

Análisis económico de las diferencias de áreas en predios, debido a la implementación del nuevo sistema de proyección cartográfica, Origen Nacional; caso Bogotá

Víctor Alfonso Castañeda Osorio
Código: 83202128970

Jhonatan Amórtegui Gómez
Código: 83202127296

Informe final trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialización en Sistemas de Información Geográfico

Manizales, 2022

Resumen

El siguiente trabajo pretende realizar un análisis técnico y económico, acerca del impacto que puede tener la actual resolución 370 de 2021 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en la proyección de información catastral para generación de cartografía básica en un solo origen, denominado Origen Nacional (CTM12). Esto con fines de tener un catastro multipropósito para todo el territorio nacional.

Para este proyecto, se revisará más concretamente la información catastral de la ciudad de Bogotá a fin de comparar resultados de área en diferentes sistemas de Proyección Cartográfica del mismo predio, las cuales serán estimadas económicamente tomando como referencia; la información oficial de valor de metro cuadrado para zona geográfica de la ciudad de Bogotá.

Palabras clave: Proyección Cartográfica, Información Catastral, Cartografía Básica, Valor metro cuadrado Bogotá.

Abstract

The following work is intended to perform a technical and economic analysis on the impact that the current resolution 370 of 2021 of the Instituto Geografico Agustin Codazzi can have in the projection of cadastral information for the generation of basic cartography in a single origin, called National Origin (CTM12). This will be done with the purpose of having a multipurpose cadastre for the whole national territory.

For this project, the cadastral information of the city of Bogotá will be reviewed more specifically in order to compare area results in different Cartographic Projection systems of the same property, which will be economically estimated taking as a reference; the official information on the value of square meters for the geographical area of the city of Bogotá.

Keywords: Cartographic Projection, Cadastral Appraisal, Geographic Information, Basic Cartography ,Bogota square meter value.

.

Contenido

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN.....	11
1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA	12
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3 JUSTIFICACIÓN	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. ANTECEDENTES	16
4. REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL	24
4.1 RESOLUCIÓN 1149 DE 2021 (19 DE AGOSTO).....	24
4.2 RESOLUCIÓN NO. 370 DE 2021 (16 DE JUNIO DE 2021).....	24
4.3 RESOLUCIÓN 471 DE MAYO DE 2020	25
4.4 RESOLUCIÓN 388 DE ABRIL DE 2020	25
4.4.1 <i>Resolución aprobada</i>	26
4.5 RESOLUCIÓN 399 DE 2011	27
4.6 RESOLUCIÓN 068 DE 2005	27
5. REFERENTE TEÓRICO	28
5.1 PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA USADA OFICIALMENTE EN COLOMBIA HASTA 2020	29
5.2 SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS [N, E].....	31

6 Análisis económico de las diferencias de áreas en predios, debido a la implementación del nuevo sistema de proyección cartográfica, Origen Nacional; caso Bogotá

5.3	NUEVO SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA PARA COLOMBIA	32
6.	METODOLOGÍA.....	35
6.1	ENFOQUE METODOLÓGICO	35
6.2	TIPO DE ESTUDIO.....	36
6.3	PROCEDIMIENTO.....	36
6.3.1	<i>Fase I: especificación de requerimientos técnicos.</i>	<i>36</i>
6.3.2	<i>Fase II: recolección de información geográfica.....</i>	<i>40</i>
6.3.3	<i>Fase III: selección de software</i>	<i>41</i>
6.3.4	<i>Fase IV: carga de información geográfica</i>	<i>42</i>
6.3.5	<i>Fase V: proyección de información geográfica</i>	<i>46</i>
6.3.6	<i>Fase VI: análisis de datos</i>	<i>52</i>
7.	RESULTADOS	56
8.	CONCLUSIONES	64
9.	RECOMENDACIONES	66
10.	REFERENCIAS.....	67

Lista de imágenes

	Pág.
Ilustración 1. Sistema de Proyección Cartográfica Gauss Krüger	29
Ilustración 2. Orígenes sistema de proyección anterior Gauss Krüger	30
Ilustración 3. Sistema de proyección cartesiana	31
Ilustración 4. Propuesta de proyección única para la Administración de Tierras en Colombia ..	32
Ilustración 5. Nueva proyección Cartográfica Colombia	33
Ilustración 6. Propuesta de proyección única para la Administración de Tierras en Colombia Perspectiva 02	34
Ilustración 7. Parámetros Origen Nacional ArcGIS	37
Ilustración 8. Sistema de Coordenadas Origen Nacional.....	38
Ilustración 9. Parámetros MAGNA Bogotá DC 2005 ArcGIS	39
Ilustración 10. Parámetros MAGNA Colombia Bogotá ArcGIS.....	40
Ilustración 11. Valor de Referencia de Terreno por Manzana, Datos Abiertos.....	41
Ilustración 12. Salida Grafica Valor m ² , Ciudad Bogotá.....	42
Ilustración 13. Tabla de atributos capa Valor de Referencia m ² - 2020	43
Ilustración 14. Atributos seleccionados de la capa	43
Ilustración 15. Lote. Bogotá D.C. Datos Abiertos.....	44
Ilustración 16. Salida Grafica, Capa Lotes Bogotá.....	45
Ilustración 17. Tabla de atributos capa Lotes Bogotá.....	46
Ilustración 18. Atributos seleccionados de la capa. Lotes Bogotá.....	46
Ilustración 19. Herramientas ArcGIS, Modulo Geoprocessing	47

Ilustración 20. Atributos de la Capa. Lores_Bogota_Valor_2020.....	47
Ilustración 21. Salida Grafica, Lotes_Bogotá_Valor_2020.....	48
Ilustración 22. Herramientas Arc Toolbox, ArcGIS.....	49
Ilustración 23. Tabla de Atributos, Capa Lotes_Bogotá_DC_2005.....	50
Ilustración 24. Tabla de Atributos, Capa Lotes_Colombia_Bogotá.....	50
Ilustración 25. Tabla de Atributos, Capa Lotes_Origen_Nacional.....	50
Ilustración 26. Salida gráfica, predio mayor diferencia.....	59
Ilustración 27. Salida gráfica, predio con diferencia media.....	60
Ilustración 28. Salida gráfica, predio con menor diferencia.....	61
Ilustración 29. Salida gráfica, diferencia monetaria.....	63

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Parámetros Origen Nacional.....	24
Tabla 2. Parámetros Origen Nacional 2020.....	26
Tabla 3. Valores asignados orígenes cartográficos.....	30
Tabla 4. Parámetros Origen Nacional.....	37
Tabla 5. Áreas y perímetros de las capas reproyectadas.....	51
Tabla 6. Rangos de Tolerancia.....	52
Tabla 7. Diferencias de área, porcentaje y perímetro	53
Tabla 8. Diferencia máxima, media y mínima, Bogotá DC 2005 (A) - Colombia Bogotá (B)....	53
Tabla 9. Diferencia máxima, media y mínima, Bogotá DC 2005 (A) - Origen Nacional (C).....	53
Tabla 10. Diferencia máxima, media y mínima, Colombia Bogotá (B) - Origen Nacional (C)...	54
Tabla 11. Diferencia monetaria de los predios A – B.....	54
Tabla 12. Diferencia monetaria de los predios A – C.....	54
Tabla 13. Diferencia monetaria de los predios B – C.....	55
Tabla 14. Áreas y perímetros de las capas reproyectadas.....	56
Tabla 15. Diferencias de área, porcentaje y perímetro	57
Tabla 16. Diferencia monetaria de los predios A – B.....	57
Tabla 17. Diferencia monetaria de los predios A – C.....	58
Tabla 18. Diferencia monetaria de los predios B – C.....	58
Tabla 19. Diferencias de área relacionadas con el valor de referencia del m ²	62

Lista de símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
<i>A</i>	Área	m ²	$\iint dx dy$
<i>P</i>	Perímetro	m	ver DIN ISO 9277

Abreviaturas

Abreviatura Término

<i>CTM 12</i>	Origen Nacional
<i>IGAC</i>	Instituto Geográfico Agustín Codazzi

1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación

A través de la historia la Cartografía y la Geodesia, han sido áreas del conocimiento que se han encargado de representar la superficie terrestre. En el transcurso del tiempo estas han sido usadas con la ayuda de diferentes técnicas matemáticas y geométricas para minimizar las distorsiones, que se crean al representar una superficie de tres dimensiones (X, Y, Z), en un plano de proyección de dos dimensiones (X, Y). Dichas distorsiones dependen del modelo matemático y figura geométrica que se escoja, además de incidir de manera directa en la posición que esta tenga con respecto a la superficie terrestre (Normal, transversal y de manera oblicua). El resultado de esta proyección arroja distorsiones en las salidas finales de los mapas; como lo pueden ser, la distancia, la forma, el área y la dirección; todo ello al definir el tipo de proyección, siendo unas más apropiadas que otras según la ubicación geográfica.

Se presume que al analizar la capa de predios de la ciudad de Bogotá y reprojectarla en la nueva proyección cartográfica CTM 12 u Origen Nacional, se encontrarán discrepancias de áreas y perímetros con respecto al antiguo origen oficial, diferencias que de ser comprobadas pueden afectar el valor del predio y las cuales son producto del cambio de proyección cartográfica. Se estaría generando una afectación de tipo económico a nivel nacional con respecto al anterior origen cartográfico, dado que, las áreas calculadas en el Origen Nacional serán las que queden registradas en el barrido predial masivo que se encuentra realizándose en el país.

Estos cambios de área van a ser más significativos en las partes más alejadas del centro de referencia del nuevo origen, con lo cual el objeto de estudio debería ser todo el territorio colombiano, pero dado que no existe un valor de referencia de metro cuadrado para todo el territorio el proyecto se centra en la ciudad de Bogotá. Este tema afecta principalmente los valores de áreas desde el momento en que se establece su único uso y afecta a todas las personas, debido que, aunque no estén interesados en conocer los nuevos valores de área de sus predios, al presentar un cambio de área puede subir o bajar el valor de un predio.

1.1 Descripción del área problemática

Para el caso de Colombia en temas de cartografía nacional, se había empleado en los últimos años la proyección Gauss Krüger, que corresponde a un cilindro ubicado de forma transversal de manera que cubra todo el territorio nacional y que era dividido por los meridianos, cada tres grados hacia el este y oeste partiendo de un origen central. Además de esta proyección cilíndrica, debido a las distorsiones que se crearon en los empalmes, se decide crear en Colombia un tipo de proyección plana para cada municipio, con el fin de minimizar aún más las distorsiones. Con este tipo de proyecciones se manejó la cartografía hasta el año 2020, año en el cual el IGAC luego de realizar un estudio con un grupo de investigación suizo, establece a través de un decreto un solo origen para toda la cartografía nacional, con unos nuevos parámetros geométricos. Con los cuales se afirma que no habrá distorsiones en área y distancia en las mediciones de predios que se encuentren dentro de un área específica del centro del país.

1.2 Formulación del problema

Si se logra realizar la estimación de las diferencias de área por predio, las cuales permitan realizar el análisis en los cambios de valores, esto dará paso a tener una referencia del cambio en los valores de áreas. No obstante, aunque se tiene como objeto de estudio principalmente la ciudad de Bogotá, este procedimiento podría replicarse a la demás parte del territorio colombiano; lo cual permitirá tener un análisis de datos reales que sirvan de marco de referencia en futuras mediciones. Con base en lo anterior se pretende tener una idea de la afectación enfocada a los cambios de área y perímetro. Ligado a estos cambios, ver reflejados los impactos económicos en el valor total de un predio, tomando como base del cálculo, la capa oficial de Catastro Bogotá de valor de referencia de metro cuadrado. Según la ubicación geográfica dentro de la ciudad, ¿Puede determinarse un parámetro o mapa, que permita conocer el porcentaje de error o de cambio en los valores de área de la propiedad en la ciudad de Bogotá?

1.3 Justificación

No es necesario tener un sistema de referencia único en una extensión de terreno tan amplia como la de Colombia, debido que, puede generar distorsión en las áreas y distancias que resultan luego de mediciones prediales, en las cuales por razones geométricas al alejarse más del origen de proyección estas discrepancias de áreas pueden ser mayores. Por este motivo se busca tener un parámetro de comparación que permita validar o determinar acerca de posibles errores en los cálculos finales de áreas, al utilizar un tipo de proyección u otro; que para el caso serán los orígenes oficiales inmediatamente anteriores y el Origen Nacional adoptado en el año 2020.

Sería novedoso tener información de Bogotá que permita determinar si se presentan anomalías en áreas y perímetro de un predio en esta zona del país y aún más, en un proceso de transición en el cual se unificaron los orígenes cartográficos, a un origen único nacional, permitiendo que las personas tengan un punto de referencia al momento de trasladar información geográfica o generar nueva información.

Resulta útil determinar si la adopción de este nuevo Origen Nacional, presenta anomalías en áreas prediales y perímetros las cuales son entregadas a entidades públicas encargadas del cobro de impuestos y de la tenencia de la tierra. Las cuales han realizado su labor teniendo como referencia levantamientos realizados con la legislación inmediatamente anterior del IGAC, anomalías que de probarse estarían impactando de manera económica a los propietarios de bienes inmuebles en la ciudad de Bogotá.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Establecer las diferencias de áreas y perímetros entre la proyección cartográfica tradicional y la del nuevo Origen Nacional de proyección de coordenadas geográficas, mediante el uso de los SIG; para determinar las discrepancias económicas en el caso de estudio de la ciudad de Bogotá.

2.2 Objetivos específicos

- Calcular las diferencias de área y perímetro obtenidas al proyectar la información geográfica oficial de catastro Bogotá, mediante herramientas SIG, en los sistemas de proyección cartográfica MAGNA Colombia Bogotá, local Bogotá DC 2005 y el sistema oficial de proyección oficial de Colombia CTM 12 u Origen Nacional.
- Realizar un análisis visual por medio de un mapa de coropletas, del valor en pesos de los predios de catastro Bogotá, al cambiar los parámetros de proyección cartográfico MAGNA Colombia Bogotá, local Bogotá DC 2005 y el sistema oficial de proyección oficial de Colombia CTM 12 u Origen Nacional.
- Realizar un análisis mediante estadística, de los valores de las diferencias encontradas, al proyectar el catastro de la ciudad de Bogotá En los sistemas de proyección MAGNA Colombia Bogotá, local Bogotá DC 2005 y el sistema oficial de proyección oficial de Colombia CTM 12 u Origen Nacional.

3. Antecedentes

Para la realización efectiva de este proyecto es necesario contar con la información oficial y por ende de la entidad que la rige, que para el caso es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el cual, a través de resoluciones, ha venido regulando la manera en cómo se genera la cartografía a nivel nacional, Estas resoluciones y más precisamente las que implican el componente Geográfico. Tienen implicaciones de tipo económico, legal, específicamente en el tema de la propiedad y tenencia de la tierra. Como antecedentes a este cambio de proyección se hace necesario remitirse a la adopción por parte del instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el cual promueve la adopción de MAGNA-SIRGAS como sistema de referencia oficial del país, en reemplazo del Datum BOGOTÁ, definido en 1941. MAGNA-SIRGAS garantiza la compatibilidad de las coordenadas colombianas con las técnicas espaciales de posicionamiento, por ejemplo, los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems), y con conjuntos internacionales de datos georreferenciados”. (MAGNA-SIRGAS, 2018).

En esta resolución el IGAC realiza una migración oficial de toda la cartografía en la cual se definió a MAGNA-SIRGAS como un marco de referencia apto para soportar, entre otras, el intercambio de información georreferenciada a escala nacional y mundial; para el desarrollo de los sistemas de información geográfica nacionales, departamentales y municipales sobre una base de referencia única; para la administración digital de información gráfica y numérica georreferenciada; para el desarrollo e implementación de la iniciativa ICDE (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales) con compatibilidad mundial garantizada y, obviamente, como plataforma de referencia para la definición y aplicación de los estándares de posicionamiento en Colombia. En esta ocasión el IGAC ha decidió que MAGNA-

SIRGAS fuera adoptado como sistema de referencia oficial de Colombia el cual reemplazó en esa ocasión el Datum BOGOTÁ. Las implicaciones prácticas de dicha decisión, así como las medidas que el IGAC recomienda como soporte para la adopción efectiva de este nuevo sistema, se describen en Aspectos Prácticos de la Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como datum oficial de Colombia. (Sánchez Rodríguez., 2004)

En la adopción de Magna Sirgas no solo se definió el sistema y Marco de referencia: También se estableció el tipo de proyección Cartográfica oficial de Colombia el cual corresponde al sistema Gauss-Krüger. Éste es una representación conforme del elipsoide sobre un plano, es decir que el ángulo formado entre dos líneas sobre la superficie terrestre se mantiene al ser éstas proyectadas sobre el plano.

Los meridianos y paralelos se interceptan perpendicularmente, pero no son líneas rectas, sino curvas complejas, excepto el meridiano central (de tangencia) y el paralelo de referencia. La escala de la representación permanece constante sobre el meridiano central, pero ésta varía al alejarse de aquel, introduciendo deformaciones en función de la longitud. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004)

En Colombia, el origen principal de las coordenadas Gauss-Krüger se definió en la pilastra sur del Observatorio Astronómico de Bogotá, asignando los valores $N = 1\ 000\ 000$ m y $E = 1\ 000\ 000$ m. Los orígenes complementarios se han establecido a 3° y 6° de longitud al este y oeste de dicho punto. Este sistema se utiliza para la elaboración de cartografía a escalas menores que 1:1 500 000, donde se proyecta la totalidad del territorio nacional. También se utiliza para cartografía a escalas entre 1:10 000 y 1:500 000 de las comarcas comprendidas en la zona de 3° correspondiente. La proyección se controla mediante husos, que en el caso de Colombia se

extienden 1,5° al lado y lado del meridiano central. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004).

Para el caso de esta adopción de MAGNA-SIRGAS en el 2004 como obligatoria en todo el país se migró la información Geográficas a través de una transformación de Coordenadas entre elipsoides de referencia de diferente origen de coordenadas y de diferente tamaño, pero se conservó la proyección y los usos que se tenían en la antigua red ARENAS. No obstante, dicha modificación en la representación de la cartografía nacional fue del todo una solución total, debido a las deformaciones implícitas que tiene esta proyección al alejarse del origen cartográfico de partida. Por lo cual, en todo el territorio, para temas de cartografía, se establecieron planos de proyección locales para producción de cartografía a menor escala.

Debido a que en el país en la actualidad presenta atrasos en los procesos en la formalización de la tenencia de la tierra. Además, debido a las discrepancias entre entidades al proyectar información Geográfica el Instituto Geográfico Agustín Codazzi Con la introducción de estándares internacionales para modernizar la administración de la tierra en Colombia, la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) aportó los elementos de un nuevo enfoque sobre el territorio. Esto significa, entre otros aspectos, disponer de información catastral completa, continua, actualizada y correcta, para brindar un insumo básico para cualquier análisis geoespacial, conduciendo a la determinación de los derechos, obligaciones y restricciones sobre el uso de la tierra. Esta meta solamente se logra mediante una ICDE integral y funcional. (IGAC, 2020, 9)

Entre los fundamentos de cualquier infraestructura de datos se cuentan la aplicación de un ecosistema de modelos de datos con principios comunes, como por ejemplo el Land Administration Domain Model -LADM-, y un marco geográfico único. Este último significa, entre otros, una representación del territorio mediante coordenadas planas unificadas e inequívocas; es decir, una proyección cartográfica común.

A raíz de esta condición, se ha estudiado y seleccionado una única proyección cartográfica para Colombia. Su meta es simplificar y agilizar al máximo los análisis espaciales para potenciar la toma de decisiones en todos los niveles del gobierno, evitando la división del país en múltiples zonas geográficas, las cuales generan discontinuidades topológicas de la información, así como complicaciones para ejecutar análisis de tipo regional o nacional. (IGAC, 2020, 9)

En la cartilla generada por el IGAC para la socialización de la adopción en todo el territorio nacional y con mandamiento de obligatoriedad por todas las instituciones oficiales que se relacionen con la información geográfica se explica que el cambio no tendrá afectaciones más precisamente “En Colombia, los objetos a representar por una proyección cartográfica NO cambian, una casa siempre estará en el mismo sitio, tendrá las mismas coordenadas geográficas, tendrá la misma forma y su tamaño real jamás cambian por el uso de una o varias proyecciones para su representación plana. Además, menciona que las diferencias en “mediciones a realizar sobre el territorio colombiano, actualmente se emplean tecnologías convencionales como el teodolito, la cinta métrica, la estación total; otras técnicas como las satelitales (GNSS) o técnicas antiguas como la medición con pasos; aquí la calidad de la medición no depende de la proyección cartográfica, únicamente depende de la rigurosidad del procedimiento de captura de datos, la calidad del punto de referencia de coordenadas geográficas y la incertidumbre propia

del instrumento empleado. Al final del ejercicio de medición, se contará con un juego de coordenadas, donde cada valor o conjunto de valores tendrá asociado un valor de precisión y exactitud” (IGAC, 2020, 16).

En conclusión, el IGAC en esta cartilla manifiesto que las áreas y las distancias reales no cambian, y que la precisión dependerá únicamente de cómo y con qué fue capturado el dato, agregando que la proyección cartográfica “Origen Nacional” aproxima de una forma unificada los valores reales de estos objetos sobre el territorio.

Con base en el contexto presentado de las actualizaciones realizadas por el IGAC hasta la fecha y realizando énfasis en la adopción del nuevo origen unificado para todo el país se han venido realizando algunas investigaciones acerca de las implicaciones que tiene en diferentes disciplinas la adopción de un nuevo origen de referencia cartográfico como lo es el estudio de recomendación de la embajada suiza quienes realizaron el estudio de este origen denominado CTM-12 en el cual se presentan las siguientes conclusiones:

El tipo de proyección elegido pertenece al grupo de proyecciones conocido como Transversa de Mercator (TM). Esta proyección cilíndrica conforme del elipsoide en el plano garantiza que los ángulos entre dos líneas en el terreno son invariantes con la aplicación de la proyección. Para satisfacer el requerimiento de unicidad de la proyección (y facilitar los procesos relacionados a la generación de datos geográficos de la Administración de Tierras sobre el país entero), un único huso de longitud con extensión de 12° (6° a cada lado del meridiano central) es

definido. De allí que la proyección es denominada como CTM 12. La proyección que se propone solo tiene validez para el territorio continental y no incluye la zona insular occidental colombiana, para la cual se seguirá aplicando la proyección actual de Gauss-Krüger.

El análisis de las deformaciones causadas por la proyección revela que las distorsiones máximas causadas para las áreas son de aproximadamente 1%. Este valor es aceptable cuando se contrasta con un rango mayor de valores para el factor de escala (ejemplo 0.9996) o con la definición de otros orígenes. Además, se determinó que las deformaciones causadas en función de la altura sobre el elipsoide de los puntos son despreciables. Por tanto, dentro de los parámetros y alcance con los que se concibe esta propuesta, la selección del siguiente conjunto de parámetros constituyen la definición de la proyección CTM 12 buscada. Para facilitar su aplicación, se listan los parámetros para su implementación en la librería PROJ.4 (Warmerdam & Evenden,2018). (Salvini & Bolívar, 21)

En la relación con este tema del origen nacional han surgido otros proyectos que describen el origen de manera positiva y negativa como en el caso del proyecto de grado en la universidad militar “Determinación de las diferencias en el dimensionamiento de los proyectos viales producto de la correcta utilización del único origen nacional de coordenadas en Colombia” en donde se concluye que es beneficioso en proyectos lineales pero donde no se tiene en cuenta los cierres de las precisiones en las poligonales que para efectos de infraestructura es inviable. Por otro lado, un estudio más riguroso en la revista Mapping del docente de la Universidad Distrital Edilberto niño el cual revisa el tema de la adopción de donde se hace la extracción de las principales conclusiones:

Las deformaciones de los arcos en la proyección Gauss-Krüger solo son influenciadas por la distancia al meridiano origen, así, para minimizar las deformaciones, los usos geográficos o amplitud de los planos debe ser menor a unos 165 kilómetros, con lo cual las características de la actual proyección Gauss-Krüger usada en Colombia es apropiada. (Niño-Niño, 2020, 14)

ara la nueva proyección «Origen Nacional»; se debe tener en cuenta que la extensión del territorio nacional de este a oeste en la parte continental es de 1.391 Km, y el meridiano origen se ubica muy cerca de la media de esta distancia, la mayor distancia entre el meridiano origen y el extremo es de unos 695 Km, a esta distancia los vectores sufren una distorsión de unas 5.122 ppm; esta deformación supera en más de 4.790 ppm a la deformación máxima que sufre el mismo vector en la proyección Gauss-Krüger. En este orden de ideas las áreas proyectadas cumplen los mismos patrones a los presentados en los vectores. (Niño-Niño, 2020, 14)

También se encuentra en la web un análisis realizado por el ministerio de Medio Ambiente desde su sección de parque naturales de Colombia

En el cual se profundiza de manera técnica las implicaciones y diferencias de áreas resultantes al aplicar la nueva proyección, en donde se evidencia mediante comparaciones de sistemas de proyección la nueva resolución y se contrastan las diferencias que se tenían antes respecto a la actualidad. las cuales se presentan como mayores; es decir que Gauss con respecto a los orígenes planos cartesianos presenta menores distorsiones que las obtenidas de CTM 12 contra los orígenes locales planos cartesianos. (Arias Vargas, 2020)

Por último y no menos importante se tiene un estudio similar por un grupo de Investigación en la Sociedad Colombiana de Ingenieros donde se plantea la idea del análisis a la adopción del catastro de Bogotá en un seminario VII nación XVII internacional de topografía

realizado a través de la Red de Investigadores de Tecnología Avanzada (RITA) en el cual se presenta la preocupación por la adopción debido a los cierres en poligonales de proyectos de infraestructura lineales, además de las comparaciones de áreas de terreno y en CTM 12. (Tovar Solano, 2021)

Debido a estas variaciones en el criterio acerca de la proyección adecuada resulta necesario tener un precedente de estudio propio en donde se realicen mediciones sobre la mencionada proyección oficial en el cual se puedan establecer valores de comparación para la ciudad de Manizales, los cuales permiten analizar la implementación en el país para temas de catastro multipropósito.

4. Referente normativo y legal

4.1 Resolución 1149 De 2021 (19 de agosto)

“Por la cual se actualiza la reglamentación técnica de la formación, actualización, conservación y difusión catastral con enfoque multipropósito”

4.2 Resolución no. 370 de 2021 (16 de junio de 2021)

“Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia”

Parámetro	Valor del Parámetro
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5000000
Falso Norte	2000000
Unidades	Metros
Factor de escala	0,9992

Tabla 1. Parámetros Origen Nacional

Artículo 1.- Objeto. Establecer la proyección cartográfica “Transversa Mercator” como sistema oficial de coordenadas planas para Colombia, con un único origen denominado “Origen

Nacional”, referido al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también denominado MAGNA SIRGAS, así:

La denominación del sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia es MAGNA SIRGAS / Origen-Nacional y se encuentra codificado por el European Petroleum Survey Group como EPSG:9377. (IGAC, 2021)

4.3 Resolución 471 de mayo de 2020

Descripción: Establece las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.

Las especificaciones técnicas de los productos de la Cartografía Básica Oficial de Colombia, son de obligatorio cumplimiento para todo aquel que produzca cartografía básica para fines oficiales, así como para los gestores y operadores catastrales en el ejercicio de la gestión catastral. La Cartografía Básica Oficial de Colombia puede ser producida por personas naturales, jurídicas, públicas o privadas, de acuerdo con lo previsto en esta Resolución. (IGAC, 2020)

4.4 Resolución 388 de abril de 2020

Descripción: Por la cual se establecen las especificaciones técnicas para los productos de información generados por los procesos de formación y actualización catastral con enfoque multipropósito. “Artículo 7, numeral 2, Sistema de referencia y proyección. El Marco Geocéntrico Nacional de Referencia es el oficial para Colombia, MAGNA-SIRGAS oficializado mediante la Resolución IGAC 715 de 2018, con los parámetros de proyección cartográfica”. (IGAC, 2020)

Parámetro	Valor del Parámetro
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5000000
Falso Norte	2000000
Unidades	Metros
Factor de escala	0,9992

Tabla 2. Parámetros Origen Nacional 2020

4.4.1 Resolución aprobada

En la Asamblea General el 26 de febrero de 2015 al (A/69/L.53 y Add.1)] 69/266, se aprobó la resolución la cual tiene la siguiente descripción:

“Marco de referencia geodésico mundial para el desarrollo sostenible La asamblea General reafirmando los propósito y principios de la carta de las Naciones Unidas, Reafirmando también su resolución 54/68 de 6 de diciembre de 1999 en que hizo suya la resolución titulada “El milenio espacial”: La declaración de Viena sobre el Espacio y el Desarrollo Humano”, que incluía entre otras cosas, medidas fundamentales para mejorar la eficiencia y la seguridad de transporte, la búsqueda y el salvamento, la geodesia y otras actividades promoviendo la mejora y la compatibilidad de los sistemas espaciales de navegación y de determinación de la posición, incluidos los Sistemas de Navegación por Satélite y el acceso universal a estos” (Unidas, 2015).

“Reafirmando además su resolución 57/253, de 20 de diciembre de 2002, en la que hizo suyo el Plan de Aplicación de las Decisiones de la cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Plan de Aplicación de las decisiones de Johannesburgo) y los medios de aplicación que incluye, entre otras cosas, el fortalecimiento de la cooperación y la coordinación entre los sistemas mundiales de observación y los programas de investigación para realizar observaciones mundiales integradas, teniendo en cuenta la necesidad de aumentar la capacidad y el intercambio de datos de observación en tierra teleobservación por medio de satélites y otras fuentes en todos los países”. (Unidas, 2015)

4.5 Resolución 399 de 2011

Establecimiento de los orígenes de proyección cartográfica Gauss-Krüger

4.6 Resolución 068 de 2005

Descripción: Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS. Sustituye La adopción del Datum Bogotá (Elipsoide Internacional o de Hayford), realizada en la Primera Edición de la Publicación Especial N° 1 "Resultados finales de las redes geodésicas establecidas entre Bogotá y Cartago, y entre Bogotá y Chiquinquirá" del Instituto Geográfico Militar y Catastral del año 1941. (IGAC, 2005)

5. Referente teórico

Para la comprensión plena del tema es necesario remitirse algunos conceptos técnicos enunciados en el proyecto como lo es el tema de la cartografía básica, la forma en que esta es generada y las implicaciones que puede tener cambiar parámetros en su producción, por mínimos que estos parezcan. Dicho esto, se define a la cartografía en el tiempo, de diferentes maneras. Esto debido a que la tecnología con la cual se produce está directamente relacionada a su definición por tal motivo se hace necesario remitirse a una definición cercana a la actualidad como Kraak & Fabricant, 2017 quienes la definen en tres grandes pilares que son ciencia, arte y tecnología. Para efectos del presente trabajo el enfoque será desde la ciencia que se encuentra detrás de la producción de un mapa y uno de sus componentes principales, las proyecciones cartográficas.

Las proyecciones cartográficas son el método por el cual se representa la superficie curva de la tierra sobre un plano mediante el uso de modelos matemáticos. No existe un método perfecto de proyección, todos ellos de una manera u otra distorsionan la realidad. El uso de una u otra proyección depende del tipo y finalidad de cada mapa. Las proyecciones tienen siempre un objetivo específico, puede ser con fines de Navegación, Ingeniería, Planeación Territorial de tipo local o regional o también de tipo político entre muchos otros fines. (IGAC, 2020)

5.1 Proyección cartográfica usada oficialmente en Colombia hasta 2020

Para la representación de estas coordenadas geográficas en un plano, la proyección cartográfica oficial utilizada en Colombia hasta el año 2020 es Gauss-Krüger (IGAC, 2004), datum **MAGNA SIRGAS**.

Gauss-Krüger es una adaptación de la proyección transversa de Mercator, utiliza como superficie de referencia el área superficial de un cilindro transverso tangente a lo largo del meridiano de origen (meridiano central).

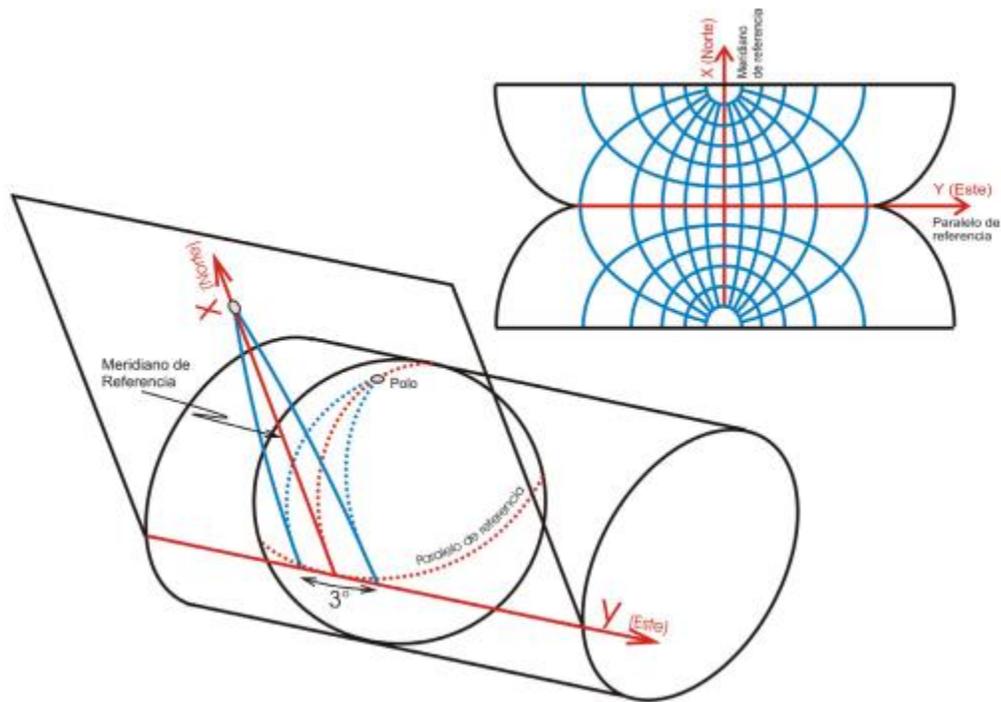


Ilustración 1. Sistema de Proyección Cartográfica Gauss Krüger

En la ilustración 2. Se puede apreciar la forma en que se tienen distribuidos los orígenes cartográficos de la proyección oficiales inmediatamente anterior para en .La cual gracias a

estudios detallados determino en su momento que la distribución de los paralelos debía hacerse cada tres grados a partir de un punto central.

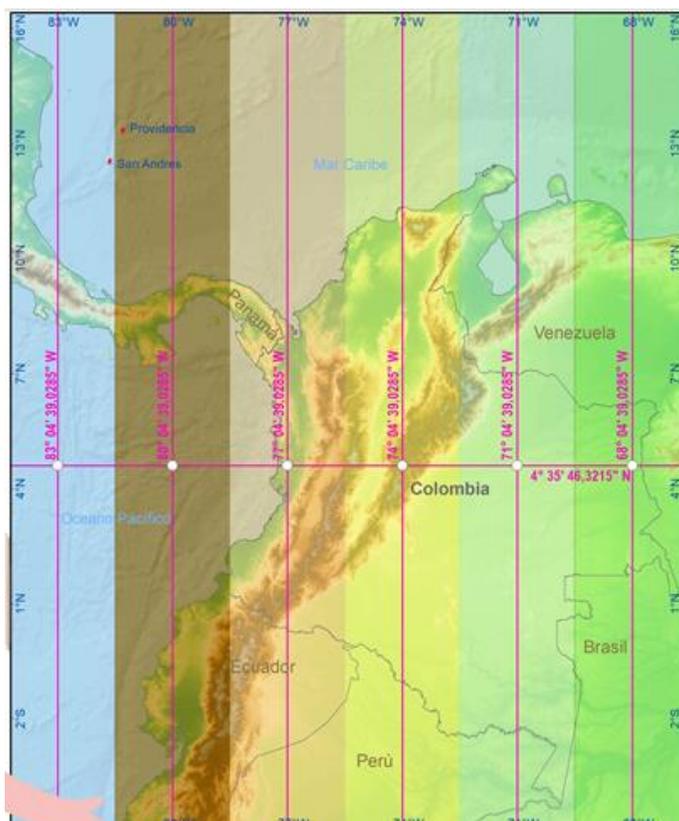


Ilustración 2. Orígenes sistema de proyección anterior Gauss Krüger

Las coordenadas MAGNA de los orígenes Gauss-Krüger en Colombia corresponden con:

Origen	Coordenadas Elipsoidales		Coordenadas Gauss-Krüger	
	Latitud (N)	Longitud (W)	Norte [m]	Este [m]
Bogotá-MAGNA	4° 35' 46,3215''	74° 04' 39,0285''	1 000 000,0	1 000 000,0
Este Central - MAGNA	4° 35' 46,3215''	71° 04' 39,0285''	1 000 000,0	1 000 000,0
Este Este - MAGNA	4° 35' 46,3215''	68° 04' 39,0285''	1 000 000,0	1 000 000,0
Oeste - MAGNA	4° 35' 46,3215''	77° 04' 39,0285''	1 000 000,0	1 000 000,0
Oeste Oeste - MAGNA	4° 35' 46,3215''	80° 04' 39,0285''	1 000 000,0	1 000 000,0

Tabla 3. Valores asignados orígenes cartográficos

5.2 Sistema de coordenadas planas cartesianas [N, E]

El sistema de proyección cartésiana equivale a una representación conforme del elipsoide sobre un plano paralelo, ubicado a una altura H_0 , a uno tangente al elipsoide en un punto origen $[o, o]$. La proyección del meridiano que pasa por este punto representa el eje de la coordenada Norte. No obstante, los puntos sobre el elipsoide y los equivalentes. (IGAC, 2004)

proyectados sobre el plano no tienen una relación geométrica, ésta es puramente matemática. La proyección cartésiana es utilizada para la elaboración de planos de ciudades (cartografía a escalas mayores que 1:5000), de allí, existen tantos orígenes de coordenadas cartesianas como ciudades o municipios. El plano de proyección se define sobre la altitud media de la comarca a representar. (IGAC, 2004)

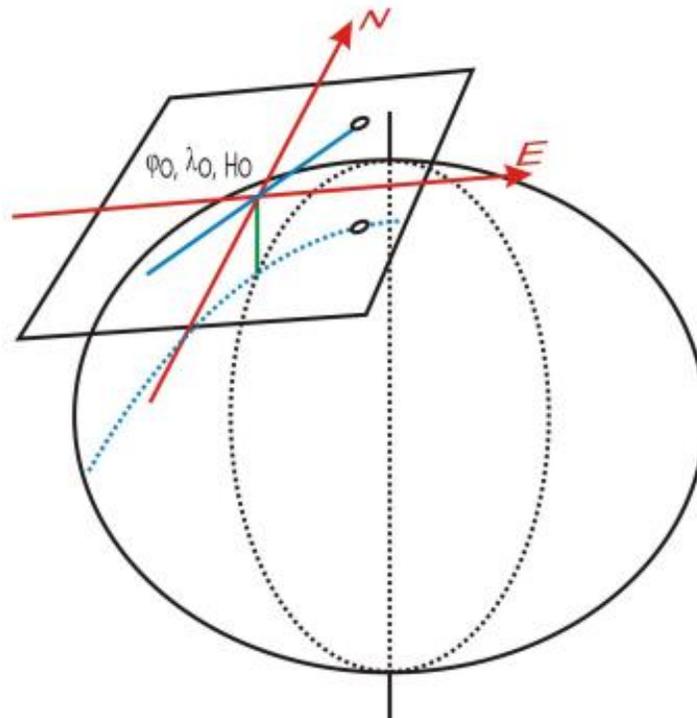


Ilustración 3. Sistema de proyección cartésiana

5.3 Nuevo sistema de proyección cartográfica para Colombia

En Colombia se propuso un nuevo sistema de proyección cartográfica denominado Origen Nacional referido al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también denominado MAGNA SIRGAS. Debido a la necesidad de contar con estándares internacionales para modernizar la administración de la tierra en Colombia se decidió contar con la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) la cual aportó los elementos de un nuevo enfoque sobre el territorio. Esto significa, entre otros aspectos, disponer de información catastral completa, continua, actualizada y correcta, para brindar un insumo básico para cualquier análisis geoespacial, conduciendo a la determinación de los derechos, obligaciones y restricciones sobre el uso de la tierra. Esta meta solamente se logra mediante una ICDE integral y funcional. (IGAC, 2018)

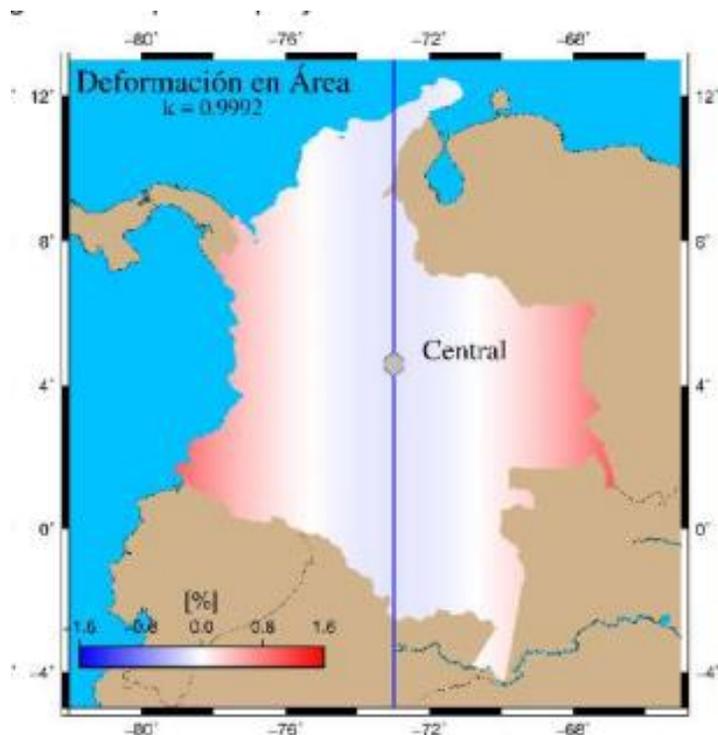


Ilustración 4. Propuesta de proyección única para la Administración de Tierras en Colombia

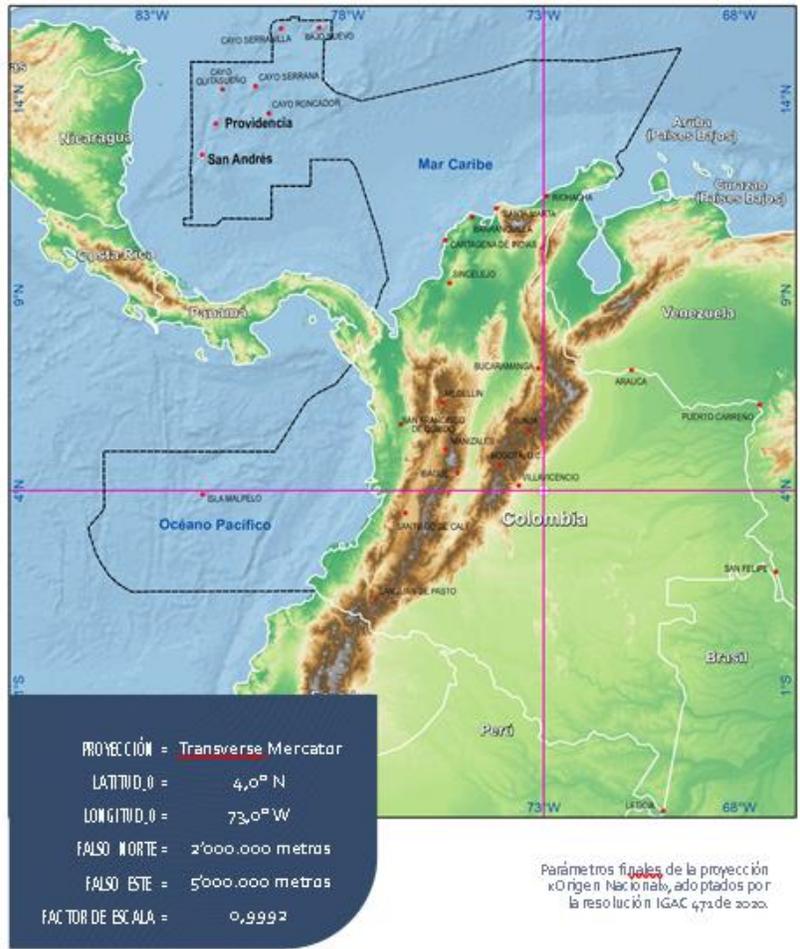


Ilustración 5. Nueva proyección Cartográfica Colombia

Los valores máximos que pueden tomar las diferencias fueron calculados en la propuesta del Instituto Geográfico Agustín Codazzi de acuerdo a las distorsiones que se encontraron al proyectar la información del territorio nacional se encuentran las mayores variaciones en los puntos con mayor separación del meridiano central. En contraste, los valores mínimos (disminución) se alcanzan cuando los puntos están ubicados sobre dicho meridiano de referencia. De este modo, las deformaciones calculadas dependen únicamente del factor de escala k. Al desplazar el meridiano central de referencia al origen central las deformaciones oscilan en un rango entre 0.94% y 1.15%.

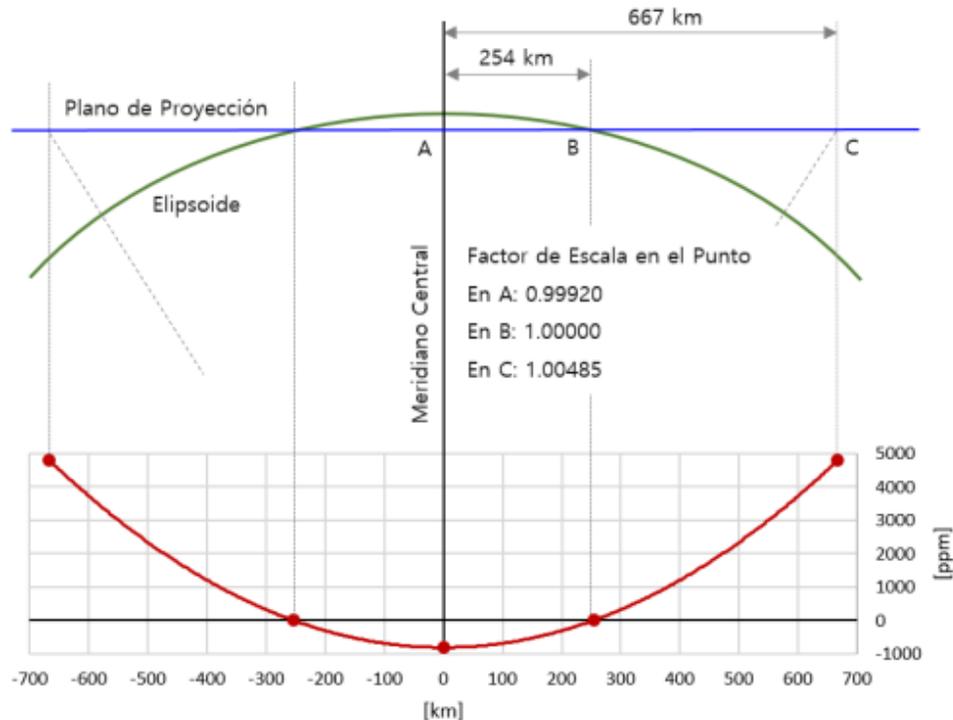


Ilustración 6. Propuesta de proyección única para la Administración de Tierras en Colombia
Perspectiva 02

La manera en que se puede analizar este nuevo cambio de proyección para la cartografía nacional presenta aspectos positivos como la homogeneidad en la forma de trabajar, representar la información del país, simplifica la comunicación entre entidades que producen información geográfica. Para generación de cartografía básica, debido a la interoperabilidad de sus mapas, este nuevo sistema acabará con los predios fantasma, predios duplicados, permite visualizar proyectos lineales de gran extensión. No obstante, esta proyección no sirve para todo uso por ejemplo la cartografía topográfica de escalas 1:500 se seguirá representando por medio de planos topográficos locales incluso los proyectos lineales podrán visualizarse, pero estos tendrán que generar cuantos planos topográficos locales requiera su proyecto como se encuentra normado previamente por el IGAC que para efectos del presente proyecto no es su objeto principal.

Presentada la información anterior la cual es fundamento del proyecto en curso.

6. Metodología

Para la ejecución del presente trabajo se realizó la aplicación de diversas herramientas tecnológicas, para la recolección y procesamiento de información geográfica. Además, se consulto acerca la información oficial del catastro de Bogotá e IGAC con el propósito de reconocer e identificar aspectos propios del mismo; como las áreas catastrales, perímetros a fin de analizar el aspecto netamente relacionado al uso del área del predio como variable en el cálculo y la incidencia que tendría el cambio de la misma en el valor económico de un predio reportado al final del mismo. Los resultados obtenidos de esta metodología buscan la retroalimentación en sectores institucionales de las incidencias del cambio de factor de escala en la proyección oficial; en el valor de un predio respecto del área que se registra.

6.1 Enfoque metodológico

Teniendo como base que en el “enfoque cuantitativo Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Roberto Hernández Sampieri, 2010).

La metodología usada para el presente proyecto, se enfoca en el análisis del fenómeno causado al realizar un cambio de Proyección Cartográfica oficial en Colombia. A fin de realizar el barrido predial masivo de Catastro multipropósito, para ello se realiza la descarga de datos provenientes de entidades oficiales como datos abiertos Bogotá.

Para procesamiento de la información geográfica oficial se hizo uso de herramientas SIG el cual se usó para realizar la proyección de un volumen considerable de datos de manera optimizada tanto

numérico como visual y una vez se obtienen; mediante el apoyo de estadística descriptiva se realizó el cálculo de los valores máximos, medios y mínimos con los cuales se realiza el análisis final.

6.2 Tipo de estudio

La presente investigación es de tipo cuantitativa, ya que es una investigación que busca probar una afectación al realizar mediciones de diferencias de área y perímetro entre proyecciones con diferentes factores de escala y asumiendo una muestra como parámetro de referencia dichas proyecciones son las cuales han, establecido por resoluciones técnicas y los cuales se traducen en diferencias económicas. Lo cual genera un impacto directo en los temas económicos de la sociedad o un sector en específico, y se basa fundamentalmente en los hallazgos de investigaciones básicas previas ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el resultado.

6.3 Procedimiento

6.3.1 Fase I: especificación de requerimientos técnicos.

Actividad 1: Para dar inicio al trabajo, se consultó en la página oficial del IGAC la Resolución No. 370 de 2021. La cual resuelve en su “Artículo 1.- Objeto. Establecer la proyección cartográfica “Transversa Mercator” como sistema oficial de coordenadas planas para Colombia, con un único origen denominado “Origen Nacional”, referido al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también denominado MAGNASIRGAS, así:

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

Tabla 4. Parámetros Origen Nacional

Actividad 2: La denominación del sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia es MAGNASIRGAS / Origen-Nacional y se encuentra codificado por el European Petroleum Survey Group como EPSG:9377.” Una vez identificado el nuevo Origen Nacional con los parámetros establecidos, se procedió a incluirlo en el software de ArcGIS, en el módulo de ArcMap para poder realizar los análisis de la siguiente manera:

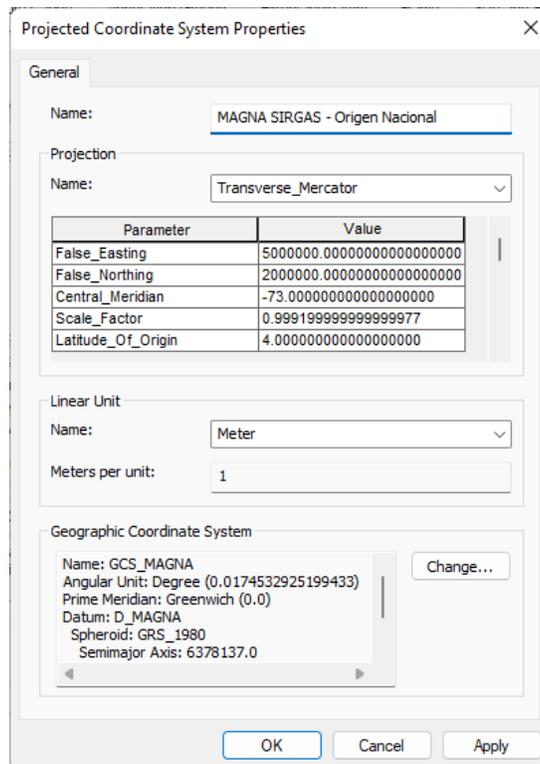


Ilustración 7. Parámetros Origen Nacional ArcGIS

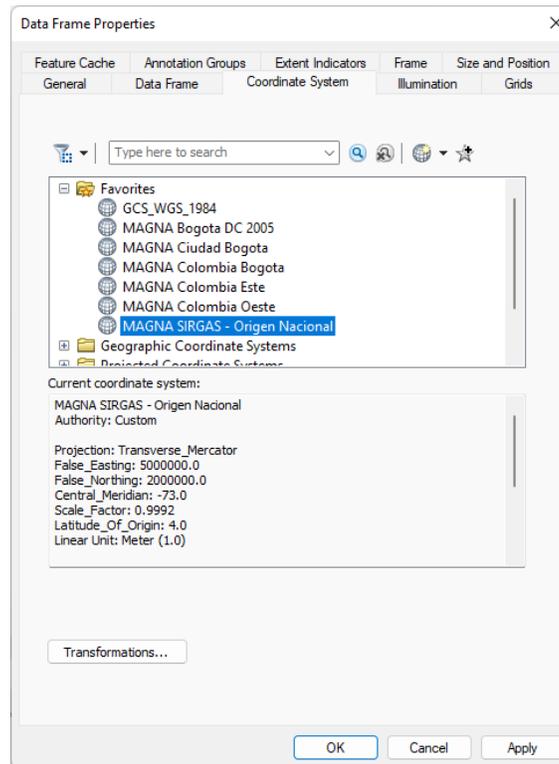


Ilustración 8. Sistema de Coordenadas Origen Nacional

Actividad 3: Incluido el nuevo sistema de coordenadas, se identificaron los otros dos sistemas con los cuales se realizó la comparativa de las diferencias de áreas y perímetros. El primero identificado en el software de ArcGIS como “MAGNA Bogotá DC 2005” el cual tiene una proyección en un plano cartesiano, que se puede asemejar más a la realidad presentada en terreno y el cual cuenta con los siguientes parámetros:

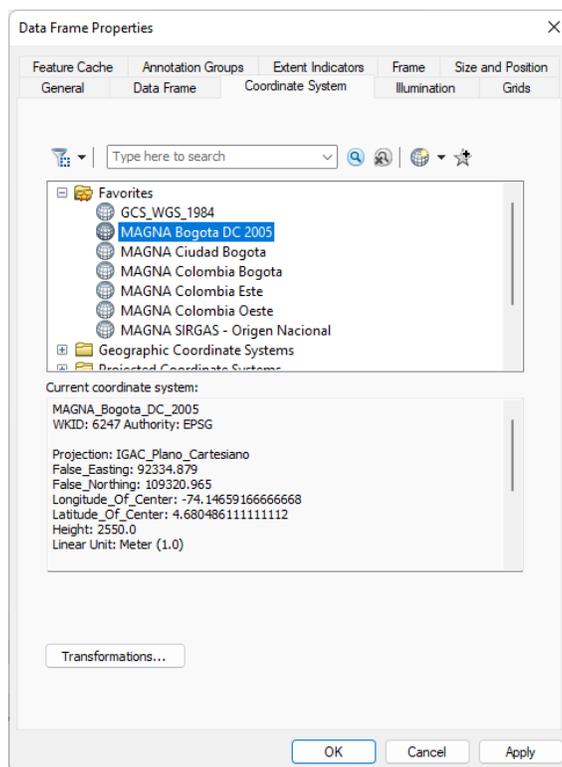


Ilustración 9. Parámetros MAGNA Bogotá DC 2005 ArcGIS

Actividad 4: El otro origen que se identificó en el software de ArcGIS, fue el denominado “MAGNA Colombia Bogotá”, que cuenta con una proyección Transversa de Mercator y presenta los siguientes parámetros:

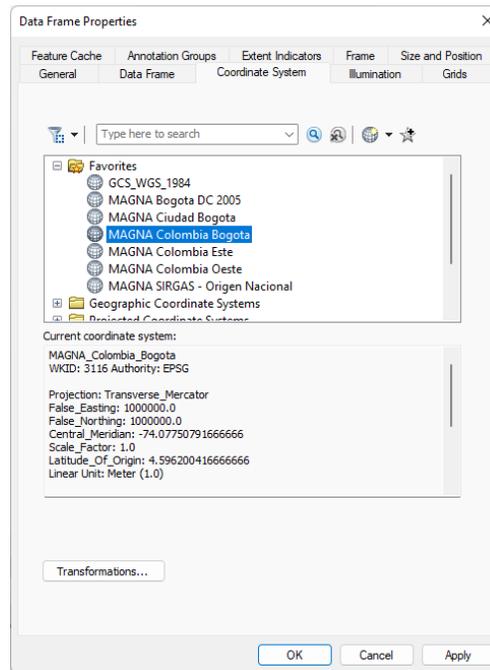


Ilustración 10. Parámetros MAGNA Colombia Bogotá ArcGIS

6.3.2 Fase II: recolección de información geográfica

Actividad 1 Una vez definidos los tres sistemas de coordenadas a usar para el análisis comparativo se prosiguió con organizar la información de los predios para la ciudad de Bogotá y la referencia del valor del metro cuadrado.

Actividad 2: Por medio del portal de “DATOS ABIERTOS BOGOTÁ” (<https://datosabiertos.bogota.gov.co>), se descargó la capa del valor de referencia de terreno por manzana en la ciudad de Bogotá D.C., la cual contiene: “Los valores de referencia son el resultado del estudio del mercado inmobiliario realizado anualmente por Catastro para el valor del suelo urbano de la ciudad de Bogotá, determinando por zonas la tendencia de valor comercial por metro cuadrado de terreno agrupado a nivel manzana. Esta información está recopilada desde el año 2012 hasta el año 2020.”, en formato shape:

The screenshot shows the 'Datos Abiertos Bogotá' website interface. At the top, there is a search bar and navigation links for 'Inicio de Sesión para Entidades', 'Datos', 'Entidades', 'Temáticas', 'Acerca de', and 'Ayuda'. The main heading is 'Valor de Referencia de Terreno por Manzana, Bogotá D.C.'. Below this, there is a descriptive paragraph about the data, the 'Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD)', a Creative Commons license icon, and statistics for '359 Descargas' and '4317 Visitas'. A map of Bogotá is displayed. At the bottom, a list of service options is provided with 'Previsualización' and 'Descargar' buttons for each: 'Servicio REST' (Visualización y descarga), 'Web Map Service (WMS)' (Visualización), 'Web Feature Service (WFS)' (Visualización), 'Mapas Bogotá', and 'GeoPackage (GPKG) Versión actual' (Descargar).

Ilustración 11. Valor de Referencia de Terreno por Manzana, Datos Abiertos.

6.3.3 Fase III: selección de software

Actividad 1: Debido al conocimiento que se tiene por parte de los autores y a que la universidad cuenta con la licencia del software se decide trabajar con el Software ArcMap.

Actividad 2: Una vez se decide el programa a usar, se procede a identificar las herramientas, a fin de seleccionar el más conveniente para los ejecutores del proyecto.

Actividad 3: Se realizan pruebas de funcionamiento, en el software, de las herramientas necesarias para la ejecución del proyecto.

6.3.4 Fase IV: carga de información geográfica

Actividad 1: Consultados los sistemas de proyección elegido el programa, se decide crear un mapa de coropletas para una primera visualización del valor de referencia metro cuadrado.

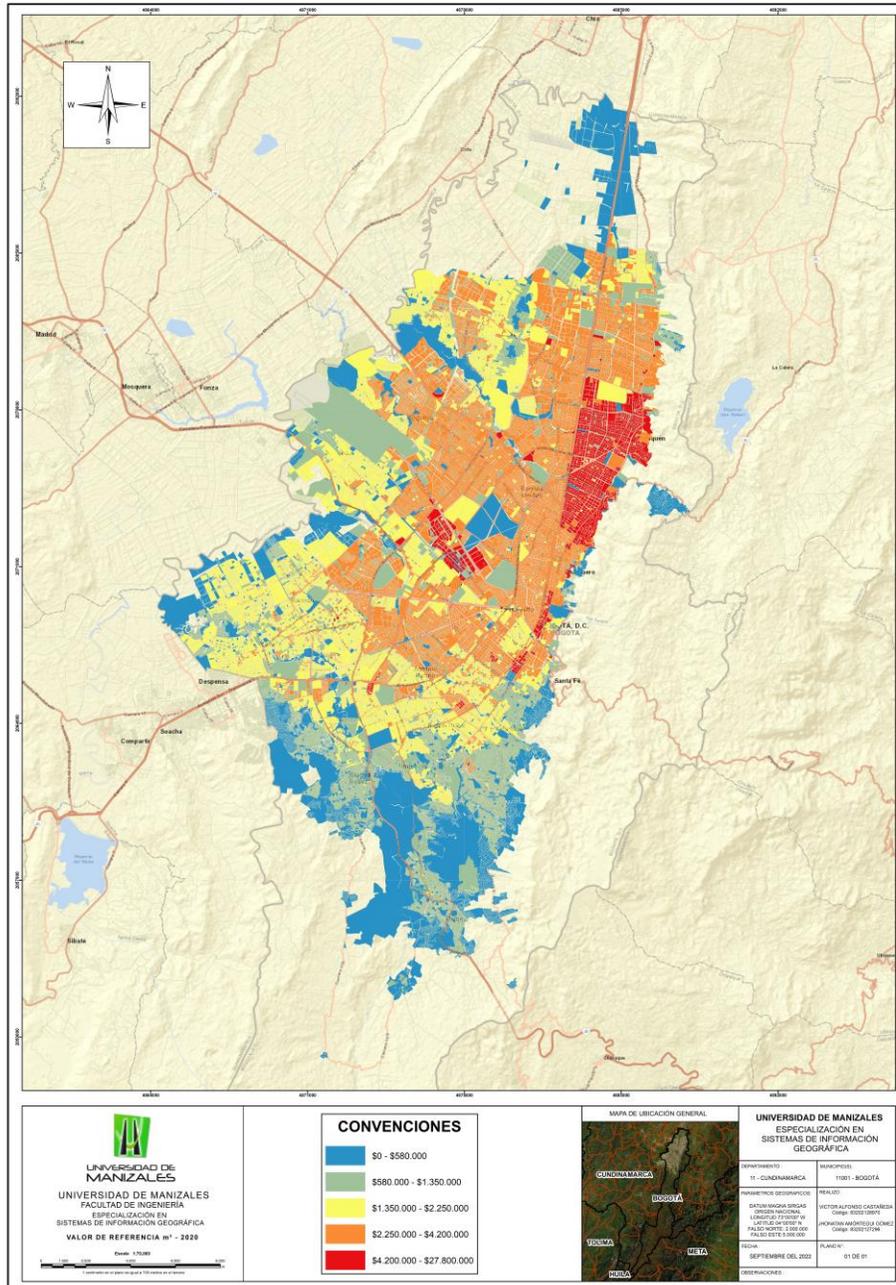


Ilustración 12. Salida Grafica Valor m², Ciudad Bogotá

FID	Shape *	OBJECTID	MANCODIGO	V REF	ANO	SHAPE AREA	SHAPE LEN
0	Polygon	352043	004630008	1550000	1/1/2020	0.000001	0.003566
1	Polygon	352044	002529074	1250000	1/1/2020	0	0.001241
2	Polygon	352045	002536059	800000	1/1/2020	0	0.001593
3	Polygon	352046	001319047	600000	1/1/2020	0	0.00246
4	Polygon	352047	009216099	660000	1/1/2020	0	0.001218
5	Polygon	352048	002555003	900000	1/1/2020	0	0.00101
6	Polygon	352049	001421017	1450000	1/1/2020	0	0.002704
7	Polygon	352050	004522043	1450000	1/1/2020	0	0.001856
8	Polygon	352051	009208026	2600000	1/1/2020	0	0.00203
9	Polygon	352052	004599010	1400000	1/1/2020	0	0.002203
10	Polygon	352053	005503017	2500000	1/1/2020	0	0.003358

Ilustración 13. Tabla de atributos capa Valor de Referencia m² - 2020

FID	Shape *	OBJECTID	MANCODIGO	V REF	ANO	SHAPE AREA	SHAPE LEN
0	Polygon	352043	004630008	1550000	1/1/2020	0.000001	0.003566
1	Polygon	352044	002529074	1250000	1/1/2020	0	0.001241
2	Polygon	352045	002536059	800000	1/1/2020	0	0.001593
3	Polygon	352046	001319047	600000	1/1/2020	0	0.00246
4	Polygon	352047	009216099	660000	1/1/2020	0	0.001218
5	Polygon	352048	002555003	900000	1/1/2020	0	0.00101
6	Polygon	352049	001421017	1450000	1/1/2020	0	0.002704
7	Polygon	352050	004522043	1450000	1/1/2020	0	0.001856
8	Polygon	352051	009208026	2600000	1/1/2020	0	0.00203
9	Polygon	352052	004599010	1400000	1/1/2020	0	0.002203
10	Polygon	352053	005503017	2500000	1/1/2020	0	0.003358

Ilustración 14. Atributos seleccionados de la capa

De los atributos de la capa, solo se tuvieron en cuenta el código de la manzana y el valor de referencia en pesos de cada una para el posterior análisis que se realizó con la capa de Lotes Bogotá.

Actividad 2: Por medio del mismo portal de “DATOS ABIERTOS” se descargó la capa de Lote. Bogotá D.C. la cual contiene: “Mínima unidad geográfica donde se ubica uno o más predios ya sean urbanos o rurales. Su extensión geográfica es el Distrito Capital.”, en formato shape:

DATOS ABIERTOS BOGOTÁ + - INICIO DE SESIÓN PARA ENTIDADES

Búsqueda de conjunto de | Datos | Entidades | Temáticas | Acerca de | Ayuda **BOGOTÁ**

HOME / DATOS / **LOTE. BOGOTÁ D.C.**

Lote. Bogotá D.C.

Mínima unidad geográfica donde se ubica uno o más predios ya sean urbanos o rurales. Su extensión geográfica es el Distrito Capital.

Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD)

Última actualización: 25/08/2022

1328 Descargas 5967 Visitas

Servicio REST
Visualización y Descarga

Web Map Service (WMS)
Visualización

Web Feature Service (WFS)
Descarga

Mapas Bogotá

GeoPackage (GPKG)

Previsualización Descargar

Previsualización Descargar

Previsualización Descargar

Previsualización Descargar

Previsualización Descargar

Ilustración 15. Lote. Bogotá D.C. Datos Abiertos

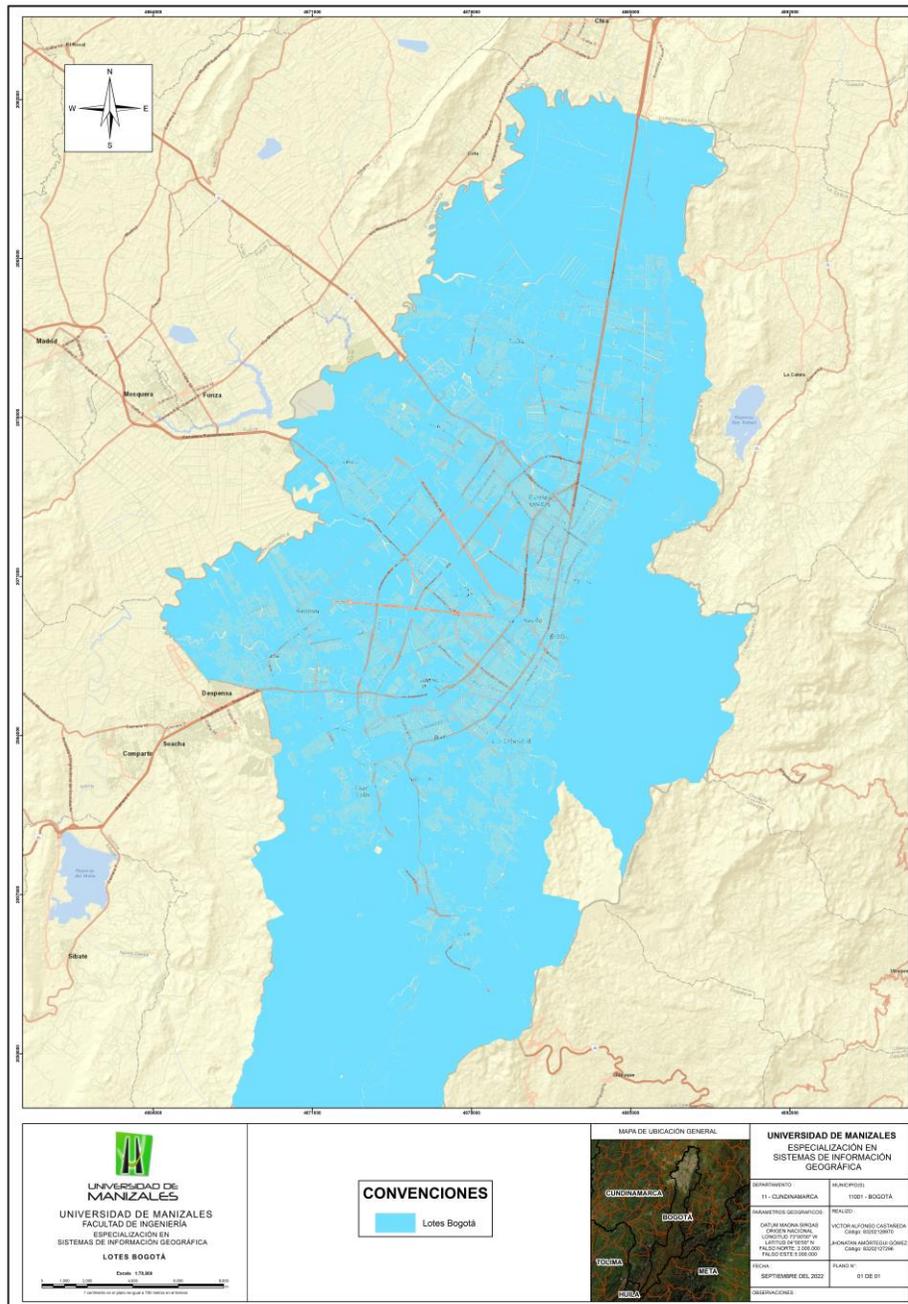


Ilustración 16. Salida Grafica, Capa Lotes Bogotá

FID	Shape *	LOTCODIGO	LOTDISPERS	LOTILDISPE	LOTUPREDIA	MANZCODIGO	LOTDISTRIT	GLOBALID	SHAPE AREA	SHAPE LEN
0	Polygon	005601010017	N			1 005601010	0	{D3FB08DB-3DD7-48E2-BFD4-1C7EFB1DBD72}	0	0.000334
1	Polygon	005629050039	N			1 005629050	0	{CDF120BC-C805-4A3B-B4AA-12FC4C7C6043}	0	0.000469
2	Polygon	005629048034	N			1 005629048	0	{6159DEF1-9D90-492F-8F06-D92CE31A43A5}	0	0.000469
3	Polygon	005629050013	N			1 005629050	0	{DFEC7151-6858-4E79-B789-BA50F4756C46}	0	0.000469
4	Polygon	005629036027	N			1 005629036	0	{C148D23D-A33B-4598-8804-D6AD2381F6EF}	0	0.000437
5	Polygon	005629046024	N			1 005629046	0	{017BE1E7-6095-400C-9068-6452E84218E4}	0	0.000446
6	Polygon	005629051006	N			1 005629051	0	{922655D4-BF65-4785-88BA-9E9FE41CEF51}	0	0.000451
7	Polygon	005629035022	N			1 005629035	0	{A42814D2-DC6E-4D20-83D8-B92C262A1691}	0	0.000437
8	Polygon	005629048020	N			1 005629048	0	{9B148738-A035-452E-B953-3802FD91744C}	0	0.000469
9	Polygon	004524080002	N			1 004524080	0	{3D160EA2-E1CD-4952-B14E-6CDB96902BF5}	0	0.000379
10	Polygon	004524010021	N			1 004524010	0	{83A0A5E0-C9A2-4056-8FC8-D32870E8AD73}	0	0.000466

Ilustración 17. Tabla de atributos capa Lotes Bogotá

FID	Shape *	LOT CODIGO	LOTDISPERS	LOTILDISPE	LOTUPREDIA	MANZ CODIGO	LOTDISTRIT	GLOBALID	SHAPE AREA	SHAPE LEN
0	Polygon	005601010017	N			1 005601010	0	{D3FB08DB-3DD7-48E2-BFD4-1C7EFB1DBD72}	0	0.000334
1	Polygon	005629050039	N			1 005629050	0	{CDF120BC-C805-4A3B-B4AA-12FC4C7C6043}	0	0.000469
2	Polygon	005629048034	N			1 005629048	0	{6159DEF1-9D90-492F-8F06-D92CE31A43A5}	0	0.000469
3	Polygon	005629050013	N			1 005629050	0	{DFEC7151-6858-4E79-B789-BA50F4756C46}	0	0.000469
4	Polygon	005629036027	N			1 005629036	0	{C148D23D-A33B-4598-8804-D6AD2381F6EF}	0	0.000437
5	Polygon	005629046024	N			1 005629046	0	{017BE1E7-6095-400C-9068-6452E84218E4}	0	0.000446
6	Polygon	005629051006	N			1 005629051	0	{922655D4-BF65-4785-88BA-9E9FE41CEF51}	0	0.000451
7	Polygon	005629035022	N			1 005629035	0	{A42814D2-DC6E-4D20-83D8-B92C262A1691}	0	0.000437
8	Polygon	005629048020	N			1 005629048	0	{9B148738-A035-452E-B953-3802FD91744C}	0	0.000469
9	Polygon	004524080002	N			1 004524080	0	{3D160EA2-E1CD-4952-B14E-6CDB96902BF5}	0	0.000379
10	Polygon	004524010021	N			1 004524010	0	{83A0A5E0-C9A2-4056-8FC8-D32870E8AD73}	0	0.000466

Ilustración 18. Atributos seleccionados de la capa. Lotes Bogotá

De los atributos de la capa, solo se tuvieron en cuenta el código del Lote y el de la Manzana para el posterior análisis que se realizó con la capa de Valor de Referencia m² - 2020.

6.3.5 Fase V: proyección de información geográfica

Actividad 1: Una vez determinados los atributos de las capas a usar se realizó un intersect entre las dos capas, con el fin de asociar el valor del metro cuadrado a cada uno de los predios en la ciudad de Bogotá y la capa resultante se denominó “Lotes_Bogota_Valor_2020.shp”, el proceso realizado fue el siguiente:

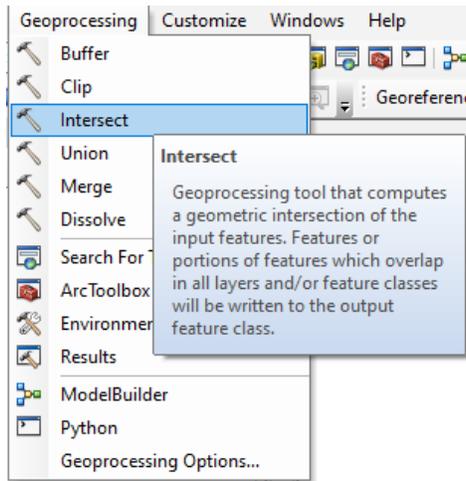


Ilustración 19. Herramientas ArcGIS, Modulo Geoprocessing

Se depuraron los atributos del shape resultante y se le agregaron los campos de “Area_m²” y de “Perímetro”.

FID	Shape	MANCODIGO	V REF	ANO	LOTCODIGO	MANZCODIGO	Area m ²	Perimetro
73221	Polygon	006409048	1800000	1/1/2020			0	0
73221	Polygon	006409048	1800000	1/1/2020			0	0
47220	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001001	001101001	0	0
47220	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001002	001101001	0	0
47219	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001003	001101001	0	0
47219	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001004	001101001	0	0
47221	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001005	001101001	0	0
47221	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001006	001101001	0	0
47221	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001007	001101001	0	0
47220	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001008	001101001	0	0
47220	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001009	001101001	0	0
47220	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001010	001101001	0	0
47221	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001011	001101001	0	0
47221	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001012	001101001	0	0
47221	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001013	001101001	0	0
47220	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001014	001101001	0	0
47220	Polygon	001101001	920000	1/1/2020	001101001015	001101001	0	0

Ilustración 20. Atributos de la Capa. Lores_Bogota_Valor_2020

Una vez definida la capa, se depuró parte de la información y no se tuvieron en cuenta áreas menores a 1 m² para realizar posteriormente el análisis de la información. La capa resultante es la siguiente:

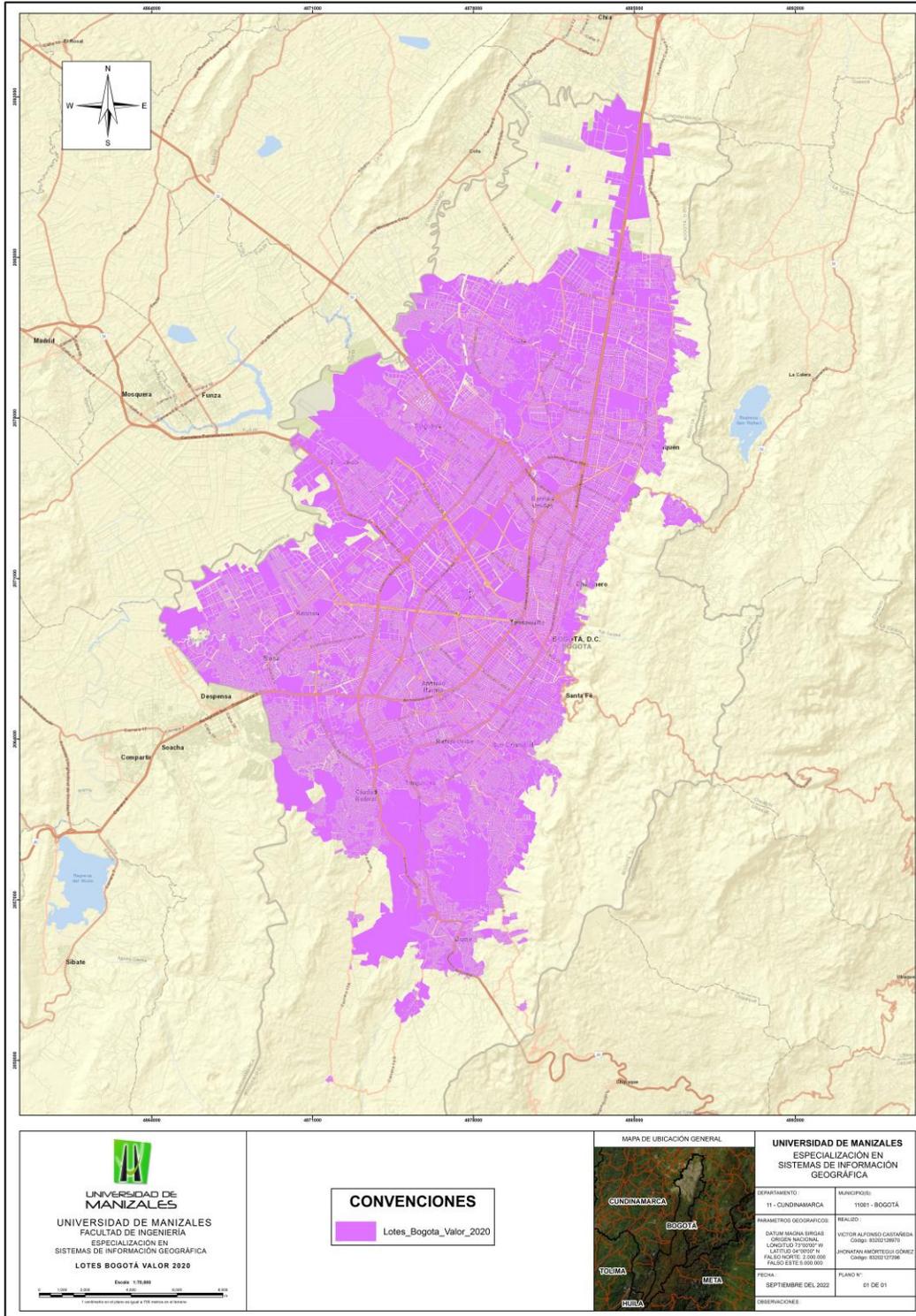


Ilustración 21. Salida Grafica, Lotes_Bogotá_Valor_2020

Una vez se definió el Orden en que se va a proyectar la información geográfica se realizó la respectiva proyección usando las herramientas del software ArcGIS, en el módulo de Data Management Tools para generar las nuevas capas:

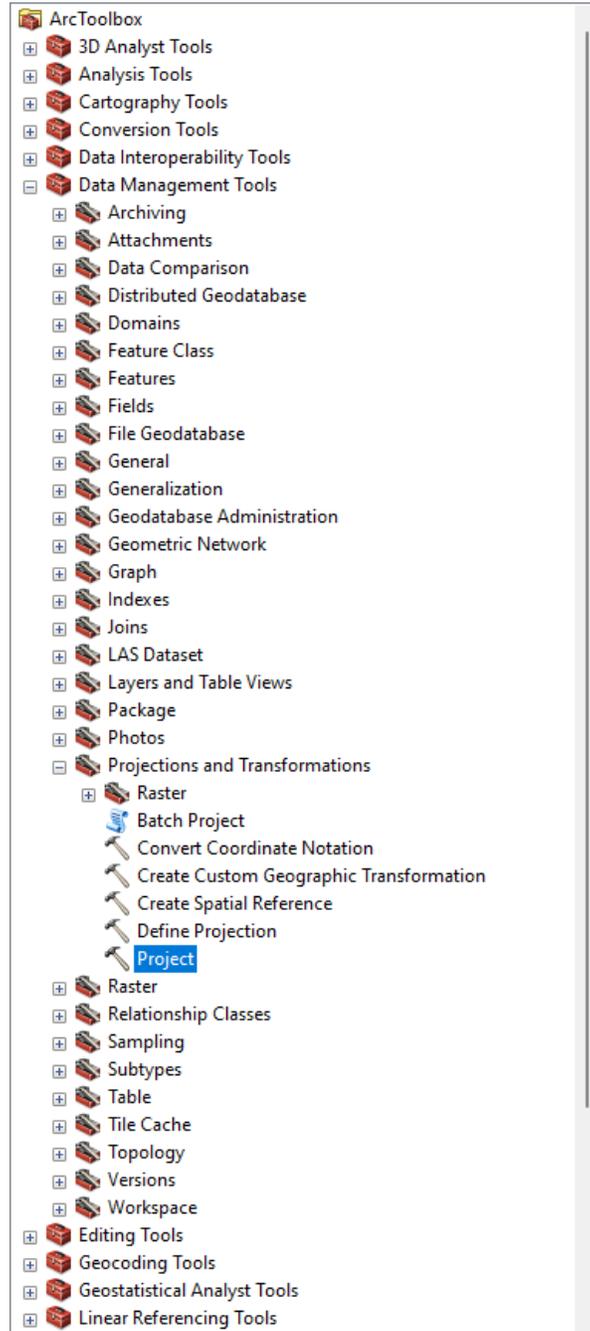


Ilustración 22. Herramientas Arc Toolbox, ArcGIS

Las capas resultantes fueron denominadas “Lotes_Bogota_DC_2005”, “Lotes_Colombia_Bogota” y “Lotes_Origen_Nacional”, asociándolas respetivamente a cada uno de los nombres de los sistemas de referencia usados para este proyecto.

FID	Shape *	MANCODIGO	V_REF	ANO	LOTCODIGO	MANZCODIGO	Area m²	Perimetro
0	Polygon		0	1/1/2020	209106002001	209106002	1611.10372	168.236393
1	Polygon		0	1/1/2020	109104000033	109104000	252.825882	123.03816
2	Polygon		0	1/1/2020	209104010010	209104010	4897.62705	343.516219
3	Polygon		0	1/1/2020	209104010011	209104010	586.814922	100.284081
4	Polygon		0	1/1/2020	209106004002	209106004	96.742626	40.35427
5	Polygon		0	1/1/2020	209106004003	209106004	202.726851	57.446449
6	Polygon		0	1/1/2020	209106099001	209106099	10.339371	40.90216
7	Polygon		0	1/1/2020	109106000008	109106000	3.53084	30.905138
8	Polygon		0	1/1/2020	209106004004	209106004	186.346304	58.192748
9	Polygon		0	1/1/2020	209106004001	209106004	187.724687	55.158134
10	Polygon		0	1/1/2020	209104002002	209104002	493.051699	93.795451
11	Polygon		0	1/1/2020	109104000033	109104000	2.054779	28.16364
12	Polygon		0	1/1/2020	209106006001	209106006	98.332685	41.285514
13	Polygon		0	1/1/2020	209106006002	209106006	180.41866	58.561686
14	Polygon		0	1/1/2020	209106006003	209106006	251.296864	84.274307
15	Polygon		0	1/1/2020	209106003001	209106003	1510.73031	160.250873
16	Polygon		0	1/1/2020	209106004009	209106004	19.705483	22.147909
17	Polygon		0	1/1/2020	209106004010	209106004	80.137513	35.807705

Ilustración 23. Tabla de Atributos, Capa Lotes_Bogotá_DC_2005

FID	Shape *	MANCODIGO	V_REF	ANO	LOTCODIGO	MANZCODIGO	Area m²	Perimetro
0	Polygon		0	1/1/2020	209106002001	209106002	1609.82285	168.169705
1	Polygon		0	1/1/2020	109104000033	109104000	252.62316	122.988822
2	Polygon		0	1/1/2020	209104010010	209104010	4893.69951	343.380033
3	Polygon		0	1/1/2020	209104010011	209104010	586.34439	100.244181
4	Polygon		0	1/1/2020	209106004002	209106004	96.665706	40.338012
5	Polygon		0	1/1/2020	209106004003	209106004	202.565963	57.423634
6	Polygon		0	1/1/2020	209106099001	209106099	10.33115	40.886508
7	Polygon		0	1/1/2020	109106000008	109106000	3.528032	30.893425
8	Polygon		0	1/1/2020	209106004004	209106004	186.198143	58.169899
9	Polygon		0	1/1/2020	209106004001	209106004	187.575432	55.136305
10	Polygon		0	1/1/2020	209104002002	209104002	492.65636	93.757531
11	Polygon		0	1/1/2020	109104000033	109104000	2.053131	28.152866
12	Polygon		0	1/1/2020	209106006001	209106006	98.25449	41.268822
13	Polygon		0	1/1/2020	209106006002	209106006	180.275193	58.538298
14	Polygon		0	1/1/2020	209106006003	209106006	251.096837	84.240303
15	Polygon		0	1/1/2020	209106003001	209106003	1509.57916	160.186878
16	Polygon		0	1/1/2020	209106004009	209106004	19.689816	22.13886
17	Polygon		0	1/1/2020	209106004010	209106004	80.068805	35.703655

Ilustración 24. Tabla de Atributos, Capa Lotes_Colombia_Bogotá

FID	Shape *	MANCODIGO	V_REF	ANO	LOTCODIGO	MANZCODIGO	Area m²	Perimetro
0	Polygon		0	1/1/2020	209106002001	209106002	1608.12131	168.080895
1	Polygon		0	1/1/2020	109104000033	109104000	252.347972	122.921816
2	Polygon		0	1/1/2020	209104010010	209104010	4888.36656	343.192889
3	Polygon		0	1/1/2020	209104010011	209104010	585.705629	100.189564
4	Polygon		0	1/1/2020	209106004002	209106004	96.563497	40.316681
5	Polygon		0	1/1/2020	209106004003	209106004	202.351472	57.383266
6	Polygon		0	1/1/2020	209106099001	209106099	10.320227	40.864887
7	Polygon		0	1/1/2020	109106000008	109106000	3.524303	30.87709
8	Polygon		0	1/1/2020	209106004004	209106004	186.001277	58.139139
9	Polygon		0	1/1/2020	209106004001	209106004	187.377118	55.107151
10	Polygon		0	1/1/2020	209104002002	209104002	492.119685	93.70645
11	Polygon		0	1/1/2020	109104000033	109104000	2.050894	28.137528
12	Polygon		0	1/1/2020	209106006001	209106006	98.15056	41.24699
13	Polygon		0	1/1/2020	209106006002	209106006	180.08452	58.507332
14	Polygon		0	1/1/2020	209106006003	209106006	250.831258	84.195742
15	Polygon		0	1/1/2020	209106003001	209106003	1507.98337	160.102188
16	Polygon		0	1/1/2020	209106004009	209106004	19.669002	22.127155
17	Polygon		0	1/1/2020	209106004010	209106004	79.881165	35.774647

Ilustración 25. Tabla de Atributos, Capa Lotes_Origen_Nacional

Actividad 2: Una vez generados todos los datos necesarios para el análisis, se organizaron en tablas para poder comprar todos los datos de las tres capas reproyectadas, se compararon un total de 906.351 predios para la ciudad de Bogotá D.C.

Se realizó el cálculo del área y el perímetro para cada una de las capas, con el fin de unificar estos valores en una tabla para su posterior análisis.

MANZCODIGO	LOTCODIGO	Bogota DC 2005 (A)		Colombia Bogotá (B)		Origen Nacional (C)		VALOR_REF
		Area m ²	Perimetro	Area m ²	Perimetro	Area m ²	Perimetro	
001101001	001101001026	3975.6535	355.1527	3972.4553	355.0096	3967.5160	354.7888	\$ 920,000
001101001	001101001014	1881.8866	237.1683	1880.3728	237.0730	1878.0346	236.9256	\$ 920,000
001101001	001101001030	299.0049	70.0002	298.7644	69.9721	298.3929	69.9286	\$ 920,000
001101001	001101001027	188.1273	56.5934	187.9760	56.5707	187.7423	56.5355	\$ 920,000
001101001	001101001012	182.8832	57.3422	182.7361	57.3192	182.5089	57.2835	\$ 920,000
001101001	001101001017	164.8462	51.7149	164.7136	51.6941	164.5088	51.6619	\$ 920,000
001101001	001101001015	153.3049	50.9946	153.1816	50.9741	152.9911	50.9424	\$ 920,000
001101001	001101001008	147.4037	57.5205	147.2851	57.4974	147.1020	57.4616	\$ 920,000
001101001	001101001016	146.6260	49.5041	146.5081	49.4841	146.3259	49.4533	\$ 920,000
001101001	001101001006	135.8643	48.0021	135.7550	47.9828	135.5862	47.9529	\$ 920,000
001101001	001101001011	134.2799	46.5946	134.1719	46.5759	134.0051	46.5469	\$ 920,000
001101001	001101001029	111.8916	49.3998	111.8016	49.3800	111.6626	49.3493	\$ 920,000
001101001	001101001004	106.4046	49.3341	106.3190	49.3143	106.1868	49.2836	\$ 920,000
001101001	001101001005	89.9890	39.0064	89.9166	38.9907	89.8049	38.9665	\$ 920,000
001101001	001101001010	87.2171	38.8042	87.1469	38.7886	87.0386	38.7645	\$ 920,000
001101001	001101001018	66.2143	34.3962	66.1611	34.3823	66.0788	34.3610	\$ 920,000
001101001	001101001009	52.5606	29.2523	52.5183	29.2406	52.4530	29.2224	\$ 920,000
001101001	001101001002	52.4518	37.0997	52.4096	37.0848	52.3444	37.0618	\$ 920,000
001101001	001101001025	46.4066	28.3990	46.3693	28.3876	46.3116	28.3699	\$ 920,000
001101001	001101001022	43.8387	27.3999	43.8035	27.3889	43.7490	27.3718	\$ 920,000
001101001	001101001001	42.0737	28.9559	42.0398	28.9442	41.9876	28.9262	\$ 920,000
001101001	001101001024	38.9344	25.4037	38.9031	25.3935	38.8547	25.3777	\$ 920,000

Tabla 5. Áreas y perímetros de las capas reproyectadas

Se le asignaron letras a cada una de las capas para facilitar su identificación al momento de analizar la información, siendo la capa reproyectada Bogotá DC 2005 asignada con la letra “A”, Colombia Bogotá asignada con la letra “B” y el Origen Nacional asignado con la letra “C”.

El identificador que se uso fue el de “LOTCODIGO”, el cual es un valor que no se repite para cada uno de los predios y que los identifica. Se calcularon las diferencias en m², se calculó la diferencia en %, debido que, en la resolución Conjunta del IGAC 1101 y SNR 11344 de 2020 indica que, “Artículo 15. Rangos de Tolerancia. Los rangos de tolerancia descritos en la tabla, se establecen

como la variación de área admisible y aplicable cuando existan diferencias entre la realidad física verificada técnicamente, y la descripción del folio de matrícula inmobiliaria o descripción existente en los títulos de propiedad registrados en el folio de matrícula inmobiliaria. En todo caso, la inscripción catastral debe reflejar la realidad física de los predios de acuerdo con los lineamientos establecidos por la autoridad catastral.”

Tipo de suelo	Rango de área	Tolerancia (%)
Suelo urbano o rural con comportamiento urbano	Menor o igual a 80 m ²	7%
	Mayor a 80 m ² y menor o igual 250 m ²	6%
	Mayor a 250 m ² y menor o igual 500 m ²	4%
	Mayor a 500 m ²	3%
	Menor o igual a 2.000 m ²	10%

Tabla 6. Rangos de Tolerancia

Por tal motivo es necesario calcular las diferencias de área en porcentaje y de esta manera identificar si la diferencia está dentro del rango de tolerancia permitido según el rango de área o no y se calcularon las diferencias de los perímetros.

Se tomó como referencia la capa Bogotá DC 2005 (A), debido que es la que maneja un sistema de referencia local y permite un menor error en las proyecciones que se manejen en la ciudad de Bogotá, comparándola contra las capas Colombia Bogotá (B) y Origen Nacional (C), sin embargo, también se generó la diferencia entre las capas B y C.

6.3.6 Fase VI: análisis de datos

Actividad 1: Se calcularon las diferencias de área y perímetro entre las coordenadas de las capas reproyectadas Bogotá DC 2005 (A), Colombia Bogotá (B) y Origen Nacional (C).

Diferencias m ²			Diferencias %			Diferencias Perimetro m			LOTCODIGO
A - B	A - C	B - C	A - B	A - C	B - C	A - B	A - C	B - C	
3.1982	8.1375	4.9392	0.0804	0.2047	0.1243	0.1431	0.3638	0.2208	001101001026
1.5139	3.8520	2.3381	0.0804	0.2047	0.1243	0.0952	0.2427	0.1474	001101001014
0.2405	0.6120	0.3715	0.0804	0.2047	0.1243	0.0282	0.0717	0.0435	001101001030
0.1513	0.3851	0.2337	0.0804	0.2047	0.1243	0.0227	0.0579	0.0352	001101001027
0.1471	0.3743	0.2272	0.0804	0.2047	0.1243	0.0230	0.0587	0.0356	001101001012
0.1326	0.3374	0.2048	0.0804	0.2047	0.1244	0.0208	0.0530	0.0322	001101001017
0.1233	0.3138	0.1905	0.0804	0.2047	0.1244	0.0205	0.0522	0.0317	001101001015
0.1186	0.3017	0.1831	0.0804	0.2047	0.1243	0.0231	0.0589	0.0358	001101001008
0.1180	0.3001	0.1822	0.0804	0.2047	0.1244	0.0199	0.0507	0.0308	001101001016
0.1093	0.2781	0.1688	0.0804	0.2047	0.1243	0.0193	0.0492	0.0298	001101001006
0.1080	0.2748	0.1668	0.0804	0.2047	0.1243	0.0187	0.0477	0.0290	001101001011
0.0900	0.2290	0.1390	0.0804	0.2047	0.1243	0.0199	0.0506	0.0307	001101001029
0.0856	0.2178	0.1322	0.0804	0.2047	0.1243	0.0198	0.0504	0.0307	001101001004
0.0724	0.1842	0.1118	0.0804	0.2047	0.1243	0.0157	0.0400	0.0242	001101001005
0.0702	0.1785	0.1083	0.0804	0.2047	0.1243	0.0156	0.0397	0.0241	001101001010
0.0533	0.1355	0.0823	0.0804	0.2047	0.1244	0.0139	0.0353	0.0214	001101001018
0.0423	0.1076	0.0653	0.0804	0.2047	0.1243	0.0118	0.0299	0.0182	001101001009
0.0422	0.1074	0.0652	0.0804	0.2047	0.1243	0.0149	0.0380	0.0231	001101001002
0.0373	0.0950	0.0577	0.0804	0.2047	0.1244	0.0114	0.0291	0.0177	001101001025
0.0353	0.0897	0.0545	0.0804	0.2047	0.1244	0.0110	0.0281	0.0170	001101001022
0.0338	0.0861	0.0523	0.0804	0.2047	0.1243	0.0117	0.0297	0.0180	001101001001

Tabla 7. Diferencias de área, porcentaje y perímetro

Actividad 2: Se organizaron los resultados para realizar los cálculos de estadística descriptiva como: máximo, medio y mínimo.

Bogotá DC 2005 (A) - Colombia Bogotá (B)			
Diferencia	Área m ²	%	Perímetro m
Máxima	1912.5636	0.081	9.163
Media	0.0720	0.080	0.017
Mínima	0.0032	0.080	0.003

Tabla 8. Diferencia máxima, media y mínima, Bogotá DC 2005 (A) - Colombia Bogotá (B)

Bogotá DC 2005 (A) - Origen Nacional (C)			
Diferencia	Área m ²	%	Perímetro m
Máxima	4732.139	0.210	23.237
Media	0.181	0.202	0.042
Mínima	0.0082	0.195	0.008

Tabla 9. Diferencia máxima, media y mínima, Bogotá DC 2005 (A) - Origen Nacional (C)

Colombia Bogotá (B) - Origen Nacional (C)			
Diferencia	Área m ²	%	Perímetro m
Máxima	2819.575	0.130	14.074
Media	0.109	0.122	0.025
Mínima	0.0050	0.115	0.005

Tabla 10. Diferencia máxima, media y mínima, Colombia Bogotá (B) - Origen Nacional (C)

Actividad 3: Se compararon las diferencias entre los tres análisis, observando que a mayor área la diferencia era mayor, y la mayor diferencia se presenta entre las capas Bogotá DC 2005 (A) - Origen Nacional (C).

Fase VII:

Actividad 1: Se generó un diagnóstico relacionado al valor del m², permitiendo identificar los valores monetarios de los predios. Utilizando de muestra los predios con la mayor, menor y diferencia media.

Bogotá DC 2005 (A) - Colombia Bogotá (B)				
Diferencia	Área m ²	LOTCODIGO	V_REF m ²	Diferencia \$
Máxima	1912.5636	002453001001	\$ 34,000	\$ 65,027,164
Media	0.0720	004587085038	\$ 465,000	\$ 33,494
Mínima	0.0032	004110043053	\$ 27,800,000	\$ 89,395

Tabla 11. Diferencia monetaria de los predios A – B

Bogotá DC 2005 (A) - Origen Nacional (C)				
Diferencia	Área m ²	LOTCODIGO	V_REF m ²	Diferencia \$
Máxima	4732.139	002453001001	\$ 34,000	\$ 160,892,712
Media	0.181	009209005003	\$ 2,300,000	\$ 415,609
Mínima	0.0082	004110043053	\$ 27,800,000	\$ 227,068

Tabla 12. Diferencia monetaria de los predios A – C

Colombia Bogotá (B) - Origen Nacional (C)				
Diferencia	Área m ²	LOTCODIGO	V_REF m ²	Diferencia \$
Máxima	2819.575	002453001001	\$ 34,000	\$ 95,865,549
Media	0.109	006414026002	\$ 1,800,000	\$ 195,671
Mínima	0.0050	004110043053	\$ 27,800,000	\$ 137,673

Tabla 13. Diferencia monetaria de los predios B – C

Actividad 2: Una de las finalidades es poder compartir este análisis, para que las personas tengan presente los cambios que se pueden generar en los predios. Aunque el valor de área no es muy significativo y no superan el porcentaje permitido, al relacionarlo con el valor del m² si se puede tener un resultado representativo.

7. Resultados

Las capas a usar en el proyecto fueron las capas de “Lotes_Bogota” y “Valor_Ref_M_2020”, se unificaron en una sola capa para poder tener el valor del metro cuadrado en la capa de los predios de Bogotá y poder hacer el respectivo análisis que se tenía planteado. Una vez unificada y depurada la capa se procedió a reprojectarla en los sistemas de referencia planteados en los objetivos específicos de Gauss Kruger, local Bogotá DC 2005 y el sistema nuevo de proyección oficial de Colombia CTM 12 u Origen Nacional.

Las capas resultantes se denominan: “Lotes_Bogota_DC_2005”, “Lotes_Colombia_Bogota” y “Lotes_Origen_Nacional” y se le asignaron letras como nombres para facilitar nombrarlas más adelante. A la capa de “Lotes_Bogota_DC_2005” se le asigno la letra “A” a la capa de “Lotes_Colombia_Bogota” se le asigno la letra “B” y por último a la capa de “Lotes_Origen_Nacional” se le asigno la letra “C”. Se calcularon los valores de área y perímetro de cada uno de los predios en cada una de las capas para poder tener la diferencia numérica.

MANZCODIGO	LOTCODIGO	Bogota DC 2005 (A)		Colombia Bogotá (B)		Origen Nacional (C)		VALOR_REF
		Area m ²	Perimetro	Area m ²	Perimetro	Area m ²	Perimetro	
001101001	001101001026	3975.6535	355.1527	3972.4553	355.0096	3967.5160	354.7888	\$ 920,000
001101001	001101001014	1881.8866	237.1683	1880.3728	237.0730	1878.0346	236.9256	\$ 920,000
001101001	001101001030	299.0049	70.0002	298.7644	69.9721	298.3929	69.9286	\$ 920,000
001101001	001101001027	188.1273	56.5934	187.9760	56.5707	187.7423	56.5355	\$ 920,000
001101001	001101001012	182.8832	57.3422	182.7361	57.3192	182.5089	57.2835	\$ 920,000
001101001	001101001017	164.8462	51.7149	164.7136	51.6941	164.5088	51.6619	\$ 920,000
001101001	001101001015	153.3049	50.9946	153.1816	50.9741	152.9911	50.9424	\$ 920,000
001101001	001101001008	147.4037	57.5205	147.2851	57.4974	147.1020	57.4616	\$ 920,000
001101001	001101001016	146.6260	49.5041	146.5081	49.4841	146.3259	49.4533	\$ 920,000
001101001	001101001006	135.8643	48.0021	135.7550	47.9828	135.5862	47.9529	\$ 920,000
001101001	001101001011	134.2799	46.5946	134.1719	46.5759	134.0051	46.5469	\$ 920,000
001101001	001101001029	111.8916	49.3998	111.8016	49.3800	111.6626	49.3493	\$ 920,000
001101001	001101001004	106.4046	49.3341	106.3190	49.3143	106.1868	49.2836	\$ 920,000
001101001	001101001005	89.9890	39.0064	89.9166	38.9907	89.8049	38.9665	\$ 920,000
001101001	001101001010	87.2171	38.8042	87.1469	38.7886	87.0386	38.7645	\$ 920,000
001101001	001101001018	66.2143	34.3962	66.1611	34.3823	66.0788	34.3610	\$ 920,000
001101001	001101001009	52.5606	29.2523	52.5183	29.2406	52.4530	29.2224	\$ 920,000
001101001	001101001002	52.4518	37.0997	52.4096	37.0848	52.3444	37.0618	\$ 920,000
001101001	001101001025	46.4066	28.3990	46.3693	28.3876	46.3116	28.3699	\$ 920,000
001101001	001101001022	43.8387	27.3999	43.8035	27.3889	43.7490	27.3718	\$ 920,000
001101001	001101001001	42.0737	28.9559	42.0398	28.9442	41.9876	28.9272	\$ 920,000
001101001	001101001024	38.9344	25.4037	38.9031	25.3935	38.8547	25.3777	\$ 920,000

Tabla 14. Áreas y perímetros de las capas reprojectadas

Al hacer el cálculo de las diferencias, se tomó como base la capa de Bogotá DC 2005 (A) para compararla con la capa de Colombia Bogotá (B) y el Origen Nacional (C), también se realizó la comparación de la capa de Colombia Bogotá (B) y el Origen Nacional (C).

Diferencias m ²			Diferencias %			Diferencias Perimetro m			LOTCODIGO
A - B	A - C	B - C	A - B	A - C	B - C	A - B	A - C	B - C	
3.1982	8.1375	4.9392	0.0804	0.2047	0.1243	0.1431	0.3638	0.2208	001101001026
1.5139	3.8520	2.3381	0.0804	0.2047	0.1243	0.0952	0.2427	0.1474	001101001014
0.2405	0.6120	0.3715	0.0804	0.2047	0.1243	0.0282	0.0717	0.0435	001101001030
0.1513	0.3851	0.2337	0.0804	0.2047	0.1243	0.0227	0.0579	0.0352	001101001027
0.1471	0.3743	0.2272	0.0804	0.2047	0.1243	0.0230	0.0587	0.0356	001101001012
0.1326	0.3374	0.2048	0.0804	0.2047	0.1244	0.0208	0.0530	0.0322	001101001017
0.1233	0.3138	0.1905	0.0804	0.2047	0.1244	0.0205	0.0522	0.0317	001101001015
0.1186	0.3017	0.1831	0.0804	0.2047	0.1243	0.0231	0.0589	0.0358	001101001008
0.1180	0.3001	0.1822	0.0804	0.2047	0.1244	0.0199	0.0507	0.0308	001101001016
0.1093	0.2781	0.1688	0.0804	0.2047	0.1243	0.0193	0.0492	0.0298	001101001006
0.1080	0.2748	0.1668	0.0804	0.2047	0.1243	0.0187	0.0477	0.0290	001101001011
0.0900	0.2290	0.1390	0.0804	0.2047	0.1243	0.0199	0.0506	0.0307	001101001029
0.0856	0.2178	0.1322	0.0804	0.2047	0.1243	0.0198	0.0504	0.0307	001101001004
0.0724	0.1842	0.1118	0.0804	0.2047	0.1243	0.0157	0.0400	0.0242	001101001005
0.0702	0.1785	0.1083	0.0804	0.2047	0.1243	0.0156	0.0397	0.0241	001101001010
0.0533	0.1355	0.0823	0.0804	0.2047	0.1244	0.0139	0.0353	0.0214	001101001018
0.0423	0.1076	0.0653	0.0804	0.2047	0.1243	0.0118	0.0299	0.0182	001101001009
0.0422	0.1074	0.0652	0.0804	0.2047	0.1243	0.0149	0.0380	0.0231	001101001002
0.0373	0.0950	0.0577	0.0804	0.2047	0.1244	0.0114	0.0291	0.0177	001101001025
0.0353	0.0897	0.0545	0.0804	0.2047	0.1244	0.0110	0.0281	0.0170	001101001022
0.0338	0.0861	0.0523	0.0804	0.2047	0.1243	0.0117	0.0297	0.0180	001101001001

Tabla 15. Diferencias de área, porcentaje y perímetro

Una vez obtenidas todas las diferencias se identificaron, el predio que presentaba la mayor diferencia, el predio que presentaba la menor diferencia y el predio que presentaba en promedio la diferencia media de toda la muestra.

Bogotá DC 2005 (A) - Colombia Bogotá (B)				
Diferencia	Área m ²	LOTCODIGO	V_REF m ²	Diferencia \$
Máxima	1912.5636	002453001001	\$ 34,000	\$ 65,027,164
Media	0.0720	004587085038	\$ 465,000	\$ 33,494
Mínima	0.0032	004110043053	\$ 27,800,000	\$ 89,395

Tabla 16. Diferencia monetaria de los predios A – B

Bogotá DC 2005 (A) - Origen Nacional (C)				
Diferencia	Área m²	LOTCODIGO	V_REF m²	Diferencia \$
Máxima	4732.139	002453001001	\$ 34,000	\$ 160,892,712
Media	0.181	009209005003	\$ 2,300,000	\$ 415,609
Mínima	0.0082	004110043053	\$ 27,800,000	\$ 227,068

Tabla 17. Diferencia monetaria de los predios A – C

Colombia Bogotá (B) - Origen Nacional (C)				
Diferencia	Área m²	LOTCODIGO	V_REF m²	Diferencia \$
Máxima	2819.575	002453001001	\$ 34,000	\$ 95,865,549
Media	0.109	006414026002	\$ 1,800,000	\$ 195,671
Mínima	0.0050	004110043053	\$ 27,800,000	\$ 137,673

Tabla 18. Diferencia monetaria de los predios B – C

Para los tres casos comparativos se observa que es proporcional la diferencia de áreas y perímetros, entre más grande sea el área del predio mayor es la diferencia que estos presentan. También se puede resaltar que es mayor la diferencia con el nuevo Origen Nacional, que, con el origen anterior de Colombia Bogotá, ambos teniendo como referencia el origen local Gauss Kruger de Bogotá DC 2005, en ambos casos la diferencia es más del doble.

Al identificar el predio que presenta la mayor diferencia de área y de perímetro, se observó que es el mismo predio para los tres sistemas de referencia. Se encontró que es un predio de aproximadamente 238 ha + 3409 m², identificado con el Código de Lote número 002453001001, ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar aproximadamente en la Calle 77D Sur con Carrera 74B, el cual se muestra a continuación.

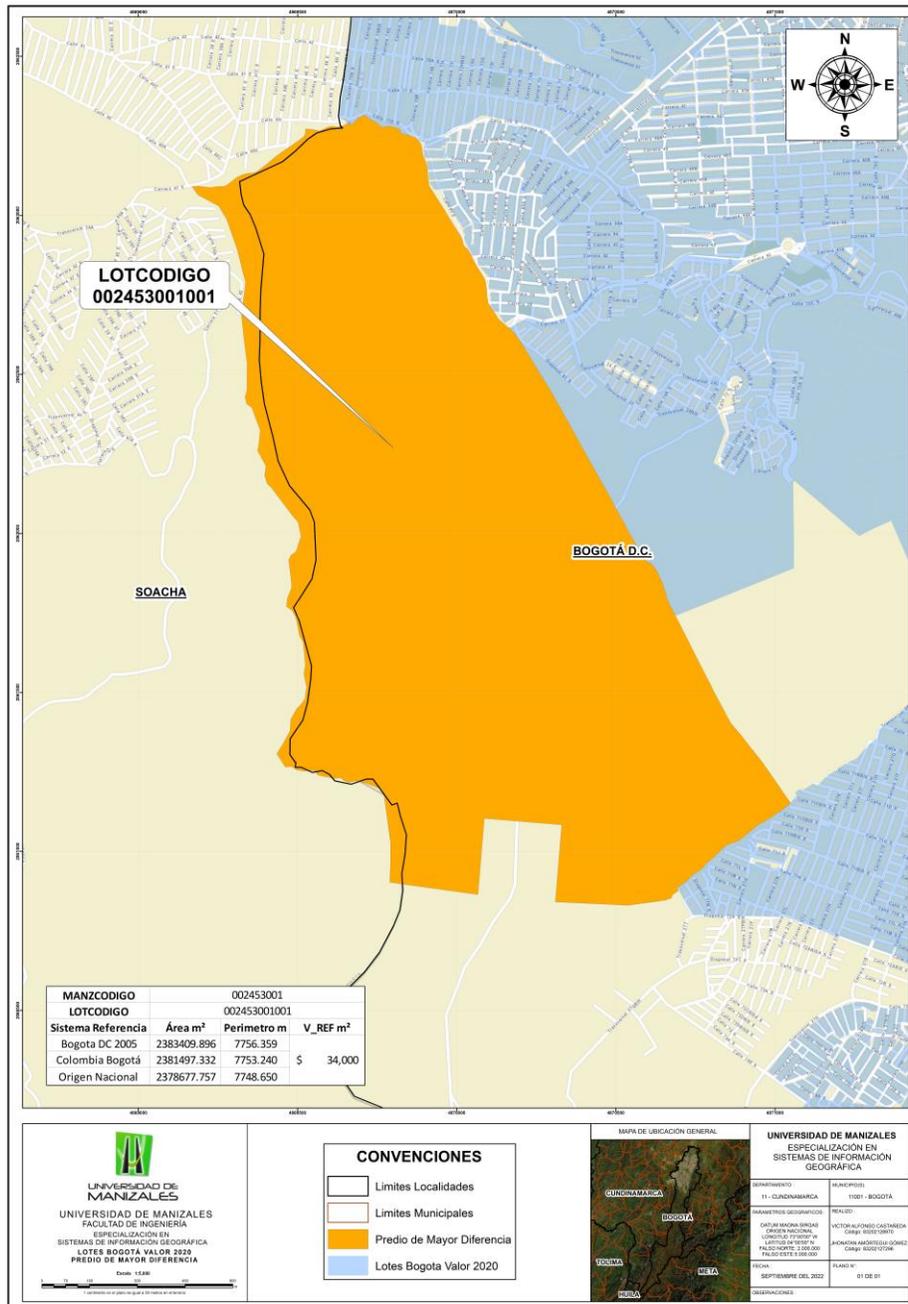


Ilustración 26. Salida gráfica, predio mayor diferencia

Al identificar el predio que presenta una diferencia promedio de área y de perímetro, se observó que es un predio diferente para los tres sistemas de referencia. Se encontró que es un predio de aproximadamente 89.103 m², identificado con el Código de Lote número 009209005003,

ubicado en la localidad de Suba aproximadamente en la Calle 132C con Carrera 110C, el cual se muestra a continuación.



Ilustración 27. Salida gráfica, predio con diferencia media

Por último, se identificó el predio que presenta la menor diferencia de área y de perímetro, se observó que es el mismo predio para los tres sistemas de referencia. Se encontró que es un predio de aproximadamente 4.000 m², identificado con el Código de Lote número 0041 10043053, ubicado en la localidad de Los Mártires aproximadamente en la Calle 9BIS 19 A con Carrera 19A 8A, el cual se muestra a continuación.

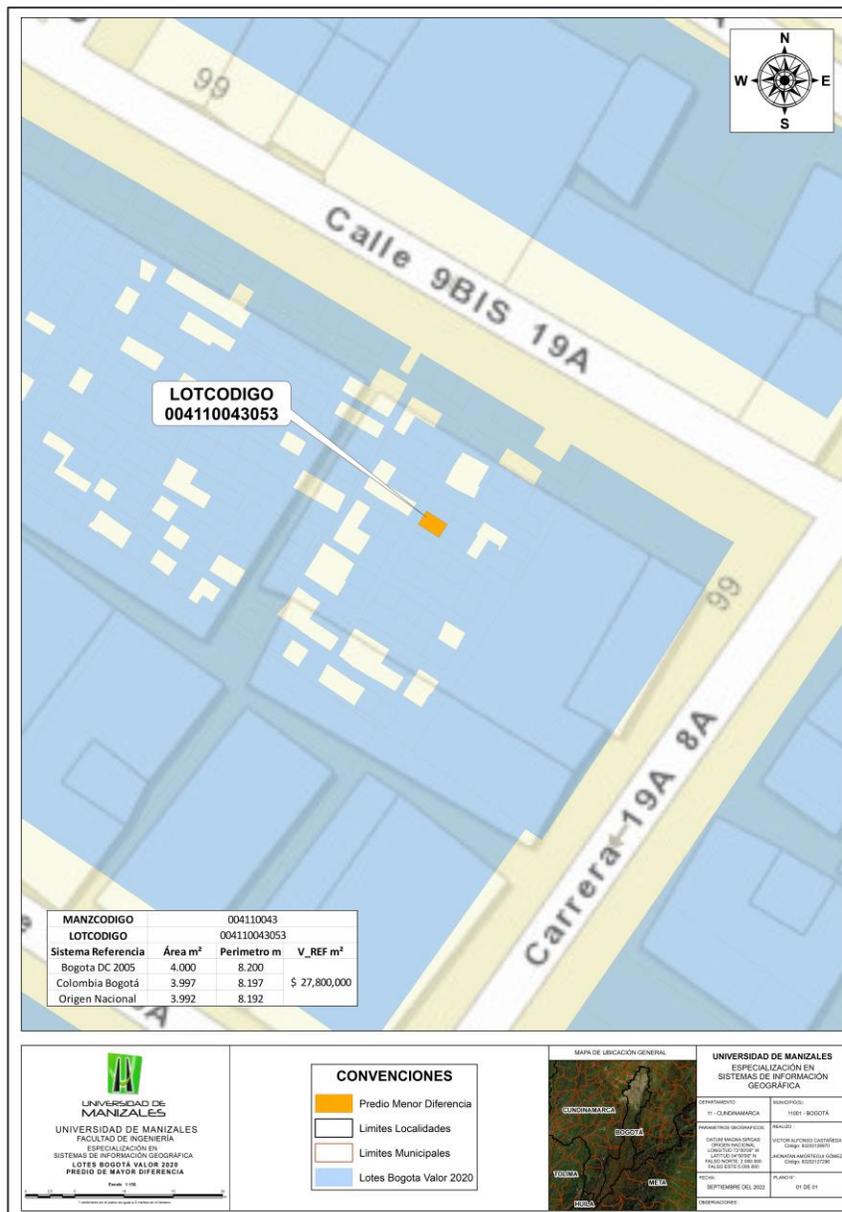


Ilustración 28. Salida gráfica, predio con menor diferencia

Como se observa, entre mayor área tenga el predio mayor es la diferencia. Si esta diferencia se relaciona con el valor del metro cuadrado de la zona, el valor del predio puede verse severamente afectado. Debido que la diferencia mayor era la presentada entre el sistema de referencia de Bogotá DC 2005 (A) y el Origen Nacional (C), se tomó esta diferencia para mirar cómo se comparta la muestra de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta que de aplicarse el cálculo del valor con el Origen Nacional, los predios perderían valor y aunque en algunos casos no sea tan significativa la diferencia, si el predio está ubicado en una zona donde el valor del metro cuadrado es muy alto, un solo metro cuadrado podría significar una diferencia muy significativa sobre el valor total.

MANZCODIGO	LOTCODIGO	Bogota DC 2005 (A)		Colombia Bogotá (B)		Origen Nacional (C)		VALOR_REF	Diferencias m ²			Diferencia \$
		Area m ²	Perimetro	Area m ²	Perimetro	Area m ²	Perimetro		A - B	A - C	B - C	
001101001	001101001026	3975.6535	355.1527	3972.4553	355.0096	3967.5160	354.7888	\$ 920,000	3.1982	8.1375	4.9392	\$ 7,486,490
001101001	001101001014	1881.8866	237.1683	1880.3728	237.0730	1878.0346	236.9256	\$ 920,000	1.5139	3.8520	2.3381	\$ 3,543,831
001101001	001101001030	299.0049	70.0002	298.7644	69.9721	298.3929	69.9286	\$ 920,000	0.2405	0.6120	0.3715	\$ 563,063
001101001	001101001027	188.1273	56.5934	187.9760	56.5707	187.7423	56.5355	\$ 920,000	0.1513	0.3851	0.2337	\$ 354,246
001101001	001101001012	182.8832	57.3422	182.7361	57.3192	182.5089	57.2835	\$ 920,000	0.1471	0.3743	0.2272	\$ 344,374
001101001	001101001017	164.8462	51.7149	164.7136	51.6941	164.5088	51.6619	\$ 920,000	0.1326	0.3374	0.2048	\$ 310,451
001101001	001101001015	153.3049	50.9946	153.1816	50.9741	152.9911	50.9424	\$ 920,000	0.1233	0.3138	0.1905	\$ 288,702
001101001	001101001008	147.4037	57.5205	147.2851	57.4974	147.1020	57.4616	\$ 920,000	0.1186	0.3017	0.1831	\$ 277,556
001101001	001101001016	146.6260	49.5041	146.5081	49.4841	146.3259	49.4533	\$ 920,000	0.1180	0.3001	0.1822	\$ 276,131
001101001	001101001006	135.8643	48.0021	135.7550	47.9828	135.5862	47.9529	\$ 920,000	0.1093	0.2781	0.1688	\$ 255,825
001101001	001101001011	134.2799	46.5946	134.1719	46.5759	134.0051	46.5469	\$ 920,000	0.1080	0.2748	0.1668	\$ 252,850
001101001	001101001029	111.8916	49.3998	111.8016	49.3800	111.6626	49.3493	\$ 920,000	0.0900	0.2290	0.1390	\$ 210,689
001101001	001101001004	106.4046	49.3341	106.3190	49.3143	106.1868	49.2836	\$ 920,000	0.0856	0.2178	0.1322	\$ 200,358
001101001	001101001005	89.9890	39.0064	89.9166	38.9907	89.8049	38.9665	\$ 920,000	0.0724	0.1842	0.1118	\$ 169,445
001101001	001101001010	87.2171	38.8042	87.1469	38.7886	87.0386	38.7645	\$ 920,000	0.0702	0.1785	0.1083	\$ 164,229
001101001	001101001018	66.2143	34.3962	66.1611	34.3823	66.0788	34.3610	\$ 920,000	0.0533	0.1355	0.0823	\$ 124,703
001101001	001101001009	52.5606	29.2523	52.5183	29.2406	52.4530	29.2224	\$ 920,000	0.0423	0.1076	0.0653	\$ 98,968
001101001	001101001002	52.4518	37.0997	52.4096	37.0848	52.3444	37.0618	\$ 920,000	0.0422	0.1074	0.0652	\$ 98,765
001101001	001101001025	46.4066	28.3990	46.3693	28.3876	46.3116	28.3699	\$ 920,000	0.0373	0.0950	0.0577	\$ 87,396
001101001	001101001022	43.8387	27.3999	43.8035	27.3889	43.7490	27.3718	\$ 920,000	0.0353	0.0897	0.0545	\$ 82,562
001101001	001101001001	42.0737	28.9559	42.0398	28.9442	41.9876	28.9262	\$ 920,000	0.0338	0.0861	0.0523	\$ 79,223

Tabla 19. Diferencias de área relacionadas con el valor de referencia del m²

Aunque hay unos valores muy altos al relacionar la diferencia de área con el valor de referencia del m², este valor depende del área del predio y el valor de referencia ya que, si el predio tiene un área muy grande, pero está en una zona que el valor de referencia bajo, el valor total no se verá tan afectado, pero si el predio está en una zona que el valor de referencia sea muy alto dicha diferencia puede ser muy significativa y aplica el mismo caso para un predio de un área muy pequeña. En la

ciudad de Bogotá donde se encuentran los predios de mayor área es la periferia o las zonas industriales.

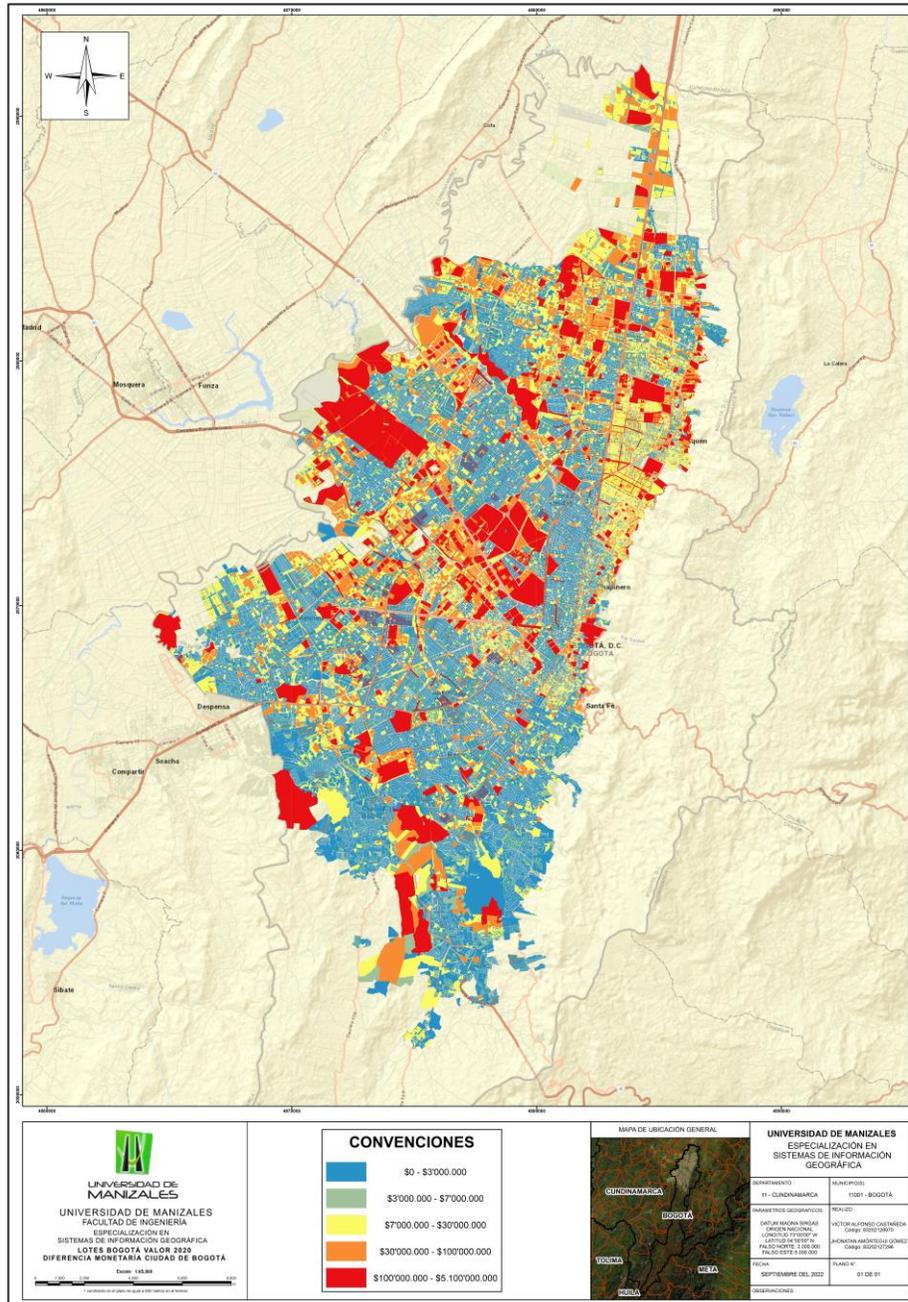


Ilustración 29. Salida gráfica, diferencia monetaria

8. Conclusiones

- Al cambiarse la proyección de tangente a secante en la zona central, zona en la cual se encuentra la ciudad de Bogotá y redefiniendo el valor del factor de escala de 1 a 0.9992, entre la proyección oficial anterior y al establecer una proyección con un único origen central. Se observa una disminución del área proyectada con respecto al sistema de proyección planas locales Bogotá 2005 y planas Gauss Kruger Origen Central.
- Se calcularon las diferencias entre las capas reproyectadas en los sistemas de proyección cartográfica de MAGNA Colombia Bogotá, local Bogotá DC 2005 y el sistema oficial de proyección oficial de Colombia CTM 12 u Origen Nacional, datos que permitieron ver la diferencia que se presenta al relacionarlas entre sí.
- Al realizar las salidas gráficas, en el mapa de coropletas de las diferencias del valor en pesos de los predios, resultado de la comparación entre la proyección local Bogotá DC 2005 y el sistema oficial de proyección de Colombia CTM 12 u Origen Nacional. Se observa que, aunque hay zonas en la ciudad de Bogotá que tienen un valor del metro cuadrado más elevado, esta diferencia no está sujeta principalmente a ese valor, sino, a el área de cada uno de los predios.
- Una vez realizados los cálculos de las diferencias de proyección de área entre el sistema de proyección Planas Cartesianas y CTM 12 u Origen Nacional, ningún predio excede una disminución de área y perímetro en porcentaje mayor a 1%.
- Luego de realizar el análisis numérico, con cálculos de valor medio, máximo y mínimo. Se evidencia que, aunque las diferencias de las coordenadas planas cartesianas no exceden la diferencia anteriormente mencionada, si se presenta una disminución del doble del área

respecto lo que se venía trabajando con Gauss Kruger en el origen de MAGNA Colombia Bogotá.

- Una vez se obtuvieron las salidas gráficas, se observa que las mayores disminuciones de área y perímetro, entre la comparación planas cartesianas Bogotá 2005 con Gauss Kruger están sujetas al área de cada uno de los predios. Para el caso de la ciudad de Bogotá, en las zonas de la periferia es donde más se encuentra predios de mayor área, sin embargo, hay algunas zonas industriales en la ciudad donde también hay predios de gran área y en estas zonas se observó el mismo comportamiento
- Respecto a la comparación entre planas cartesianas Bogotá 2005 con CTM12 u Origen Nacional, presenta una situación similar a la anterior mencionada, pero con valores de disminuciones del doble de área y perímetro.

9. Recomendaciones

Se recomienda en futuros análisis que pretendan medir los efectos técnicos del cambio de valores de área, producto de nuevos parámetros en los sistemas de proyección. Antes de iniciar el proyecto, se tenga como insumo el valor de referencia de metro cuadrado para la zona de estudio. Además, es importante señalar que para el presente trabajo se toma como zona de análisis la Ciudad de Bogotá debido a que cuenta con un catastro formado y valores actuales para realizar los cálculos de diferencias. No obstante, dicho análisis se encuentra muy cerca del punto central de proyección del sistema de referencia CTM 12 u Origen Nacional, hecho que es relevante a la hora de encontrar diferencias significativas de áreas proyectadas en los sistemas de referencia planteados. Por tal razón se recomienda continuar realizando los análisis en diferentes sectores del país. Teniendo en cuenta que en la zona que el plano de proyección CTM12 u Origen nacional, sea secante las áreas calculadas serán menores y a partir de este punto se tendrán incrementos de áreas.

10. Referencias

Arias Vargas, D. (3 de junio de 2020). *TIC - Minambiente*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=_u36zKmGMhY

IGAC. (octubre de 2004). *IGAC*. Obtenido de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/anexo_8._tipos_de_coordenadas_manejados_en_colombia_igac._ano_2004.pdf

IGAC. (28 de 01 de 2005). *IGAC*.

IGAC. (01 de 06 de 2018). *Swiss Tierras Colombia*. Obtenido de Propuesta de proyección única para la Administración de Tierras en Colombia: https://www.swisstierrascolombia.com/wp-content/uploads/2020/06/CTM12_Propuesta_v2_2018.06.01F.pdf

IGAC. (20 de mayo de 2020). Obtenido de <https://igac.gov.co/es/contenido/resolucion-471-de-2020>

IGAC. (13 de abril de 2020). *IGAC*.

IGAC. (04 de 07 de 2021). Obtenido de <https://www.igac.gov.co/es/noticias/resolucion-no-370-de-2021>

IGAC. (19 de agosto de 2021). *IGAC*. Obtenido de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucion_1149_de_2021.pdf

Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F: McGraw-Hill.

Tovar Solano, A. (22 de abril de 2021). *Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada - RITA*. Obtenido de <https://fb.watch/9cZG0JDwlu/>

Unidas, N. (11 de 03 de 2015). *UNGGIM*.

A. Anexo: Insumos y Resultados

Se adjunta la carpeta Insumos y Resultados donde se encuentran los anexos digitales correspondientes a la información geográfica usada para el desarrollo del proyecto. Además se adjuntan los resultados de los procedimientos realizados, los cuales debido a su gran volumen de datos no se encuentran en el cuerpo del trabajo.