



**IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE DATOS
ESPACIALES DENTRO DE LOS ESTUDIOS
GEOMORFOLÓGICOS APLICADOS A LA
PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO
TERRITORIAL DE BOGOTÁ, CUNDINAMARCA**

**IMPORTANCE OF THE QUALITY OF SPACE DATA WITHIN
THE GEOMORPHOLOGICAL STUDIES APPLIED TO THE
TERRITORIAL PLANNING OF BOGOTÁ, CUNDINAMARCA**

Natalia Iguavita Toro
3101458
Geógrafa

Director:
Ing. Freddy León Reyes M.Ed

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA
JUNIO DE 2020
BOGOTÁ-COLOMBIA
IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE DATOS
ESPACIALES DENTRO DE LOS ESTUDIOS**

GEOMORFOLÓGICOS APLICADOS A LA PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ, CUNDINAMARCA

IMPORTANCE OF THE QUALITY OF SPACE DATA WITHIN THE GEOMORPHOLOGICAL STUDIES APPLIED TO THE TERRITORIAL PLANNING OF BOGOTÁ, CUNDINAMARCA

Natalia Iguavita Toro
Geógrafa
Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá
Bogotá, Colombia
u3101458@unimilitar.edu.co

RESUMEN

La calidad de los datos espaciales ha representado un reto para las instituciones encargadas de su producción así como para organizaciones externas que apoyan la generación de cartografía en Colombia, por ser un insumo indispensable a la hora de caracterizar los territorios y realizar procesos de toma de decisión, gracias a ello no se ha escatimado en la formulación de un conjunto de normas y estándares con base a legislaciones internacionales y encabezada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC. La presente investigación hizo uso de esta normas y estándares, junto con la implementación de Sistemas de Información Geográfica y análisis de bases de datos espaciales, para el desarrollo de la evaluación de la calidad de los datos geomorfológicos de tal forma que permitió la identificación de la importancia de su calidad dentro de los procesos de formulación del Plan de ordenamiento Territorial vigente de Bogotá.

Palabras Clave: Calidad de datos espaciales, Geomorfología, POT, Bogotá, Geomática.

ABSTRACT

The quality of the spatial data has represented a challenge for the institutions in charge of its production as well as for external organizations that support the generation of cartography in Colombia, as it is an indispensable input when characterizing the territories and carrying out decision-making processes. Thanks to this, no effort has been spared in the formulation of a set of norms and standards based on international legislation and led by the Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC. The present investigation made use of these norms and standards, together with the implementation of Geographic Information Systems and analysis of spatial databases, for the development of the evaluation of the quality of geomorphological data in such a way that it allowed the identification of the importance of its quality within the formulation processes of the current Territorial Arrangement Planning of Bogotá.

Keywords: Spatial data quality, Geomorphology, POT, Bogotá, Geomatic.

INTRODUCCIÓN

“El mapa del mundo se encuentra en busca de un equilibrio y de un reparto que, en cada caso, tenga en cuenta a la vez las aspiraciones de las colectividades y de su necesidad de participar en la vida mundial” (Santos, 1993) [1]

En el contexto de la globalización, la cartografía entro a jugar un papel importante como medio de comunicación, lenguaje e interconector del mundo, y una herramienta para la homogeneización de la representación del espacio geográfico en sí, que junto con la evolución de los Sistemas de Información Geográfica -SIG- y la creciente demanda de análisis y analítica espacial, son un apoyo para la toma de decisiones multiescalares y un argumento con el cual se implementan indicadores territoriales, en ámbitos socio-culturales, político-administrativos y económicos.

Gracias a los avances tecnocientíficos esta información ha crecido exponencialmente dando lugar a una gama amplia de fuentes y un gran volumen de datos almacenados, sin embargo, no ha sido sino hasta final del siglo pasado que se cuestionó la importancia de la calidad de los datos espaciales, sus derivados y el impacto de su entendimiento, gestión y manejo por parte de los usuarios finales, que no se limitan a sectores exclusivos de la sociedad como el gobierno o la academia.

Es por ello que a finales de la década de los 90's se crea la GSDI –Global Spatial Data Infrastructure Association (que en 2018 realiza la transferencia de su fondos al programa de Gestión de Información Geoespacial Global de las Naciones Unidas), con el objetivo de crear una base para consolidar un lenguaje universal que promueva las buenas prácticas de geoinformación y el intercambio de conocimientos por medio de los SIG, estableciendo un conjunto de normas, políticas y estándares, en compañía de la Organización de Estandarización Internacional –ISO, que cada país y/o organización adaptaran a sus instituciones y empresas públicas y privadas generadoras de Información Geográfica -IG, dando así un marco de referencia normativo, que contribuye con la normalización, confiabilidad, exactitud y certeza de los datos, para garantizar la satisfacción de las necesidades de los usuarios y el apoyo a la toma de decisiones efectivas y eficaces en múltiples escenarios y escalas, y con múltiples propósitos (Global Spatial Data Infrastructure Association -GSDI-, 2017)[2].

Y como primera medida se da la consolidación de una Infraestructura de Datos Espaciales -IDE, que dentro de sus procesos incorpora un sistema de control de calidad de datos espaciales, teniendo como pilar fundamental la interoperabilidad y compatibilidad de los datos obtenidos y resultantes de análisis de los mismos, como también dar a conocer un margen de error al usuario y a su vez promover políticas institucionales como base para marcos teóricos y metodológicos de evaluación para la gestión de la Información Geográfica, así como dar soporte al aumento de generación de información mediante la transparencia en la distribución, estructuración, estandarización, producción, disponibilidad y acceso a los datos, al igual que facilitar su uso, portabilidad y análisis (Global Spatial Data Infrastructure Association -GSDI-, 2017)[2].

Para el caso de Colombia, a raíz de la participación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC en la Sexta Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para las Américas y paralelo con la creación de la GSDI, se inicia la consolidación de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales –ICDE desde el Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica –CIAF en el año 2000, y junto con el ICONTEC se crea el Comité Técnico de Normalización CTN 0034, ahora CTN 28, en donde se dan origen a grupos de trabajo en los que participan entidades como el IGAC, IDEAM, DANE, INVEMAR, IDEA y la SGC. Que tienen como base la aplicación de normas que parametrizan, estandarizan, documentan y ayudan a medir la incertidumbre, normalizar y evaluar tanto cualitativa como cuantitativamente los datos espaciales tanto análogos como digitales, las tecnologías y procesos adoptados por cada entidad generadora de Información Geográfica, de tal forma que a la postre se generen modelos de datos estandarizados en lo que se especifica los requerimientos y variables a controlar (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, 2017)[3].

La IDE de Bogotá

En el caso de Bogotá la aplicación de estándares y la normalización de los datos espaciales son implementadas a partir del año 2012 con el Decreto 653 firmado el 28 de diciembre de 2011, con el que se crea la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Bogotá, conocida como IDECA, que tiene como definición ser “el conjunto de datos, estándares, políticas, tecnologías y acuerdos institucionales, que dan forma integrada y sostenida, y facilitan la producción, disponibilidad y acceso a la información geográfica del Distrito Capital”(IDECA, 2019) [4], de tal forma que con ello se inicia la recopilación y normalización de información geográfica suministrada por entidades públicas a nivel nacional como el IGAC, la SGC y el IDEAM, y por subdivisiones a nivel distrital como el Acueducto, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER, el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU, entre otros, y con la posterior firma de la Ley de transparencia y del derecho de acceso a la información pública nacional fueron puestos a “disposición de cualquier ciudadano, de forma libre y sin restricciones, para que puedan ser reutilizados por terceros y a partir de ellos crear servicios” de forma confiable (Ley 1712 de 2014. Literal J, artículo 6. Definiciones.) [5], y se puede acceder a ellos por medio del portal web del IDECA. Es decir, el conjunto de datos suministrado dentro del marco de la estandarización y normalización son insumos para estudios, investigaciones y procesos de toma de decisión como es el caso del Plan de Ordenamiento Territorial -POT.

Sin embargo al visitar el portal no hay forma de adquirir la ficha técnica de los productos y se asume que ya han sido evaluados y sometidos a un control de calidad por parte de la entidad, es por ello y para efectos prácticos de la realización del presente artículo que se ha decidido tomar como ejemplo los datos suministrados por el IDIGER sobre la geomorfología de Bogotá para realizar una revisión de la calidad de los datos espaciales siguiendo las guías técnicas de registro y presentación del IGAC, teniendo en cuenta que estos datos son utilizados indirectamente en los procesos de planeación de la ciudad sirviendo de soporte para el análisis de amenazas por remoción en masa, sismos e inundación, y la clasificación de tierras y su uso apto. Siendo así los

resultados obtenidos una muestra para la visibilización de la importancia que tienen tanto los datos geomorfológicos, por ser un insumo para la toma de decisión, como la calidad de los mismos que a la postre puede representar una precisión o error en las áreas y la clasificación de la gestión de las mismas.

1. MATERIALES

Para la realización del presente investigación se utilizaron términos del POT de Bogotá, vigente a la fecha y en revisión, como base de caracterización territorial actual de Bogotá y como primer acercamiento del uso de los datos espaciales geomorfológicos, la normatividad, guías y estándares vigentes y disponibles de manera virtual en la página web del IGAC y el IDECA referentes a la calidad de datos espaciales, y se tomó del portal de datos abiertos del IDIGER las capas correspondiente a la geomorfología urbana y rural de Bogotá a las cuales se les realiza el análisis de calidad de datos espaciales:

1.1. Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá

El Plan de Ordenamiento Territorial “entendido como el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal y distrital y que se debe entender como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones instrumentos y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo del territorio y la utilización del suelo” (el artículo 9 de la Ley 388 de 1997) [6] y que de manera focalizada prioriza para el caso de Bogotá el respeto a los valores ambientales, hidrológicos, forestales y patrimoniales, pero teniendo como fin último la calidad de vida de tal forma que se cumpla con el propósito de “alojar a la población actual y proyectada en condiciones dignas, suficientes y en entornos cualificados, en función de los soportes naturales e infraestructurales disponibles y el desarrollo de los territorios en un marco global”(Secretaría Distrital de Planeación, 2018)[7].

En el documento se describe de manera detallada componentes generales en forma de normas estructurales a largo plazo, es decir que tienen continuidad y deben de ser de prioridad sobre las demás, también contiene la definición de usos del suelo, intervenciones y actuaciones tanto públicas como privadas sobre los suelos urbanos y rurales, estableciendo criterios de ocupación y expansión urbana, de abastecimiento, soporte técnico y estructural para la infraestructura y equipamientos básicos, de tal forma que se articule la interacción entre los asentamientos rurales y la cabecera municipal. Y tienen como soportes documentos diagnósticos, que permiten la actualización de la imagen del territorio distrital realizados entre los años 2016 y 2017, y se ha incorporado de manera gradual la gestión del riesgo para la prevención de amenazas y riesgos teniendo como encargado al IDIGER, en él se describe a Bogotá como una ciudad densa, ubicada sobre la más amplia sabana de montaña de la cordillera andina, que desde su conformación ha estado en constante crecimiento dejando de lado los límites legales de ocupación y debido al contexto violento de Colombia, varias de sus etapas de crecimiento se han dado de manera periférica e informal, y en el último siglo se ha caracterizado por la consolidación de vivienda vertical frenando el crecimiento extensivo del siglo XX, y es una ciudad con una alta

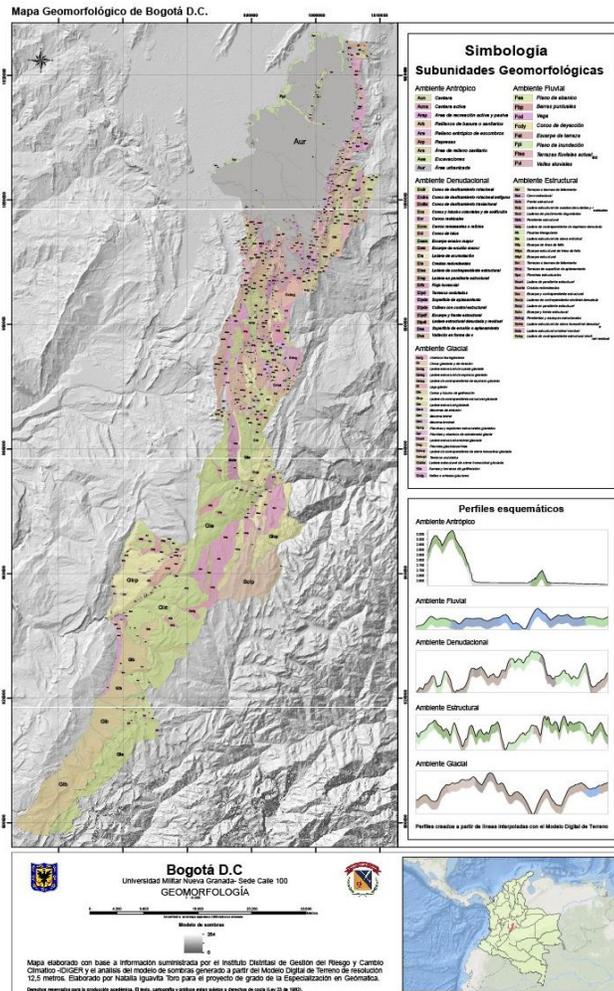
tasa de influencia poblacional de sus municipios vecinos (Secretaría Distrital de Planeación, 2018)[7].

En lo que respecta al área rural se ha caracterizado por la presencia de ricas fuentes hídricas, áreas de protección ambiental y una expansión invasiva del sector agropecuario, así como la conformación de una nueva ruralidad habitada transitoriamente y ocasionalmente por personas del casco urbano. Su vinculación con el sector urbano del municipio ha sido intermitente y se ve influenciada por la expansión del mismo.

1.2. Geomorfología de Bogotá

De manera puntual se extrae de la caracterización geográfica de Bogotá su geomorfología, definida esta como la “ciencia que estudia, describe, clasifica y explica la génesis de las formas del terreno” (Robertson, Jaramillo, & Castiblanco, 2013)[8] y su representación cartográfica busca describir las formas del terreno o geoformas (Flórez, 2003)[9] que para el caso de Colombia la producción y actualización de esta información está a cargo de tres entidades: 1) el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2) la división de Agronomía del IGAC y 3) el Servicio Geológico de Colombia -SGC (las bases de datos espaciales geomorfológicas pueden variar en función a cada entidad), para el desarrollo del presente artículo se toma los datos obtenidos de la última entidad mencionada, además que son los que están montados dentro del paquete de información base de Bogotá en el portal del IDECA, los datos descargados corresponden a las capas geomorfológicas urbana y rural del municipio, y como se mencionó anteriormente esta información no consta ni de metadatos ni ficha técnica que se puedan descargar.

Al revisar las capas descargadas se encuentra que la geomorfología del municipio de Bogotá está caracterizada por los ambientes glacial, fluvio-glacial, fluvial, estructural, denudacional y antrópico, y respectivamente de cada ambiente se encuentran geoformas como morrenas, lagos glaciales, planicies glaciolacustres, valles o aristas glaciales, circos y terrazas de gelifracción, y abanicos fluvio-glaciales localizadas en el páramo de Sumapaz; planos de inundación, barras puntuales, cuencas de decantación, terrazas aluviales, valles en forma de v y flujos torrenciales a lo largo del borde del río Bogotá y Tunjuelito, y quebradas dentro del área urbanizada y nacientes en los cerros orientales; laderas, superficies de erosión y aplanamiento, cerros, comizas, facetas triangulares, planchas estructurales, colinas y escarpes, crestas redondeadas y terrenos ondulados a lo largo de los cerros orientales, el cerro de Suba y en los límites entre el área urbana y el páramo de Sumapaz; conos de planicie, domo estructural denudado y planos de abanicos al borde de los cerros orientales; y área urbanizada (casco urbano), relleno antrópico de escombros, relleno sanitario (Doña Juana), canteras y excavaciones al norte del municipio.



Mapa geomorfológico de elaboración propia. Fuente de datos: Instituto de Gestión del Riesgo y Cambio Climático.

En cuanto a su importancia dentro de la planeación territorial distrital juegan un papel determinante a la hora de identificar zonas susceptibles a inundación, por la configuración geomorfológica e hidrodinámica del río Bogotá, y a movimientos y remoción en masa, por estar relacionados estos fenómenos naturales a la pendiente, a los procesos morfodinámicos y a la composición del suelo, e históricamente están presente a lo largo de los cerros orientales y en el cerro de Suba, presentando así una predisposición por parte de las laderas que los conforman, añadido a esto y como parte de la gestión del riesgo se tienen en cuenta como detonantes de su ocurrencia el mal manejo por parte de la sociedad a la hora de deforestar, configurar asentamientos irregulares e ilegales, realizar cortes inadecuados del terreno, mal manejo de aguas y explotación inadecuada de canteras, entre otras (Secretaría Distrital de Planeación, 2018)[7].

1.3. Normatividad y estándares

Para realizar el proceso de análisis de calidad de datos espaciales se deben tener en cuenta normas y estándares tanto a escala internacional como nacional y propias de cada entidad que hace uso y producción de este tipo de información, por ello y siguiendo los fines de este proyecto se hizo una recopilación de las norma a nivel internacional sobre calidad de datos espaciales inicialmente y como resultado se encuentra que las norma ISO dentro de su conjunto 19000 hay tres normas base que tienen como objetivo común el normalizar los aspectos relativos a la identificación, evaluación y descripción de la calidad de la información geográfica, la ISO 19113 sobre “Principios de la calidad”, la ISO 19114 sobre “Procedimientos de evaluación de la calidad” y la ISO 19138 sobre “Medidas de calidad” y adicional como normas de apoyo están la ISO 2859 y la ISO 3951 sobre “Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos y variables” , facilitando con ellas que el productor de datos espaciales pueda especificar la calidad de sus productos de forma clara y así facilitarle a los usuarios finales de tal información la elección, uso adecuado y derivación de subproductos según sus necesidades (Ariza López & Rodríguez Pascual, 2008)[10].

El uso y aplicación adecuada de estas normas conlleva a la transparencia y buenas prácticas dentro de la generación de nuevo conocimiento y puesta en marcha de planes y proyectos involucrados en tomas de decisiones, sin embargo a nivel global estas normas dejan de lado la interoperabilidad de la información volviéndose una aproximación a la normalización de la información geográfica que los países u organizaciones estatales adoptan, como en el caso de Colombia, las Normas Técnicas -NTC y las resoluciones emitidas por el IGAC dictan lineamientos mínimos que seguir en cuanto a calidad se habla.

Dentro de este conjunto de normas se encuentran por parte de la CTN 28 la NTC 5043 que busca dar conceptos básicos de la calidad de los datos geográficos de tal forma que se documenten e identifiquen generando conjuntos o subconjuntos descriptores de calidad como lo son el Grado de totalidad, la consistencia lógica, la exactitud posicional, temporal y temática, y la NTC 5660 que establece los parámetros y procesos necesarios para evaluar la calidad de la información a partir de medidas básicas como el error, la exactitud, el conteo de errores e ítems correctos, la tasa, porcentaje y relación de errores y de ítems correctos, con el fin de determinar el grado en el que los datos cumplen con los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas mediante la identificación de elementos y subelementos (ISO 19113), la identificación de indicadores de calidad (ISO 19138), la selección de un método de evaluación de calidad (ISO 19114), la determinación de resultados (ISO 19114) y la realización de un reporte final (Glosario IDECA, 2019)[11].

Por otra parte, el IGAC consolidó en las Especificaciones técnicas para bases cartográficas (IGAC, 2016) [12] partiendo de la NTC 5662 que “establece los conceptos básicos, estructura y contenido que debe tener las especificaciones técnicas para la generación de productos geográficos” (ICONTEC, 2010) [13] siendo estos parámetros: la descripción del conjunto de datos, el alcance, el sistema de referencia, la calidad y la entrega del conjunto de datos. También están las resoluciones 068 de 2005 con la

que se adopta como único datum oficial de Colombia el marco geocéntrico nacional de referencia Magna-Sirgas, la resolución 1392 del 2016 con el que se adoptan las especificaciones mínimas para la cartografía base y la resolución 1550 de 2017 con el que se adopta el Plan Nacional de Cartografía Básica Oficial de Colombia y que tiene como objetivo “establecer lineamientos generales para la producción, actualización y mantenimiento de información, productos y servicios cartográficos del país” (IGAC, 2017)[14].

2. MÉTODOS Y ANÁLISIS DE DATOS

Para realizar el análisis de calidad de los datos geomorfológicos de Bogotá se siguió la guía de especificaciones técnicas del IGAC de cartografía básica adaptado a productos temáticos y los resultados de la entrega de la Evaluación de Calidad Objeto Geográfico: Geomorfología Urbana (Ramirez, 2019)[15], para dar respuesta a los campos solicitados en las especificaciones y la evaluación de calidad se hizo uso del software ArcGIS, para hacer un primer acercamiento y visualización de los datos, para la validación de reglas topológicas, la temporalidad y la exactitud de la capa, y el software PostgreSQL para realizar un análisis de la base de datos espacial, este proceso se realizó siguiendo el modelo diagramado a continuación (Anexo 1. Tabla de medidas de calidad de datos geográficos):

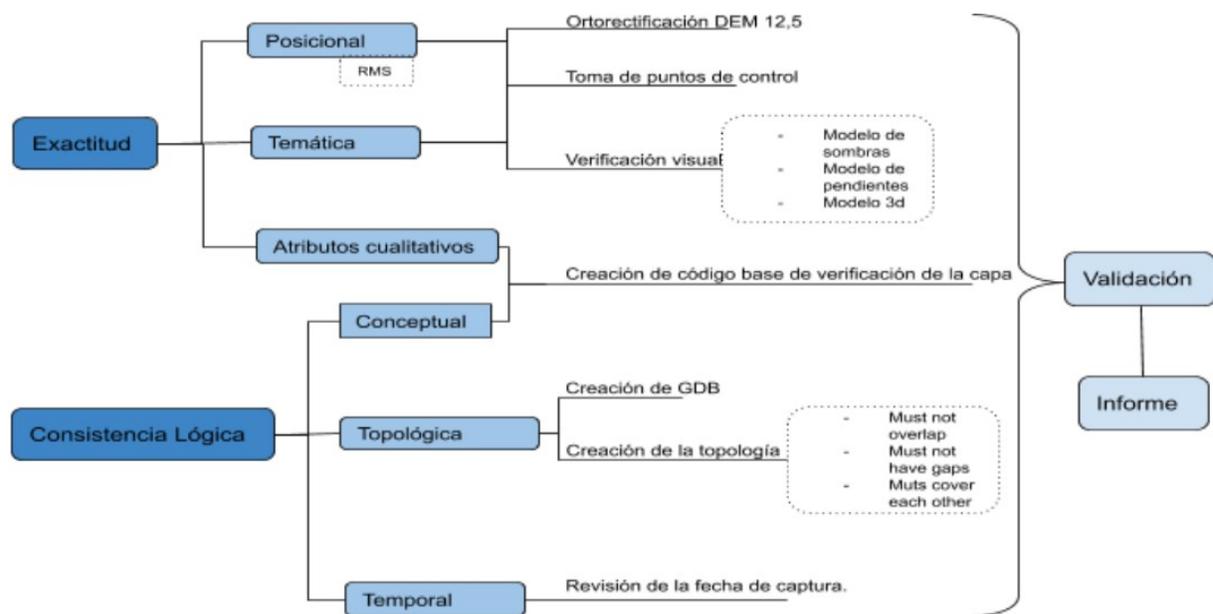
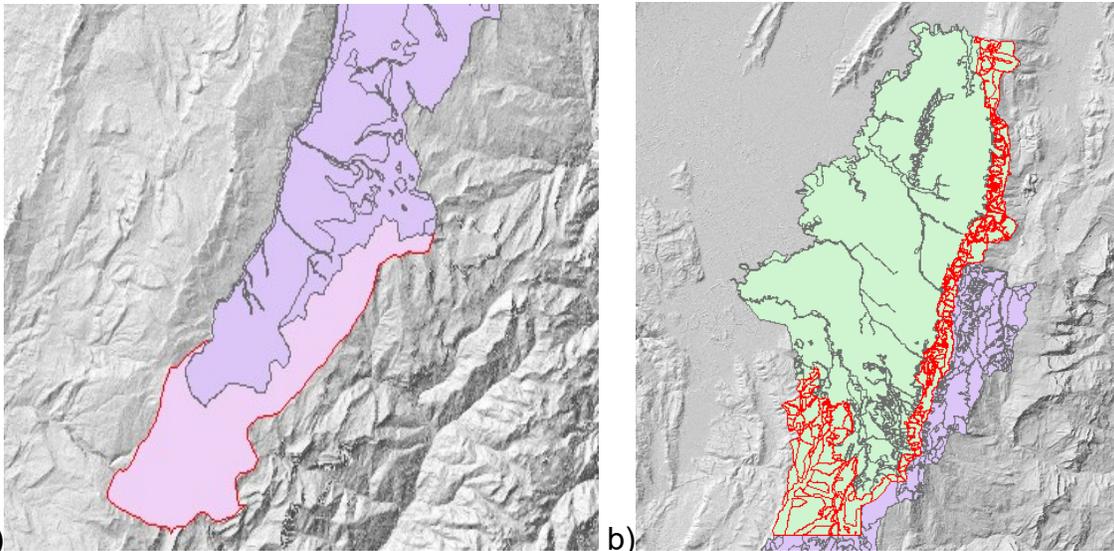


Diagrama 1. Modelo de aplicación de la evaluación de calidad de los datos geomorfológicos de Bogotá. Elaboración propia.

Al hacer una revisión visual de los datos en la interfaz de ArcMap se observaron errores de totalidad de la cobertura de la capa para el área total del municipio (polígono obtenido de la capa de municipios del geoportal de la división de Geografía y Cartografía del IGAC), faltando la clasificación en una porción que representa el 5.4488 % (94.29905 Km²) del área total al sur del municipio, que se completó teniendo como base los polígonos geomorfológicos adyacentes, el modelo digital del terreno -DTM de

12.5 mts y la clasificación de pendientes y el modelo de sombras del mismo, junto como la capa de curvas de nivel a escala 1:25.000 y la clasificación geológica de la zona, por otra parte al montar las dos capas en el visor, urbana y rural, no se encuentre una continuidad entre ellas, haciendo que se generen superposiciones no correspondientes entre sí, es decir, que la zona de superposición de las capas contiene polígonos con diferentes valores en sus atributos (Imagen 1), de tal forma que utilizando los mismos insumos para corregir el error antes mencionado se seleccionaron las unidades geomorfológicas correspondientes a esta zona de superposición entre ambas capas.



a) b)
Imagen 1. a) Área faltante en color rosado. b) zona de superposición entre la capa Urbana y Rural del municipio de Bogotá en rojo. Elaboración propia.

Posterior a esto se creó una Geodatabase y un Feature class en donde almacenar los datos y al cual aplicar la topología correspondiente para objetos de tipo polígono, utilizando reglas que comprueban la continuidad de la capa sin la existencia de superposiciones ni brechas entre las entidades, y que la capa está cubierta por la totalidad del área del municipio corroborando las correcciones hechas visualmente, con este proceso se obtuvieron una totalidad de 0 errores (Imagen 2). Además, con el uso de la plataforma de PostgreSQL y los procesos asociados a los datos de tipo geográfico se realizó la revisión de la tabla de atributos para comprobar la consistencia conceptual en cuanto a que la estructura de la capa sea coherente con el modelo de datos y catálogo de objetos predispuesto para las entidades geomorfológicas (Tabla 1).

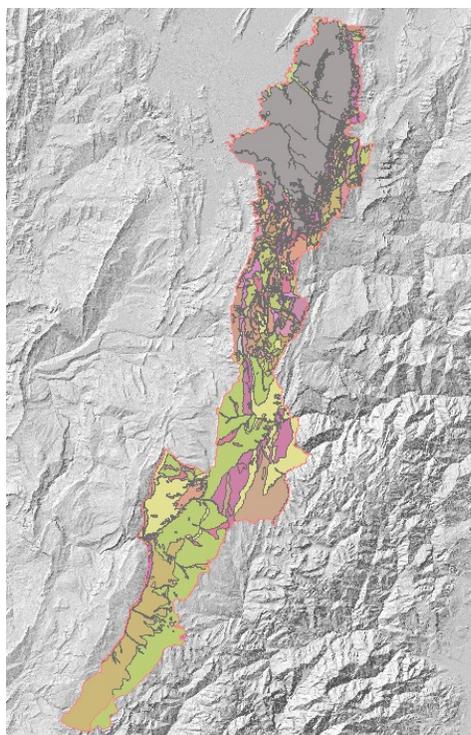


Imagen 2. Resultado visual de la validación de la topología. Elaboración propia.

Descripción Tema	Geomorfología		
	Describe las formas de la superficie terrestre con base en su génesis y su actual comportamiento		
Feature Class	<<geomorfologia>>		
Geometría	Polígono		
CAMPO	TIPO DE DATO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN
ID_GMG	Integer	4	Serial único asignado a cada uno de los registros
GEOMORFOES	String	50	Estructura geomorfológica y la relación con su formación
PROVINCIA	String	30	Provincias geológicas que incluyen el elemento estructural dominante
REGION	String	20	ambiente de formación pueden ser de tipo ígneo, metamórfico, hidrotermal o sedimentario
UNIDAD	String	50	unidad geomorfológica
NOMENCLAT	String	20	Código de la unidad según estándar del servicio geológico colombiano

Tabla 1. “Estructura Capa Geomorfología”. Fuente: Estructuración y estandarización de la base de datos geográfica para el manejo de información en planes de ordenamiento territorial (Duarte Gomez, 2019)[16]

Añadiendo a este cuadro los campos Subunidad correspondiente a la subunidad geomorfológica en cadena de caracteres (string de 110), Componente correspondiente al componente geomorfológico en cadena de caracteres (string de 110), Fecha de elaboración en tipo date y Observaciones en cadena de caracteres (string de 150) (Ramírez, 2019) [15]. Obteniendo como resultado 9 valores nulos dentro del campo subunidad de resto todos los valores de los campos cumplen con los requisitos, sin

embargo, hay un total de 161 elementos sin información en el campo de unidad correspondientes a geoformas antrópicas y 950 en el campo componente, valores que se asume que por el nivel de detalle de las geoformas no tienen un valor asociado en este campo.

En cuanto a la exactitud de atributos cualitativos se comprobó a partir de la tabla de atributos que cada valor de los campos y atributos de cada entidad correspondiera y/o asocia directamente con la definición de una geoforma, para la evaluación de la exactitud temática no fue aplicada puesto que la comparación con una tercera fuente de caracterización geomorfológica no estaba prevista dentro del desarrollo del presente artículo. Por otra parte la exactitud posicional no puede ser evaluada dado que se desconoce la fuente y el proceso con el que se obtuvieron los datos para realizar una verificación desde su origen, sin embargo se tiene en cuenta que cumpla con tener como sistema de coordenadas de referencia Magna_Colombia_Bogotá, sin embargo las capas utilizan un sistema de coordenadas auxiliar y para no generar conflictos posteriormente se reproyecta al sistema anteriormente mencionado, además se compara al montarse en un geovisor y se verifica su correspondencia con la ubicación del municipio.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La evaluación de calidad de los datos geomorfológicos da como resultado, por una parte, el cumplimiento de la calidad en cuanto a la digitalización, que permite obtener cero errores de consistencia topológica y de exactitud de atributos cualitativos, y la verificación de la consistencia temporal que indica que estos datos fueron capturados entre diciembre de 2016 y enero de 2017, por otra, deja evidencia de algunas de las inconsistencias presentes en las bases de datos espaciales que están a disposición del público, como la cobertura parcial y desigual del territorio, la falta de interoperabilidad entre las capas suministradas debido a la división del territorio, que obedece a unidades de análisis como lo son el sector urbano y rural, pero que conlleva a la no correspondencia y continuidad entre sí, y a la duplicación de información espacial contradictoria, añadido a la falta de estandarización semántica de los valores de los atributos que implica una limpieza y actualización de datos. Y contando con que no hay un acceso directo a las fichas técnicas de los productos se restringe y limita la comprobación de elementos como la exactitud posicional y la exactitud temática al no conocer las fuentes y procesos que dieron origen a los datos expuestos y descargados de la plataforma del IDIGER.

Estos errores identificados representan dentro del proceso de la formulación de los planes de ordenamiento territorial la exclusión de áreas sin información, una distorsión en las dimensiones de cada entidad geomorfológica y la contaminación semántica de los datos, que a la postre se traduce en una interoperabilidad e interpretación sesgada de fenómenos asociados a la geomorfología como las inundaciones, movimientos y remoción en masa, a la vez que su asociación con los procesos de conformación de suelos puede verse afectada por el desconocimiento o delimitación errada de las geoformas. Es decir, el utilizar esta información sin las correcciones necesarias darían lugar a una gestión y planificación disímil a la realidad geográfica física del territorio.

Cabe resaltar que con la puesta en práctica de esta investigación se generaron nuevas dudas que podrían dar a origen a diversos estudios como la evaluación de compatibilidad e interoperabilidad de las bases de datos espaciales de un mismo objeto geográfico dadas por diferentes entidades públicas y privada, y cómo se adaptan estos procesos a los Sistemas de Información Geográfica Participativos.

3. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se resalta la importancia que tiene el someter las bases de datos espaciales creadas para el apoyo de toma de decisión, partiendo de la premisa que la calidad de los resultantes como Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo o Planes de Gestión del Riesgo por Amenazas Naturales, será acorde a la calidad de los insumos utilizados, como para el caso de la información geomorfológica que sirve como soporte para la gestión de riesgo y planificación de uso del suelo. Realizar estos procesos de evaluación y control de calidad de los datos ayuda a tener claridad de los sesgos y niveles de incertidumbre que acarrear, para así mismo adecuar los planes y proyectos en pro de obtener información acorde a la realidad.

Para el caso de Bogotá, se identifica que la metodología, a modo de manual, impartida por el IGAC no actúa como una guía ni establece un nivel mínimo aceptable de calidad, sino que se convierte en un punto de partida para identificar y documentar la información de calidad de tal forma que se permita tener conocimiento de la calidad del producto que se está adquiriendo, proceso que es recomendable realizar si no se cuenta con acceso a la ficha técnica como es el caso del presente estudio, aunque hay que tener en cuenta que hay parámetros mínimos dictaminados por medio de resoluciones que se deben cumplir.

Y finalmente, la realización de un control de calidad exhaustivo comprende una fuente de información precisa y exacta, además de contar con recursos para tener acceso a herramientas que garanticen, asistan y faciliten el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Santos, M. (1993). Los espacios de la globalización . Anales De Geografía De La Universidad Complutense, (13), 69-77. Recuperado de: http://pdfhumanidades.com/sites/default/files/apuntes/Santos_espaciosGlob.pdf

[2] GSDI. (2017). The global spatial data infrastructure association - advancing a location enabled world. Recuperado de: <http://gsdiassociation.org/>

[3] ICDE. (2017). Infraestructura colombiana de datos espaciales. Recuperado de: <http://www.icde.org.co/>

[4] IDECA. (2019). Infraestructura de datos espacial para el distrito capital .Recuperado de: <https://ideca.gov.co/sobre-ideca/la-ide-de-bogota>

[5] Ley 1712 de 2014, (2014). Recuperado de: mintic.gov.co/portal/604/articles - 7147_documento.pdf

- [6] Ley 388 de 1997, (1997). Recuperado de: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0388_1997_pr003.html
- [7] Secretaria Distrital de Planacion. (2018). Documento técnico de soporte del PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ . (). Bogotá, Colombia: Recuperado de: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/4-DOCUMENTO-TECNICO-DE-SOPORTE/_Libro%201%20DTS.pdf
- [8] Robertson, K. G., Jaramillo, O., & Castiblanco, M. A. (2013). Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000. Bogotá: IDEAM.
- [9] Florez, A. (2003). Colombia: Evolución de sus relieves y modelados (1st ed.). Bogotá: Unibiblos. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/47989/2/9587013123.PDF>
- [10] Ariza López, F. J., & Rodríguez Pascual, A. F. (2008). Introducción a la normalización en información geográfica: La familia ISO 19100 (1st ed.). Universidad de Jaén, España: Paraje Las Lagunillas. Recuperado de: http://coello.ujaen.es/investigacion/web_giic/index.html
- [11] Infraestructura de Datos Espaciales de Bogota. (2019). Glosario del IDECA. Recuperado de : https://www.ideca.gov.co/buscador?topic=All&metadata=All&newest=All&entity=All&resource=All&content_type=glosario&res=true
- [12] IGAC. (2016). Especificaciones técnicas cartografía básica. ().Recuperado de:<https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/especificacionesv1.pdf>
- [13] ICONTEC. (2010). Información geográfica. especificaciones técnicas de productos geográficos. Recuperado de: <https://www.icontec.org/rules/informacion-geografica-especificaciones-tecnicas-de-productos-geograficos/>
- [14] IGAC. (2017. Resolución 150 de 2017, (2017). Recuperado de: https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/resolucion_1550_de_2017_pnc.pdf
- [15] Ramirez, C. (2019). Evaluación de calidad objeto geográfico geomorfología urbana. Recuperad de: <https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/ecgeourbana.pdf>
- [16] Duarte Gomez, A. M. (2019). Estructuración y estandarización de la base de datos geográfica para el manejo de información en planes de ordenamiento territorial (Proyecto de Grado Bajo la Modalidad de Pasantía) Ingeniería Catastral y Geodesia, Facultad de Ingeniería, Universidad Fransico Jose de Caldas. Bogotá. 67

Bibliografía adicional

Ariza Lopez, F. J., & Garcia Balboa, J. L. (2008). Normas sobre calidad en información geográfica (ISO 19113, ISO 19114, ISO 19138, ISO 2859 e ISO 3951). Mapping, (123), 68-82. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/28209111_Normas_sobre_la_calidad_en_informacion_geografica_ISO_19113_ISO_19114_ISO_19138_ISO_2859_e_ISO_3951

Benito-Calvo, A., Isidoro Campaña Lozano, & Karampaglidis, T. (2014). Conceptos básicos y métodos en arqueología: geomorfología, estratigrafía y sedimentología / Conceptes bàsics i mètodes en geoarqueologia: geomorfologia, estratigrafia i sedimentologia / Basic concepts and methods in Geoarchaeology: Geomorphology, Stratigraphy and Sedimentology. *Treballs d'Arqueologia*, 20, 41-54. doi:<http://dx.doi.org.ezproxy.umng.edu.co/10.5565/rev/tda.45> Retrieved from <http://ezproxy.umng.edu.co:2048/login?url=https://search-proquest-com.ezproxy.umng.edu.co/docview/2250585958?accountid=30799>

Chapman, A. D. (2005). *Principles of data quality* (1st ed.). California: Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen.

Chapman, A. D., & Wieczorek, J. (2006). *Guide to best practices for georeferencing*. California: Copenhagen. Recuperado de: https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/pdf/best_practices_guide_georeferencing.pdf

Contreras Guerrero, S. J. (2009). Aproximación metodológica para la gestión de información georreferenciada en las entidades estatales en Colombia / methodologic approach for the management of geographically referenced information in the public organizations in Colombia.

Diagnóstico y ordenamiento territorial: El caso del departamento diamante (entre ríos, Argentina). (2013). *Gestión Y Ambiente*, 17(1), 173-189. Recuperado de: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/40791>

Gutiérrez Elorza, M. (2008a). *Geomorfología* (1st ed.). España: Pearson Educación. Recuperado de: <http://www.ebooks7-24.com.ezproxy.umng.edu.co/?il=3604>

Gutiérrez Elorza, M. (2008b). *Geomorfología* (1st ed.). España: Pearson Educación.

Lugo Hubp, J. (1982). La geomorfología moderna y su importancia en los estudios del relieve mexicano. *Investigaciones Geográficas*, , 7-17.

Martínez López, M. J. (2016). Armonización semántica de conocimiento asociado a geoformas estructurales presentes en la cartografía temática de Colombia, mediante la construcción de una ontología. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/54517/1/15645726.2016.pdf>

Peña Rojas, J. J. (2017). Desarrollo de una herramienta para el control de calidad de la información cartográfica catastral digital del IGAC

Reyes Cebeño, R. (2007). (2007). La calidad de los datos espaciales y su importancia para el aprovechamiento de los mismos. Paper presented at the Panel Sobre Calidad De Datos Espaciales Y Su Relación Con Los SIG, 11-21.

Tarbut, E. (2013). *Ciencias de la tierra: Una introducción a la geología física* (10th ed.). Madrid: Pearson Educación. Recuperado de: <http://ezproxy.biblored.gov.co:2057/?il=5028>

Zinck, A. J. (2012). Geopedología. The Netherlands: ITC Special Lecture Notes Series.

Anexo 1. Cuadro de especificaciones de calidad de los datos espaciales.

Nombre	Incumplimiento del esquema de calidad								
Alcance	Objetos y elementos de la "Geomorfología de Bogotá"								
Elemento de la calidad	Subelemento de calidad	Nombre de la medida	Descripción	Tipo de método de evaluación	Descripción del método	Tipo de valor	Unidad de valor	Nivel de conformidad	Interpretación de resultados
Exactitud	Exactitud Temática	Número de elementos clasificados incorrectamente	Medida que indica si cuantos elementos existen en error en el conjunto de datos, tal como se define en el alcance de la calidad de los datos.	Directo Interno	El proceso consiste en verificar que la totalidad de los aspectos plasmados sobre la Geodatabase del IDIGER correspondan a un clasificación correcta de los elementos en cuestión.	Númerico	0	Hasta el 12 elementos del objeto geográfico "Geomorfología de Bogotá", que corresponde al 1%.	El proceso no fue implementado aunque se verificó que los elementos estuvieran clasificados dentro de las categorías de geomorfología y con una revisión superficial que correspondieran a un ambiente en específico, con esta revisión se encontraron 9 valores nulos.
	Exactitud de atributos cualitativos	Número de valores de atributos incorrectos	Medida que indica si hay elementos con valores de sus atributos en error en el conjunto de datos, tal como se define en el alcance de la calidad de los datos.	Directo Interno	El proceso consiste en verificar que la totalidad de los aspectos plasmados sobre la Geodatabase del IDIGER correspondan a un clasificación correcta de los atributos de los elementos en cuestión.	Númerico	0	Hasta el 12 elementos del objeto geográfico "Geomorfología de Bogotá", que corresponde al 1%. No pueden existir elementos almacenados en conflicto, lo que indica que el resultado de la evaluación no puede ser diferente a 0.	Se obtuvieron como resultado un total 0 errores sin embargo se cuenta con 950 elementos sin valor para el campo de componente.
Consistencia lógica	Consistencia conceptual	Error	Medida que indica si hay elementos en error en el conjunto de datos, tal como se define en el alcance de la calidad de los datos.	Directo Interno	El proceso consiste en verificar que la totalidad de los aspectos plasmados sobre la Geodatabase del IDIGER, estén conformes a los que establece el Catálogo de Objetos del IDIGER 3.5 de 2018, ello implica, la confrontación y correspondencia de la estructura en cuanto a los nombres, alias, definiciones, tipo de dato y subtipo para el objeto "Geomorfología Urbana"	Booleano, donde 1 indica no conformidad y 0 conformidad	0	Los datos no pueden ser de un origen temporal diferente al tomado como verdadero.	La prueba tiene como resultado un valor de 0, por lo cual si es conforme.
	Consistencia topológica	Porcentaje de error	Porcentaje de elementos erróneos, cumplimiento en la totalidad de registros del objeto con la regla topológica que evalúa que los polígonos no se superpongan, cubran en totalidad la extensión del municipio y no se encuentren áreas vacías entre los registros.	Directo Interno	Verificación del cumplimiento de las reglas topológicas, con ayuda del software ArcGIS, implementando la herramienta "Topology". Must not overlap' que verifica que las entidades no se superpongan entre sí. Must not have gaps' que verifica que no existan brechas implementando la herramienta "Topology". Must cover each other' que verifica que la capa sea cubierta en su totalidad por otra capa.	Porcentaje	0	Hasta el 5% de los elementos del objeto geográfico "Geomorfología de Bogotá".	Se obtuvieron como resultado de la prueba topológica para el objeto "Geomorfología de Bogotá" 0 errores de superposición y contenido de brechas, y un 5.4488% de error de cobertura, lo que representa un 0.4488% de error por encima del 5% permitido.
	Consistencia temporal	Error	Describe la cercanía de las medidas de tiempo reportadas, respecto a los valores verdaderos o aceptados como tal.	Directo Interno	Consiste en verificar en la descripción de los datos que sean correspondientes con la información suministrada en el POT de Bogotá	Booleano, donde 1 indica no conformidad y 0 conformidad	0	Los datos no pueden ser de un origen temporal diferente al tomado como verdadero.	Como resultado se obtuvo que los datos corresponden al periodo señalado en el POT (2016-2017)