

# ANÁLISIS DE CALIDAD DEL MAPA CATASTRAL EN COSTA RICA UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) DE LICENCIA PÚBLICA

## QUALITY CONTROL OF THE COSTA RICAN CADASTRAL MAP USING OPEN SOURCE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS)

*Manuel Ramírez Núñez<sup>1</sup>*

*Esteban A. Mora Vargas<sup>2</sup>*

*Universidad Nacional, Costa Rica*

### RESUMEN

En este artículo se presenta una metodología para realizar el análisis de calidad sobre el mapa catastral, basándose en las herramientas que brindan los sistemas de información geográfica (SIG) de licencia abierta (pública o libre). Los errores presentes en el mapa catastral tienen un impacto directo sobre los sistemas de información, de forma que pueden llevar a la toma de decisiones erróneas y al aumento en los costos de mantenimiento y actualización de los datos espaciales. La metodología desarrollada fue utilizada y probada por el Programa de Regularización de Catastro y Registro de Costa Rica; como producto de este programa se ha creado un mapa catastral continuo

- 1 Msc. en Informática, Ing. en Geodesia. Académico en la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional (UNA), Heredia, Costa Rica. Correo electrónico: [manuel.ramirez.nunez@una.cr](mailto:manuel.ramirez.nunez@una.cr)
- 2 Msc. en Geografía, Ing. en Geodesia. Académico en la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional (UNA), Heredia, Costa Rica. Correo electrónico: [esteban.mora.vargas@una.cr](mailto:esteban.mora.vargas@una.cr)

Fecha de recepción: 23 de junio del 2014  
Fecha de aceptación: 2 de setiembre del 2014



para Costa Rica y sobre el mismo se procesarán las transacciones catastrales y registrales dentro del Registro Nacional de Costa Rica. La metodología permite detectar, localizar y clasificar los errores del mapa catastral para su corrección, de forma tal que este mapa represente de forma correcta la realidad de los predios que lo conforman.

**Palabras clave:** catastro, mapa catastral, sistema de información geográfica (SIG), licencia abierta.

#### **ABSTRACT**

This article presents a methodology for quality control of the cadastral map based on the tools provided by Open Source Geographic Information Systems (GIS). Errors in the cadastral map have a direct impact on information systems that may lead to wrong decision-making, increase cost of maintenance and updating of the spatial data. The developed methodology was used and validated by the Costa Rican Cadastre and Register Regularization Program. As a product of this program, a continuous cadastral map of Costa Rica was created to be used for the cadastral and registry transactions within the National Registry. The methodology allows the detection, location and classification of errors in the cadastral map in order to be fixed to ensure that the map is a correct representation of the parcels.

**Keywords:** cadastre, cadastral map, geographic information systems (GIS), open source software, Costa Rica

### **Introducción**

La información espacial o geo-información se ha convertido en un elemento fundamental para las actividades humanas modernas. La adquisición, procesamiento y visualización de datos espaciales es una característica útil en todo sistema de información actual, incluidos los sistemas de información catastral.

En la implementación de Sistemas de Información Catastral (SIC) modernos, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en una herramienta imprescindible, tanto para la producción de los datos gráficos como para la administración de la información catastral. Adicionalmente, la existencia de múltiples SIG con licencia pública permite a las instituciones disponer de estas herramientas de manera expedita y sin inversión económica.

La calidad de la base de datos catastral es un aspecto de suma importancia, ya que sobre ella se desarrollan y fundamentan otros sistemas, como por ejemplo Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), sistemas para el cobro de impuestos territoriales, sistemas de valoración de bienes inmuebles, sistemas de emergencias, etc. La calidad del mapa catastral tiene un impacto directo sobre otros sistemas de



información, de forma que errores del mapa pueden llevar a la toma de decisiones erróneas y al aumento en los costos de mantenimiento y actualización de los datos espaciales.

El proceso de depuración de un mapa catastral es tedioso y tiene un costo económico elevado, de allí la necesidad de plantear soluciones como la que se describe en este artículo que permitan automatizar la detección, localización y clasificación de los errores, de manera que facilite la corrección de los mismos. La metodología desarrollada fue probada en el marco del Programa de Regularización del Catastro y el Registro de Costa Rica. Bajo este proyecto de regularización, se ha creado un mapa catastral continuo para Costa Rica, y sobre el mismo se procesarán las transacciones catastrales y registrales dentro del Registro Nacional de Costa Rica.

## **Marco teórico-conceptual**

### **El Catastro**

La Ley N°6545 del Catastro Nacional, define los siguientes conceptos fundamentales del catastro:

Artículo 2°. El Catastro consiste en la representación y descripción gráfica, numérica, literal y estadística de todas las tierras comprendidas en el territorio nacional. Su funcionamiento es de interés público y sirve a los fines jurídicos, económicos, fiscales, administrativos y a todos aquellos que determinen las leyes y sus reglamentos.

Artículo 3°. Los documentos fundamentales del Catastro son:

- a) Los mapas catastrales que mostrarán la ubicación, identificación y linderos de las parcelas.
- b) Los registros catastrales constituidos por: las fichas catastrales, los índices de parcelas por mapas y los índices alfabéticos.
- c) De conformidad con los planes del Catastro, podrán incorporarse los documentos en que conste el uso actual y potencial de las tierras, las aguas comprendidas, los recursos naturales y cualesquiera otros que sirvan para los fines específicos del Catastro.

Artículo 6°. Parcela es la unidad catastral representada por una porción de terreno, que constituye una completa unidad física, y que se



encuentra delimitada por una línea que, sin interrupción, regresa a su punto de origen.

Artículo 7°. Predio es la porción formada por una o varias parcelas contiguas, interdependientes entre sí, y que, ubicado en una sola provincia, pertenece a uno o varios propietarios o poseedores.

### **Geomática y Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

La Geomática involucra un acercamiento integral y multidisciplinario al uso de herramientas específicas y técnicas para adquirir, integrar, administrar, analizar y distribuir datos espaciales geo-referenciados en formato digital (Gomasasca, 2009).

Dentro del campo de la geomática y como una herramienta específica, se define un sistema (digital) de información geográfica (SIG o GIS en idioma inglés) como un conjunto poderoso de herramientas para recolectar, almacenar, consultar, transformar y presentar datos espaciales del mundo real para determinados propósitos (Burrough & McDonnell, 1998). Es el SIG el que permite almacenar, administrar y analizar la descripción gráfica, numérica, literal y estadística de las parcelas del catastro.

Entre las herramientas de análisis en un SIG, las de análisis espacial que consideran la ubicación y relación de los objetos geográficos son de importancia para los datos catastrales. Esto es debido a que relaciones como traslapes o espacios entre objetos de interés para el catastro (parcelas o predios) tienen implicaciones registrales y jurídicas. La topología es la ciencia y matemáticas de las relaciones entre objetos, útil para la validación geométrica en dibujo, edición, mantenimiento, entre otros (Longley, 2001).

### **SIG con licencia pública (OSGIS)**

El desarrollo de aplicaciones informáticas basadas en la filosofía de colaboración entre desarrolladores e investigadores distribuidos alrededor del mundo, ha tenido buena acogida por parte de la comunidad mundial. Este tipo de aplicaciones brinda la oportunidad de implementar nuevos métodos, algoritmos y herramientas, además de permitir el refinamiento y mejorar del código existente (Brovelli & Mitasova, 2012). Para los usuarios finales este modelo de desarrollo provee una alta interoperabilidad y herramientas sofisticadas sin costo. En el ámbito de los Sistemas



de Información Geográfica, estas aplicaciones libres de costo y de código abierto, se han difundido también.

Existen múltiples opciones de programas SIG con licencia pública (conocida como *open source* en idioma inglés), desde visualizadores simples de capas cartográficas y sus datos adjuntos, hasta aplicaciones con gran variedad de herramientas para análisis espacial avanzado. Algunos ejemplos reconocidos de OSGIS son:

- GvSig, disponible en <http://www.gvsig.org/web>
- Kosmo, disponible en <http://www.opengis.es/>
- QGIS, disponible en <http://qgis.osgeo.org/es/site/>
- JUMP, disponible en <http://www.openjump.org/>

Existen diversos tipos de licencia de uso público, pero la más común es el tipo de licencia GNU/GPL (detalles disponibles en la dirección de Internet <http://www.gnu.org/licenses/>). Este tipo de licencia permite el acceso al código original de programa para su modificación y también la libre redistribución, siempre que se mantenga la referencia al autor original.

### **Programa de Regularización del Catastro y Registro**

El Programa de Regularización del Catastro y Registro (PRCR) fue aprobado por la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica en el año 2001, mediante la Ley N°8154. El financiamiento provino de un contrato de préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y también de aportes propios del Gobierno.

El objetivo primario del programa es formar el catastro de la totalidad de los predios existentes en el país, debidamente georeferenciados, integrados y compatibilizados con el Registro de la Propiedad Inmueble. La descripción gráfica y literal de los predios resultantes de este proceso conforma el mapa catastral digital, sobre el cual se realizarán todas las transacciones sobre la propiedad inmueble en el Registro Nacional de Costa Rica.

Para administrar dichas transacciones el PRCR está implementando un sistema informático denominado Sistema de Información del Registro Inmobiliario (SIRI). Adicionalmente, este mapa catastral pasará a formar parte de los datos fundamentales del Sistema Nacional de Información



Territorial (SNIT) de Costa Rica (Ramírez y González, 2008), de tal forma que será utilizado por diferentes instituciones estatales como por ejemplo las municipalidades, Instituto Geográfico Nacional, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), Órgano de Normalización Técnica (ONT), Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Instituto de Desarrollo Urbano (IDA), entre otros.

Para la creación del mapa catastral del país se contrataron varias empresas privadas y el Catastro Nacional está a cargo del aseguramiento de calidad del mapa; para este proceso se definieron una serie de requerimientos que debe cumplir el mapa catastral. Los incumplimientos a estos requerimientos son tratados como errores del mapa. Se estableció una metodología que permitiera detectar los errores, su tipo y su ubicación, de forma que facilite su corrección (PRCR, 2009).

### **La creación de mapas catastrales**

Las técnicas fotogramétricas son por lo general, la fuente principal para la generación del mapa catastral. Se planean y ejecutan vuelos fotogramétricos a escalas pertinentes de acuerdo a la zona que se desea cartografiar, sea esta rural o urbana (Blachut, 1979).

En el PRCR de Costa Rica, se efectuaron vuelos a escala 1:6000 para la zonas urbanas y 1:25000 para las zonas rurales, lo que permitió generar cartografía básica escala 1:1000 y 1:5000 respectivamente (Ramírez, 2007). Basado en las fotografías áreas se crea la cartografía básica, ya sea por el método de restitución o rectificación fotogramétrica; sobre esta cartografía base se delimitan los predios que conforman el mapa catastral.

En el caso de Costa Rica, se utilizaron los planos catastrados inscritos en el Registro Nacional como un insumo para la edición de los predios en la etapa de dibujo del mapa. La calidad de este mapa catastral depende mucho de la experiencia y conocimiento de la zona del personal técnico que realiza la cartografía básica y la conformación del mapa catastral. Estos planos catastrados tienen, en Costa Rica, una altísima exactitud relativa, pero una pobre exactitud externa, es decir que los planos reflejan muy bien la realidad de los linderos que delimitan los predios (exactitud relativa) pero la ubicación geográfica (exactitud absoluta) del predio es muy pobre. Este hecho implica que algunos de los predios podrán traslaparse entre sí, o dejar vacíos entre ellos.



Aunado a esto, en el proceso de dibujo de los predios se pueden generar errores residuales que infringen la normativa del Catastro Nacional como por ejemplo predios con áreas menores a las permitidas, linderos que se intersecan en sí mismos, distancias muy cortas entre puntos consecutivos que definen un lindero, etc. Todos estos errores del Mapa Catastral deben ser detectados y eliminados con el fin de generar un producto de calidad, que representa la realidad geométrica de los predios.

El PRCR contrató varias empresas privadas para la realización de los trabajos fotogramétricos, la restitución cartográfica, y la generación del mapa catastral. Posteriormente se realizó un control de calidad sobre el mapa catastral, de forma tal que los errores detectados, localizados y clasificados, fuesen luego corregidos.

### **Análisis de calidad del mapa catastral**

En el análisis de calidad de un mapa catastral, considerando la definición brindada por la Ley 6545 que incluye los componentes gráfico (geográfico) y alfanumérico, se pueden realizar dos tipos de validaciones fundamentales:

- **Registral:** se valida que la información registral del predio refleje la realidad jurídica
- **Gráfica:** se valida la calidad gráfica del mapa catastral-predial, debe cumplir con los estándares establecidos

Las validaciones gráficas consisten en la comparación y revisión de la información de las bases de datos para constatar su actualidad y veracidad; el interés de este artículo es el componente gráfico del mapa catastral.

### **La topología en los SIG**

La relaciones de adyacencia y conectividad de los objetos espaciales en los Sistemas de Información Geográfica queda definida explícitamente por la topología. Basado en la coordenadas de los vértices de los objetos espaciales, es posible establecer las relaciones de vecindad, sobre-posición, intersección o cercanía entre los objetos (Harmon & Anderson, 2003). La topología es usada para determinar las relaciones de los objetos en el espacio, por ejemplo permite determinar cuáles son los objetos colindantes a un objeto específico, esto aplica para líneas, puntos, o áreas (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008).



Las plataformas de SIG modernas ofrecen herramientas que permiten definir conjuntos de reglas topológicas y mediante las mismas definir restricciones para la edición y creación de elementos espaciales.

### **Marco metodológico**

Las siguientes secciones presentan un resumen de los pasos definidos para la aplicación de las herramientas topológicas en el análisis de calidad del mapa catastral. Considerando los lineamientos de calidad aportados por la reglamentación oficial vigente se definen las reglas topológicas por utilizar, un conjunto de datos de prueba, configuración de herramientas y se ejecutan pruebas de control para validar la metodología aplicada.

La propuesta metodológica trata sobre el análisis de las normas técnicas y jurídicas que rigen el catastro nacional para definir a partir de ellas un conjunto de reglas geométricas que permitan desarrollar mapas catastrales que representen de forma correcta la realidad física de los predios que los conforman. La solución que aquí se plantea permite cuantificar y cualificar los errores presentes en el mapa catastral, de forma que permite su localización y corrección.

### **Definición del modelo de análisis de calidad**

Tomando como base la ley 6545 del Catastro Nacional y sus normativas para la calificación de planos de agrimensura, se definió el conjunto de condiciones geométricas sobre las cuales se fundamentaría el modelo de calidad del mapa catastral. Este modelo queda expresado en la plataforma SIG mediante las reglas topológicas que se describen en la siguiente sección.

### **Definición de reglas topológicas**

Las reglas topológicas definidas para el análisis de calidad del mapa catastral son las siguientes:

- No se permiten traslapes: los predios no deberán tener traslapes con sus predios vecinos
- No se permiten vacíos (gaps): entre los predios vecinos no deberán existir espacios vacíos
- No se permiten anillos (rings): dentro del predio no deberán existir hoyos (efecto dona)



- No se permiten auto-intersección de linderos: en el predio, los linderos no deberán intersectarse entre sí
- Áreas mínimas: los predios con áreas inferiores a las especificaciones del Catastro Nacional, son tratados como errores
- No se permite la duplicidad de puntos: los puntos que definen los linderos de los predios no se pueden repetir
- Longitud mínima de linderos: los linderos que definen los predios, no deben ser menores a los estándares establecidos por el Catastro Nacional.
- No se permiten multi-polígono: el predio no debe estar formado por múltiples partes (polígonos) separadas espacialmente
- Predios correctamente georeferenciados: los predios deben estar ubicados en la posición que se denota en el plano catastrado original, mediante su ubicación geográfica y distancias a esquina.

### **Configuración de herramientas topológicas**

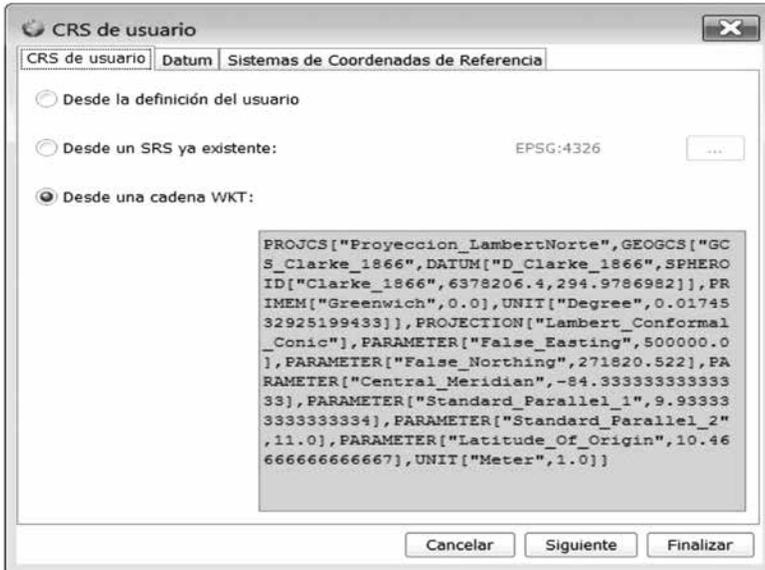
La metodología de validación incluyó la utilización de la plataforma SIG llamada KOSMO, que se obtiene como software con licencia pública. En la etapa de configuración del proyecto de trabajo se reconoce como fundamental la correcta definición del sistema de coordenadas en concordancia con las coordenadas de dibujo de la capa por analizar; para la capa utilizada es el sistema proyectado Lambert Costa Rica Norte, con unidad en metros.

Se decide utilizar una capa en este sistema de coordenadas proyectadas considerando que la mayoría de las herramientas de análisis espacial funcionan de manera óptima con coordenadas en un sistema lineal, no así en uno de coordenadas esféricas o episódicas. La figura 1 muestra la ventana de definición de sistema de coordenadas en la que se utilizó la opción en estándar WKT (Well known text).

En la etapa de configuración de herramientas en la plataforma SIG se trabaja en la ventana de configuración de reglas de topología y la ventana de validación geométrica de capas. Las figuras 2 y 3 muestran las opciones utilizadas para la creación de dos reglas de topología:

- Sin superposición: permite buscar objetos con superposición o traslape con otros en la misma capa
- Solo elementos simples: permite buscar objetos que tienen múltiples partes.

**Figura 1.** Ventana de definición de coordenadas



Fuente: Elaboración propia.

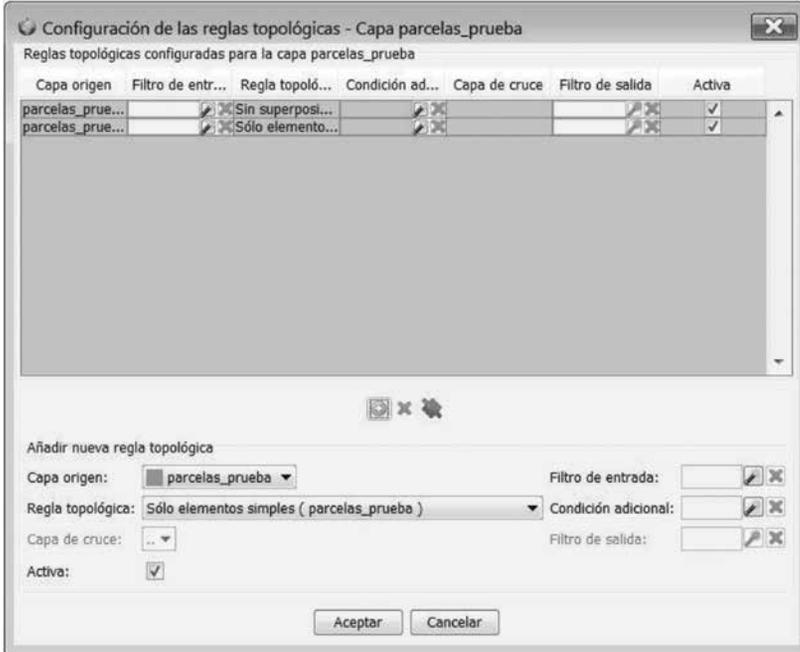
**Figura 2.** Selección de reglas topológicas por aplicar



Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3.** Lista de reglas topológicas definidas a la capa por analizar



Fuente: Elaboración propia

### Pruebas de control

Para las pruebas de control se utilizaron dos conjuntos de datos. En el primero, los datos de prueba manejados consistieron de un total de 36 polígonos que representan de forma gráfica los predios de una zona geográfica, almacenados en un archivo en formato *shapefile* (shp). En este conjunto de polígonos se crearon de manera arbitraria y artificial los errores previstos por el modelo de análisis de calidad derivado de la normativa oficial vigente en el país. Sobre este conjunto de datos se aplicó la metodología propuesta y fue posible localizar e identificar todos y cada uno de los errores presentes en el mapa, validando esto la metodología.

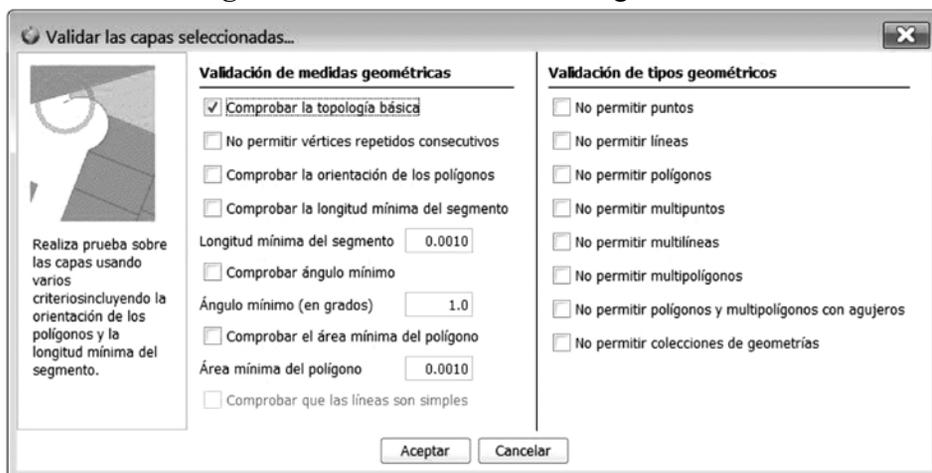
El segundo conjunto de datos de prueba consistió de datos reales del distrito de Mansión, cantón de Nicoya, provincia de Guanacaste. Este conjunto de datos tenía un total de 3000 predios, representados geométricamente como polígonos en formato *shapefile*. Al aplicar la metodología de control de calidad fue posible también detectar, localizar y clasificar los errores presentes en el mapa. Un total de 1357 errores fueron detectados,

951 traslapes, 223 linderos que se intersecaban sobre ellos mismos, 78 predios con áreas inferiores a las permitidas, 89 predios con longitud de linderos menor al permitido y 94 predios con vértices duplicados.

Las reglas de topología seleccionadas permitieron la búsqueda e identificación de problemas desde aspectos registrales, catastrales y jurídicos, como lo es el traslape de parcelas o predios. La revisión para ubicar otros tipos de problemas topológicos se realizó con las herramientas de la ventana de validación geométrica de capas que se muestra en la figura 4. Entre las herramientas de esta ventana de validación geométrica aplicables al mapa catastral están:

- Comprobar la longitud mínima de un segmento.
- Comprobar el área mínima de un polígono.
- No permitir multi-polígonos o polígonos con agujeros.

**Figura 4.** Ventana de validación geométrica



Fuente: Elaboración propia

## Resultados

Los resultados obtenidos de la aplicación de reglas topológicas sobre las zonas de prueba, se muestran en las figuras 5 y 6. En la figura 5 se muestran de color verde los predios sin problemas de traslape y de color naranja los polígonos involucrados en traslapes. La figura 6 presenta el

resultado tabular relacionado, donde se puede ver información de identificación de los polígonos con traslape.

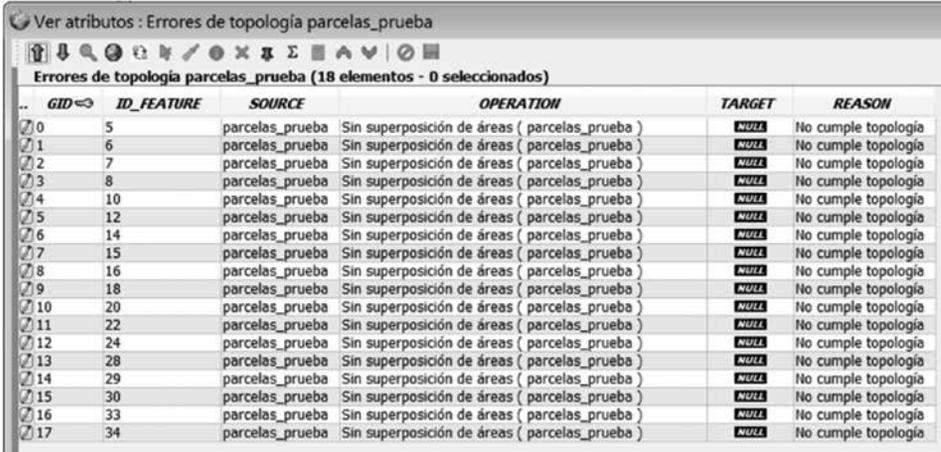
Con base en los resultados del análisis de calidad, se revisaron y corrigieron cada uno de los errores detectados, de forma tal que el mapa catastral digital resultante es un mapa correcto desde el punto de vista geométrico, es decir, el mismo representa la realidad de los predios del país para los fines del Registro Nacional de Costa Rica. Sobre este mapa catastral se basarán todas las transacciones sobre la propiedad inmueble, incluyendo, inscripciones, segregaciones, reuniones de fincas, además de las generación de certificaciones de las propiedad.

**Figura 5.** Resultado gráfico de la aplicación de reglas topológicas



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 6.** Resultado tabular de la aplicación de reglas topológicas



GID	ID_FEATURE	SOURCE	OPERATION	TARGET	REASON
0	5	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
1	6	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
2	7	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
3	8	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
4	10	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
5	12	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
6	14	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
7	15	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
8	16	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
9	18	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
10	20	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
11	22	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
12	24	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
13	28	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
14	29	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
15	30	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
16	33	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología
17	34	parcelas_prueba	Sin superposición de áreas ( parcelas_prueba )	NULL	No cumple topología

Fuente: Elaboración propia

### Conclusiones

El uso de herramientas SIG de licencia pública como KOSMO permiten realizar procesos de análisis de calidad sobre mapas catastrales digitales a un bajo costo. Esto permite asegurar la calidad del mapa, de forma que pueda ser utilizado como insumo básico en sistemas de información catastrales y registrales o sistemas de soporte para la toma de decisiones como lo son sistemas de emergencias, infraestructuras de datos espaciales (IDE), sistemas de cobro de impuestos municipales, entre otros.

Los programas SIG con licencia pública (OSGIS) que cuentan con variedad de herramientas para el análisis topológico, como KOSMO, permiten la aplicación de reglas topológicas en el análisis del mapa catastral. Adicionalmente, representan una opción gratuita para que instituciones como municipalidades puedan analizar y explotar el mapa catastral.

La metodología desarrollada para realizar el proceso de análisis de calidad sobre un mapa catastral permite automatizar la detección, localización y clasificación de los errores, facilitando así la etapa de edición y corrección de los mismos, dando como resultados un mapa que representa de forma correcta la realidad física de los predios.



## Referencias

- Abdul, A. & Pilouk, M. (2008). *Spatial Data Modelling for 3D GIS*. New York, USA: Springer Berlin Heidelberg.
- Blachut, T. (1979). *Cartografía y levantamiento Urbanos*. New York: Springer-Verlag.
- Brovelli, M. & Mitsova, H. (2012). Free and open source desktop and web GIS solutions. *Applied Geomatics*, 4 (2), 65-66.
- Burrough P. & McDonnell, R. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. New York: Oxford University Press.
- Gomarasca, M. (2009). *Basics of Geomatics*. New York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Harmon, J. & Anderson S. (2003). *The design and implementation of Geographic Information System*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons Inc.
- Ley del Catastro Nacional, Ley N°6545. (1981, 13 de marzo). *La Gaceta*, 100, mayo, 25, 1982. Costa Rica.
- Ley de convenio con el BID para el Programa de Regularización del Catastro y el Registro, Ley N° 8154. (2001, 27 noviembre). *La Gaceta*, 237, diciembre, 10, 2001. Costa Rica.
- Longley, P. (2001). *Geographic Information Science and Systems*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons Inc.
- Programa de Regularización del Catastro y Registro. (2009). *Fortaleciendo la seguridad jurídica y promoviendo el ordenamiento territorial. Costa Rica*. Recuperado de: <http://www.uecatastro.org/phocadownload/documentos-institucionales/Folleto%20v10%20final%20baja.pdf>
- Ramírez, M. (2007). La nueva fotogrametría de Costa Rica. *Revista Azimuth*, 3(3), 22-27.
- Ramírez, M., González, A. (2008). Sistema Nacional de Información Territorial propuesto por el Programa de Regularización de Catastro y Registro. *Revista Azimuth*, 4(4), 20-23.

