrollado utilizando software de ESRI (Arc Gis<sup>20</sup>, Arc Sde<sup>21</sup>, Arc Engine<sup>22</sup> relacionado con SQL)<sup>23</sup>.
- Expedientes para regularización de las tierras.

Adicionalmente en el Ecuador se han desarrollado otros proyectos de catastro especialmente en el ámbito urbano, como por ejemplo:

- Catastro Urbano en Portoviejo, contratado por la Municipalidad y en desarrollo por una empresa consultora ecuatoriana, utilizando ortofotos y cartografía catastral.
- Catastro Urbano de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, igualmente en desarrollo por contratación de una empresa nacional
- Catastro Urbano de Quito, contrato internacional convocado por el Banco Interamericano de Desarrollo, a una empresa Canadiense – Norteamericana, para

---

<sup>18</sup> Shape file es un formato de archivo informático, propietario de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI.

<sup>19</sup> Environmental Systems Reserch Institute, empresa creada en 1969, comercializa software para GIS.

<sup>20</sup> ARCGIS es en nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los SIGs. Producido y comercializado por ESRI, se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

<sup>21</sup> ARCSDE es un subsistema de servidor de software (producido y comercializado por ESRI), que tiene por objeto permitir el uso de Sistemas de Gestión de Bases de Datos Relacionales para datos espaciales.

<sup>22</sup> ARCENGINE es el motor de ARCGIS, un software desarrollado para la creación personalizada de aplicaciones para SIG

<sup>23</sup> SQL es un lenguaje de consulta estructurado (Structured Query Lenguage), es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones.

desarrollarlo utilizando cartografía 1:1.000 y ortofotos, con la información resultante se generó una GeodataBase<sup>24</sup>.

- Catastro Rural del Ecuador, desarrollado por contratación internacional del Banco Interamericano de Desarrollo –BID<sup>25</sup>-, para ser desarrollado en cerca de 50 municipalidades del país, con el auspicio del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca –MAGAP<sup>26</sup>-, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo –SENPLADES<sup>27</sup>-, Banco Ecuatoriano de Desarrollo –BEDE<sup>28</sup>-, utilizando ortofotos a escala 1:5.000. Como ejecutores están las empresas Inypsa<sup>29</sup>, Consorcio Barrido Predial<sup>30</sup> y Nipsa<sup>31</sup>, las tres son empresas españolas, los productos resultantes se entregarán en un GeodataBase. Para este proyecto se realizó la contratación de toma de fotografías aéreas y elaboración de ortofotos (ejecutores Stereocarto<sup>32</sup> de España y Tecslut International Limitèe – AECOM<sup>33</sup> de Canadá – USA).
- Catastro Urbano de la ciudad de Quevedo, proceso de desarrollo por una empresa ecuatoriana.

---

<sup>24</sup> Geodata Base es un modelo de datos primario de ARCGIS. El nombre combina la palabra geo, como referencia a lo espacial, con database.

<sup>25</sup> El Banco Interamericano de Desarrollo BID, financia proyectos de desarrollo nacional.

<sup>26</sup> El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP- es un ente gubernamental del Ecuador.

<sup>27</sup> La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo-SENPLADES, es la Institución pública encargada de realizar la planificación nacional en forma participativa incluyente y coordinada para alcanzar el Buen Vivir que anhelamos todos los ecuatorianos

<sup>28</sup> El Banco del Estado –BEDE- es un banco creado para facilitar préstamo para proyectos de desarrollo a los GADs. Sus accionistas con los GADs municipales, parroquiales, provinciales y el estado.

<sup>29</sup> La empresa española Informes y Proyectos S.A. –INYPASA- es un grupo independiente de ingeniería y consultoría multidisciplinar orientada a la gestión integral de todo tipo de proyectos, en todo el mundo.

<sup>30</sup> El Consorcio de Barrido Predial es un consorcio español – ecuatoriano, radicado en Cuenca y que actualmente está realizando el catastro rural de 12 cantones en la provincia de Loja y Azuay

<sup>31</sup> La empresa española Ingeniería estudios y proyectos – NIPSA-, es una compañía de ingeniería y consultoría.

<sup>32</sup> Stereocarto es una empresa española que pertenece a INYPASA, se constituye en su área de trabajo en cartografía.

<sup>33</sup> Tecslut International Limitèe es una empresa canadiense perteneciente al grupo empresarial estadounidense AECOM.

## 2.2. Limitaciones del desarrollo catastral en el Ecuador

En el Ecuador país se ha identificado que el desarrollo del catastro se ha visto limitado por:

- Falta del establecimiento de una política catastral
- Ausencia de normas que regulen procesos
- Falta de metodologías para el desarrollo de los catastros
- Desconocimiento de las normas y especificaciones técnicas de la cartografía.
- Falta de conocimiento en la aplicación de los SIG para el manejo y mantenimiento de los datos catastrales.
- Costo muy elevado de los programas de SIG, por el desconocimiento de la existencia de software libre.
- Falta de integración de instituciones
- Falta de código único catastral
- Desinterés en la actualización catastral, por parte de las municipalidades.
- Falta de motivación por parte del Estado para que los gobiernos seccionales, desarrollen, actualicen y mantengan el catastro.
- Falta de capacitación en los temas relacionados, por parte de los consultores dedicados a esta actividad y también por los funcionarios municipales.
- Monopolio en la generación cartográfica por parte del IGM
- Ausencia de un proyecto nacional para que el IGM u otra institución realice y mantenga la cartografía adecuada para realizar los estudios catastrales.
- No existe una relación definida, ni un procedimiento entre la información catastral, las notarías y los registros de la propiedad.

- Los datos que maneja el registro de la propiedad, deben mantener una relación directa con las oficinas de catastro de los municipios.

Actualmente el catastro en el Ecuador, tiene la finalidad únicamente fiscal: el fracaso en el desarrollo catastral rural de Ecuador se debe a las políticas centralistas y a la inexistencia de normatividad; en la mayoría de las provincias como Loja, existe un pobre desarrollo catastral rural; faltan recursos técnicos e interés de las municipalidades. (Crecente, 2007)

Actualmente está en marcha el programa de Asistencia Técnica de Catastros – DINAC, cuyo objetivo principal es el de proveer Asistencia Técnica para la implantación de las metodologías en las materias de catastro, a los Gobiernos Seccionales autónomos, derivada de la formulación de la normativa Catastral y de la metodología e instrumentos técnicos para avalúos (MIDUVI, 2014)

Se presentó recientemente unos hallazgos en materia de tributación y tierras rurales en el Ecuador, lo que llama poderosamente la atención en ese estudio es que, en lo relacionado con la propiedad de la tierra, el Ecuador presenta todas las características de un paraíso fiscal (Laforge, 2011)

### **2.3. Marco jurídico**

Hasta la promulgación del Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización – COOTAD<sup>34</sup>-, fue la Ley Orgánica de Régimen Municipal y su Reglamento, la guía jurídica para el desarrollo y mantenimiento del catastro en el Ecuador.

---

<sup>34</sup> El Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización - COOTAD-, cuyo primer objetivo es lograr la autonomía política, administrativa y financiera de los gobiernos autónomos descentralizados, en el marco de la unidad del Estado ecuatoriano.



La Constitución de la República del Ecuador indica en el artículo 264, Numeral 9 que “Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:... Formar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales”.

Adicionalmente, para algunos procesos como el de expropiación, se rige lo expresado en el Código de Procedimiento Civil Ecuatoriano (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Actualmente la Ley Registral, ha pasado la administración de los registros de la propiedad a cada uno de los municipios, permitiendo una mayor interacción de la información referente a propietarios y propiedades.

### **3. METODOLOGÍAS PARA LEVANTAMIENTOS CATASTRALES**

El desarrollo de los proyectos catastrales y la implementación de sistemas que administran esta información han evolucionado con el desarrollo tecnológico, tanto en el área de cartografía como en informática, pasando desde un inventario alfanumérico (unidimensionales), hasta el manejo de las entidades catastrales en 2 dimensiones. Pequeños esfuerzos (a nivel de investigación) se ha iniciado, en el que se consideran a los bloques constructivos con sus tres medidas exactas (ancho, alto y profundidad), pero la concepción general se aproxima solamente a un catastro 2.5d (promedio de medidas, especialmente las alturas).

El concepto de generación de un proyecto de catastro en 3d, implica la recopilación de información detallada y precisa de cada uno de los pisos constructivos, no solamente en medidas sino también en ubicación, propietarios, características constructivas, uso declarado, uso actual, áreas comunales, áreas privadas, entre otras. La ubicación es

fundamental (coordenadas x,y,z), las cuales solo pueden ser manejadas en un sistema de información geográfica.

Actualmente la dinámica de la ciudades, obliga a mantener actualizado el catastro en tiempo real, por lo que el trabajo en línea (on line) es fundamental, creándose el catastro 4d. Algunas aplicaciones de catastro 4d se pudieron realizar en la ciudad de Quito, como por ejemplo en la ruta de la construcción de Metro o en la expropiación de terrenos que se efectuó para el trazado de las nuevas autopistas que atraviesan los valles y que llegan al nuevo aeropuerto de Quito, etc.

### **3.1. Método Analógico:**

Actualmente en los municipios pequeños, el manejo de la información catastral lo realizan con un sistema de archivos en papel, utilizando máximo una hoja electrónica y el sistema que les proporciona la AME para el cálculo de los impuestos.

Esta metodología básica es “útil y barata”, para el municipio porque requiere de un mínimo personal técnico, con equipamiento elemental y un letargo en el desarrollo de los trámites ciudadanos, con información parcial que por lo general es errónea y sumamente desactualizada. El grave problema es que la unidad de catastros se limita a ser quien proporcione datos aproximados para realizar el cálculo de impuestos.

Esta información no es útil para otras áreas y en lugar de ser una unidad municipal ágil que colabore en el desarrollo territorial de la municipalidad es un lastre, que con el paso del tiempo genera conflictos.

Hasta el momento el Ecuador no dispone de una sólida estructura catastral que norme la elaboración del catastro rural, por lo cual su aplicación es desordenada y carece de

precisión por la forma de intervención subjetiva de quienes aplican el sistema de la Dirección Nacional de Avalúos y Catastros (DINAC). (Orellana, 2002)

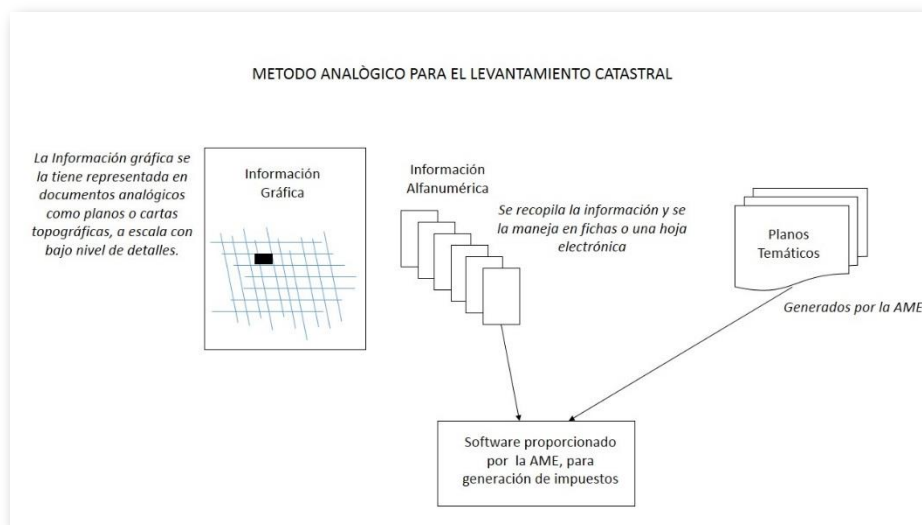


Imagen 2: Diagrama Método de Levantamiento Catastral Analógico

### 3.2. Método Digital No Integrado

Esta metodología es la más utilizada en las municipalidades del Ecuador, utilizan por un lado un CAD<sup>35</sup>, para el manejo de la información gráfica y para el manejo de la información alfanumérica un programa para base de datos.

El uso de esta metodología es un gran avance, pero se han identificado algunos inconvenientes que causan la desactualización de la información.

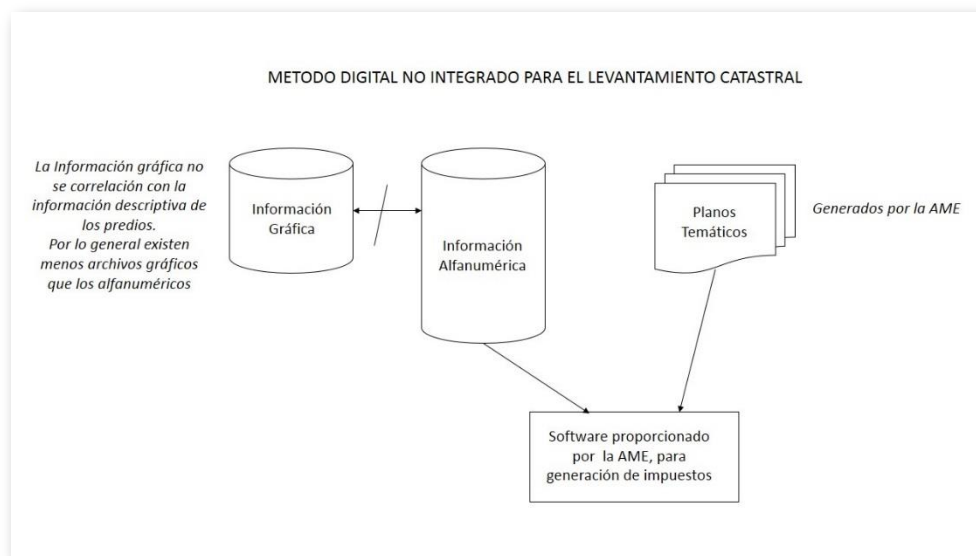
Debido a que no está integrada la información gráfica y la descriptiva (alfanumérica), ocasiona que los trámites sean actualizados con mayor frecuencia en la base de datos alfanumérica, por razones de comodidad, tiempo y porque no se requiere de mucha preparación técnica. Por lo que la información catastral se desactualizan en el componente

<sup>35</sup> Computer aided design -CAD-, es un software con herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y diseñadores.

gráfico y la tendencia es que los técnicos que manejan la información catastral “confían” en la información alfanumérica.

Para realizar una posterior actualización de la información gráfica se requiere de mucho tiempo de análisis y en algunos casos se la descarta, convirtiéndose en una buena intención pero fallida.

Cuando se aplica esta metodología, la municipalidad invierte recursos comprando software, hardware, capacitando a técnicos y creando una expectativa que daña o perjudica al manejo digital de la información gráfica y/o alfanumérica.



*Imagen 3: Método Digital no Integrado*

### **3.3. Método De Levantamiento Catastral Aplicando Los Sistemas De Información Geográfica**

Por su concepto de creación los sistemas de información geográfica están diseñados para trabajar con información gráfica georeferenciada y descriptiva de un elemento espacial.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés – Geographic Information System-) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. (CIESAS, 2014)

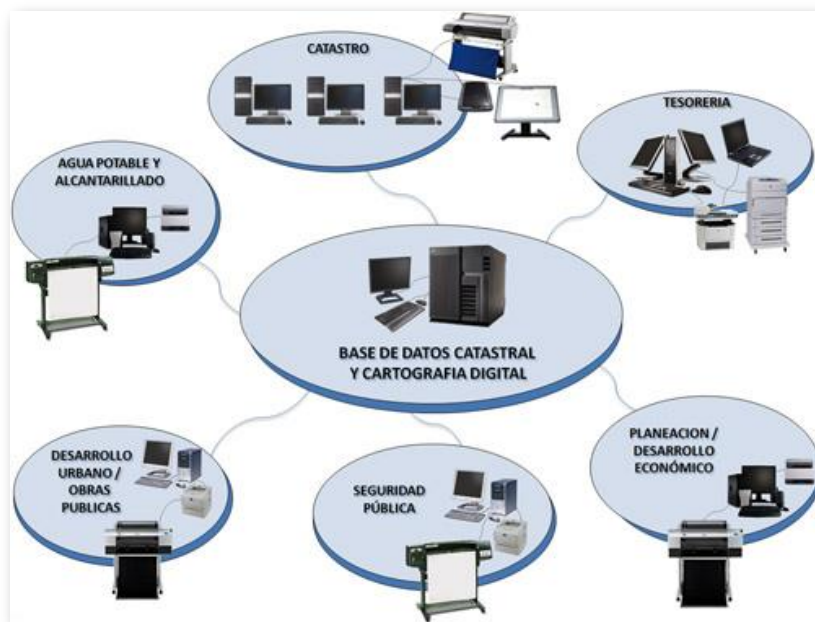
El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De tal forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía (CIESAS, 2014).

Un SIG particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. A parte de la especificación no gráfica el SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información georeferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es mensurable y tiene localización. (Monografias.com, 2014)

La aplicabilidad de los SIG en el levantamiento catastral y en su posterior mantenimiento, es fundamental, constituyéndose en la herramienta óptima. Por una parte permite y obliga que la información gráfica tenga su correspondiente información descriptiva y viceversa, de tal forma que si en la base de datos gráfica indica cierta cantidad de polígonos denominados predios, en la base de datos alfanumérica existe la misma cantidad de predios.

Este método está siendo aplicado en Ecuador, con la convicción que es una inversión, pues con una correcta política y metodología de actualización, la información inicial recopilada puede mantenerse al día.

Adicionalmente la información del territorio actualizada, adecuadamente codificada, es útil para otras dependencias municipales.



*Imagen 4: aprovechamiento de la información catastral, (Caja de Herramientas para el nuevo urbanismo, s.f.)*

### **3.4. Comparación De Los Métodos Para El Levantamiento De La Información Catastral**

Para realizar una comparación técnica de los métodos, indicados en este documento, para el levantamiento de la información catastral se han definido los siguientes parámetros:

- Ahorro Municipal Inversión la Adquisición de Hardware y Software
- Ahorro Municipal en la contratación de Personal Técnico
- Control de la actividad catastral en el municipio
- Seguridad de la información catastral
- Integración de la información gráfica y alfanumérica

- Disponer de un registro histórico
- Implementación de un proceso de actualización catastral
- Enlace con información del Registro de la Propiedad
- Manejo integral de información territorial

<b>PARÀMETRO DE ANÁLISIS</b>	<b>METODO ANALÒGICO</b>	<b>MÈTODO DIGITAL NO INTEGRADO</b>	<b>METODO UTILIZANDO SIG</b>
Ahorro Municipal Inversión la Adquisición de Hardware y Software	Ninguna inversión	Inversión parcial, se podría adquirir un equipo medio y software para un CAD	Inversión alta a media en la adquisición de equipos informáticos y electrónicos y licencia para software de GIS, aunque en la actualidad la utilización de software libre es una buena opción.
Ahorro Municipal en la contratación de Personal Técnico	El único requerimiento es que los técnicos conozcan el área de trabajo	Se requiere de especialistas en el manejo de CAD y para el manejo de la Base de Datos Alfanumérica se requiere de una corta capacitación.	Es necesario la participación de especialistas en el área de cartografía y SIG
Control de la actividad catastral en el municipio	Mínima porque no dispone de la información completa.	Parcial porque la información gráfica se desactualiza.	El control es completo, se dispone tanto de los gráficos como de la información descriptiva.

Seguridad de la información catastral	Es mínima porque casi toda la información es analógica.	La información es almacenada en computadores	Adicionalmente a almacenar la información en computadores, ésta puede estar encriptada.
Integración de la información gráfica y alfanumérica	No es posible	Es parcial	Es completa
Disponer de un registro histórico	Solamente con papeles, que pueden deteriorarse.	Se puede realizar, designando una capa de información para este requerimiento.	Es factible contar con un registro histórico, el mismo que puede ser parte de los análisis espaciales.
Implementación de un proceso de actualización catastral continuo.	Solamente se limitaría a recopilar información, que los usuarios entreguen. No aplicaría un proceso continuo de actualización. Se debería plantear cada vez un nuevo proyecto de levantamiento catastral.	El proceso de actualización no podría ser controlado en su totalidad, debido a que se dispone de información dispersa. No aplicaría un proceso de actualización continuo, se debería implementar cada vez un nuevo proyecto de levantamiento catastral.	Es perfectamente manejable una metodología de actualización continua, ahorrando recursos (tiempo y dinero), debido a que se puede manejar y administrar la información georeferenciada, enlazada con la información descriptiva y se puede incorporar imágenes satelitales os



			predios en un solo el territorio como un todo
Enlace con información del Registro de la Propiedad	No es factible, se debe disponer de información sistematizada.	No es factible, se debe disponer de información sistematizada.	Es completamente factible, debido al alto grado de sistematización que se obtiene y adicionalmente se pueden realizar varias consultas a nivel de predios, propietarios, fechas de adquisición, etc.
Manejo integral de información territorial	No es posible, se dispone de información e dispersa e incompleta.	No es posible, se dispone de información e dispersa e incompleta.	Con el SIG y con toda la información catastral disponible, permite realizar análisis y realizar modelamientos de la situación territorial.

En relación al cuadro que antecede se han realizado, diez entrevistas a técnicos conoedores de los SIG, de levantamientos catastrales y de la actividad municipal, para cuantificar los nueve parámetros analizados.

ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS										
PARÁMETRO DE ANÁLISIS	VALORACIÓN									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ahorro Municipal en la Adquisición de Hardware y Software										
Ahorro Municipal en la contratación de personal técnico										
Control de la actividad catastral en el municipio										
Seguridad de la información catastral										
Integración de la información gráfica y alfanumérica										
Disponer de un registro histórico										
Implementación de un proceso de actualización catastral continuo.										
Factibilidad de enlace con información del Registro de la Propiedad										
Manejo integral de información territorial										

Imagen 5: Análisis y Valoración de Metodologías

En la primera columna se indican los parámetros de análisis, en las diez columnas siguientes se indican las calificaciones que inician con 10 puntos hasta 100 puntos por parámetro. Cada método está representado por una línea, de acuerdo a la siguiente leyenda:



Leyenda	
Método Analógico	
Método Digital no Integrado	
Método utilizando SIG	

Imagen 6: Leyenda del Análisis y Valoración

El puntaje máximo, para cada método, puede llegar a ser 900 puntos. Con esta encuesta se llega a establecer que el Método Analógico es calificado con 190 puntos, Método Digital no Integrado llega a tener 300 y el Método utilizando SIG obtiene 710 puntos.

Podemos identificar que los dos primeros parámetros (Ahorro Municipal en la Adquisición de Hardware y Software y Ahorro Municipal en la contratación de Personal Técnico), el método que obtiene menor puntaje es el que utiliza SIG, debido a que se requiere

de una inversión considerable para la adquisición de Hardware y Software (solamente cambiaría, parcialmente, si se utiliza software libre) y en la contratación de personal técnico capacitado.

Como desventajas de los SIGs podemos indicar que el costo inicial es alto y presentan problemas técnicos para convertir datos analógicos en forma digital; se necesita de especialistas para mantener datos en forma digital en computadoras; Falso sentimiento de una mayor confiabilidad. (Sistemas de Información Geográfica, 2014)

Las ventajas de utilizar los sistemas de información geográfica son mayores y en eficiencia y eficacia superan a las desventajas que en su mayoría son relacionadas a los costos.

Los SIG permiten realizar análisis complejos de la realidad espacial rápidamente. Sin duda ésta es una de las principales características, así como su mejor factor distintivo, que además supone una ventaja no sólo cualitativa sino también cuantitativa en la búsqueda de soluciones geográficas sea cual sea el contexto sobre el que se apliquen. (Andalucía, 2014)



*Imagen 7: Ventajas de los SIGs (Andalucía, 2014)*

Lo más importante radica en la habilidad del administrador para establecer la comunicación entre la data espacial y sus identificadores (ID) a fin de obtener su mejor utilización y manipulación; el desarrollo del análisis espacial, multidisciplinariamente

permitirá elaborar diversos modelos de desarrollo en favor de nuestra gestión; el mantenimiento y recuperación de datos pueden ser realizados a costos más bajos; posibilita una gran variedad de modelos cartográficos con una mínima inversión de tiempo y dinero. Datos espaciales y no espaciales pueden ser analizados simultáneamente en una forma racional; los análisis de cambios temporales pueden ser efectuados eficientemente; la adquisición de datos, análisis espacial y procesos de toma de decisiones son integrados en un contexto común de flujo de información; ahorros en los costos derivados de una mayor eficiencia. Estos están asociados ya sea con la realización de la misión (esto es, reducción de labores derivada de automatizar o mejorar un flujo de trabajo) o con mejoras en la misión misma. Un buen ejemplo de ambos casos es Sears, quien implementó SIG para sus operaciones logísticas y ha percibido mejoras significativas. Sears redujo considerablemente el tiempo que les toma a los distribuidores crear rutas para sus camiones de entrega a domicilio (aproximadamente en un 75%); así mismo, se benefició enormemente al reducir los costos de realización de su misión (a saber, un 12% - 15% menos en tiempos de conducción al optimizar las rutas con la utilización de SIG). Igualmente, Sears mejoró el servicio al cliente, redujo el número de duplicación de visitas al mismo lugar y programó las citas de manera más eficiente.

Mejor sistema de archivos para la información geográfica. Muchas organizaciones tienen por responsabilidad principal mantener los registros oficiales del estado y cambios de la geografía (el inventario geográfico). La zonificación, el censo poblacional, la propiedad de la tierra y los límites político-administrativos son ejemplos de geografía cultural. Entre los ejemplos de geografía física están los inventarios de bosques, los inventarios biológicos, las mediciones ambientales y toda una serie de inventarios geográficos.

En organizaciones gubernamentales y muchas corporaciones grandes, los SIG se están convirtiendo en esenciales para comprender lo que ocurre. Administradores con amplia

experiencia y ejecutivos de los más altos niveles de gobierno utilizan productos de información SIG para comunicarse. Estos productos proporcionan una estructura visual para la conceptualización, comprensión y formulación de acciones. Como ejemplos, están el suministro de información detallada acerca de diversos patrones y relaciones geográficas, incluidas situaciones sobre el uso de tierras, los crímenes, el medio ambiente y la defensa/seguridad.

Entre los ejemplos en el sector privado están la mayoría de empresas de servicios públicos, compañías de la industria forestal y petrolera y la mayor parte de negocios comerciales y de ventas al por menor. Actualmente, sus activos y recursos son mantenidos como un sistema de información corporativa para apoyar las tareas cotidianas de administración del trabajo y proporcionar un contexto más amplio para la administración de los activos y los recursos. (Sistemas de Información Geográficos, 2014)

## **4. DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CATASTRO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Luego del análisis realizado en el capítulo anterior, indudablemente el método óptimo para el manejo de la información catastral es la utilización de un SIG, por lo que a continuación se presenta un procedimiento detallado para el desarrollo de un proyecto de catastro.

### **4.1. Definición del alcance del proyecto.**

Se debe realizar un análisis de la situación de la información catastral en el municipio y dependiendo de la calidad y cantidad de la misma se puede definir desde un levantamiento integral, hasta una actualización parcial o focalizada.

### **4.2. Investigación, recopilación y análisis de la Información existente en la municipalidad.**

En las dependencias municipales siempre se encuentra información válida referente a la actividad catastral, avalúos, partición de terrenos, expropiaciones, etc., por lo que se convierte en la primera fuente de datos. Adicionalmente el conocimiento del terreno por personal que ha dedicado mucho tiempo a esta actividad, es fundamental para conocer la realidad de lugar en el que se va a iniciar el proyecto de catastro.

Por lo general en las oficinas municipales se pueden encontrar los listados de propietarios de terrenos, la forma de adquisición e los lotes, dirección referencial, áreas de los terrenos, área construida, avalúo, fechas de protocolización, fechas de protocolización, entre las principales, relacionadas al catastro.

La mayoría de datos son extraídos de las escrituras, por lo que carecen de exactitud en lo referente a las cabidas (superficie) y a la posición del terreno (georeferenciación). Adicionalmente se pueden encontrar planos en papel; archivos digitales en CAD; cartografía a escala 1:50.000; cartografía a escala 1:25.000; fotografías aéreas a escala 1:60.000; ampliaciones de fotografías aéreas; fotografías de proyectos especiales a una escala más detallada.

Actualmente con el proyecto de la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, los municipios pueden disponer fotografía aérea digital a color y ortofotografías a escala 1:5.000 en formato digital, actualizadas al 2011 y 2012. Los municipios que aún no disponen de este material es debido a que están ubicados en áreas con condiciones meteorológicas extremas.

En todos los municipios se pueden encontrar documentos relacionados con los Planes de Desarrollo Local o Planes de Ordenamiento Territorial, que son necesarios obtener para conocer la problemática local y como la sociedad va proyectando su entorno.

#### **4.3. Investigación, recopilación y análisis de la Información existente en otras instituciones locales**

En la mayoría de los cantones existen las siguientes dependencias públicas: Notaría (mínimo una); Registro de la propiedad en la cabecera cantonal; Juzgado Civil (Lotes con sentencia o en proceso de expropiación, por ser declarados de uso público, por construcción de vías o por otros temas, Lotes bajo administración del CONSEP, entre las principales); Dependencias del Ministerio de Agricultura (Lotes adjudicados por el Ex IERAC, Ex INDA, actual Subsecretaría de Tierras del MAGAP); Dependencias del Ministerio de Ambiente (;Áreas protegidas y de conservación, Áreas declaradas como tierras ancestrales); Dependencias del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

#### **4.4. Investigación, recopilación y análisis de la Información existente en instituciones de carácter regional y nacional**

No se puede dejar de realizar una investigación en las instituciones de carácter regional o nacional que manejan datos a información cartográfica, fotográfica, sensores remotos, documental, y que exista la posibilidad de haber realizado algún proyecto focalizado en el sector de estudio.

- Instituto Geográfico Militar,
- Ex Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos, actual Instituto Espacial Ecuatoriano – IEE,
- Instituto Oceanográfico de la Armada – INOCAR<sup>36</sup>,
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC<sup>37</sup>
- Comisión Ecuatoriana de Limites Internos de la República – CELIR,
- Instituto de Minería,
- Subsecretaría de Tierras, Ex INDA,
- Dirección Nacional de Avalúos y Catastros - DINAC,
- Ministerio del Ambiente - MAE<sup>38</sup>,
- Consejo Nacional de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas – CONSEP<sup>39</sup>,
- ONG<sup>40</sup>s, entre otras.

---

<sup>36</sup> El Instituto Oceanográfico de la Armada, pertenece a la Fuerza Naval o Armada del Ecuador.

<sup>37</sup> El Instituto Nacional de Estadística y Censos, es el organismo encargado de realizar las encuestas para medir el índice de inflación, entre otras y desarrolla el censo de población y vivienda

<sup>38</sup> Ministerio del Ambiente - MAE

<sup>39</sup> El Consejo de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas -CONSEP

<sup>40</sup> Son los Organismos No Gubernamentales, relacionados directamente con las fundaciones sin fines de lucro.



## **Elaboración de información gráfica base para el catastro.**

En el Ecuador se utiliza cartografía catastral a escala 1:1.000 para el área urbana y en casos muy especiales a escala 1:500 ó 1:100, cuando se requiere más precisión en algún predio; para el área rural la escala recomendada es 1:5.000 ó 1:2.500, para áreas de expansión urbana.

Generalmente la cartografía a utilizar en los proyectos de catastro la elabora el Instituto Geográfico Militar, actualmente para el Catastro Urbano del DMQ<sup>41</sup>, se realizó la contratación de la empresa Stereocarto para el desarrollo de la restitución aerofotogramétrica a escala 1:1.000 de aproximadamente 50.000 has. Esta actividad se está haciendo más común, debido a que la capacidad operativa del IGM, no satisface la demanda de las diferentes municipalidades.

Para los proyectos de Catastro Urbano, la cartografía que se utilice debe cumplir con las especificaciones técnicas, que permitan la calificación “A”, debido a que es la base para la generación de la parte gráfica del catastro.

Al no existir una normativa nacional, que indique cual sería la estructura gráfica de la información catastral, la experiencia en el desarrollo de este tipo de proyectos, nos indica que la cartografía base debe estar estructurada por lo menos de las siguientes capas o niveles de información:

- Límite de proyecto (urbano – rural), emitido por ordenanza municipal;
- Límite de barrios, emitido por ordenanza municipal, de no existir, se excluye esta capa, considerando que si no esa consensuada por todos los habitantes, es una información que causaría conflictos.
- Límite manzanero exterior, que permite formar las vías;

---

<sup>41</sup> El Distrito Metropolitano de Quito -DMQ- pertenece al cantón Quito, provincia de Pichincha

- Límite manzanero exterior inferido, cuando no existe una definición clara de las manzanas
- Límite manzanero interior, restando al anterior el ancho de la vereda. Este nivel de información puede ser conformado por todos los lotes que conforman la manzana y aplicando una operación de *dissolve*;
- Límite de las construcciones, incluidos todos los aleros y volados;
- Líneas de los caminos no definidos
- Curvas de nivel
- Cercas o muros
- Parques y áreas verdes
- Nomenclatura de las vías
- Nomenclatura de edificios y construcciones importantes
- Nomenclatura de los sectores, barrios, comunas etc.

Cuando la cartografía es desarrollada en un CAD, es necesario que esté estructurada en hojas catastrales, para un mejor manejo. Si ésta es editada en un SIG, es mejor trabajar con toda la información del área de estudio.

Para el trabajo de campo se requiere que se agrupen manzanas en sectores, polígonos de barrido o barrios, generándose un primer documento de trabajo que lo denominaremos “plano sectorial“, el cual debe tener todos los datos generales para ubicar el lote particular de trabajo (numeración de manzanas, nombre de las vías, número de sectores, etc.).

Un segundo documento es el “plano manzanero“, el cual debe tener el límite de la manzana, las construcciones, los muros o cercas, nombre de las vías.

El tercer documento de trabajo es el “plano predial individual“, en el que se deben identificar los muros, cercas, construcciones. Si la cartografía es trabajada en un GIS, se puede obtener también el tamaño de las construcciones, lo cual ayuda mucho, en el levantamiento de campo.

#### **4.5. Promoción y difusión del proyecto**

Previa a la intervención en campo, se requiere de la elaboración de un Plan de Comunicación en el que se detalle el proceso de promoción y difusión que se presentará a los habitantes del lugar. La comunicación debe ser concreta y directa, con respuestas claras, considerando que todas las actividades relacionadas con el catastro implican una reacción negativa de la ciudadanía, ya que la conclusión inmediata que ellos llegan es el “incremento” en el impuesto que se debe cancelar al municipio.

Es conveniente elaborar hojas volantes, tríptico o posters, con el mensaje muy claro y recalando en las ventajas que el municipio y la comunidad pueden tener cuando se disponga de la información catastral.

#### **4.6. Toma de fotografías de fachada**

Este producto es necesario para realizar un control del levantamiento catastral y para realizar el proceso de preactualización en gabinete, que permite tener una primera aproximación de la actualización predial.

#### **4.7. Elaboración de la Cartografía a utilizar en el proyecto**

Los documentos cartográficos, para la georeferenciación de la información de lotes y predios, deben ser desarrollados por técnicas y procedimientos científicos de tal forma que se disponga del suficiente nivel de detalle y precisión para que la representación espacial sea adecuada.

Para el levantamiento de campo, un segundo insumo, sumamente importante, es la información cartográfica:

Como base se debe contar con los siguientes documentos, impresos o digitales:

- Plano Sectorial o de Barrio o de Polígono de Trabajo
- Plano Manzanero
- Plano Predial individual.

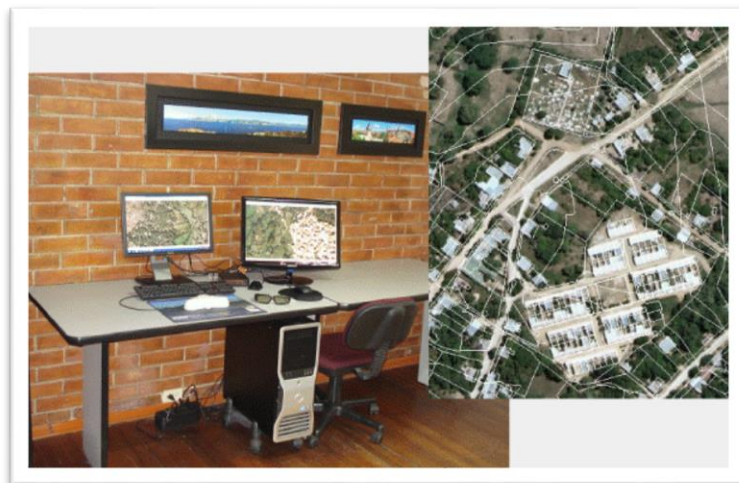
Para llegar a obtener estos documentos se realizó el siguiente proceso fotogramétrico, que no corresponde al tema de la presente tesis ya que implica una gran cantidad de recursos:

- Personal capacitado en posicionamiento GPS.
- Personal capacitado en Aerotriangulación
- Personal capacitado en restitución
- Personal capacitado en elaboración de ortofotografías
- Programas computacionales para visualización de fotografías aéreas en estereoscopia, para formación y manejos de bloques de fotografías aéreas y realizar la Aerotriangulación, para generación de ortofotos.
- Equipos informáticos que soporten el almacenamiento, manejo y despliegue gráficos de estos productos.

En el esquema siguiente se indica en resumen, el proceso aerofotogramétrico aplicado:

<b>Fases</b>	<b>Etapas</b>
Obtención de Fotografías Aéreas	Definición del Area de Estudio Plan de vuelo Toma de fotografía aérea digital

	Registro de datos GPS
Orientación	Deteminación de parámetros para la orientación interna, relativa y absoluta
Generación de Ortofotografías	Correlación de puntos homólogos en cada uno de los pares estereoscòpicos  Digitalización de elementos planimètricos principales y breaklines  Elaboración de DTM <sup>42</sup> y DSM <sup>43</sup>
	Elaboración e Ortofotografías <sup>44</sup>



*Imagen 8: Estación de Trabajo Fotogramétrica*

<sup>42</sup> DTM es una superficie matemática digital que representa la forma del terreno

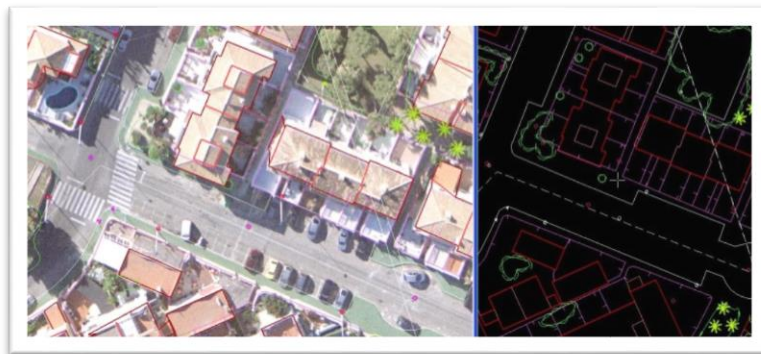
<sup>43</sup> DSM es una superficie matemática digital que representa la forma de la superficie considerando todos los elementos naturales y culturales existentes.

<sup>44</sup> La ortofotografías son productos cartográficos generados a partir de fotografías aéreas y DTM o DSM, que mantienen la ortogonalidad es decir que pueden ser considerados como cartografía.

En algunos sectores de la ciudad, adicionalmente a las ortofotos, generadas en el proceso indicado, se realiza la restitución de los elementos planimétricos que se encuentran visibles tales como:

- Límite de construcciones
- Límites de manzanas
- Límite de áreas verdes
- Parterres
- Veredas
- Líneas de energía eléctrica

La restitución se realiza en sectores en los cuales otras empresas municipales requieren planos vectoriales, como son las empresas encargadas de la vialidad y del agua potable y alcantarillado.



*Imagen 9: Ortofoto y Restitución*

En los sectores en los cuales no se realizó la restitución se procede a trabajar con los archivos raster ortofotografía, que por sus características de elaboración son métricas y mantienen la escala en toda la superficie.

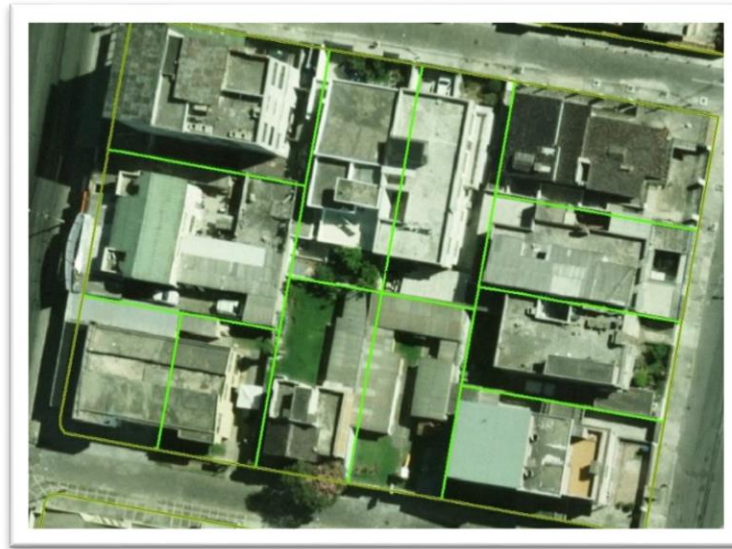
Con esta información se generan los planos necesarios para el trabajo de campo:

**Plano sectorial.-** Cuya función principal es ubicarse en el contexto del barrio y le permite al actualizador registrar su avance en el proceso de campo, por lo general es un plano vectorial.



*Imagen 10: Plano Sectorial*

**Plano manzanero.-** Se genera de cada una de las manzanas en las cuales el técnico actualizador va a realizar la investigación de campo. El primer paso que se realiza en este documento es identificar los lotes y codificarlos desde el número 1 en adelante siguiendo una forma de espiral.



*Imagen 11: Ortofotomapa con límite de predios*

**Plano predial.-** En la manzana seleccionada para el presente trabajo se imprimió una ampliación de la ortofoto de cada uno de los predios, lo que permite tener una mejor visión de los detalles, la resolución espacial de la ortofoto e de 10 cm.

En el siguiente gráfico se presenta el plano predial raster del lote N. 1, que corresponde a una propiedad horizontal.



*Imagen 12: Límite de predios. Plano predial*



#### **4.8. Preactualización predial**

Con las ortofotografías, la restitución, fotos de fachada y otra información proporcionada por el municipio o registro de la propiedad, se procede en gabinete a realizar una interpretación y completar la mayor cantidad de información requerida en la ficha predial. Con esta preactualización, se realiza la visita campo y se completan los ítems de investigación requeridos.

Aplicando ésta metodología se puede reducir en tiempo hasta un 50% de lo planificado, si se realizara solamente la investigación de campo.

#### **4.9. Recopilación de información descriptiva en campo, de los bienes inmuebles**

En el proceso de recopilación de la información descriptiva alfanumérica de los predios, en campo, se utiliza una Ficha Predial. El formato de esta ficha puede ser en digital (manejada en una Tablet o notebook<sup>45</sup>), o impresa.

En la etapa de recopilación de Información en campo, se requiere que la ficha predial esté definida, considerando los ítems necesarios para:

- Ubicar espacialmente el lote o el predio,
- Identificar al Propietario
- Forma de adquisición
- Uso Actual de bien inmueble
- Características constructivas

---

<sup>45</sup> Son dispositivos electrónicos en los que se puede desplegar información gráfica o alfanumérica y se puede realizar la edición de varios elementos.

Cada uno de los ítems a ser investigados en campo deben estar suficientemente detallados y ejemplificados en un manual, para que no existan dudas por los técnicos que realizan el levantamiento de la información. Este documento servirá de base para la capacitación al personal que realizará las funciones de recopilación, supervisión, control de calidad y coordinación.

Es necesario recalcar que cada ítem que se recopile en campo debe tener un fin específico, para no incurrir en gastos innecesarios, considerando que la actividad de campo es la más complicada y costosa.

Además de la Ficha para recopilar la información de campo, es necesario contar con:

- Procedimiento detallado para la recopilación de la información,
- Cartografía actualizada de los sectores en los que se va a intervenir,
- Procedimiento de sistematización de la información recolectada.

En el cuadro siguiente se indica la información básica a recopilar en campo. Los cuatro primeros campos son básicos para establecer una identificación única (a nivel nacional) del lote de terreno. Puede variar incrementando, en la Clave Catastral, uno o dos campos, actualmente es a discreción del municipio en lo que referente al espacio urbano; para el sector rural está normado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP.

GRUPO	ITEM	2D	DESCRIPCIÓN
Clave Catastral	1. Provincia	√	Por lo general la clave catastral se estructura considerando la provincia (dos dígitos), el cantón (dos dígitos) y la parroquia (2 dígitos), la codificación indicada es basada en la elaborada por el Instituto de estadística y
	2. Cantón	√	
	3. Parroquia	√	

			Censo. Existe una tendencia que proponen varios tipos de codificación como son los números únicos o las claves alfanuméricas. Es necesario anotar que la codificación que se mantiene hasta hoy fue desarrollada pensando en el archivo de documentos análogos.
	4. Manzana	√	La numeración de la manzana es otro componente de la clave catastral y se la puede definir, de acuerdo a lo que se estipule en la Municipalidad o el consultor sugiera.
Ubicación espacial del lote o predio	5. Calle o avenida Principal (nombre y nomenclatura)	√	Se debe registrar el nombre completo de la vía principal tal como se la conoce y está indicada en las placas viales informativas, con la codificación respectiva.
	6. Calle o av. Secundaria (nombre o nomenclatura)	√	Se debe registrar el nombre completo de la vía principal tal como se la conoce y está indicada en las placas viales informativas, con la codificación respectiva.
	7. Nomenclatura domiciliaria	√	Se debe registrar la codificación respectiva, que se indica en la puerta principal de acceso al inmueble.
Forma de adquisición	8. Descripción de la forma de adquisición	√	Basados en las escrituras, se registra la forma de adquisición del bien, entre las principales tenemos: compra – venta, adjudicación, donación, herencia, ...

Uso del Lote o predio	9. Uso declarado del lote	√	Este es un aspecto importante para realizar el avalúo, debido a que se puede realizar la construcción con un objetivo y utilizarlo en otro completamente distinto. Los casos que por lo general se encuentran en campo son: uso declarado „casa“, pero utilizado como hotel, colegio, clínica, restaurante, gimnasio, etc.
	11. Uso actual del lote	√	Es fundamental registrar el uso actual del lote, por la evolución que tienen los diferentes sectores de una ciudad, al inicio se construyó pensado en habitacional y actualmente es utilizado como comercial, educativo, hospedaje, salud, ò cualquier otro uso.
Características constructivas, por unidad.	13. Estructura predominante	√	Se registra la estructura predominante del bloque constructivo, generalizando su descripción.
	15. Cubierta	√	La cubierta de la construcción es registrada.
	17. Puertas por unidad constructiva	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
	19. Ventanas por unidad constructiva	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
	21. Paredes por unidad constructiva	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio

Datos adicionales para el avalúo	23. Año de construcción del bloque	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
	25. Estado de conservación del bloque	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio, ya que participa directamente como un factor de demérito.
	27. Adicionales constructivos del lote o predio	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
	29. Áreas comunales	√	Se registran todas las aéreas comunales registradas en la declaratoria de propiedad horizontal o en sus respectivas modificatorias o aclaratorias, un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio

#### **4.10. Procesamiento de la Información recolectada en campo.**

La información recopilada en campo, tanto alfanumérica (ficha predial), como gráfica (delimitación en la cartografía u ortofotos, fotografías de la fachada), debe ser sistematizada para que sea utilizada oportuna, correctamente y en su totalidad.

Para el presente documento se abstrae una manzana de las aproximadamente 20.000 manzanas que existen en el Distrito Metropolitano de Quito y se procesa la información gráfica y alfanumérica en un software libre. Se puede utilizar en ciudades pequeñas, aunque algunos usuarios garantizan su aplicación con grandes cantidades de datos.

Desventajas.- Manejo de áreas pequeñas, limitada cantidad de registros, escases de personal técnico especializado, seguridad en el manejo de la información medio, se debe destinar un rubro para equipamiento informático (PC, impresora, plotter, ups, ...).

Para localidades más grandes es necesaria la implementación de un Sistema Integrado de Manejo de Información Catastral, que soporte volúmenes altos de datos gráficos y alfanuméricos. En el Ecuador el sistema, más utilizado es el conformado por: ArcGis+Arc SDE + Oracle Spatial, con la tendencia a utilizar software libre.

Ventajas.- Es un sistema robusto, para manejo de grandes volúmenes de información, puede ser utilizado por varias dependencias municipales transformándolo en un sistema de gestión de información municipal.

Desventajas.- La Inversión inicial es alta, se debe considerar un rubro para mantenimiento de licencias (en el caso de software comercial es más alto), el equipamiento en hardware es costoso (servidores, cuarto especial para servidores, instalación de redes de datos y eléctrica especial, equipos para control de descargas eléctricas, ups...), personal especializado muy escaso. Posibilidad de utilización de software libre, más restringido.

Considerando que la obtención de la información en campo es costosa, todos los ítems a ser receptados en campo deben ser minuciosamente analizados para que sean utilizados en su totalidad.

Partiendo de este concepto, la ficha predial contiene información que es muy útil para diferentes entidades que pueden desarrollar actividades tan diversas como: avalúos, vialidad, nomenclatura domiciliaria, nomenclatura vial, telefonía, agua potable, alcantarillado, obras públicas, riego, peligros naturales y provocados por efectos antrópicos, patrimonio, educación, seguridad, salud, bienes municipales, etc.

En el cuadro siguiente se presenta un diagrama que guía el proceso de levantamiento catastral, partiendo de la definición - alcance del proyecto y poniendo mucho énfasis en aprovechar la información existente,

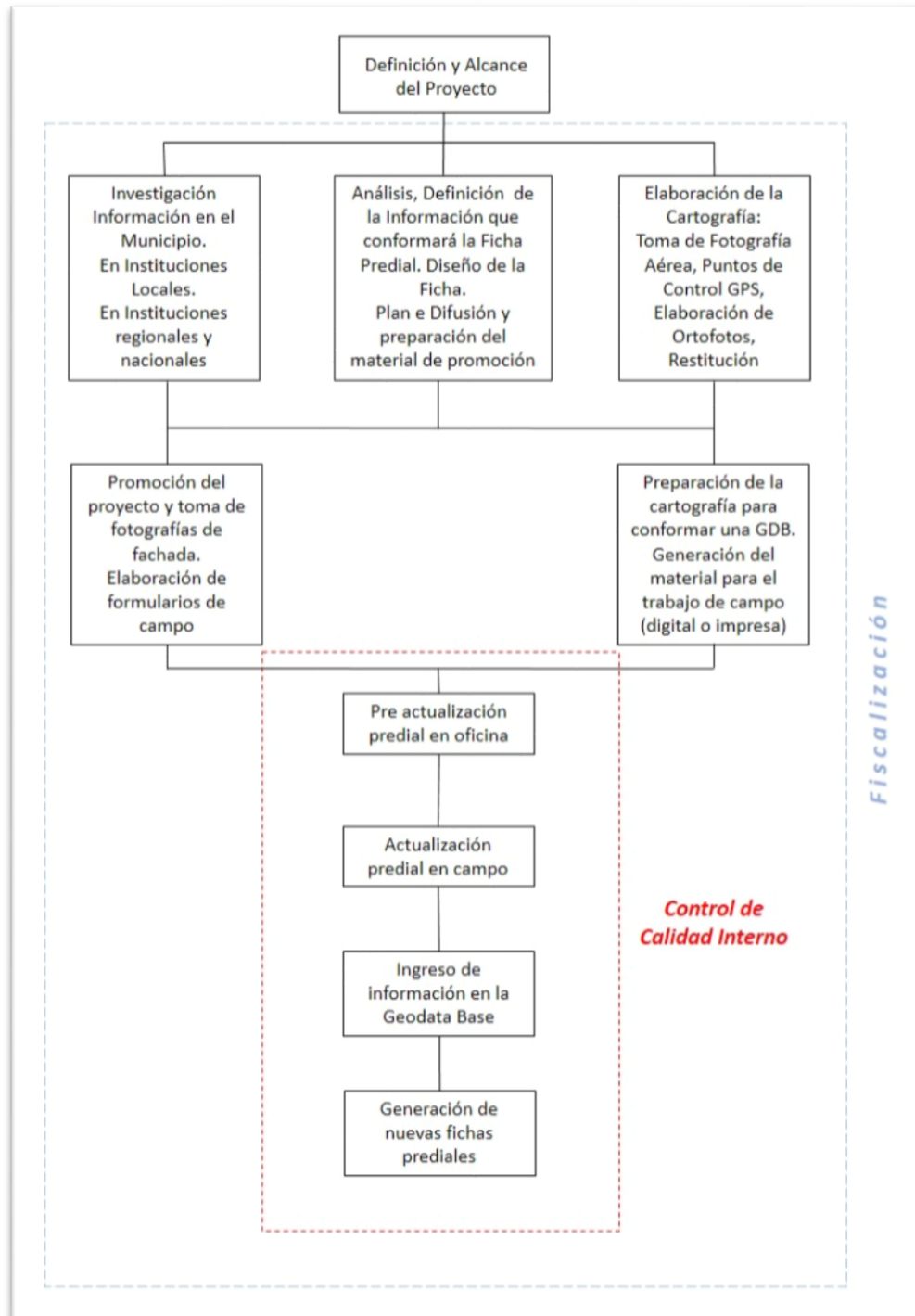


Imagen 13: Proceso de Levantamiento Catastral, utilizando los SIGs

Es importante indicar que los registros catastrales deben estar ligados a los datos que dispone el Registro de la Propiedad del Cantón. Para la cual El Registro de la Propiedad debe generar una base de datos, registrando cada una de las tracciones que ocurran a cada predio. En la actualidad el registro es por el nombre del propietario y se puede consultar, que tracciones ha realizado una persona. Únicamente puede ser útil cuando una persona posea un solo predio y todas las tracciones que haya realizado se refieran a ese predio (compra – venta, hipoteca, levantamiento de hipoteca, entre otros).

La primera y más evidente ventaja de un levantamiento catastral y de un registro es que ambos proporcionan en todo momento una descripción verdadera y exacta de la situación jurídica de la tierra. Sólo un mapa catastral puede facilitar los medios para lograr una identificación exacta necesaria con este fin y sólo un registro permanente y completo puede ofrecer un cuadro exacto de la situación en un momento determinado. (FAO, 2014)

El hecho de poder mapear una característica catastral de los predios (forma de adquisición), facilita enormemente, la identificación de predios con problemas jurídicos y en el sector están ubicados. Es posible determinar predios con propietarios privados en áreas protegidas, regidas por leyes ambientales.,



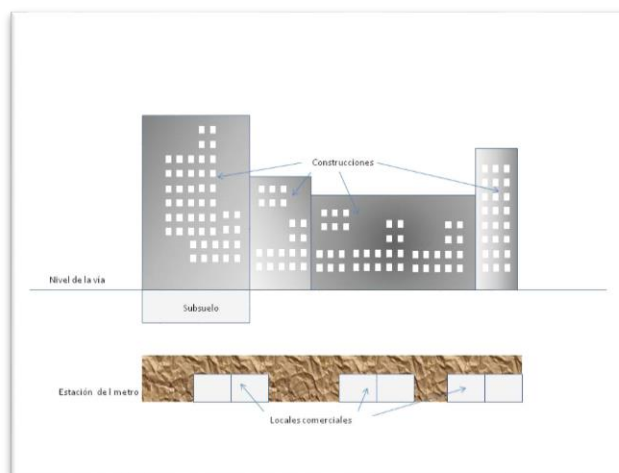
## **5. CASO PRÁCTICO. LEVANTAMIENTO PREDIAL EN 3D, CON APLICACIÓN DE LA FICHA PREDIAL Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN GRÁFICA, EN UNA MANZANA**

En la actualidad, los mapas se representan con una perspectiva nadiral. Esto no ha ocurrido siempre, la representación topográfica de los mapas no se ha definido hasta muy tarde. En épocas anteriores se utilizaron panorámicas oblicuas, representando las calles con sus edificios en perspectiva mostrando tejados y fachadas, Estas representaciones fueron utilizadas en la cartografía del siglo XVI y daban importancia al aspecto estético con una visión clara de la ciudad y la componente 3d de los edificios y sus características. (Rodriguez, 2012)

La dinámica poblacional y la presión que se ejerce sobre las ciudades obligan a realizar construcciones que cambian el concepto de unidades catastrales tradiciones, por lo que el desarrollo de procedimientos, leyes y reglamentos para solucionar su registro gráfico y jurídico tradicional, obligatoriamente deben ser analizados detalladamente y plantear modificaciones.

A continuación se pueden apreciar algunos casos que se presentan cuando el desarrollo vertical de las ciudades se produce y obliga a formar catastros con el concepto de 3D.

- Construcciones públicas o privadas (estaciones subterráneas de metro, centros comerciales, etc.) bajo la superficie de un área consolidada.



*Imagen 14: Construcciones subterráneas*



*Imagen 16: Metro en Santiago de Chile (Wikipedia, s.f.)*

En las imágenes se aprecian las estaciones de los trenes subterráneos, cada vez más frecuente en las grandes ciudades de todo el mundo.

- Construcciones públicas o privadas (vías y estaciones subterráneas de trenes) bajo la superficie de áreas rurales.



*Imagen 17: Construcciones subterráneas bajo áreas rurales*

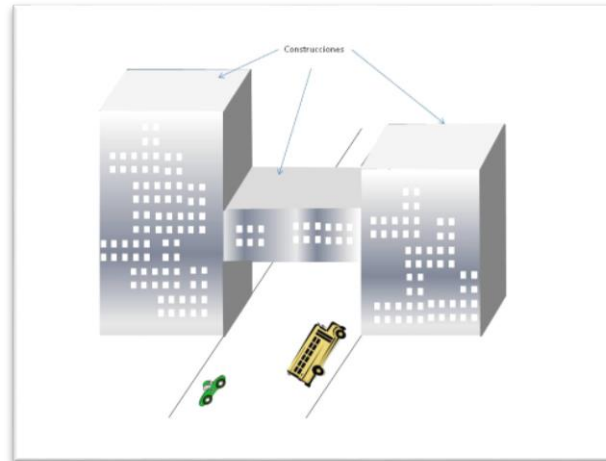


*Imagen 18; Túnel Negrón. Castilla y León – Principado de Asturias*

En la fotografía se puede apreciar las construcciones viales (túneles) que atraviesan áreas rurales públicas o privadas, se debe considerar que en el interior de los túneles existen

áreas para mantenimiento, bodegas, parqueaderos, etc. La administración de los túneles puede ser del estatal o de empresas privadas.

- Construcciones sobre las vías públicas.



*Imagen 19: Construcciones privadas sobre espacio público*



*Imagen 20: Autovía en Osaka (MEDIOS, 2012)*

- Edificaciones sobre áreas públicas o comunales o privadas



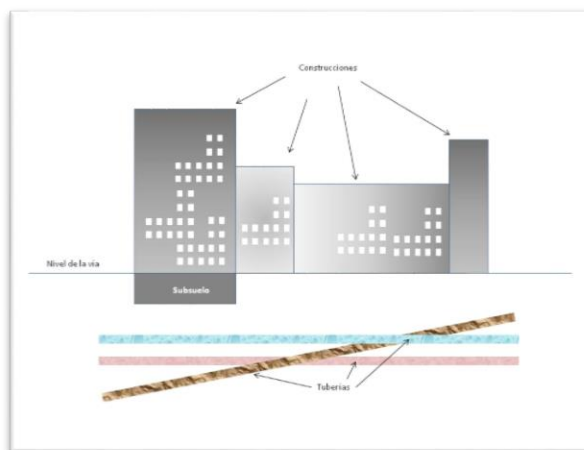
*Imagen 21: Construcciones sobre áreas comunales y privadas (Posteos, s.f.)*



*Imagen 22: Construcciones sobre áreas comunales y privadas (OPINIÒN, 2011)*

Construcciones con diseños especiales que intervienen o se superponen al espacio público, son cada vez más frecuentes, además que este tipo de desarrollo no se puede frenar por el problema tecnológico para el registro de predios.

- Túneles para tuberías subterráneas.



*Imagen 23: Construcciones para el paso de tuberías subterráneas*



*Imagen 24: Redes y tuberías subterráneas (Proyectos, 2014)*

Toda ciudad necesita de infraestructura civil subterránea, en algunos sectores es obligatoria (inclusive la que tradicionalmente se la ha mantenido en forma aérea), por lo que

empresas que brindan servicios de telefonía, internet, televisión, etc., necesitan conocer la ubicación de sus instalaciones.

Esta tendencia generalizada, ha obligado a los especialistas en catastro y sistemas de información geográfica a desarrollar formas nuevas de representación gráfica e identificación o codificación de las unidades catastrales.

Para el desarrollo de un proyecto de catastro en 3D, es necesario contar con los planos de cada una de las edificaciones. Si ésto no es posible, se debe prever su elaboración, lo cual implica la participación de personal especializado con el equipamiento adecuado. El costo se incrementa enormemente por lo que debe analizarse el costo – beneficio, del proyecto.

Por lo general en el Ecuador no se exige la presentación de planos, en formato digital y georeferenciados, de la construcción final de los inmuebles, complicando la aplicación de un catastro 3D.

El registro de estas propiedades, merece un estudio completo y pormenorizado, considerando que nuestra legislación contempla únicamente la propiedad sobre la tierra. De acuerdo a nuestra legislación, existe propiedad privada sobre un lote o predio (unidad catastral) en:

- Unipropiedad.- la superficie de la tierra y sus construcciones.
- Propiedad horizontal.- el predio, que puede estar ubicado en cualquier piso, sobre o bajo el nivel de la vía principal.

Todo lo que se encuentra bajo el último nivel de construcción es de propiedad del estado y están regidos por leyes especiales de minería, de la misma manera todo lo que está sobre el piso más alto construido es también del estado, regulado por las leyes del espacio aéreo.

En el siguiente cuadro se presentan la información a ser recopilada en campo o gabinete para el exitoso desarrollo de un proyecto de catastro en 3D, debido al espíritu de este documento se realiza una comparación con un levantamiento tradicional 2D.

GRUPO	ITEM	2D	3D	DESCRIPCIÓN
Clave Catastral	1. Provincia	√	√	Por lo general la clave catastral se estructura considerando la provincia (dos dígitos), el cantón (dos dígitos) y la parroquia (2 dígitos), la codificación indicada es basada en la elaborada por el Instituto de estadística y Censo. Existe una tendencia que proponen varios tipos de codificación como son los números únicos o las claves alfanuméricas. Es necesario anotar que la codificación que se mantiene hasta hoy fue desarrollada pensando en el archivo de documentos análogos.
	2. Cantón	√	√	
	3. Parroquia	√	√	
	4. Manzana	√	√	
Ubicación espacial del lote o predio	5. Calle o avenida Principal (nombre y nomenclatura)	√	√	Se debe registrar el nombre completo de la vía principal tal como se la conoce y está indicada en las placas viales informativas, con la codificación respectiva.



	6. Calle o av. Secundaria (nombre o nomenclatura)	√	√	Se debe registrar el nombre completo de la vía principal tal como se la conoce y está indicada en las placas viales informativas, con la codificación respectiva.
	7. Nomenclatura domiciliaria	√	√	Se debe registrar la codificación respectiva, que se indica en la puerta principal de acceso al inmueble.
Forma de adquisición	8. Descripción de la forma de adquisición	√	√	Basados en las escrituras, se registra la forma de adquisición del bien, entre las principales tenemos: compra – venta, adjudicación, donación, herencia, ...
Uso del Lote o predio	9. Uso declarado del lote	√	X	Este es un aspecto importante para realizar el avalúo, debido a que se puede realizar la construcción con un objetivo y utilizarlo en otro completamente distinto. Los casos que por lo general se encuentran en campo son: uso declarado „casa“, pero utilizado como hotel, colegio, clínica, restaurante, gimnasio, etc.
	10. Uso declarado por piso	X	√	Para el desarrollo de un proyecto de catastro en 3D es necesario registrar el uso declarado de la unidad por cada piso. Se presentan casos en los que se registra como uso declarado “casa” y en el primer piso se usa como comercio, el segundo piso como oficinas y el tercer piso como habitación.

	11. Uso actual del lote	√	X	Es fundamental registrar el uso actual del lote, por la evolución que tienen los diferentes sectores de una ciudad, al inicio se construyó pensado en habitacional y actualmente es utilizado como comercial, educativo, hospedaje, salud, ò cualquier otro uso.
	12. Uso actual por piso	X	√	Para el desarrollo de un proyecto de catastro en 3D es necesario registrar el uso actual de la unidad por cada piso, ya que la valoración es una sumatoria del resultado de cada unidad.
Características constructivas, por unidad.	13. Estructura predominante	√	X	Se registra la estructura predominante del bloque constructivo, generalizando su descripción.
	14. Estructura por piso	X	√	Para el catastro 3D, se debe registrar la estructura específica por cada uno de los pisos. Por lo general se encuentran construcciones, realizadas con bloque y columnas de Hormigón armado los dos primeros pisos. El tercer piso lo realizan con estructura de metal y con cubierta de eternit.
	15. Cubierta	√	√	La cubierta de la construcción es registrada.
	16. Entrepiso	X	√	Debido a que es un catastro en 3D es necesario, conocer el material del entrepiso, para realizar el avalúo individual.

17. Puertas por unidad constructiva	√	X	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
18. Puertas por unidad constructiva por cada piso	X	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio y como se está realizando un proyecto de catastro 3D, es necesario realizar el levantamiento de cada unidad constructiva por piso.
19. Ventanas por unidad constructiva	√	X	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
20. Ventanas por unidad constructiva por cada piso	X	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio y como se está realizando un proyecto de catastro 3D, es necesario realizar el levantamiento de cada unidad constructiva por piso.
21. Paredes por unidad constructiva	√	X	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
22. Paredes por unidad constructiva por cada piso	X	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio y como se está realizando un proyecto de catastro 3D, es necesario realizar el levantamiento de cada unidad constructiva por piso.

Datos adicionales para el avalúo	23. Año de construcción del bloque	√	X	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
	24. Año de construcción de cada piso	X	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio y como se está realizando un proyecto de catastro 3D, es necesario realizar el levantamiento de cada unidad constructiva por piso.
	25. Estado de conservación del bloque	√	X	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio, ya que participa directamente como un factor de demérito.
	26. Estado de conservación de cada piso	X	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio y como se está realizando un proyecto de catastro 3D, es necesario realizar el levantamiento de cada unidad constructiva por piso.
	27. Adicionales constructivos del lote o predio	√	X	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
	28. Adicionales constructivos en cada piso	X	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio y como se está realizando un proyecto de catastro 3D, es necesario realizar el levantamiento de cada unidad constructiva por piso.
	29. Áreas comunales	√	√	Se registran todas las aéreas comunales registradas en la declaratoria de propiedad

				horizontal o en sus respectivas modificatorias o aclaratorias, un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio
	30. Áreas comunales en cada piso	X	√	Es un ítem que es utilizado para realizar el avalúo del predio y como se está planteando un proyecto de catastro 3D, es necesario realizar el levantamiento de cada una de estas unidades constructivas por piso, por ejemplo: corredores, halls, área de elevadores, bodegas o cuartos para administración del edificio, etc.

Con una X en la columna 2d y con color gris, se indican los ítems que se deben incorporar en un levantamiento catastral en 3d. Estos ítems tienen la particularidad que son más detallados y requieren de una inversión mayor en recursos.

### 5.1. Descripción del área de estudio

Se ha seleccionado una manzana de la ciudad de Quito, los nombres de las calles, avenidas, nomenclatura vial, nomenclatura domiciliaria, datos de los propietarios, forma de adquisición han sido cambiados, por constituirse la información catastral como reservada y de acuerdo a la normativa legal ecuatoriana.

La manzana seleccionada está ubicada en la ciudad de Quito, entre las calles A (norte), calle B (sur), Avenida C (este) y Avenida D (oeste). Esta manzana está conformada por:

- Lotes de Unipropiedad: 9
- Lotes de Propiedad Horizontal: 3



*Imagen 25: Ubicación del área de trabajo*

Para definir la clave catastral podemos hacer las siguientes consideraciones, respecto a su configuración, por lo general la estructura utilizada en el país se conforma por los siguientes códigos:

- Provincia de Pichincha: Código INEC: 17
- Cantón Quito: Código INEC: 01
- Zona Administrativa: Código Municipio: 09
- Parroquia AA: Código INEC: 11
- Manzana: Código Municipio: 123
- Lote up o ph: 3 dígitos
- Predio en propiedad horizontal: 9 dígitos adicionales (bloque/piso/unidad)

Provincia		Cantón		Z.A.		Parroquia		Manzana			Lote			bloque			piso			unidad		
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

## **5.2. Ficha predial para levantamiento de un catastro en 3D**

La información alfanumérica es recopilada y plasmada en Fichas Prediales, las cuales pueden ser impresas o llevarlas digitalmente en tabletas o en computadoras portátiles pequeñas.

En el cuadro siguiente, se presenta la información recopilada en campo.

Para el Lote 1:







Para los lotes 2 al 6:

GRUPO	ITEM	LOTES UNIPROPIEDAD			LOTE PH		LOTE UP
		Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5		Lote 6
1. Clave Catastral	1. Provincia	17	17	17	17	17	17
	2. Cantón	1	1	1	1	1	1
	3. Zona Administrativa	9	9	9	9	9	9
	4. Parroquia	11	11	11	11	11	11
	5. Manzana	123	123	123	123	123	123
	6. Lote	2	3	4	5	5	6
	7. Bloque	0	0	0	1	1	0
	8. Piso	0	0	0	1	2	0
	9. Unidad	0	0	0	1	1	0
2. Ubicación espacial del lote o predio	1. Calle o avenida Principal (nombre y nomenclatura)	Calle A	Calle A	Calle A	Av. D	Av. D	Av. D
	2. Calle o av. Secundaria (nombre o nomenclatura)	NO	NO	Av. D	NO	NO	NO
	3. Nomenclatura domiciliaria	N42A	N42A	N42A	N42-35	N42-35	N42-21
3. Forma de adquisición	1. Descripción de la forma de adquisición	Donación	Compra - Venta	Compra - Venta	Compra - Venta	Compra - Venta	Compra - Venta
4. Uso del Lote en UP o predio en PH	1. Uso declarado del lote	NO	NO	NO	Habitacional	Habitacional	NO
	2. Uso declarado por piso	NO	NO	NO	Habitacional	Habitacional	NO

	3. Uso actual del lote	NO	NO	NO	Habitacional	Habitacional	NO
	4. Uso actual por piso	Habitacional	Habitacional	Habitacional	Habitacional	Habitacional	Habitacional
5. Características constructivas, por unidad.	1. Estructura predominante	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
	2. Estructura por piso	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
	3. Acabados de Cubierta	No tiene	No tiene	Teja Común	No tiene	No tiene	No tiene
	4. Entrepiso	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
	5. Puertas por unidad constructiva por cada piso	Madera Maciza	Madera Maciza	Madera Maciza	Madera Maciza	Madera Maciza	Madera Maciza
	6. Ventanas por unidad constructiva por cada piso	Madera Ordinaria	Aluminio Anodizado	Madera Ordinaria	Aluminio Común	Aluminio Común	Hierro
	7. Paredes por unidad constructiva por cada piso	Enlucido Pintado	Enlucido Pintado	Enlucido Pintado	Grafiado Estucado	Grafiado Estucado	Enlucido Pintado
	7. Altura de las paredes	Obtiene del plano	Obtiene del plano	Obtiene del plano	Obtiene del plano	Obtiene del plano	Obtiene del plano
6. Datos adicionales para el avalúo	1. Año de construcción de cada piso	1985	1970	1980	1990	1990	1972
	2. Estado de conservación de cada piso	bueno	bueno	bueno	bueno	bueno	bueno
	3. Adicionales constructivos en cada piso	No se puede definir	No se puede definir	No se puede definir	No tiene	No tiene	No se puede definir
	4. Áreas comunales en cada piso	NO	NO	NO	Obtiene del plano	Obtiene del plano	NO







Como se puede apreciar, es fundamental la existencia de un plano de cada una de las viviendas que tenga como característica adicional la georeferenciación del lote al cual pertenece.

Adicionalmente es necesario la toma de fotografías de fachadas de cada uno de los predios, que ayuda a la correcta ubicación de la información y también para cierta comprobación de características.

### **5.3. Información cartográfica**

Para el desarrollo de estos proyectos de levantamiento catastral en 3D, adicionalmente a los planos sectoriales, manzaneros y prediales, es necesario la presentación de planos detallados de cada una de las edificaciones, con las siguientes características:

- Planos en formato digital.
- Acotamiento en los elementos horizontales y en vertical (altura entre pisos)
- Plano con escala
- Identificación del norte
- Georeferenciado. Esta condición no puede ser obligatoria, debido a que se requiere equipos y conocimientos adicionales. Este proceso puede ser desarrollado por la entidad que administra el catastro.
- Plano de ubicación dentro de la manzana.
- La cartografía digital base debe ser proporcionada por la entidad administradora del catastro, para que garantice las características de única en todos los aspectos (nivel de detalle, fecha de generación, escala, parámetros geodésicos).

#### **5.4. Información Alfanumérica**

La información recopilada en campo, utilizando las fichas catastrales indicadas previamente, es ingresada a las diferentes tablas relacionadas que conforman la base de datos alfanumérica catastral, una de las tablas se presenta a continuación que relaciona el predio con el propietario y la dirección.



N°	Tipo	Zona	Parroquia	Polígono	Manzana	N° de Predio	Clave Catastral anterior	Clave Catastral	Dirección	Nombre del Propietario	Area de Terreno BD-DMC	Área de Terreno actual	Área de Construcción actual	Enviado por WS (si/no)
169	UP	04	14	023	0168	0011268	1140614010	04140168010	A	N1	216,00	216,00	213,81	SI
170	UP	04	14	023	0168	0011381	1140614011	04140168011	B	N2	252,00	252,00	256,74	SI
171	UP	04	14	023	0168	0024087	1140614008	04140168008	C	N3	300,00	300,00	157,82	SI
172	UP	04	14	023	0168	0026589	1140614003	04140168003	D	N4	360,00	360,00	399,11	SI
173	UP	04	14	023	0168	0034834	1140614002	04140168002	A	N5	360,00	360,00	391,06	SI
174	UP	04	14	023	0168	0054713	1140614009	04140168009	B	N6	300,00	300,00	188,97	SI
175	UP	04	14	023	0168	0082291	1140614004	04140168004	C	N7	401,00	401,00	422,46	SI
176	UP	04	14	023	0168	0090413	1140614006	04140168006	D	N8	347,00	347,10	359,16	SI
177	UP	04	14	023	0168	0094143	1140614012	04140168012	A	N9	494,00	494,00	619,16	SI
6521	PH	04	14	023	0168	0550500	1140614007	04140168007	B	N10	154,04	0,00	215,24	SI
6522	PH	04	14	023	0168	0550503	1140614007	04140168007	C	N11	126,14	0,00	176,25	SI
6523	PH	04	14	023	0168	0550507	1140614007	04140168007	D	N12	120,80	0,00	168,79	SI
6524	PH	04	14	023	0168	0570868	1140614001	04140168001	A	N13	56,38	0,00	132,46	SI
6525	PH	04	14	023	0168	0570869	1140614001	04140168001	B	N14	92,79	0,00	218,00	SI
6526	PH	04	14	023	0168	0570870	1140614001	04140168001	C	N15	55,93	0,00	131,40	SI
6527	PH	04	14	023	0168	0570871	1140614001	04140168001	D	N16	46,92	0,00	110,25	SI
6528	PH	04	14	023	0168	0570872	1140614001	04140168001	A	N17	55,86	0,00	131,25	SI
6529	PH	04	14	023	0168	0570873	1140614001	04140168001	B	N18	47,24	0,00	111,00	SI
6530	PH	04	14	023	0168	0570874	1140614001	04140168001	C	N19	47,20	0,00	110,90	SI
6531	PH	04	14	023	0168	0570875	1140614001	04140168001	D	N20	31,83	0,00	74,80	SI
6532	PH	04	14	023	0168	0570877	1140614001	04140168001	A	N21	33,79	0,00	79,40	SI
6533	PH	04	14	023	0168	1241605	1140614005	04140168005	B	N22	179,04	0,00	264,62	SI

6534	PH	04	14	023	0168	1241617	1140614005	04140168005	C	N23	140,96	0,00	2152,91	SI
------	----	----	----	-----	------	---------	------------	-------------	---	-----	--------	------	---------	----

*Imagen 26: Información ingresada a la Base de Datos. Una de las Tablas "Dirección y Nombre del Propietario", Información Reservada*

El ingreso de la información alfanumérica debe realizarse con mucho cuidado y con validaciones informáticas de tal manera que esta sea sumamente confiable. Algunas validaciones pueden ser:

- El formato de las fechas, definir siempre la secuencia de los datos a ser ingresados
- El nombre de los propietarios, se debe definir la secuencia
- El nombre de las calles, debe seleccionarse de una serie de opciones previamente ingresadas o se las puede obtener directamente del gráfico.
- Los datos de áreas de escrituras ingresados al sistema, deben ser correlacionados con los datos gráficos generados por el GIS.
- Para el ingreso de datos de características de las construcciones se generan validaciones que relacionan múltiples ítems.

Mientras más validaciones se puedan incluir, más seguridad y confianza tendremos de la información ingresada.

### **5.5. Preparación y presentación de los datos recopilados en campo (Información Catastral) en un SIG desarrollado con Software Libre**

En los años 80, las empresas de programación comenzaron a obligar a sus clientes a firmar acuerdos de licencia por la utilización de los programas que vendían. En contraposición, en 1984 Richard Stallman propuso el concepto de software libre basado en cuatro libertades básicas:

- Libertad para ejecutar el programa para cualquier propósito.
- Libertad para estudiar cómo funciona el programa y adaptarlo a cualquier necesidad.
- Libertad para redistribuir copias y compartirlas con la comunidad.

- Libertad para mejorar el programa y compartir dichas mejoras con el público de manera que la comunidad se pueda beneficiar de ellas.

La revolución que ha supuesto la filosofía del software libre ha llegado también a los sistemas de información geográfica y hoy en día existen ya varios proyectos serios que pretenden ser una alternativa viable a programas comerciales. Software libre se refiere a la libertad de ejecutar, estudiar, adaptar, distribuir, mejorar y compartir cualquier tipo de programa, en sí, cualquier software que cumpla con estas libertades básica, puede llamarse con mucha seguridad, Software Libre, sin embargo no se debe confundir el término libre con gratuidad, más bien se trata de libre manipulación y uso, más no de precio (Vitar, 2014).

En el decreto oficial 10142, Artículo 1.- Establecer como política pública para las entidades de la Administración Pública Central la utilización de Software Libre en sus sistemas y equipamientos informáticos. Artículo 2.- Se entiende por Software Libre, a los programas de computación que se pueden utilizar y distribuir sin restricción alguna, que permitan su acceso a los códigos fuentes y que sus aplicaciones puedan ser mejoradas Artículo 4.- Se faculta la utilización de software propietario (no libre) únicamente cuando no exista una solución de Software Libre que supla las necesidades requeridas, o cuando esté en riesgo la seguridad nacional, o cuando el proyecto informático se encuentre en un punto de no retorno”

Para el presente trabajo se ha seleccionado Quantum GIS (QGIS)<sup>46</sup> porque es un amigable software de Sistema de Información Geográfica de fuente abierta, y compartida. Este programa es un proyecto oficial de la Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> Es un software de SIG, de código libre desarrollado para diferentes sistemas operativos

<sup>47</sup> La Open Source Geospatial Foundation -OSGEO- fue creada para apoyar el desarrollo colaborativo de software de código abierto geoespacial y promover su uso generalizado.

Puede ser instalado y corre bajo Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android<sup>48</sup>, soporta una gran cantidad de formatos vectorial, raster, y bases de datos.

El proyecto Quantum GIS nació oficialmente en mayo del 2002, cuando se comenzó a escribir su código. La idea fue concebida por Gary Sherman, cuando él empieza a buscar un visualizador de archivos GIS, para linux que fuera rápido y que soporte una amplia gama de formatos. La primera versión soportaba solamente archivos PostGIS<sup>49</sup>.



*Imagen 27: Presentación de Q-GIS*

Quantum GIS mantiene un continuo crecimiento de funciones y aplicaciones, por los desarrolladores expertos de todo el mundo. Con este programa se puede visualizar, manejar, editar, analizar y preparar mapas para una presentación final e impresión. La última versión es a QGIS 1.8.0. y es la que se va a utilizar para manejar la cartografía base, imprimir los planos sectoriales, planos manzaneros y planos prediales individuales, que serán utilizados en el proceso de levantamiento predial.

Las principales características son:

<sup>48</sup> Son diferentes plataformas sobre las cuales corren los programas informáticos.

<sup>49</sup> PostGis es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto -relacional PstgrsSQL, convirtiéndola en una base de datos espacial, para su utilización en un SIG

- Vista directa de datos vectores y raster en diferentes formatos y proyecciones, soportando formatos PostGIS y Spatial Lite<sup>50</sup>, además otros formatos vectoriales soportados por OGR<sup>51</sup>, incluye Shapefiles, mapInfo<sup>52</sup>, SDTS<sup>53</sup> y GML<sup>54</sup>.
- Formatos raster soportados por GDAL<sup>55</sup>, tales como modelos de elevación, fotografías aéreas e imágenes Landsat<sup>56</sup>.
- Archivos generados por GRASS<sup>57</sup>.
- Funciones para crear, digitalizar, editar, exportar datos e importar datos de unidades GPS.
- Análisis mediante álgebra de mapas, análisis del terreno, modelamiento hidrológico, análisis de redes y otras.
- Preparación de mapas para impresión con todos los requerimientos cartográficos (escala, norte, graticula, leyenda, entre otras).

## 5.6. Información Catastral Gráfica

La información gráfica fue ingresada al SIG, mediante un proceso de digitalización en pantalla, con la herramienta de medidas.

Se conformaron los archivos gráficos de polígonos siguientes:

- Manzana

---

<sup>50</sup> Spatialite es una extensión espacial de SQLITE, proporcionando vector geodatabase funcionalidad.

<sup>51</sup> OGR, son formatos de información vectorial utilizados en open source

<sup>52</sup> El MapInfo es un software básico de SIG

<sup>53</sup> SDTS conocido como el territorio de transferencia de datos estándar, utilizado para describir los datos espaciales de la tierra-referencia. Fue diseñado para transferir y utilizar datos espaciales en diferentes plataformas de computadora fácilmente.

<sup>54</sup> GML se refiere a un lenguaje de programación de marcado geográfico.

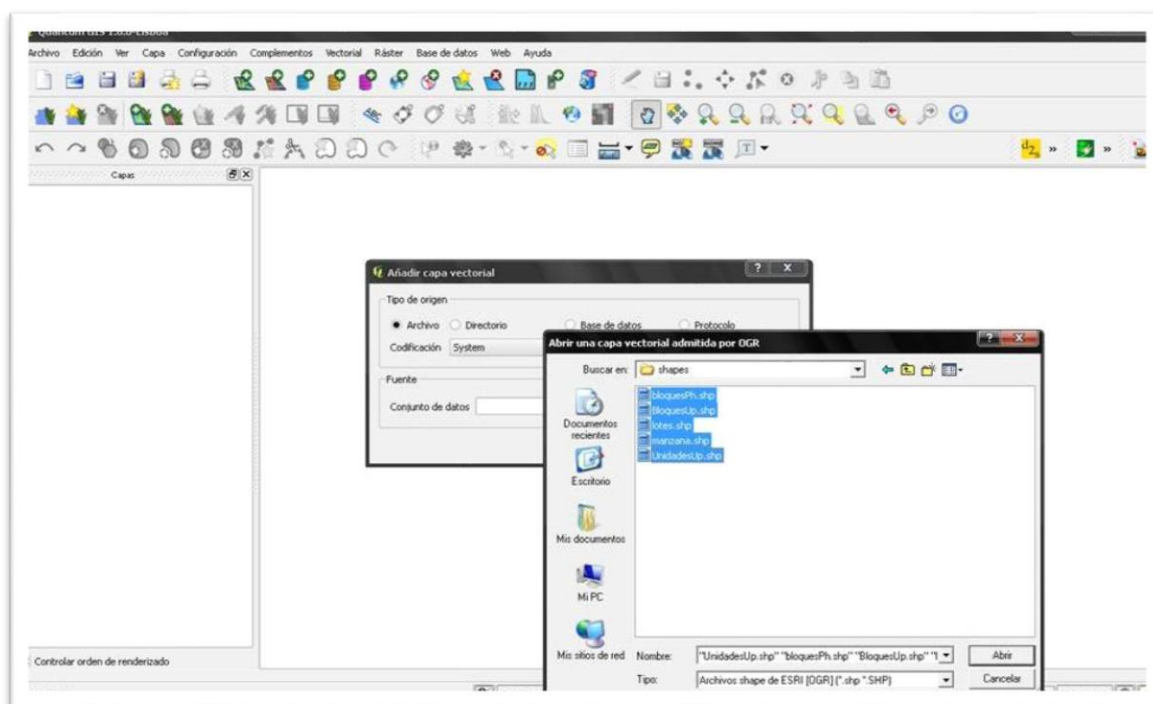
<sup>55</sup> GDAL es una biblioteca de software para la lectura y escritura de formatos de datos geoespaciales, publicada bajo la licencia de MIT por la OSGeos

<sup>56</sup> Los Landsat son una serie de satélites construidos y puestos en órbita por USA, para la observación en alta resolución de la superficie terrestre.

<sup>57</sup> GRASS es un software SIG bajo licencia GPL (software libre), posee herramientas para procesamiento de imágenes satelitales.

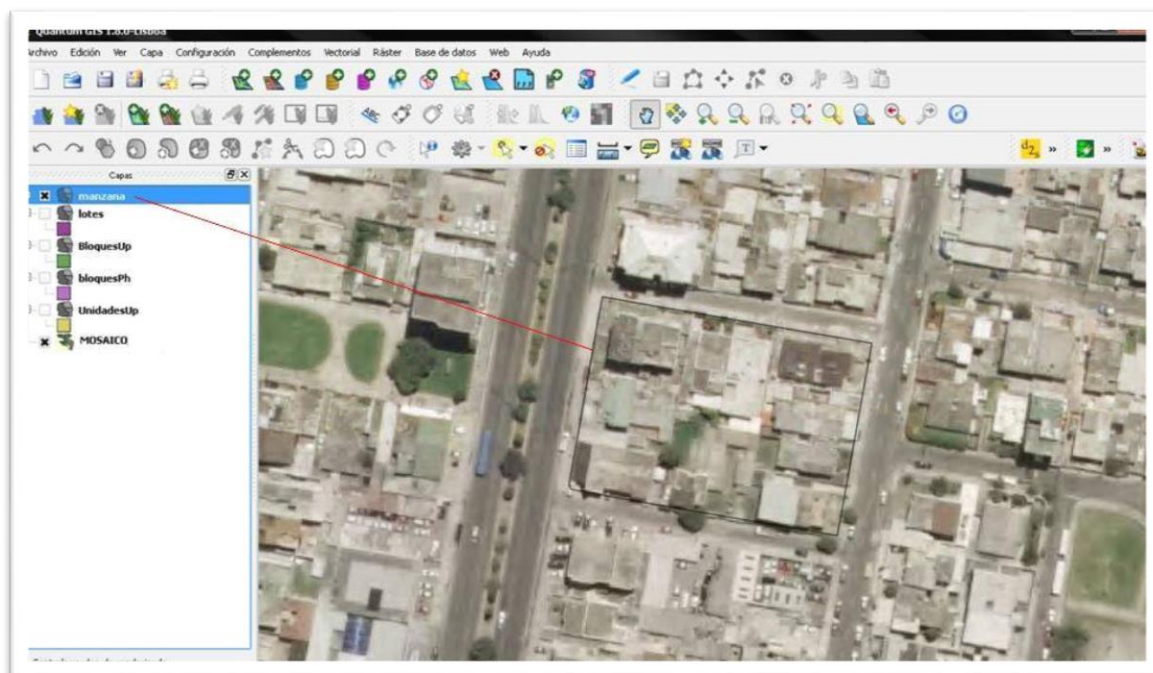
- Lotes
- Unidades UP
- BloquesUp
- BloquesPh

En el gráfico siguiente se indican los archivos que conforman la parte cartográfica del Proyecto



*Imagen 28: Archivos que conforman la información catastral*

**Manzanas.-** Este archivo se conforma de la unión de los lotes que conforman cada manzana, realizando una operación de dissolve mediante el código manzana, que tiene una única numeración por cada parroquia.

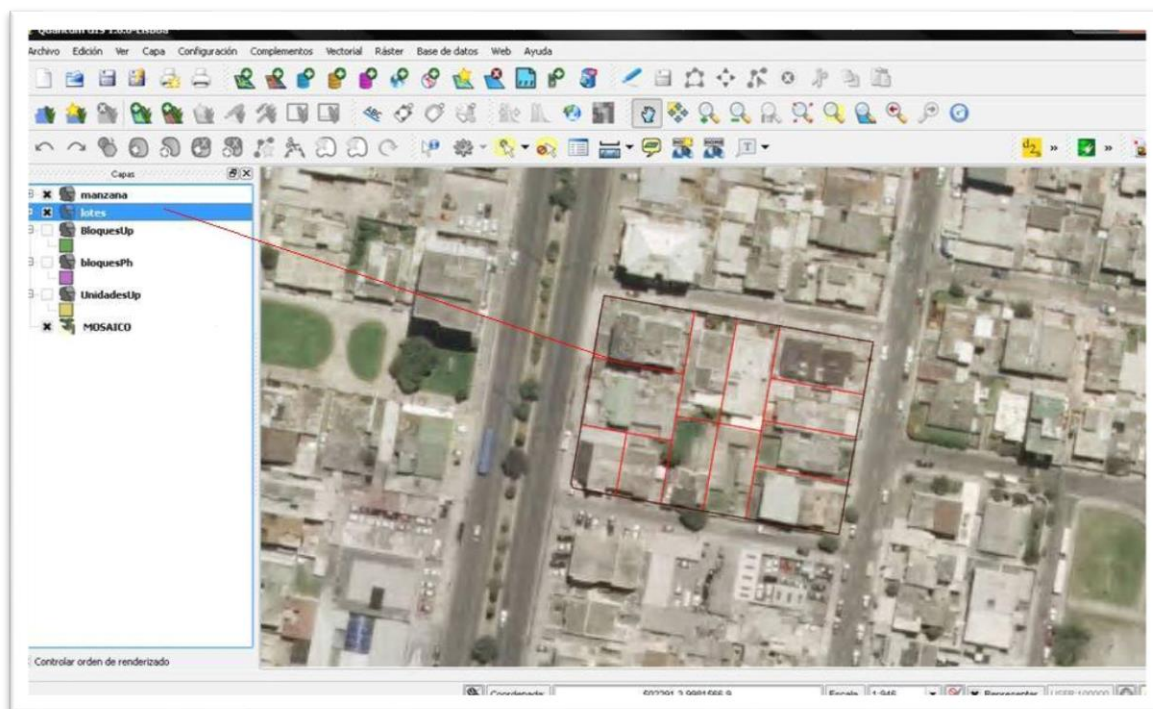


*Imagen 29: En el gráfico siguiente se observa, con color negro, el límite manzanero.*

**Lotes.-** Cada uno de estos polígono representa el terreno de cada uno de los propietarios, en el caso de Unipropiedad y el terreno (comunal y privado) en el caso de propiedades horizontales.

Realizando la interpretación de los detalles que se presentan en las ortofotografías (pixel 10 cm.), se realiza la identificación de lo lotes.





*Imagen 30: En el gráfico siguiente se observa con, color rojo, el límite de los lotes.*

Con esta información impresa realizó el recorrido por la manzana seleccionada para este estudio y siguiendo un procedimiento básico de un proyecto catastral, se recopiló la información jurídica y gráfica de los predios de unipropiedad (escrituras debidamente inscritas en el Registro de la Propiedad) y de los predios de propiedad horizontal (escrituras y declaratoria de propiedad horizontal debidamente inscritos en el Registro de la Propiedad del Cantón Quito)

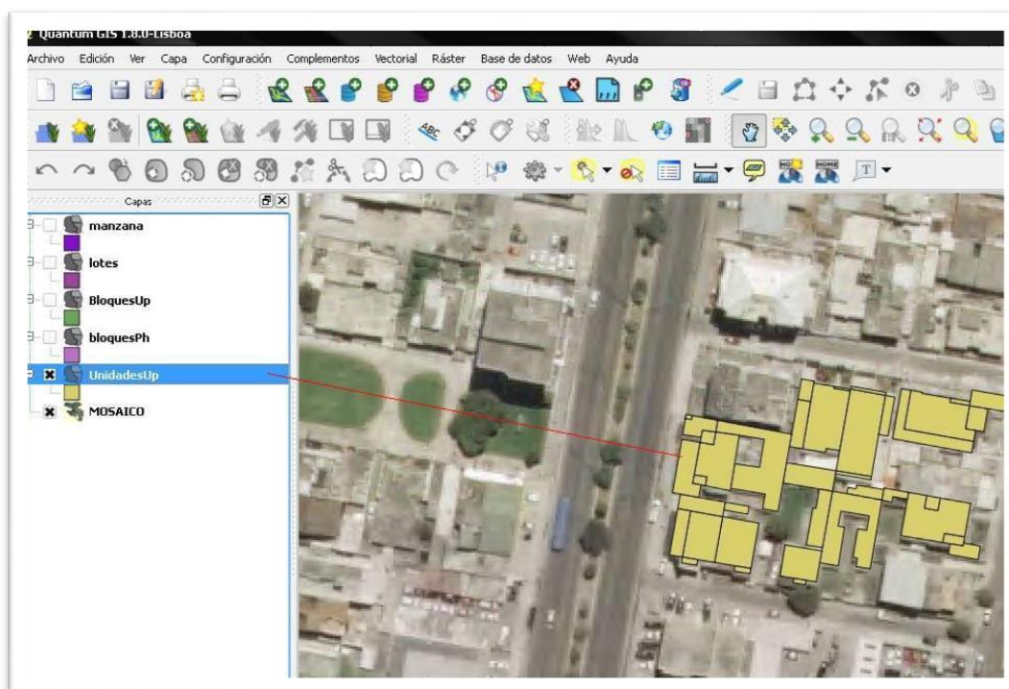
**UnidadesUp.-** Una vez identificados los predios de unipropiedad, se realiza la visita a cada uno de ellos y se delimita las unidades constructivas que tengan características homogéneas, como las siguientes:

- Material de construcción,
- ventanas,
- vidrios,

- puertas,
- paredes,
- acabado de cubierta,
- número de pisos
- año de construcción,
- etapa de construcción, entre otros.

La variación de uno de estos parámetros, obliga a la generación de una nueva unidad de unipropiedad.

En el gráfico siguiente se presentan a nivel de polígono en color amarillo, todas las unidades de unipropiedad encontradas en cada uno de los predios que conforman la manzana del estudio.



*Imagen 31: Polígonos de unipropiedad*

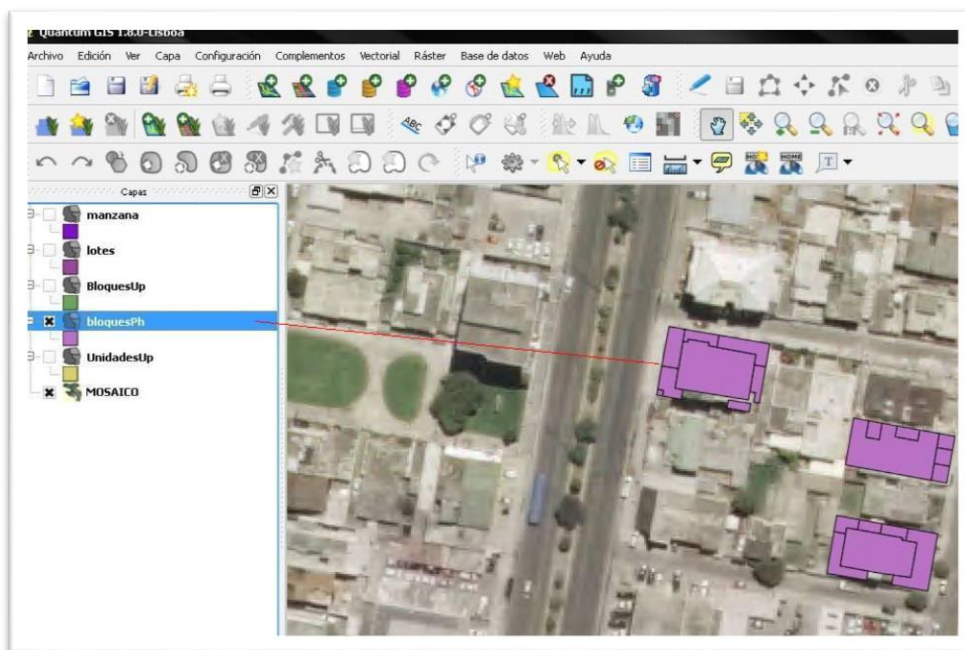
**BloquesUp.-** Luego de conformadas la unidades de unipropiedad, se las pueden consolidar en bloques constructivos de unipropiedad, cuando estas están pegadas una a otra, con la finalidad de identificar los volúmenes constructivos principales y secundarios.

**BloquesPh.-** Identificadas las propiedades horizontales en la manzana se procede a la búsqueda de las Declaratorias de Propiedad Horizontal, sus modificatorias y/o aclaratorias, para en base a este documento y a las escrituras de los propietarios proceder a identificar gráficamente las áreas comunales y las áreas privadas.

En las áreas privadas procedemos a correlacionar las escrituras con la declaratoria, para revisar que la asignación de predios se haya realizado de acuerdo al documento base (declaratoria de propiedad horizontal), de existir diferencias se procede a notificar a los propietarios para que realicen las modificatorias respectivas.

La revisión en la áreas comunales es para identificar si existen aumentos no registrados y de encontrarlos ingresarlos para un nuevo cálculo del avalúo.

En el siguiente gráfico se identifican los bloques constructivos de las propiedades horizontales, encontradas en la manzana.



*Imagen 32: Bloques constructivos de propiedades horizontales*

**Información Catastral Alfanumérica.-** Considerando que es una sola manzana para este estudio, se puede trabajar directamente en las tablas que, por concepto, se encuentran enlazadas a cada uno de los elementos gráficos, cuando se utiliza un software de Sistemas de Información Geográfica.

Considerando que el catastro implica, la generación y el manejo de gran cantidad de información descriptiva, se propone el ingreso de Información a Tablas relacionadas soportadas por PostgreSQL (Proyecto de código abierto dirigido por PGDG – PostgreSQL Global Development Group) y para su enlace con el ambiente gráfico se utilizaría Postgis (Software que brinda el soporte espacial a PostgreSQL).

Hablando de ciudades grandes se ha propuesto que la información alfanumérica sea administrada en un ambiente SQL y mediante ArcSDE se enlazan los ambientes alfanumérico y gráfico. La ejecución de la Actualización Catastral del Distrito Metropolitano de Quito esta dimensionada en 700.000 predios, el proyecto exitoso más grande de América,

realizado en tiempo record 3 años y uno de los más grandes del mundo, fue desarrollado en base a lo indicado en la parte inicial del presente párrafo.

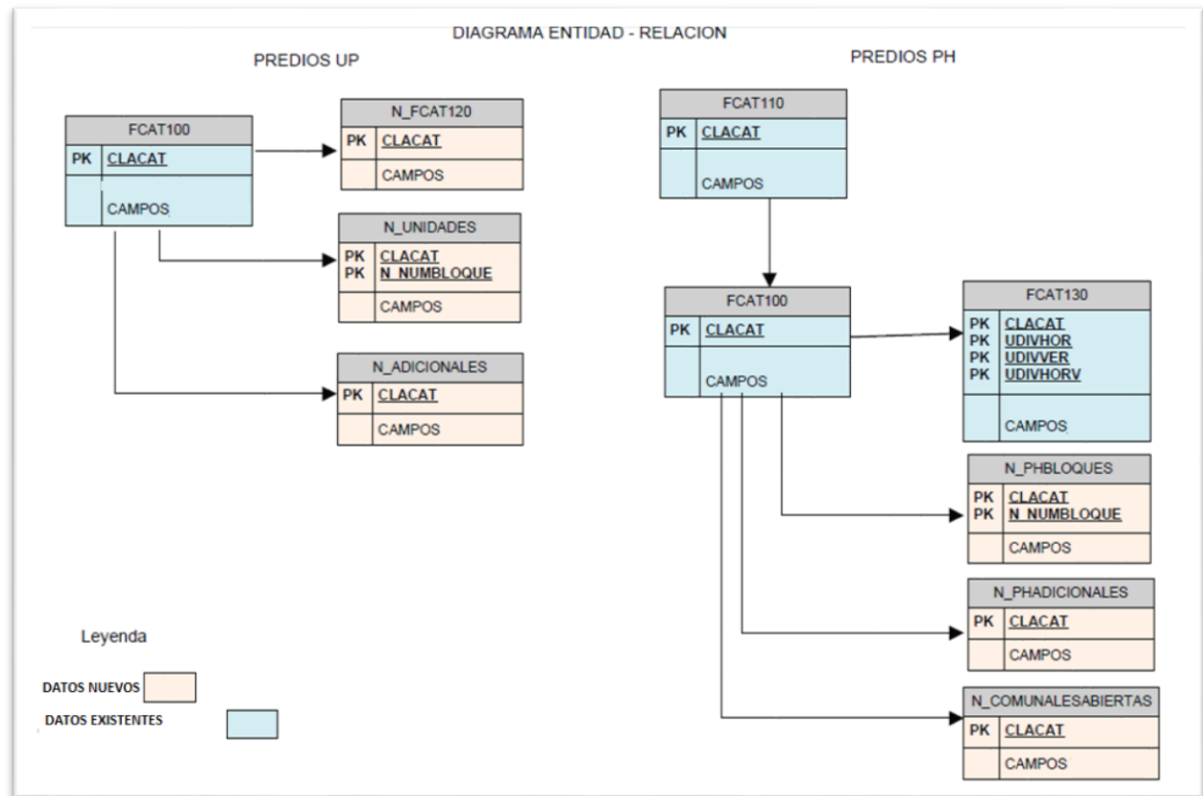


Imagen 33: Diagrama entidad relación (Limitè, 2013)

## 5.7. Representación en 3D del levantamiento catastral.

El producto Google Earth<sup>58</sup> (es un programa informático similar a un Sistema de Información Geográfica, creado por la empresa Keyhole Inc<sup>59</sup>., que permite visualizar imágenes en 3D del planeta, combinando imágenes de satélite, mapas y el motor de búsqueda de Google que permite ver imágenes a escala de un lugar específico del planeta) ha tenido una gran aceptación desde su lanzamiento hace casi una década. Una de las opciones que

<sup>58</sup> Google EarthEs un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía con base a imágenes de satélite.

<sup>59</sup> Es una empresa fundada en el 2001, pionera en el desarrollo de software especializado en aplicaciones de visualización de datos geoespaciales y adquirida por Google en el 2004.

presta es la posibilidad de incluir información georeferenciada generada por los usuarios mediante archivos KML (Keyhole Markup Language<sup>60</sup>), este un lenguaje de programación basado en XML (siglas en inglés de eXtensible Markup Language<sup>61</sup> - 'lenguaje de marcas extensible', es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium<sup>62</sup>) para representar datos geográficos en dos y tres dimensiones.

La información catastral se representa tradicionalmente, mediante polígonos que son identificados por un código (clave catastral), un segundo código que indica el número de pisos, incluyendo los subsuelos y adicionalmente los atributos o características que se requieran.

Para generar los archivos KML, se debe tener en cuenta que google earth trabaja en coordenadas WGS84<sup>63</sup> (es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra, sin necesitar otro de referencia, por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84, que significa Sistema Geodésico Mundial 1984), por lo que se debe transformar nuestra información a este sistema.

Debemos analizar cuantos pisos están sobre el nivel de la calle y crear un atributo para cada unidad constructiva con la altura real de cada piso. Para trabajos generales se puede poner un valor estándar de 2,5 o 3m por piso.

---

<sup>60</sup> Keyhole Markup Language, es un formato de archivo que se utiliza para mostrar datos geográficos en un navegador teretre, como Google Earth, es un estándar internacional mantenido por Open Geospatial Consortium Inc.

<sup>61</sup> XML es un lenguaje de marcado que define un conjunto de reglas para la codificación de documentos en un formato que sea legible y de lectura mecánica.

<sup>62</sup> El Consorcio World Wide Web abreviado W3C, tiene la misión de guiar la WWW a su máximo potencial mediante el desarrollo de protocolos y pautas que aseguren el crecimiento a largo plazo de la WEB

<sup>63</sup> WGS84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra por medio de tres unidades dadas.

Los archivos KML, permiten aplicar la función “extrude” para definir la altura de los objetos sobre el nivel del terreno. Las características principales de este algoritmo son:

- Todos los polígonos nacen sobre el nivel del terreno,
- No existe la posibilidad de representar balcones en un piso diferente al primero.
- No se pueden representar cubiertas inclinadas.
- No se puede representar construcciones con características arquitectónicas especiales.
- Se puede incluir la altura real de cada uno de los pisos.
- No es posible representar unidad bajo el nivel del piso.

En el siguiente gráfico podemos apreciar la manzana en color amarillo, referenciada en Google Earth

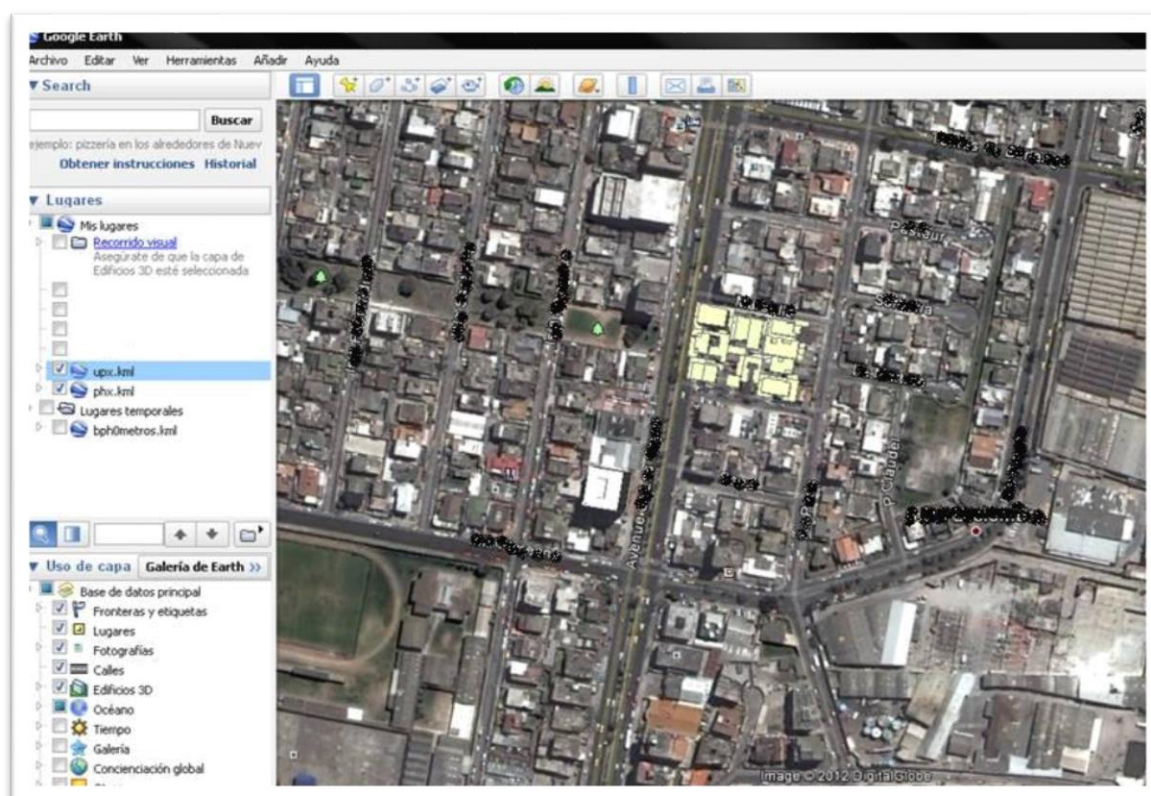
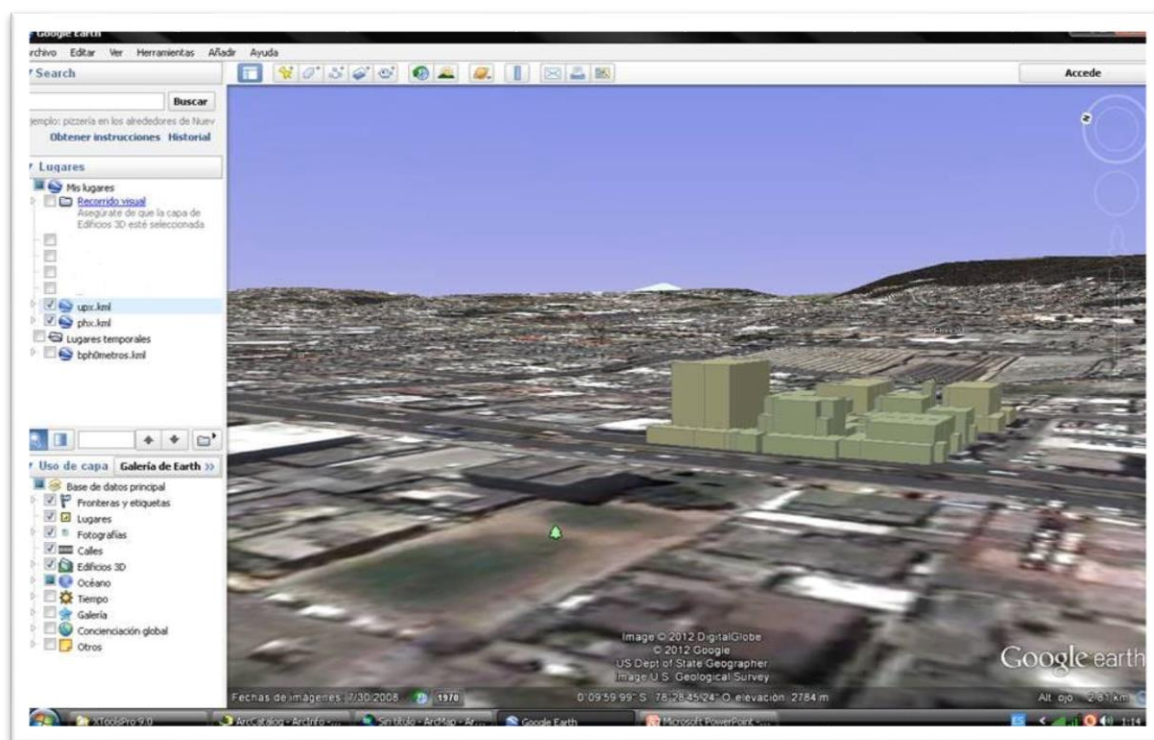


Imagen 34: Vista en planta de la manzana objeto del estudio

La manzana objeto del estudio es representada en 3d, en Google Earth. Como ya se realizó una explicación en este documento, no puede ser considerada como 3D, ya que en toda esta manzana ningún propietario disponía de los planos, tampoco estaban archivados en el municipio y en el Registro de la Propiedad, se hacía referencia a la presentación de este documento pero no al archivo.



*Imagen 35: Vista en 3d de las construcciones que conforman la manzana de caso de estudio*

Para una extensión más grande de la ciudad de Quito se realizó la representación en 3d, utilizando como altura promedio de cada piso 2,8 m.





Imagen 36: Vista en 3d de una parte de ciudad de Quito (Limitèe, 2013)

Lo importante de esta representación gráfica es la facilidad que permite obtener información descriptiva de cada predio y de cada construcción, facilitando la gestión catastral, la planificación urbana y el ordenamiento territorial.

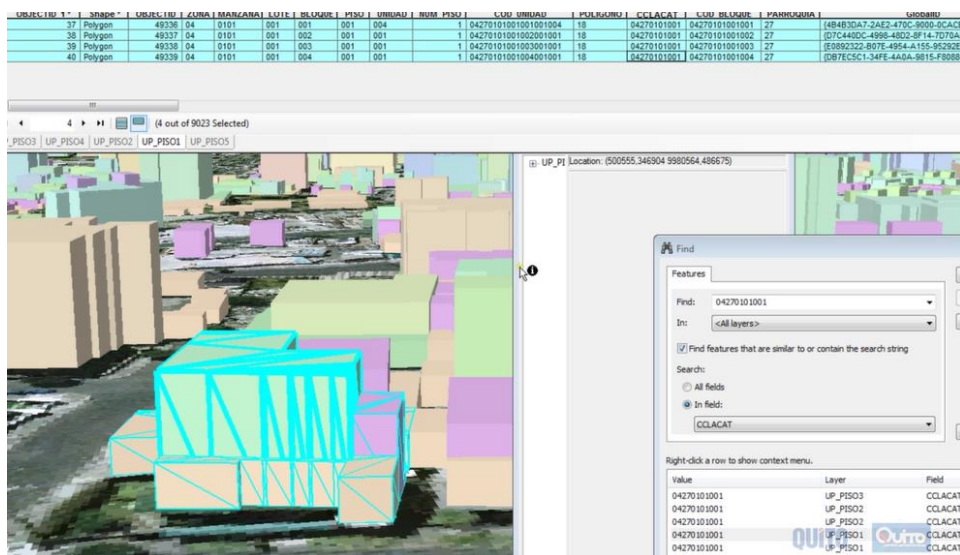


Imagen 37: Consulta descriptiva en un ambiente 3d

### **5.8. Valoración de las construcciones cuando se realice un levantamiento 3d.**

La valoración de las construcciones cuando han sido registradas en un catastro 3d, puede variar con respecto a la valoración que se ha planteado en la ordenanza 152 y 232 (que presenta el plano de valor del suelo urbano y rural), solamente en el aspecto de ubicación del predio bajo la superficie.

El factor debe ser analizado muy detalladamente para calificarlo como negativo o positivo. Por ejemplo: Considerando que debido a la construcción del metro se instalarán locales comerciales de diferente índole y que son escasos, el valor comercial de los predios ubicados en estos niveles negativos, podría incrementarse mucho.

## 6. CONCLUSIONES

- Los Sistemas de Información Geográfica son la herramienta tecnológica más adecuada para utilizar en casi todas las fase del desarrollo, mantenimiento y actualización de los catastros urbanos y rurales, por muchas razones, una de ellas es la completa interrelación entre la base de datos gráfica (planos prediales) y la base de datos alfanumérica (descripción). Permitiendo que todo cambio que se realice a la información gráfica este respaldada por información alfanumérica y viceversa.
- La inversión inicial para la implementación de un SIG catastral, siempre es considerable, utilizando software comercial o libre, pero analizando costo – beneficio, resulta muy adecuada dado el grado de eficiencia y eficacia que se logra en los proyectos de catastro.
- La implementación de un SIG catastral, permite al municipio realizar un proceso de actualización continua, inclusive on – line, de la información y no repetir desde el inicio esta actividad, cuando la dinámica de la ciudad lo requiera.
- Para realizar un análisis territorial de la situación catastral en un municipio, los SIG son la herramienta adecuada ya que permite realizar diferentes consultas (dependiendo de la información ingresada en la base de datos), por ejemplo la identificación de los predios irregulares por aspectos jurídicos, predios con diferencia de área (escritura confrontada con el gráfico), predios con potencialidades agrícolas pero que no poseen infraestructura vial o de riego, etc.
- El manejo de la información catastral con un SIG, permite explotar al máximo esta información, ya que puede ser utilizada por varias dependencias municipales, regionales y nacionales.
- Existe un riesgo en el manejo de la información en un SIG, que es el falso sentimiento de confianza. En este aspecto se debe tener mucho cuidado de la información que ingrese

a un sistema, si tiene errores o deficiencias es responsabilidad de los técnico que generaron y autorizaron el ingreso de la información a la base de datos. Un SIG es una herramienta de trabajo que facilita la operatividad de la información y datos.

- Se ha puesto mucho énfasis en la parte gráfica de un proyecto de catastro, debido a que es la fase que menos importancia se le brinda a nivel nacional y local. Es necesario contar con cartografía de precisión aceptable para poder realizar proyectos de catastro y que pueda ser incorporada a un SIG. Con cartografía adecuada (con errores aceptables  $\pm 20$  cm en área urbana y  $\pm 1$  m en área rural) se puede identificar los linderos, calcular áreas, determinar los predios colindantes, identificar los trazados viales, los canales de riego, las líneas de energía eléctrica e integrar una zona de trabajo real.
- La implementación de un proyecto de catastro en 3d, tiene un costo muy alto, por lo que se debe analizar detalladamente los sectores de las ciudades, en los cuales sería necesario desarrollar el catastro en 3 dimensiones. No es necesaria la aplicación de un Catastro 3d en toda la extensión de la ciudad, únicamente en lugares que por determinadas características, se estime un incremento considerable en las recaudaciones municipales, lo cual puede justificar la inversión, se recomienda su aplicación en lugares en los cuales los pisos bajo el nivel de la calle (subsuelos) sean destinados a diferentes usos, o en aquellos sitios que bajo al nivel de la superficie se construyan calles, centros comerciales o circuitos del metro.
- Se ha presentado en este documento la viabilidad técnica para desarrollar un proyecto de catastro en 3d, inclusive con la utilización de un software libre de GIS y representarlo en un programa de internet que tiene acceso todo el mundo como es Google Earth, lo complicado y costoso es la recopilación de información y disponer de técnicos especialistas.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Para la aplicación de un proyecto de catastro en 3d, es necesario realizar un análisis de los lugares en los cuales es necesario su desarrollo, debido a que los costos de obtener la información son muy altos.
- Para comenzar con la aplicación de un proyecto de catastro en 3d es necesario realizar revisiones y modificaciones a la COOTAD, Código Civil, Ley Notarial, Ley Registral, Ordenanzas de Actualización y Levantamiento Catastral, Ordenanzas de Valoración del suelo y de las construcciones.
- Previo a la realización de un proyecto de catastro, se debe realizar una campaña de capacitación a los funcionarios municipales en temas de cartografía, sistemas de información geográfica y en general de TIC, debido a que van a enfrentar un cambio radical en el manejo de la información catastral.
- Es fundamental el uso de cartografía elaborada técnicamente bajo parámetros internacionales, como soporte o base para la ejecución de un proyecto de catastro, considerando que en la actualidad la tendencia es a realizar análisis integrados de territorio, no solamente del cantón sino provincial y regional.

## BIBLIOGRAFÍA

- AEROTERRA. (2014). *Aeroterra. Geospatial Solutions: the way to a Sustainable World*. Obtenido de [www.aeroterra.com/eng/so-catastro.htm](http://www.aeroterra.com/eng/so-catastro.htm)
- Andalucía, C. d. (2014). *Sistemas de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales*. Obtenido de [www.sig.cea.es/SIG](http://www.sig.cea.es/SIG)
- Arias, M. (1965). *El Catastro y el Desarrollo Económico y Social en el Ecuador*. Obtenido de [repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/24000/864/1/El%20Catastro%20y%20el%20Desarrollo%20Económico](http://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/24000/864/1/El%20Catastro%20y%20el%20Desarrollo%20Económico)
- Autopista, A. . (2014). *Túneles*. Obtenido de [www.aucalsa.com/autopista/situacion/tuneles.htm](http://www.aucalsa.com/autopista/situacion/tuneles.htm)
- Caja de Herramientas para el nuevo urbanismo*. (s.f.). Obtenido de [www.laciudadviva.org/blogs/?p=12067](http://www.laciudadviva.org/blogs/?p=12067)
- Ciesas, L. U. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de [www.langleruben.wordpress.com/¿que-es-un-sig/](http://www.langleruben.wordpress.com/¿que-es-un-sig/)
- Constitución de la República del Ecuador. (2008).
- Crecente, R. (09 de 2007). *El Catastro Rural en el Ecuador*. Obtenido de [laborate.usc.es/files/TTTCatastro\\_septiembre2007:0.pdf](http://laborate.usc.es/files/TTTCatastro_septiembre2007:0.pdf)
- Ecuador, A. d. (2014). *Ame Institución*. Obtenido de [www.ame.gob.ec/ame/index.php/institucion/historia](http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/institucion/historia)
- España, I. G. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de [www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do](http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do)
- FAO. (2014). *Los levantamientos catastrales y el de la propiedad de la tierra*. Obtenido de [www.fao.org/docrep/006/v4860s/V4860S08.htm](http://www.fao.org/docrep/006/v4860s/V4860S08.htm)
- Instituto Nicaraguense de Fomento Municipal, N. (2014). *Catastro*. Obtenido de [www.inifon.gob.ni](http://www.inifon.gob.ni)
- Laforge, M. (23 de 12 de 2011). *Ecuador, un paraíso fiscal rural ?* Obtenido de [lalineadefuego.info/2011/12/23/ecuador-un-paraiso-fiscal-rural-por-michel-laforge-castro/](http://lalineadefuego.info/2011/12/23/ecuador-un-paraiso-fiscal-rural-por-michel-laforge-castro/)
- Limitèe, T. I. (2013). *Diagrama general Entidad Relación*. Quito.
- Medios, A. (2012). *Los ocho túneles más extraños del mundo*. Obtenido de [www.abc.es/20120709/medios-redes/abci-tuneles-raros-mundo-201207090945.html](http://www.abc.es/20120709/medios-redes/abci-tuneles-raros-mundo-201207090945.html)

- MIDUVI. (2014). *Programa de asistencia Tècnica de Catastros - DINAC*. Obtenido de [www.habitatyvivienda.gob.ec/programa-de-asistencia-tecnica-de-catastro-dinac](http://www.habitatyvivienda.gob.ec/programa-de-asistencia-tecnica-de-catastro-dinac)
- Monografias.com. (2014). *Sistemas de informaciòn geogràfica*. Obtenido de [www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml](http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml)
- Opiñon, M. (2011). *Edificios de Construcciones raras en España y Tailandia*. Obtenido de [WWW.comentarista-independiente.blogspot.com/2011/05/edificios-de-construcciones-raras-en.html](http://WWW.comentarista-independiente.blogspot.com/2011/05/edificios-de-construcciones-raras-en.html)
- Orellana, A. P. (12 de 2002). Obtenido de [www.azuay.edu.ec/promsa/resumen/rural.pdf](http://www.azuay.edu.ec/promsa/resumen/rural.pdf)
- Paraguay, M. d. (2014). *Servicio Nacional de Catastro*. Obtenido de [www.catastro.gov.py](http://www.catastro.gov.py)
- Posteos. (s.f.). *Fotos de originales y raras construcciones de arquitectura moderna*. Obtenido de [www.posteos.com/fotos-de-originales-y-raras-construcciones-de-arquitectura-moderna.html](http://www.posteos.com/fotos-de-originales-y-raras-construcciones-de-arquitectura-moderna.html)
- Proyectos. (2014). *Red Subterrànea - Proyectos Tipo*. Obtenido de [www.proeyctostipo.com/Seccion01/Seccion01\\_apart.F\\_1.htm](http://www.proeyctostipo.com/Seccion01/Seccion01_apart.F_1.htm)
- Rodriguez, A. (2012). *Integraciòn del Catastro 3d en una plataforma de simulaciòn*. [www.digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/4174/6/tfm\\_%20BelènRoriguez.pdf](http://www.digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/4174/6/tfm_%20BelènRoriguez.pdf)
- Sistemas de Informaciòn Geogràficos*. (2014). Obtenido de <https://sites.google.com/site/sigarcgis/home/ventajas>
- Steudler, J. K. (1998). *Catastro 2014*. Delf, Holanda: FIG (Federaciòn Internacional de Agrimensores).
- Vitar, E. S. (25 de 01 de 2014). Obtenido de [www.slideshare.net/StalinTuza/software-libre-para-sig](http://www.slideshare.net/StalinTuza/software-libre-para-sig)