

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS

INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Versión 1

Código. MEDE01.07.02.18.P13.I02

Macroproceso: Direccionamiento Estratégico
Proceso: Información Estratégica
Noviembre 23 de 2020

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	6
1. OBJETIVOS	7
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
2. ALCANCE	8
3. DEFINICIONES	8
4. CONTENIDO Y DESARROLLO	12
4.1. MODELOS DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN DE FENÓMENOS GEOGRÁFICOS	12
4.1.1. Modelo de datos vectorial.....	13
4.1.2. Modelo de datos ráster.....	22
4.2. SISTEMA DE COORDENADAS Y PARÁMETROS DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA OFICIAL	25
4.2.1. Sistemas de coordenadas cartesianas.....	25
4.2.2. Sistema de coordenadas planas	27
4.2.3. Transformación de coordenadas del antiguo sistema de referencia	28
4.2.4 Transformación de coordenadas con el software ArcGIS 10.1 y superiores	29

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.2.5 Transformación de coordenadas con el software AutoCAD Map 2013	29
4.2.6 Transformación de coordenadas con Magna-Sirgas Pro 4.2	30
4.2.7 Red de control geodésico de santiago de cali	33
4.2.7.1. Elementos que Conforman la Red de Control Geodésico	34
4.3. SOFTWARE Y FORMATOS DIGITALES DE ENTREGA.....	37
4.3.1. Almacenamiento vectorial	37
4.3.2. Base de datos espaciales.....	46
4.3.3. Almacenamiento ráster.....	53
4.4. SOFTWARE Y FORMATOS SOPORTADOS	59
4.5. RECOMENDACIONES SOBRE LA GESTIÓN DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS	60
4.6. ESCALA	63
4.7. BASE CARTOGRÁFICA.....	64
4.8. ESTÁNDARES PARA LA CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS.....	65
4.8.1. Calidad de los datos geográficos (NTC 5043).....	65
4.8.2. Precisión de los datos espaciales digitales	66
4.8.3. Catalogación de objetos geográficos (NTC 5661).....	77
4.8.4. Salidas gráficas y de ploteo.....	79
4.8.5. Derechos de propiedad sobre los datos.....	80

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.102	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.8.6.	Metadatos geográficos.	80
4.9.	CAPTURA O RECOLECCIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS	82
4.9.1.	Captura de datos geográficos mediante tecnología GNSS.	83
4.9.1.1.	Definir los requerimientos del proyecto	83
4.9.1.2.	Definir el tipo de equipos a utilizar	83
4.9.1.3.	Definir la metodología de posicionamiento GNSS	84
4.9.1.4.	Configuración de equipos GNSS	85
4.9.1.5.	Condiciones de rastreo	86
4.9.1.6.	Criterios Generales de Procesamiento de Datos GNSS	87
4.9.2.	Amarres y levantamientos geodésicos o topográficos mediante tecnología GNSS	87
4.9.3.	Levantamiento de datos geográficos a partir de imágenes, planos o mapas	88
4.9.4.	Levantamiento de datos geográficos a partir de dispositivos móviles.....	91
4.9.4.1	Clasificación de aplicaciones	92
4.9.4.2.	Principales características de una aplicación de IG	93
4.9.4.3.	Aplicaciones recomendadas	95
4.9.5.	Levantamiento de datos mediante geocodificación.....	97
4.10.	ENTREGABLES Y DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE	100
5.	DOCUMENTOS Y REGISTROS	103

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN 1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA 23/nov/2020

6.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	103
	ANEXOS	104

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

INTRODUCCIÓN

El grupo técnico coordinador de la Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali – IDESC, presenta la nueva versión del documento “Lineamientos para la producción de Información Geográfica”, con el propósito de aportar al distrito de Santiago de Cali un instrumento que oriente los procesos de captura, procesamiento, generación y actualización de la información geográfica digital y análoga que se genera a través de la función propia de la entidad o de la ejecución de proyectos, ya sean elaboración propia o a través de contratos.

Esta segunda versión del documento de lineamientos es un resultado de la implementación de la IDESC y está basado en los lineamientos que promulga la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE, las Normas Técnicas colombianas aplicadas al componente de información geográfica creadas por el ICONTEC y estándares internacionales, promovidos por organizaciones tales como: la Organización Internacional de Estandarización – ISO, el Open Geospatial Consortium – OGC o la American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

Este documento hace parte de las políticas de información geográfica para Santiago de Cali en el marco de la IDESC. Aquí se describen las especificaciones básicas para la generación de la información digital y análoga de cada proyecto. La implementación de estos lineamientos permitirá que los distintos Organismos de Alcaldía de Santiago de Cali avancen hacia una gestión más eficiente de su información geográfica.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali, lineamientos técnicos con base en estándares nacionales e internacionales, para la producción de la información geográfica que se genera a través de la ejecución de proyectos.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Garantizar que la información geográfica que se genere o actualice en el marco de los procesos de los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali pueda ser integrada a la IDESC.
- Garantizar que la información cartográfica que se produzca en el marco de los procesos de los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali, cumpla con estándares geográficos y de calidad.
- Brindar una guía técnica para la generación de información geográfica que facilite la labor de los funcionarios y contratistas vinculados a la ejecución y al seguimiento de proyectos y actividades que involucren la generación de productos geográficos.
- Evitar duplicidad de esfuerzos y de información en la Alcaldía de Santiago de Cali.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

2. ALCANCE

Este documento tiene como propósito continuar con la adopción de estándares y lineamientos técnicos que mejoren la gestión de la información geográfica en lo concerniente a la actualización y producción de datos geográficos, en el marco de los procesos que se efectúan en los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali.

Mediante la adopción de estos lineamientos se pretende que los procesos y procedimientos en los que se genere datos e información geográfica, se hagan bajo unas pautas estandarizadas orientadas hacia la generación de información de calidad y con criterios de interoperabilidad. Los lineamientos aquí indicados deberán ser cumplidos por todos los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali en el marco de sus actividades misionales, así como también, en la ejecución de proyectos que generen geoinformación, que sean ejecutados por consultores externos.

Algunos de los temas abordados son: características de los modelos de datos, el sistema de coordenadas, captura de datos, exactitud posicional, especificaciones de software y formatos, entre otros.

3. DEFINICIONES

CONJUNTO DE PARÁMETROS GEODÉSICOS DEL EPSG. Es una colección de definiciones de sistemas de coordenadas, transformaciones geométricas de coordenadas, las cuales pueden ser de carácter global, regional, nacional o de ámbito local. Fueron integrados inicialmente por el *European Petroleum Survey Group*, que hace parte en la actualidad del *IOGP - International Association of Oil & Gas Producers*.

COORDENADAS CARTESIANAS. Son coordenadas generadas a partir de una proyección conforme del elipsoide sobre un plano paralelo al plano tangente al elipsoide en el punto de origen (IGAC 2004). La distancia o separación existente entre los planos de proyección y tangente es equivalente a la altura media de la zona a cartografiar. Las coordenadas cartesianas se utilizan en escalas detalladas (1:5000 y mayores), básicamente porque la distancia entre dos puntos calculada con las coordenadas planas es muy diferente que la medida en terreno, mientras que con las coordenadas cartesianas esta es muy similar.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

COORDENADAS ELIPSOIDALES. Está compuesta por una red de líneas imaginarias trazadas sobre la superficie de la Tierra, denominadas paralelos y meridianos. El ecuador es una línea de referencia perpendicular al eje de rotación que divide la Tierra en los hemisferios norte y sur. A su vez, el meridiano de Greenwich es una línea vertical que divide a la Tierra en los hemisferios oriental y occidental. La posición de un punto sobre la Tierra está definida por la distancia angular ϕ entre el Ecuador y cualquier punto sobre la superficie terrestre, al que se le llama latitud; la distancia angular λ entre el meridiano de Greenwich y el mismo punto se conoce como longitud.

ELIPSOIDE GRS80. Fue definido y adoptado oficialmente por la Asociación Internacional de Geodesia (AIG: International Association of Geodesy) de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG: International Union of Geodesy and Geophysics) en 1979 (Moritz 2000). Elipsoide asociado al ITRS y por tanto, a SIRGAS y a MAGNA. En la práctica equivale al elipsoide WGS84.

GDAL. Geospatial Data Abstraction Library. Es un acceso a unas librerías open source raster con soporte a un gran número de formatos. Se usa ampliamente tanto con software open source como con software propietario.

GNSS (SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE). Término estándar genérico que engloba a los Sistemas de Navegación por Satélite que proporcionan un posicionamiento geoespacial con cobertura global, tanto de forma autónoma, como con sistemas de aumentación.

IGAC (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI). Entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

LIDAR. El LIDAR (de light detection and ranging) es una técnica de teledetección óptica que utiliza la luz de láser para obtener una muestra densa de la superficie de la tierra produciendo mediciones exactas de x, y y z. LIDAR, que se utiliza principalmente en aplicaciones de representación cartográfica láser aéreas, está surgiendo como una alternativa rentable para las técnicas de topografía tradicionales como una fotogrametría.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

MÁSCARA DE ELEVACIÓN. Angulo de elevación sobre el horizonte bajo el cual no se utilizan satélites. Este ángulo es configurable y se considera como el mínimo ideal de 15° de elevación, ya que, por debajo de este ángulo, la señal recibida de los satélites, está muy influenciada por la refracción atmosférica.

ONDÍCULA. Un impulso unidimensional, que generalmente es la respuesta básica de un solo reflector. Sus atributos clave son su amplitud, frecuencia y fase. La ondícula se origina como un paquete de energía proveniente del punto fuente, que tiene un origen específico en el tiempo, y retorna a los receptores como una serie de eventos distribuidos en el tiempo y como energía.

OGC - OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. Fue creado en 1994 y agrupa (en diciembre de 2014) a 508 organizaciones públicas y privadas. Las raíces del OGC se encuentran en el software open source GRASS y la subsiguiente fundación OGF (Open GIS Foundation) fundada en 1992. Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocesamiento y facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios.

ORIGEN DE COORDENADAS. En un sistema de proyección, es el punto en el que se intersectan el meridiano de proyección o (plano de tangencia) con el paralelo de referencia. A partir de este origen se determinan el resto de coordenadas para el área de influencia del sistema coordenado.

PLANO DE BITS. Un plano de bits (del inglés Bit-planes) de una señal discreta digital (como una imagen o un sonido) es un conjunto de bits correspondientes a una posición de bit dada en cada uno de los números binarios que representan la señal. Por ejemplo, para la representación de datos de diez y seis bits (16 bits), hay diez y seis (16) planos de bits: el primero contiene el conjunto de los bits más significativos, y el décimo sexto (16) contiene los bits menos significativos.

RSS. (en inglés RDF Site Summary o Rich Site Summary abreviado RSS), Es un formato XML para syndicar o compartir contenido en la web. Se utiliza para difundir información actualizada frecuentemente a usuarios que se han suscrito a la fuente de contenidos. El formato permite distribuir contenidos sin necesidad de un navegador, utilizando un software diseñado para leer estos contenidos RSS (agregador). A pesar de eso, es posible utilizar el mismo navegador para ver los contenidos RSS. Las últimas versiones de los principales navegadores permiten leer

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

los RSS sin necesidad de software adicional. RSS es parte de la familia de los formatos XML desarrollado específicamente para todo tipo de sitios que se actualicen con frecuencia y por medio del cual se puede compartir la información y usarla en otros sitios web o programas. A esto se le conoce como redifusión web o sindicación web (una traducción incorrecta, pero de uso muy común).

SISTEMA DE REFERENCIA. Conjunto de convenciones y conceptos teóricos adecuadamente modelados que definen, en cualquier momento, la orientación, ubicación y escala de tres ejes coordenados [X, Y, Z].

WKT. La representación Well Known Text o de texto conocido (también llamado WKT en su acrónimo inglés) es una codificación o sintaxis en formato ASCII estandarizada diseñada para describir objetos espaciales expresados de forma vectorial. Su especificación ha sido promovida por el Open Geospatial Consortium (OGC), siendo su sintaxis muy fácil de utilizar, de forma que su uso se encuentra muy generalizado en la industria geoinformática. De hecho, WKT es la base de otros formatos más conocidos como el KML utilizado en Google Maps y Google Earth.

XML. Lenguaje de marcas extensible (en inglés Extensible Markup Language, abreviado XML), es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). XML no es realmente un lenguaje en particular, sino una manera de definir lenguajes para diferentes necesidades. XML no ha nacido sólo para su aplicación en Internet, sino que se propone como un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. Se puede usar en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo y casi cualquier cosa imaginable. XML es una tecnología sencilla que tiene a su alrededor otras que la complementan y la hacen mucho más grande y con unas posibilidades mucho mayores. Tiene un papel muy importante en la actualidad ya que permite la compatibilidad entre sistemas para compartir la información de una manera segura, fiable y fácil.

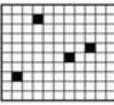
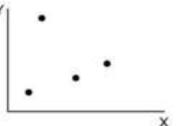
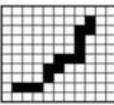
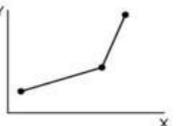
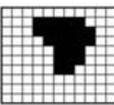
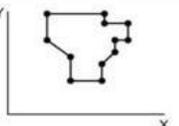
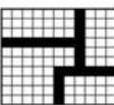
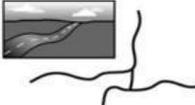
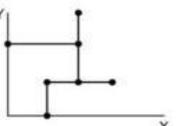
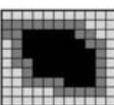
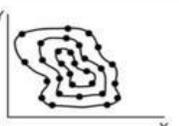
 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4. CONTENIDO Y DESARROLLO

4.1. MODELOS DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN DE FENÓMENOS GEOGRÁFICOS

Existen diversos modelos de datos para representar un fenómeno geográfico, sin embargo, los dos modelos más utilizados son los de tipo vectorial y raster (ver figura 1). En esta sección, se describen los dos modelos de datos y se establecen los criterios elementales, en orden de garantizar una correcta representación de un objeto geográfico mediante cualquiera de estos modelos.

Figura 1. Modelos de datos, vectorial y ráster.

Modelo raster de la realidad	Mundo real	Modelo vectorial de la realidad
	 Puntos: Hoteles	
	 Líneas: Líneas de transmisión	
	 Áreas: Lagos	
	 Redes: Sistema vial	
	 Superficie: Modelo de elevación	

Fuente: (Heywood, Cornelius, & Carver, 2006)

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.1.1. Modelo de datos vectorial En el modelo de datos vectorial los objetos geográficos se representan mediante pares de coordenadas, regularmente relativas a algún sistema de referencia. Con un par de coordenadas y su altitud (atributo opcional) se obtiene un punto o nodo, con la interconexión de dos puntos coordenados se define un arco o línea, y con una agrupación de varias líneas se forman los áreas o polígonos, figura 1. En la actualidad, gracias a las modernas herramientas de procesamiento de información geográfica, se puede definir una serie de reglas topológicas entre los elementos vectoriales, mediante las cuales se construyen estructuras vectoriales avanzadas como la estructura de red (para el análisis de redes) y la estructura de superficie (para la representación de fenómenos continuos, ej: la elevación).

Un modelo de datos vectorial es propicio para la representación de objetos discontinuos o con límites fácilmente identificables, por ejemplo: redes hídricas, carreteras, caminos, divisiones políticas o administrativas, entre otros.

Al momento de definir este modelo de datos como parte de los proyectos que se ejecuten en los organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali, se deben tener las siguientes consideraciones.

Punto. Es la abstracción de un objeto de cero dimensiones representado por un par de coordenadas¹, el cual se encuentra asociado a un sistema de referencia, siendo opcional incluir la variable altitud dentro de la definición (figura 1). Normalmente un punto representa una entidad geográfica demasiado pequeña para ser representada como una línea o como una superficie, o en ocasiones donde la escala geográfica del proyecto no es muy detallada.

Las siguientes son las consideraciones que deben tenerse en cuenta al momento de generar objetos geográficos de tipo punto:

- Si el objeto geográfico a digitalizar o generar no se encuentra dentro del catálogo de objetos definido para el núcleo de datos fundamentales de la IDESC², se debe definir la estructura del objeto dónde se incluyan las definiciones, atributos y dominios; opcionalmente se pueden definir sus relaciones y operaciones. Para esta actividad, deberá consultarse la estructura

¹ Topología punto: http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GIST_Vector.htm
[Visitado 9 de octubre de 2019]

² NDF: http://idesc.cali.gov.co/download/normatividad/definicion_nucleo_datos_fundamentales_idesc.pdf

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

de catalogación adoptada por la IDESC, disponible mediante una guía metodológica que puede ser consultada en este enlace: <https://cutt.ly/guiaco>, la cual es conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 5661:2010 “Catalogación de Objetos Geográficos” del ICONTEC.

- Cada objeto geográfico de tipo punto, debe encontrarse en la capa que le corresponda según el elemento que represente, ej: la localización de un poste de energía debe digitalizarse en la capa de poste de energía según la nomenclatura de nombres y atributos definida.
- Cada conjunto de elemento puntual empleado en una composición de mapa debe ser representado por símbolos especiales, por ejemplo: círculo tamaño diez (10), color azul (en el caso del software de Diseño Asistido por Computador – CAD por sus siglas en inglés, estos símbolos se asocian a una estructura de bloque). Complementariamente, la IDESC publicó un documento de catálogo de símbolos para la representación de objetos geográficos disponible en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/simbolos>, el cual puede servir de referencia.
- Todo punto geográfico debe representarse mediante una tripleta de coordenadas asociada a uno de los sistemas de referencia válido en Santiago de Cali: norte, este y altitud, en el caso de un sistema de coordenadas planas o cartesianas; o latitud, longitud y altitud, en el caso de un sistema de coordenadas geográficas. Si eventualmente se desconoce la altitud, ésta debe contener el valor Null (no es cero).

Línea o arco. Es el tipo de representación geométrica conformado por un conjunto de dos (2) o más pares de coordenadas (nodos) que se encuentran interconectados secuencialmente. Regularmente se emplea para la definición de elementos geográficos, tales como: curvas de nivel, ejes de calles, ríos, o entidades lineales sin área, como los límites administrativos.

Las consideraciones que se describen a continuación aplican para la generación de objetos geográficos ya sea en un entorno SIG o CAD:

- Si el objeto geográfico a digitalizar o generar no se encuentra dentro del catálogo de objetos definido para el núcleo de datos fundamentales de la IDESC², se debe definir la estructura del objeto donde se incluyan las definiciones, atributos y dominios; opcionalmente se pueden definir sus relaciones y operaciones. Para esta actividad, deberá consultarse la estructura

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

de catalogación adoptada por la IDESC, disponible mediante una guía metodológica que puede ser consultada en este enlace: <https://cutt.ly/guiaco>, la cual es conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 5661:2010 “Catalogación de Objetos Geográficos” del ICONTEC.

- Cada tipo de entidad lineal debe encontrarse en la capa que le corresponde según el elemento que represente.
- Se debe crear una sola instancia para cada elemento geográfico lineal representado, es decir, generar en una sola pasada el objeto lineal que se quiere representar. Si se trabaja en un entorno CAD, se recomienda generar las líneas como polilíneas.
- Una línea podrá estar formada por puntos infinitos, pero se digitaliza aquellos que se encuentran al inicio, al final y en donde hay cambios de dirección, en función del detalle asociado a la escala que se haya definido para la creación del objeto.
- Para su generación se debe asegurar que haya empalmes exactos entre línea y línea, evitando traslape, intersección, repetición, los cuales producen ruido en el dibujo y error topológico.
- Cuando se representa una red (ríos, vías, redes de servicios, etc.), éstos deben poseer nodos cada vez que se cruzan dos líneas.
- Hay situaciones particulares en las que la estructuración de un objeto lineal requiere que, durante su generación se indique el sentido de circulación del fenómeno, como es en el caso de las redes hídricas y/o redes de transporte. Este tipo de estructura se conoce como estructura de Red o Network y requiere que se defina el nodo inicial y seguidamente, los nodos en el sentido de flujo para cada uno de los objetos a generar. Esto garantizará que los algoritmos de análisis sigan el comportamiento natural de la red.
- Con el fin de asegurar el empalme exacto entre las líneas, se debe utilizar las utilidades de alineación disponibles en las diferentes herramientas de software.
- Si se representa un objeto lineal cuyo trazado corresponda en un tramo, con el de otro objeto geográfico, la línea deberá coincidir completamente con el tramo que comparte con el objeto en cuestión. Por ejemplo: Se requiere generar una

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

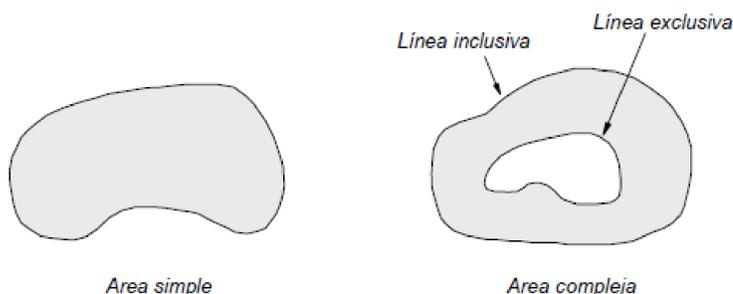
 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

capa de red hídrica de tipo línea y algunos límites de corregimientos están definidos por ríos, por consiguiente, al momento de generar o dibujar el objeto, ambas líneas deben coincidir espacialmente.

- Cuando las líneas son curvas, se deben generar con suficientes vértices que garanticen la correcta representación del objeto. En ningún momento se pueden utilizar herramientas de generalización cartográfica o suavización sobre las curvas ya que estos pueden generar errores de representación y de exactitud.
- Cuando se generan curvas de nivel se debe tener en cuenta que estas no se corten entre sí, además deben poseer una elevación única y deben cortar perpendicularmente los drenajes.
- Debe representarse mediante coordenadas asociadas a uno de los sistemas de referencia válido en Santiago de Cali.

Polígonos o áreas. Es la representación geométrica delimitada por una línea cerrada o serie de líneas que cierran. Un área se usa para describir geoméricamente un rasgo geográfico considerado como una extensión o superficie. Un área puede ser simple o compleja (ver figura 2). Un área compleja está constituida por líneas inclusivas y exclusivas (INEGI, 1998).

Figura 2. Tipo de polígonos o áreas.



Fuente: (INEGI, 1998).

Las siguientes son las consideraciones que deben tenerse en cuenta al momento de generar objetos geográficos de tipo polígono:

- Si el objeto geográfico a digitalizar o generar no se encuentra dentro del catálogo de objetos definido para el núcleo de datos fundamentales de la

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

IDESC², se debe definir la estructura del objeto dónde se incluyan las definiciones, atributos y dominios; opcionalmente se pueden definir sus relaciones y operaciones. Para esta actividad, deberá consultarse la estructura de catalogación adoptada por la IDESC, disponible mediante una guía metodológica que puede ser consultada en este enlace: <https://cutt.ly/guiaco>, la cual es conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 5661:2010 “Catalogación de Objetos Geográficos” del ICONTEC.

- Los límites de todos los polígonos generados dentro de una capa deben ser exactamente iguales en aquellas capas en que los polígonos compartan o tengan un límite en común.
- Si se trabaja de software tipo CAD, los polígonos deben estar cerrados (ej: la primera coordenada norte y este deben ser exactamente igual a la última coordenada norte y este).
- Si se trabaja en una herramienta para sistemas de información geográfica (SIG), los polígonos deben tener construida la topología de tipo polígono. En el caso que el software a utilizar permita la construcción de reglas topológicas más complejas, el equipo de trabajo deberá definir cuáles de ellas emplear. En la siguiente sección se hace un resumen de las reglas topológicas más conocidas.
- Una instancia de un objeto geográfico de tipo polígono no debe tener elementos duplicados.
- Los polígonos de la misma capa no deben solaparse y deben cubrir el área de interés completamente (ej: no tener grietas o huecos en el área que se está representando).
- Debe representarse mediante coordenadas asociadas a uno de los sistemas de referencia válido en Santiago de Cali.

Reglas Topológicas. Las reglas topológicas permiten describir las relaciones entre los objetos geográficos en un modelo vectorial. La naturaleza geométrica de la información vectorial y su organización como conjuntos de puntos, líneas y polígonos, puede someterse a algoritmos geométricos de análisis que permite extraer relaciones implícitas, a disposición en el aspecto de los diferentes fenómenos terrestres descritos con vectores en nuestros datos.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

La declaración de reglas topológicas busca tres objetivos fundamentales³:

- Implementar condiciones y restricciones desde el punto de vista espacial.
- Permite controlar la digitalización de las geometrías con base en una serie de condiciones impuestas de antemano. Así se asegura la calidad de los datos geométricos.
- Permite racionalizar el almacenamiento de las geometrías. Todas las geometrías que participan en la topología se descomponen en primitivas geométricas compartidas.

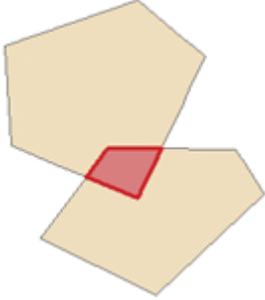
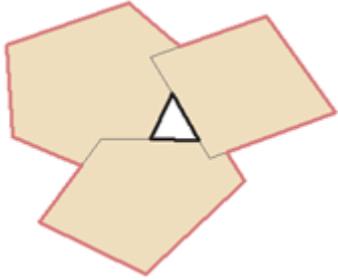
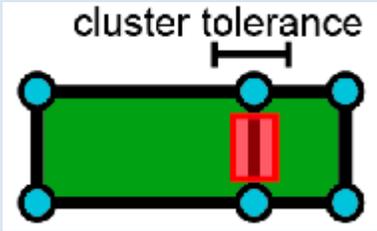
De acuerdo a lo anterior, en el marco de proyectos que ejecuten los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali, se deberá declarar las reglas topológicas necesarias para garantizar la integridad de la información geográfica. A continuación, se presenta una descripción de algunas reglas topológicas básicas, las cuales deberán ser definidas por cada grupo de trabajo, en función de las necesidades y del software utilizado en cada proyecto:

³ Topología: <https://mappinggis.com/2015/03/correccion-de-topologia-en-qgis/> [Visitado 16 de septiembre de 2019]

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

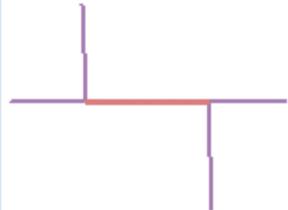
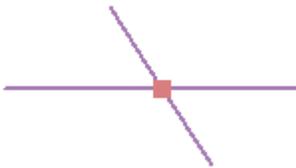
 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO</p> <p>INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Reglas topológicas para polígono:

Regla topológica	Descripción	Ejemplo gráfico
No debe superponerse (must no overlap)	Requiere que el interior de los polígonos no se superponga. Los polígonos pueden compartir ejes o vértices. Esta regla se utiliza cuando un área no puede pertenecer a dos o más polígonos. Resulta útil para modelar límites administrativos, como códigos postales o distritos electorales, y clasificaciones de área mutuamente exclusivas, como cobertura de suelo o tipo de forma de suelo.	
No debe haber huecos (Must not have gaps)	Esta regla precisa que no haya vacíos dentro de un polígono simple o entre polígonos adyacentes. Todos los polígonos deben formar una superficie continua. Siempre existirá un error en el perímetro de la superficie. Puede ignorar este error o marcarlo como una excepción. Utilice esta regla en datos que deben cubrir completamente un área. Por ejemplo, los polígonos de suelo no pueden incluir espacios ni formar vacíos, deben cubrir un área completa.	
Debe ser mayor que la tolerancia clúster	La tolerancia clúster, es la distancia mínima que existe entre los vértices que forman una entidad. Los vértices que caen dentro de la tolerancia clúster están definidos para ser coincidentes. Esta regla es obligatoria para una topología y se aplica a todas las clases de entidad poligonales. Es necesario que una entidad no se colapse durante el proceso de validación. Esta regla es obligatoria para una topología y se aplica a todas las clases de entidad de línea y poligonal. En los casos en los que se infringe esta regla, la geometría original permanece sin cambios.	

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

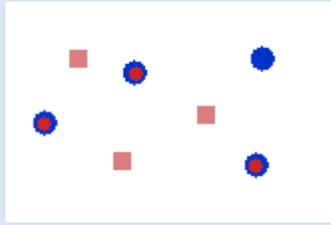
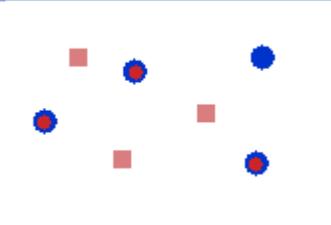
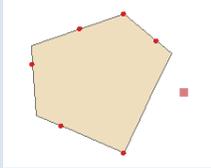
Reglas topológicas para línea:

Regla topológica	Descripción	Ejemplo gráfico
No debe superponerse (must no overlap)	Requiere que las líneas no se superpongan con las líneas en la misma clase (o subtipo) de entidad. Esta regla se utiliza en aquellos segmentos de línea que no se deberían duplicar, por ejemplo, en una clase de entidad de Río. Las líneas se pueden cruzar o intersecar pero no pueden compartir segmentos.	
No debe intersecarse (Must Not Intersect)	Requiere que las entidades de línea desde la misma clase (o subtipo) de entidad no se crucen ni se superpongan entre sí. Las líneas pueden compartir extremos. Esta regla se utiliza para líneas de contorno que nunca se deben cruzar entre sí o en los casos en los que la intersección de las líneas se debe producir únicamente en extremos, tales como segmentos e intersecciones de calles.	
No deben quedar nodos sin conectar (Must Not Have Dangles)	Requiere que una entidad de línea deba tocar las líneas desde la misma clase (o subtipo) de entidad en ambos extremos. Un extremo que no esté conectado con otra línea se llama nodo sin conectar (dangle). Esta regla se utiliza cuando las entidades de línea deben formar bucles cerrados, como cuando definen los límites de las entidades poligonales. También se podría utilizar en los casos en los que las líneas se conectan generalmente con otras líneas, como con calles. En este caso, las excepciones se pueden utilizar allí donde la regla se viola ocasionalmente, como con segmentos cul-de-sac o de calle sin salida.	

Fuente: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.6/manage-data/editing-topology/geodatabase-topology-rules-and-topology-error-fixes.htm>. [Visitado en septiembre, 2019].

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Reglas topológicas para punto:

Regla topológica	Descripción	Ejemplo gráfico
Debe coincidir con (Must Coincide With)	Requiere que los puntos en una clase (o subtipo) de entidad coincidan con los puntos de otra clase (o subtipo) de entidad. Esto es útil para los casos en los que los puntos deben estar cubiertos por otros puntos, igual que los transformadores deben coincidir con los polos de potencia en las redes de distribución eléctrica y los puntos de observación deben coincidir con las estaciones.	 <p>Allí donde un punto rojo no coincide con un punto azul hay un error.</p>
Debe estar separado (Must be disjoint)	Requiere que los puntos se encuentren separados espacialmente de otros puntos en la misma clase (o subtipo) de entidad. Los puntos que se superpongan son errores. Esto resulta útil para asegurarse de que los puntos no coincidan ni se dupliquen dentro de la misma clase de entidad, tal como en capas de ciudades, puntos de ID de lote de parcela, pozos o postes de luz.	 <p>La superposición de un punto rojo y uno azul es un error.</p>
Debe estar cubierto por el límite de (Must Be Covered By Boundary Of)	Requiere que los puntos se encuentren en los límites de las entidades de área. Esto resulta útil cuando las entidades de punto facilitan un sistema de límites, tal como marcadores de límites, los que deben encontrarse en los ejes de determinadas áreas, ejemplo: los vértices del perímetro urbano.	 <p>El cuadrado a la derecha indica un error porque es un punto que no se encuentra en el límite del polígono.</p>

Fuente: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.6/manage-data/editing-topology/geodatabase-topology-rules-and-topology-error-fixes.htm>. [Visitado en septiembre, 2019].

Las reglas topológicas presentadas anteriormente corresponden a una selección de las reglas más comunes disponibles en herramientas SIG como ArcGIS o QGIS. Sin embargo, para profundizar en la totalidad de reglas disponibles y cuales otras se deben implementar, los equipos de trabajo deberán consultar los siguientes enlaces:

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

ArcGIS:

- <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/editing-topology/geodatabase-topology-rules-and-topology-error-fixes.htm>
- http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/editing-topology/pdf/topology_rules_poster.pdf

QGIS:

- https://docs.qgis.org/2.18/es/docs/user_manual/plugins/plugins_topology_checker.html
- <https://mappinggis.com/2015/03/correccion-de-topologia-en-qgis/>

4.1.2. Modelo de datos ráster El modelo ráster consiste en una caracterización de las entidades o variables geográficas mediante el uso de una matriz o cuadrícula, dentro de la cual cada celda (generalmente cuadrada) representa el valor medio o más representativo del comportamiento de la variable en una porción regular del territorio.

En el modelo ráster el espacio no es continuo, sino que se divide en unidades discretas, haciéndolo especialmente indicado para representar variables a las cuales no se le puede definir un límite específico, como por ejemplo la temperatura o la precipitación, entre otras. El uso de este modelo facilita la creación de operaciones espaciales mediante el álgebra de mapas, tal como: las superposiciones, el cálculo de índices, etc.

La unidad de análisis en el modelo ráster se denomina *PÍXEL* o *CELDA* y del tamaño de esta se determinará la precisión de la información representada a la hora de gestionar los análisis. Cuanto mayor sea la resolución del ráster, más pequeño será el píxel y mayor la precisión representando la información (ver figura 3). Cada celda o píxel presenta un valor numérico que es representado a través de una tonalidad de color para expresar visualmente su información⁴.

⁴ <http://www.gisandbeers.com/propiedades-de-los-archivos-raster/> [Visitado 16 de septiembre de 2019].

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Figura 3. Representación de la resolución en un modelo raster.



Fuente: <http://www.gisandbeers.com/propiedades-de-los-archivos-raster/>
 [Visitado en septiembre de 2019].

El uso de este modelo de datos como parte de los proyectos que se ejecuten para los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali, deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La definición del modelo debe ajustarse a la escala de representación del menor elemento cartográfico que se desea representar. Es decir, se debe tener en cuenta: "El tamaño del píxel o celda debe ser la mitad de la longitud más pequeña que sea necesario representar" (Star & Estes, 1990).
- Para facilitar los análisis y la posterior consulta de la información, todos los conjuntos de datos que se generen o utilicen deben estar referenciados en la misma proyección cartográfica.
- La rejilla de todos los mapas debe ser igual, tanto en número de filas y columnas como en dimensiones de cada píxel o celda.
- Para la selección del formato ráster a utilizar se deberá definir con el equipo de trabajo con base en los tipos de formatos que se describen en la sección 4.3.3 "[ALMACENAMIENTO RÁSTER](#)", teniendo en cuenta que la selección del formato dependerá de la capacidad de almacenar datos, o lo que es lo mismo, la profundidad de bits por píxel en la representación de la información.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

- La profundidad de bits será definida por el equipo de trabajo de cada proyecto en función del tipo de ráster que se esté trabajando. Se deberá tener en cuenta que, a mayor profundidad de bits, mejor se podrá representar las tonalidades de color, así como también, el rango de datos de valores será mayor; esto es particularmente útil cuando para el tratamiento de archivos ráster que almacenan imágenes de sensores remotos.
- Todo conjunto de datos en formato ráster debe entregarse con su respectivo metadato conforme al perfil vigente de la IDESC. Para mayor información, ver la sección 4.8.6 [“METADATOS GEOGRÁFICOS”](#).
- Debe entregarse en formato digital, con una estructura de archivos que contenga: el archivo ráster, el archivo de proyección, el archivo de especificaciones del software usado para generarlo y para desplegarlo.
- Cada modelación ráster basada en álgebra de mapas, debe tener adjunto el modelo lógico en forma gráfica y las ecuaciones para obtener los mapas resultantes.
- Debe representarse mediante coordenadas asociadas a uno de los sistemas de referencia válido en Santiago de Cali, lo cuales se describirán en el siguiente capítulo.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.2. SISTEMA DE COORDENADAS Y PARÁMETROS DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA OFICIAL

El Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio de Santiago de Cali por medio del Decreto [411.0.20.0728](#) del 29 de septiembre de 2015, adoptó el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, y el cual es la materialización del sistema de referencia ITRS - International Terrestrial Reference System.

El Sistema de Referencia MAGNA SIRGAS fue adoptado a nivel nacional mediante la resolución 068 del 28 de enero de 2005, la cual oficializa al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS, como único dátum oficial de Colombia. Por lo tanto, a partir de esta resolución, la nueva información cartográfica sería asociada a este Sistema de Referencia. Todos los aspectos de su definición se encuentran consignados en el documento técnico “Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS”, disponible en la página web del IGAC y es posible acceder mediante el siguiente enlace: <https://cutt.ly/magna>.

La adopción de MAGNA – SIRGAS trae consigo la implementación de los sistemas de coordenadas asociados a él. En este orden de ideas, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

4.2.1. Sistemas de coordenadas cartesianas Para escalas 1:5000 y más detalladas (1:2000... 1:500) se debe utilizar un sistema de proyección cartesiana, el cual corresponde con una proyección conforme del elipsoide sobre un plano paralelo al plano tangente al elipsoide en el punto origen. La separación entre estos dos planos (el de proyección y el tangente) equivale a la altura media de la región a representar. La principal diferencia entre las proyecciones Gauss-Krüger y la Cartesiana es que el plano de proyección en el sistema Gauss-Krüger es tangente al elipsoide y por tanto, la distancia entre dos puntos calculada con las coordenadas de proyección es menor que la medida en terreno, mientras que con las coordenadas cartesianas esta es muy similar (IGAC, 2016).

Por lo descrito anteriormente, y para fines de manejo de información cartográfica con un alto nivel de detalle, se adopta de manera oficial para el Distrito de Santiago de Cali un sistema de coordenadas cartesianas con origen local, definido por el IGAC, y cuyos parámetros se describen a continuación en la Tabla 1.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Tabla 1. Parámetros del Sistema de Coordenadas Cartesianas MAGNA origen Cali.

Conjunto de Parámetros		
Sistema de Referencia	MAGNA SIRGAS	
Elipsoide	GRS80	
Proyección Cartográfica	Cartesiana	
Origen de la Zona	Cali	
Nombre IGAC	Valle del Cauca Cali 2009	
Nombre ESRI	MAGNA_Cali_Valle_del_Cauca_2009	
Nombre EPSG	MAGNA-SIRGAS / Cali urban grid - 6249	
Coordenadas Origen	Meridiano Central	76°31'14.025" Oeste
	Latitud de referencia	3°26'30.78" Norte
Plano de Proyección	1000 m	
Coordenadas Cartesianas	Falso Este	1'061.900,180 m
	Falso Norte	872.364,630 m
Factor Escala	1	
Nombre Unidad Lineal	Metro	
Metros por Unidad	1	

Fuente: Grupo IDESC – DAPM, 2015.

Este sistema de coordenadas se usará en los procesos en los que se levante, genere o actualice información geográfica en el distrito. Para ello se dispone la nueva Red de Control Geodésico, que se describe de manera general en la sección 4.2.4 "[RED DE CONTROL GEODÉSICO DE SANTIAGO DE CALI](#)" y se puede conocer en profundidad visitando el enlace: <http://idesc.cali.gov.co/rcg>. La Red tiene como fin suministrar el marco de referencia para las aplicaciones derivadas de procesos geodésicos y topográficos, tales como:

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Levantamientos geodésicos.
- Control topográfico de obras de ingeniería e infraestructura.
- Trabajos de foto-control.
- Generación y actualización de cartografía, mediante levantamientos tradicionales o con GNSS.
- Investigación y monitoreo de fenómenos geo-dinámicos y geofísicos.
- En general todas las demás que requieran un marco de referencia oficial.

Es importante mencionar que, de acuerdo con el IGAC, los sistemas de coordenadas cartesianas tienen un área de influencia de veinte kilómetros (20 km) en el plano horizontal y de doscientos cincuenta metros (250 m) en el plano vertical, por consiguiente, dado que la diferencia de altura entre las nuevas estaciones geodésicas localizadas en los corregimientos es mayor a doscientos cincuenta metros (250 m) con relación al origen Magna - Cali, es necesario definir orígenes cartesianos para cada corregimiento de la zona rural. La definición de estos orígenes se puede consultar en el documento de Lineamientos para el Uso de la Red de Control Geodésico de Cali, disponible en el siguiente enlace: http://idesc.cali.gov.co/rcg/lineamientos_rcg.pdf.

4.2.2. Sistema de coordenadas planas Para escalas pequeñas (1:10.000, 1:25.000... 1:3'000.000) se utiliza el sistema de proyección Gauss-Krüger, también conocido como Proyección Transversa de Mercator. Esta es una proyección conforme del elipsoide sobre un plano. La esfera terrestre es proyectada sobre un cilindro transversal tangente a un meridiano de proyección (o de tangencia), sobre el cual la deformación es nula. Las zonas de proyección se definen cada 3° de longitud. En Colombia, el meridiano principal de proyección es el Observatorio Astronómico de Bogotá, donde se definió el origen N=1'000.000 m y E= 1'000.000 m; sus coordenadas geodésicas son: Latitud: 4°35'46,3215" N, Longitud: 74°04'39,0285" W, (IGAC, 2016).

Se debe usar este sistema de coordenadas en el caso que se requiera representar áreas a nivel regional o ante un requerimiento de alguna entidad de orden nacional. Vale la pena recalcar que no es técnicamente adecuado representar levantamientos topográficos de áreas pequeñas con este sistema de coordenadas.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.2.3. Transformación de coordenadas del antiguo sistema de referencia Dado que algunos Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali aún cuentan con conjuntos de datos que se encuentran asociados al antiguo Sistema de Referencia de Cali, cuyo sistema de coordenadas es conocido como “coordenadas CMT” o “Coordenadas Cali origen San Antonio”, es necesario presentar los procedimientos que se requieren para realizar la transformación de coordenadas al Sistema de Referencia MAGNA – SIRGAS.

El sistema de coordenadas Origen San Antonio es un sistema de coordenadas cartesianas basado en el antiguo Sistema de Referencia de Colombia denominado “Dátum Bogotá” o ARENA (Antigua Red Geodésica Nacional). Este utiliza una proyección cartesiana y está definido por los parámetros que se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Sistema de Referencia Origen San Antonio

Conjunto de Parámetros		
Sistema de Referencia	DÁTUM BOGOTÁ	
Elipsoide	Internacional 1924	
Proyección Cartográfica	Cartesiana	
Origen de la Zona	Cali - San Antonio	
Nombre DAPM	CMT o Cali - San Antonio	
Coordenadas Origen	Meridiano Central	76°32'49,388" Oeste
	Latitud de referencia	3°26'58,5312" Norte
Plano de Proyección	1000 m	
Coordenadas Cartesianas	Falso Este	110.000 m
	Falso Norte	110.000 m
Factor Escala	1	
Nombre Unidad Lineal	Metro	
Metros por Unidad	1	

Fuente: Grupo IDESC – DAPM, 2015.

El IGAC en el proceso de adopción del sistema de referencia MAGNA SIRGAS, definió los métodos y los parámetros requeridos para la realización de la transformación geométrica entre sistemas de coordenadas asociados al Dátum Bogotá y el Dátum MAGNA - SIRGAS. El documento oficial denominado “*Parámetros oficiales de transformación para migrar a MAGNA - SIRGAS la información existente en Dátum Bogotá*”, puede ser consultado en este enlace: <https://cutt.ly/parametros>.

De acuerdo con la documentación anterior, el equipo técnico de la IDESC implementó

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

el proceso de transformación de coordenadas, en dos herramientas de software de amplia utilización, y se detallan a continuación para que sean empleados según la preferencia.

4.2.4 Transformación de coordenadas con el software ArcGIS 10.1 y superiores

Los usuarios que cuentan con acceso al software de escritorio ArcGIS 10.1 y versiones superiores, pueden seguir cada uno de los pasos que se encuentran en la página del siguiente enlace: <https://cutt.ly/proyecciones>.

En esta herramienta se utilizó el método Molodsky – Badekas para la región 6 de Colombia, conforme con lo recomendado por el IGAC. Los parámetros del método se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros del método Molodsky Badekas para Transformación Dátum Bogotá a Dátum MAGNA.

Parámetro	Región VI	
	$\varphi = 3,0 \dots 5,0 \text{ N}$	Valor en arco segundos*
ΔX [m]	302,934	
ΔY [m]	307,805	
ΔZ [m]	-312,121	
Λ	3,746562E-06	
Rx [rad]	3,329153E-05	6,86687098511952
Ry [rad]	-4,001009E-05	-8,25267346177903
Rz [rad]	-4,507205E-05	-9,29677766040960
Xo [m]	1558280,49	
Yo [m]	-6167355,09	
Zo [m]	491954,2193	

Fuente: IGAC, 2004.

* **Nota:** Los parámetros de rotación Rx, Ry, y Rz, se encuentran en unidades de radianes, sin embargo, el software ArcGIS requiere unidades angulares, específicamente el arco-segundo, en consecuencia, es necesario expresarlos en dichas unidades.

4.2.5 Transformación de coordenadas con el software AutoCAD Map 2013

Los usuarios que cuentan con acceso al software de escritorio AutoCAD Map 2013, pueden seguir cada uno de los pasos que se encuentran en la página del siguiente enlace: <https://cutt.ly/acad>.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

En esta herramienta no se encuentra disponible el método Molodsky-Badekas, por lo tanto, se utilizó el método Coordinate Frame para la región 6 de Colombia, el cual es otra alternativa sugerida por el IGAC y cuyos parámetros se definen en la tabla 4.

Tabla 4. Parámetros del método Coordinate Frame para Transformación Dátum Bogotá a Dátum MAGNA.

Parámetro	Región VI	
	$\varphi = 3,0 \dots 5,0 \text{ N}$	$\lambda = 78,0 \dots 74,4 \text{ W}$
ΔX [m]	-0,562	
ΔY [m]	244,299	
ΔZ [m]	-456,938	
λ	3,746560E-06	
Rx [rad]	3,329153E-05	6,866870985
Ry [rad]	-4,001009E-05	-8,252673462
Rz [rad]	-4,507206E-05	-9,296779723

Fuente: IGAC, 2004.

* **Nota:** Los parámetros de rotación Rx, Ry, y Rz, se encuentran en unidades de radianes, el software AutoCAD Map 2013 al igual que ArcGIS requiere unidades angulares, específicamente el arco-segundo, por lo tanto, es necesario expresarlos en dichas unidades.

De acuerdo con el IGAC, la diferencia entre las coordenadas geocéntricas transformadas por el método de Coordinate Frame (Helmert) o el de Molodensky-Badekas es del orden de milímetros. Por consiguiente, los datos transformados con cualquiera de los métodos, pueden ser integrados por los usuarios de acuerdo a sus necesidades; no obstante, se recomienda a los usuarios, que evalúen el verdadero impacto de la diferencia en distancia, derivada de la transformación sobre el conjunto de datos al que le realicen este procedimiento.

4.2.6 Transformación de coordenadas con Magna-Sirgas Pro 4.2 El Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC desarrolló la aplicación Magna Sirgas Pro, la cual se encuentra en su versión 4.2. Esta aplicación permite realizar varias operaciones geodésicas dentro de las que se destaca, la conversión y transformación de coordenadas entre el antiguo Dátum Bogotá y el actual Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (MAGNA-SIRGAS). El aplicativo permite hacer la conversión y transformación ingresando las coordenadas como punto individual o través de un

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

archivo en forma de lista, estructurada en formato csv, xls o xlsx (figura 4).

Para realizar transformaciones punto a punto o archivos de puntos entre coordenadas cartesianas en origen San Antonio y MAGNA origen Cali mediante MAGNA PRO 4.2, primero se deberá crear el origen San Antonio en la aplicación, para ello será necesario ingresar los parámetros descritos en la tabla 2 en el módulo de creación de orígenes cartesianos, de dicha herramienta, ver figura 5.

Para el correcto uso de esta herramienta es necesario consultar previamente el manual de usuario. En el siguiente enlace se puede descargar el aplicativo con su correspondiente manual: <https://cutt.ly/magnapro>. Adicionalmente, para facilitar el entendimiento del uso de la herramienta, en el portal de la IDESC se encuentran varios videos tutoriales con algunos ejercicios básicos, disponibles en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/uso-mg-pro>.

En el momento, el aplicativo no permite trabajar con archivos en formato vectorial o ráster, por lo cual, para la conversión o transformación de conjuntos de datos en estos formatos se deberá considerar el uso de los otros programas descritos anteriormente.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Figura 4. Conversión o transformación de coordenadas en Magna Sirgas Pro 4.2.



The image displays the Magna Sirgas Pro 4.2 application interface, which is used for coordinate conversion. It features a main menu with options like 'Conversión y Transformación', 'Ondulación Geoidal', 'Nivelación GPS', 'Cálculos Elipsoidales', 'Cálculo Velocidades', and 'Cambio de Época'. The main window is divided into several sections:

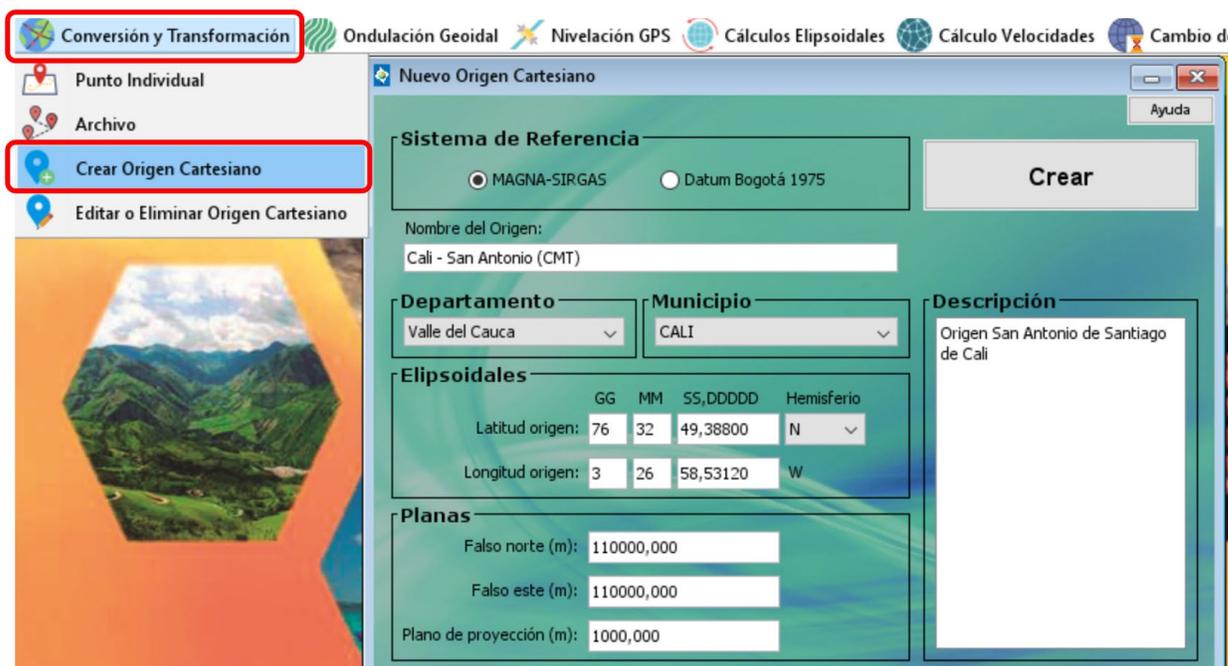
- Sistema de Referencia Partida:** Includes 'MAGNA-SIRGAS' and 'Datum Bogotá 1975'.
- Nombre Punto Calculado:** Fields for 'Nombre Punto' and 'Número Punto'.
- Tipo de Coordenada Partida:** Radio buttons for 'Elipsoidal', 'Geocéntrica', and 'Plana Cartesiana'.
- Coordenada Destino:** Fields for 'Tipo Coordenada', 'Plana Cartesiana', 'Epsoidal', 'Geocéntrica', and 'UTM'.
- Origen Cartesiano Partida:** Fields for 'Departamento', 'Municipio', and 'Origen Cartesiano Disponible'.
- Origen Cartesiano Destino:** Fields for 'Departamento', 'Municipio', and 'Origen Cartesiano Disponible'.
- Planchas IGAC:** A list of map sheets with their respective scales.

Two green arrows point from the application logo to the screenshots, labeled 'A partir de un punto individual' and 'A partir de un archivo de puntos', indicating the two main modes of operation.

Fuente: Tomada de la aplicación Magna Sirgas Pro 4.2.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Figura 5. Creación de origen cartesiano en Magna Sirgas Pro 4.2.



Fuente: Tomada de la aplicación Magna Sirgas Pro 4.2.

4.2.7 Red de control geodésico de santiago de cali El Departamento Administrativo de Planeación Municipal a través de un contrato inter-administrativo con el IGAC, realizó el diseño, materialización y posicionamiento de la Red de Control Geodésico para el distrito.

La Red de Control Geodésico fue concebida con el fin de disponer de un marco de referencia moderno, confiable, fácilmente administrable y de libre acceso a todos los usuarios de la geoinformación. Siguiendo este lineamiento, la red está pensada para ser usada principalmente mediante el uso de tecnología GNSS, sin embargo, brinda la posibilidad de que usuarios de equipos topográficos ópticos también puedan hacer uso de la misma, en los casos que lo consideren necesario.

La red de control geodésico tiene una cobertura total del Distrito tanto en la zona urbana (nueve estaciones de primer orden y una de tercer orden), rural (veinti y cuatro (24) estaciones y cinco señales de azimut) y área de expansión (ocho estaciones), además de una red de nivelación conformada por cuarenta y seis (46)

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

estaciones, distribuidos en la zona urbana; las cuales fueron materializadas buscando garantizar su perdurabilidad, estabilidad y el acceso a los sitios donde se encuentran. No obstante, a septiembre de 2019 algunos elementos de la red han sido destruidos por el desarrollo de obras de infraestructura o afectaciones de la comunidad.

4.2.7.1 Elementos que Conforman la Red de Control Geodésico En esta sección se enumeran los elementos que conforman la red. Para conocer las características de cada elemento, así como su localización, e información de coordenadas, se puede consular el siguiente enlace: <http://idesc.cali.gov.co/rcq>. En la figura 6 se puede observar la localización de las estaciones.

- **Estaciones de primer orden.**

- Materializadas: (9) Nueve.
- Disponibles: (9) Nueve, pero alrededor de la estación 76001119 han crecido árboles que están obstaculizando la recepción de señal GNSS y la visual a las señales de azimut.
- Precisión Absoluta: $\pm 0,011$ m y $\pm 0,02$ m
- Tiene visibilidad hacia dos señales de azimut para la determinación de poligonales convencionales.
- Altura nivelada geoméricamente.
- Precisión nivelación: $\pm 0,001$ m.

- **Estaciones de tercer orden en la zona de expansión.**

- Materializadas: (8) Ocho.
- Disponibles: (7) siete, la estación 76001078 ha sido destruida.
- Precisión Absoluta: $\pm 0,041$ m y $\pm 0,06$ m
- Parejas de puntos inter-visibles, algunos de ellos tienen visual a las señales de azimut.
- Altura nivelada geoméricamente.
- Precisión nivelación: $\pm 0,001$ m.

- **Estaciones de tercer orden en corregimientos.**

- Materializadas: (24) Veinticuatro.
- Disponibles: (22) Veintidós, las estaciones 76001081 y 76001090 han sido destruidas.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Precisión Absoluta: $\pm 0,041$ m y $\pm 0,06$ m
- Parejas de puntos inter-visibles, algunos de ellos tienen visual a las señales de azimut.
- Altura definida mediante modelo geoidal Geocol 2004.

- **Señales de Azimut.**

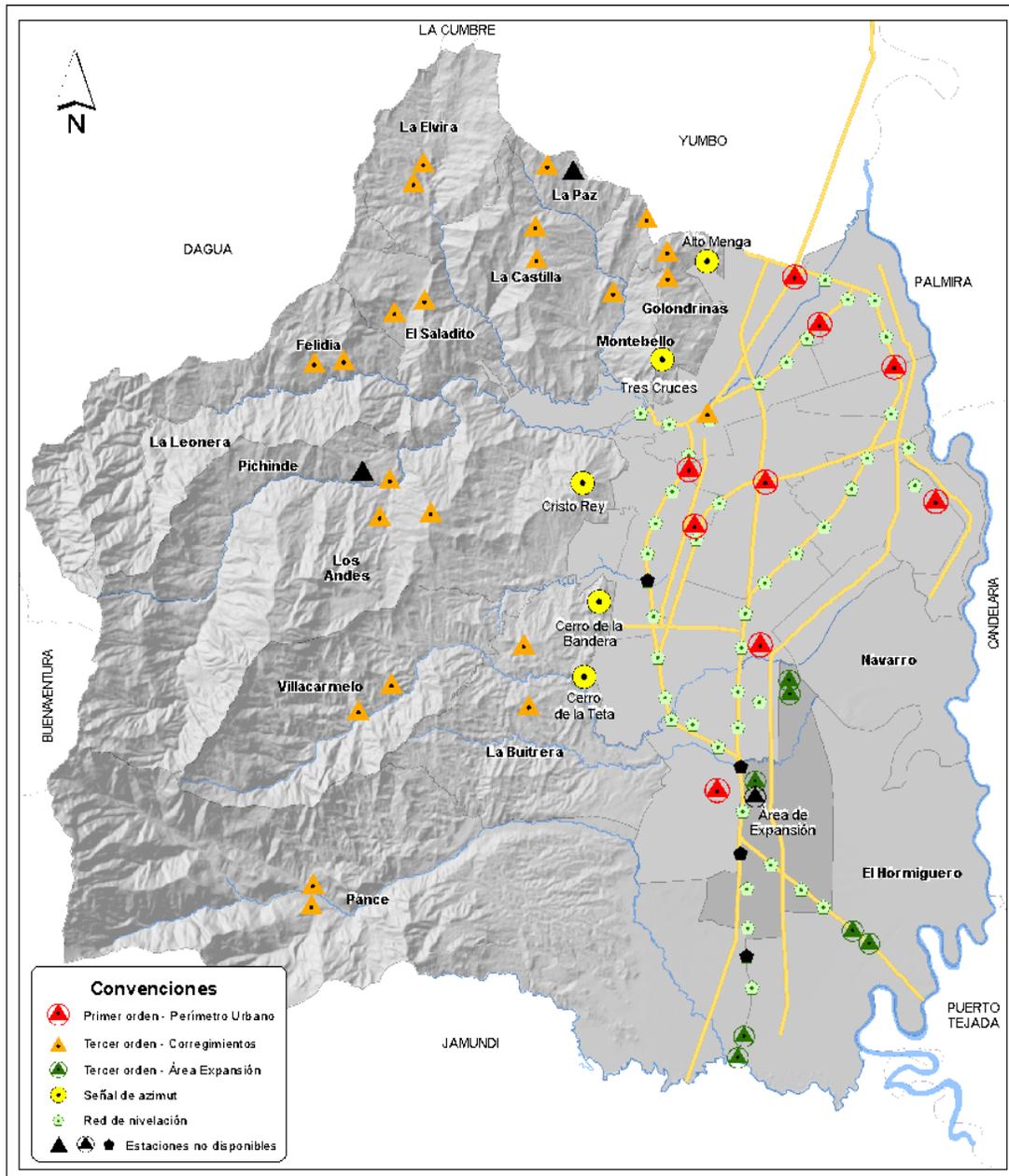
- Materializadas: (5) Cinco.
- Disponibles: (5) Cinco.
- Precisión Absoluta: $\pm 0,041$ m y $\pm 0,06$ m
- Obeliscos de cuatro metros (4 m) de altura para usarse como referencia visual.
- Altura definida mediante modelo geoidal Geocol 2004.

- **Estaciones de nivelación.**

- Materializadas: (46) Cuarenta y Seis.
- Disponibles: (42) Cuarenta y dos, las estaciones 76001131, 76001146 y 50-CU-1 han sido destruidas, pero serán reemplazadas.
- Altura nivelada geoméricamente.
- Precisión nivelación: $\pm 0,001$ m.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020
INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA				

Figura 6. Mapa de distribución general de la Red de Control Geodésico.



Fuente: Grupo IDESC – DAPM, 2019.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.3. SOFTWARE Y FORMATOS DIGITALES DE ENTREGA

La gran variedad de formatos y base de datos existentes para la gestión de los datos geográficos deja sobre la mesa la decisión de elegir el que más se ajuste a las necesidades, por tanto, es pertinente conocerlos para optimizar su uso en tiempos de ejecución, espacio de almacenamiento, entre otros.

De acuerdo a lo descrito en la sección 4.1 “[MODELO DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN DE FENÓMENOS GEOGRÁFICOS](#)”, a continuación se describen algunos de los formatos y base de datos más usuales para cada uno de estos modelos:

4.3.1. Almacenamiento vectorial

- **Shapefile⁵ (shp):** es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. Fue desarrollado por la compañía ESRI y se ha convertido en un formato estándar de facto para el intercambio de información geográfica entre Sistemas de Información Geográfica. Es un formato conformado por mínimo tres archivos, los cuales tienen las extensiones siguientes⁶:
 - .shp: almacena las entidades geométricas de los objetos.
 - .shx: almacena el índice de las entidades geométricas.
 - .dbf: almacena la información de los atributos de los objetos, en formato dBase.

Entre la geometría y los atributos existe una relación de uno a uno, basada en el número de registros. Los registros de atributo del archivo dBase deben estar en el mismo orden que los registros del archivo principal.

Además de estos tres archivos, opcionalmente se pueden utilizar otros para mejorar el funcionamiento:

- .prj: almacena la información referida al sistema de coordenadas en formato WKT.

⁵ Shapefile: <https://es.wikipedia.org/wiki/Shapefile>.

⁶ Extensiones en un shapefile: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/shapefile-file-extensions.htm>.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO</p> <p>INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

- .xml: almacena los metadatos del shapefile.
- .cpg: almacena el código para identificar el conjunto de caracteres que se va a utilizar.
- .sbn: almacena el índice espacial para optimizar consultas.
- .sbx: optimiza los tiempos de carga.

Cada archivo debe tener el mismo nombre, por ejemplo vias.shp, vias.shx y vias.dbf.

- **CSV⁷**: acrónimo inglés de Comma-Separated Values (Valores separados por coma), es un formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla, en el que las columnas se separan por comas (o punto y coma en donde la coma es el separador decimal) y las filas por saltos de línea. Sirve para almacenar información alfanumérica con la posibilidad de almacenar las coordenadas y posteriormente crear una capa.

Cada vez más los servicios de mapas en la nube admiten archivos CSV para crear información espacial y representar su geometría, gracias a que estos ocupan poco espacio y son fácil de compartir.

CSV tiene una especificación con una extensión opcional de geometría denominada GeoCSV⁸, la cual tiene dos variantes: la opción Punto X/Y o la opción WKT, siendo esta última la preferida, ya que almacena su construcción en una única columna de tipo "string", por ejemplo "POINT (-76.526253 3.437631)", lo que significa -76.526253 oeste y 3.437631 norte (longitud/latitud). Esta opción soporta los tipos de geometría Point, LineString, Polygon, MultiPoint, MultiLineString, MultiPolygon e incluso GeometryCollection y ARCs. La opción Punto X/Y solo puede almacenar puntos.

El sistema de coordenadas por defecto es WGS84 (EPSG:4326) y la codificación de caracteres es UTF8. Al igual que el shapefile puede tener archivos auxiliares, como CSVT, PRJ, CSVZ, lo que puede ser una desventaja, además de solo almacenar una capa por archivo y no ser apto para grandes conjuntos de datos.

Es posible abrir un GeoCSV con OGR ó aplicaciones como LibreOffice, Excel o

⁷ Formatos GIS: <http://autodidactaengeomatica.blogspot.com/2016/02/los-formatos-gis-raster-y-vectoriales.html>. [Visitado en septiembre de 2019].

⁸ GeoCSV: <https://giswiki.hsr.ch/GeoCSV>. [Visitado en septiembre de 2019].

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

Python. En QGIS también es posible cargar, editar o guardar un GeoCSV, para ello debe utilizar el plugin Editable GeoCSV.

- **DWG⁹**: es el formato de archivo nativo del software AutoCAD® de Autodesk. Los archivos contienen toda la información que el usuario introduce en un dibujo CAD, la cual puede incluir:
 - Diseños
 - Datos geométricos
 - Mapas y fotos

Es uno de los formatos de datos de diseño más usados y se puede encontrar en casi cualquier entorno de diseño. Para facilitar la lectura de este tipo de archivos por parte de otros programas se utiliza el archivo de intercambio DXF (Drawing eXchange File).

La versión Map de AutoCAD¹⁰ está diseñada para gestionar datos CAD y SIG, permitiendo una interrelación entre ambos. De esta forma se pueden empezar proyectos en CAD (DXF, DWG, DGN...) y luego finalizarlos en otras plataformas GIS (SHP, Geodatabases, TAB, GRASS, entre otros) o viceversa.

Es importante tener en cuenta que, si se crea un proyecto con propiedades específicas como en una versión de AutoCAD Civil, y posteriormente el archivo se abre en AutoCAD Map, es posible que se pierdan algunas características del mismo.

- **GML¹¹**: acrónimo inglés de Geography Markup Language (Lenguaje de Mercado Geográfico), es un estándar XML de la OGC para el modelaje, transporte y almacenamiento de información geográfica, así como para el intercambio abierto de transacciones geográficas en Internet.

Hay que considerar que el concepto de feature en GML es muy general, y no solo incluye objetos discretos o vectores convencionales, sino también coberturas y algunos elementos de datos de sensores. La capacidad de integrar todas las formas de información geográfica es la clave del formato GML.

⁹ DWG: <https://latinoamerica.autodesk.com/products/dwg>. [Visitados en septiembre de 2019].

¹⁰ AutoCAD Map: <https://geoinnova.org/blog-territorio/autocadgis-autocad-map-3d/>. [Visitado en septiembre de 2019].

¹¹ GML: https://live.osgeo.org/archive/10.5/es/standards/gml_overview.html. [Visitado en septiembre de 2019].

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

Contiene un rico conjunto de primitivas que se utilizan para construir esquemas específicos de aplicación o lenguajes de aplicación, las cuales incluyen:

- Feature
 - Geometría
 - Sistema de referencia de coordenadas
 - Topología
 - Tiempo
 - Feature dinámico
 - Cobertura (incluidas imágenes geográficas)
 - Unidades de medida
 - Direcciones
 - Observaciones
 - Reglas de estilo para presentación de mapas
- **GPX¹²**: acrónimo inglés de GPS eXchange Format (Formato de Intercambio GPS), es un esquema XML pensado para transferir datos GPS entre aplicaciones de teléfonos inteligentes y computadoras. Se puede usar para describir puntos (waypoints), recorridos (tracks), y rutas (routes).

A diferencia de otros archivos de datos, que solo pueden ser entendidos por los programas que los crearon, los archivos GPX en realidad contienen una descripción de lo que hay dentro de ellos, lo que permite a cualquiera crear un programa que pueda leer los datos dentro.

Algunos de los beneficios que ofrece GPX son¹³:

- Permite intercambiar datos con una lista creciente de programas para Windows, MacOS, Linux, Palm y PocketPC.
- Puede transformarse a otros formatos de archivo usando una página web simple o un programa convertidor.
- Se basa en el estándar XML, por lo que muchos de los nuevos programas pueden leer archivos GPX.
- Facilita a cualquier persona en la web desarrollar nuevas herramientas que trabajen con sus programas favoritos.

¹² GPX: <https://es.wikipedia.org/wiki/GPX>. [Visitado en septiembre de 2019].

¹³ Ventajas del formato GPX: https://www.topografix.com/gpx_for_users.asp. [Visitado en septiembre de 2019].

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Este formato no es recomendado para el almacenamiento de datos GNSS de alta precisión, puesto que los dispositivos móviles no son los adecuados para realizar la captura de este tipo de datos.

- **GeoPackage (gpkg)**¹⁴: es un formato abierto, basado en estándares, independiente de la plataforma o aplicaciones, portátil, autodescriptivo y compacto para transferir información geoespacial vectorial y ráster.

Se ha construido sobre la base de SQLite, por lo que se necesitará saber SQL para utilizar GeoPackage en cualquier sistema operativo de escritorio o móvil, es una alternativa moderna a formatos como GeoTIFF y especialmente Shapefile.

GeoPackage permite almacenar diferente tipo de información dentro de una base de datos SQLite:

- Características vectoriales
- Conjuntos matriciales de mosaicos de imágenes y mapas raster en varias escalas
- Atributos (datos no espaciales)
- Extensiones

El estándar GeoPackage determina las definiciones de tabla, de integridad, limitaciones de formato y restricciones de contenido.

Dado que un GeoPackage es un contenedor de base de datos, admite el uso directo, es decir, se puede acceder y actualizar los datos de forma nativa y es interoperable en todos los entornos informáticos, siempre y cuando cumpla con los requisitos del estándar y no sea alterado.

Posee numerosos beneficios frente al formato shapefile, por ejemplo, su capacidad de almacenamiento que puede llegar a los ciento cuarenta tera bytes (140 TB) frente a los dos giga bytes (2 GB) del shapefile¹⁵.

¹⁴ Geopackage: <https://www.geopackage.org/>. [Visitada en septiembre de 2019].

¹⁵ Ventajas Geopackage: <https://www.cursosgis.com/que-es-geopackage-y-como-trabajar-con-dicho-formato-de-datos-en-geoserver-y-qgis/>

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

Los GeoPackages son particularmente útiles en dispositivos móviles y en entornos de comunicación en los que hay conectividad y ancho de banda limitados.

- **GeoJSON¹⁶**: es un formato estándar abierto basado en JavaScript Object Notation (JSON), diseñado para representar elementos geográficos sencillos, junto con sus atributos no espaciales. Es ampliamente utilizado en aplicaciones web geográficas al permitir el intercambio de datos de manera rápida, ligera y sencilla.

Su gramática está basada en el estándar WKT del Open Geospatial Consortium, soportando los tipos de geometrías punto, línea y polígono y colecciones de estas.

GeoJSON almacena objetos dentro de llaves {} y, en general, tienen menos sobrecarga de marcado (en comparación con GML), ya que tiene una sintaxis sencilla que se puede modificar en cualquier editor de texto.

Una evolución de este formato es TopoJSON, una extensión de GeoJSON que codifica la topología geoespacial y que proporciona archivos de menor tamaño.

GeoJSON se mantiene con numerosos mapas y paquetes de software SIG, incluyendo OpenLayers, Leaflet, MapServer, Geoforge software, GeoServer, GeoDjango, GDAL, Safe Software FME y CartoDB. También es posible utilizar GeoJSON con PostGIS y Mapnik, ambos manejados a través de la librería de conversión GDAL OGR. Mapas de Bing, Yahoo! y Google también utilizan GeoJSON en sus servicios API.

- **GeoRSS¹⁷**: es un conjunto de estándares para representar información geográfica mediante el uso de capas y está construido dentro de la familia de estándares RSS. Proporciona la ubicación de codificación de manera interoperable para que las aplicaciones puedan solicitar, agregar, compartir y mapear feeds de etiquetas geográficas.

Por ejemplo, un departamento de transporte podría crear y mantener un

¹⁶ GeoJSON: <https://es.wikipedia.org/wiki/GeoJSON>
[Visitados en septiembre de 2019].

¹⁷ GeoRSS: <https://es.wikipedia.org/wiki/GeoRSS> [Visitado en septiembre de 2019].

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

GeoRSS de accidentes vehiculares que se presentan actualmente en la ciudad, y al agregar la fuente como una capa al mapa, estos se mostrarán como símbolos de puntos con ventanas emergentes, por lo tanto, cada vez que se abra o actualice el mapa, se visualizará la información más reciente.

Actualmente hay dos codificaciones de GeoRSS:

- Simple: se entiende como un formato muy liviano que los desarrolladores y usuarios pueden agregar rápida y fácilmente a sus feeds existentes con poco esfuerzo. Admite geometrías básicas (punto, línea, cuadro, polígono) y cubre los casos de uso típicos al codificar ubicaciones.
- GML: es un perfil de aplicación GML formal y admite una mayor variedad de características, en particular sistemas de referencia de coordenadas distintos de latitud / longitud WGS 1984.

Un GeoRSS puede contener tres capas: una para los puntos, otra para las líneas y otra para los polígonos, sin embargo, en el mapa se mostrarán como una¹⁸.

- **KML**¹⁹: acrónimo inglés de Keyhole Markup Language (Lenguaje de Mercado de Keyhole), aunque fue desarrollado para Google Earth, desde el 2008 es estándar de la OGC.

Es un lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones (marcas de lugares, imágenes, polígonos, modelos 3D, descripciones textuales, etc.), cuya gramática contiene muchas similitudes con GML.

Un KML contiene título, descripción básica del lugar, coordenadas (longitud, latitud y opcionalmente altitud) y suelen distribuirse comprimidos como archivos KMZ.

Ya que es de fácil manejo y se puede visualizar en muchas aplicaciones gratuitas, habitualmente es usado por personas no expertas en sistemas de información geográfica.

¹⁸ Características de GeoRSS: <https://enterprise.arcgis.com/es/portal/latest/use/georss.htm>. [Visitado en septiembre de 2019].

¹⁹ KML: <https://es.wikipedia.org/wiki/KML>. [Visitado en septiembre de 2019]

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- **OSM²⁰**: acrónimo inglés de OpenStreetMap (Mapa Callejero), es un proyecto colaborativo para crear mapas editables y libres. Los datos generados por el proyecto se consideran su salida principal.

Los mapas se crean utilizando información geográfica capturada con dispositivos GPS móviles, ortofotografías y otras fuentes libres. Esta cartografía, tanto las imágenes creadas como los datos vectoriales, se distribuye bajo Licencia Abierta de Bases de Datos.

Los usuarios registrados pueden subir sus trazas (recorridos) desde el GPS para crear y corregir datos vectoriales mediante herramientas de edición creadas por la comunidad OpenStreetMap.

OpenStreetMap utiliza una estructura de datos topológica y sus datos se almacenan en el datum WGS84 lat/lon (EPSG:4326) de proyección de Mercator. Los elementos básicos de la cartografía de OSM son:

- Nodes (nodos): son puntos que recogen una posición geográfica dada.
- Ways (vías): son una lista ordenada de nodos que representa una polilínea o un polígono (cuando una polilínea empieza y finaliza en el mismo punto).
- Relations (relaciones): son grupos de nodos, vías u otras relaciones a las que se pueden asignar determinadas propiedades comunes. Por ejemplo, todas aquellas vías que forman parte del Camino de Santiago.
- Tags (etiquetas): se pueden asignar a nodos, caminos o relaciones y constan de una clave (key) y de un valor (value). Por ejemplo: highway=trunk, lo que define una vía como carretera troncal.

OpenStreetMap utiliza XML como formato de almacenamiento y sus datos son abiertos, es decir, se pueden usar libremente para cualquier propósito, siempre y cuando se dé el respectivo crédito.

- **TIN²¹**: acrónimo inglés de Triangulated Irregular Network (red irregular triangular), son una forma de datos geográficos digitales basados en vectores y se construyen mediante la triangulación de un conjunto de vértices (puntos con

²⁰ OSM: <https://es.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap> [Visitado en septiembre de 2019].

²¹ TIN: - <https://acolita.com/que-es-un-tin-red-irregular-triangular/>
 - <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/tin/fundamentals-of-tin-surfaces.htm>
 [Visitados en octubre de 2019]

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

coordenadas X, Y y Z), los cuales están conectados con una serie de aristas para formar una red de triángulos. Existen diversos métodos de interpolación para formar estos triángulos, como la triangulación de Delaunay o el orden de distancias.

Las aristas de la red forman facetas triangulares contiguas y no superpuestas que se pueden utilizar para capturar la posición de entidades lineales que juegan un papel importante en una superficie, como cadenas montañosas o arroyos.

Puesto que los nodos se pueden colocar irregularmente sobre una superficie, las TIN pueden tener una resolución más alta en las áreas donde la superficie es muy variable o cuando se desea obtener un mayor nivel de detalle y una resolución más baja en zonas menos variables.

Las TIN se suelen utilizar para el modelado de alta precisión de áreas más pequeñas, como en aplicaciones de ingeniería porque permiten realizar cálculos de área planimétrica, área de superficie y volumen.

Los modelos TIN son mucho menos generalizados que los modelos de superficie raster y tienden a ser más caros de construir y procesar. El coste de obtener buenos datos de origen puede ser elevado y el procesamiento tiende a ser más complejo que el procesamiento de datos raster debido a su estructura. El tamaño máximo permitido varía en relación con los recursos de memoria y se requiere que sus unidades estén en pies o metros y no en grados decimales.

Tienen algunas ventajas sobre las representaciones de superficies basadas en ráster, ya que son mucho más eficientes en el almacenamiento de datos porque la resolución de la representación puede adaptarse a la escala de variabilidad presente en la superficie mediante la inclusión de más o menos puntos.

- **LAS²²:** La mayor parte de sistemas y aplicaciones LiDAR trabajan con el formato LAS, cuya especificación ha sido desarrollada por la American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ASPRS), y se ha convertido en un estándar de facto.

LAS es un formato de archivo binario de uso público que permite el intercambio de ficheros que contienen información de una nube de puntos tridimensional

²² LAS: <http://lidar.com.es/2010/11/18/formato-las-el-estandar-de-datos-lidar/> [visitado en octubre de 2019]

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

procedente del sistema LiDAR, conservandola según la naturaleza de los datos y del sistema de captura.

Es una alternativa a los archivos ASCII, que pierde gran parte de la información propia de los datos LIDAR y que genera archivos de tamaño excesivo y difícil manejo.

Cuando se comprime un archivo LAS, el formato resultado es LAZ, el cual puede ahorrar mucho espacio de almacenamiento utilizando y no tiene pérdida de información.

Los conjuntos de datos LAS se denominan LASD, y su propósito es examinar las propiedades de la nube de puntos 3D de los archivos LAS, a través de los cuales se puede visualizar superficies trianguladas y realizar análisis estadísticos.

El formato LAS contiene datos binarios consistente en tres grupos:

- Bloque de cabecera pública: incluye la información básica del archivo y datos genéricos como el número de puntos y las coordenadas de la extensión espacial que cubre la nube de puntos.
- Registros de longitud variable: contiene diferentes tipos de datos incluyendo la proyección y los metadatos.
- Registros de la nube de puntos.

4.3.2. Base de datos espaciales

- **File Geodatabase (gdb)**²³: formato propietario del software ArcGIS de Esri. Una File Geodatabase (base de datos de archivos) es una colección de archivos en un directorio en disco, que puede almacenar, consultar y administrar datos espaciales y no espaciales.

Se compone de siete tablas del sistema más los datos del usuario, que puede almacenar los siguientes tipos de datasets:

²³ Geodatabase:

- <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/administer-file-gdbs/file-geodatabases.htm>
 - <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm>

[Visitado en octubre de 2019]-

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

- Clase de entidad
- Dataset de entidad
- Dataset de mosaico
- Dataset ráster
- Dataset esquemático (requiere Extensión ArcGIS Schematics)
- Tabla (no espacial)
- Cajas de herramientas

Los datasets de entidades pueden contener clases de entidad, así como los siguientes tipos de datasets:

- Adjuntos
- Anotación vinculada a entidad
- Redes geométricas
- Datasets de red
- Estructuras de parcelas
- Clases de relación
- Terrenos
- Topologías

El tamaño máximo predeterminado de datasets es de 1 TB y se puede aumentar hasta doscientos cincuenta y seis terabytes (256 TB) para grandes datasets (normalmente ráster).

También pueden contener subtipos y dominios y participar en replicación checkout/check-in y réplicas unidireccionales.

Varios usuarios pueden acceder simultáneamente, sin embargo, si están realizando modificaciones, deben hacerlo en datasets diferentes. Cabe señalar que este modo no admite el versionado.

Sus principales objetivos son:

- Brindar una solución de geodatabase ampliamente disponible, sencilla y escalable para todos los usuarios.
- Suministrar una geodatabase de fácil portabilidad que funcione en todos los sistemas operativos.
- Escalable para manejar datasets de gran volumen.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

- Proporcionar un excelente rendimiento y escalabilidad, por ejemplo, para admitir datasets individuales que contengan más de tres cientos (300) millones de entidades y datasets que puedan escalar más de quinientos gigabytes (500 GB) por archivo con un rápido rendimiento.
 - Utilizar una estructura de datos eficiente, optimizada para el rendimiento y el almacenamiento. Utilizan cerca de un tercio del almacenamiento de la geometría de entidades que requieren los shapefiles. También permiten a los usuarios comprimir datos vectoriales a un formato de sólo lectura para reducir aún más los requisitos de almacenamiento.
 - Mejorar el rendimiento de los shapefiles para las operaciones que incluyan atributos y aumentan los límites del tamaño de los datos más allá de los límites de los shapefiles.
- **PostgreSQL + PostGIS²⁴:** PostGIS convierte al sistema de administración de bases de datos Objeto-relacional PostgreSQL en una base de datos espacial mediante la adición de tres características: tipos de datos espaciales, índices espaciales y funciones que operan sobre ellos.

Debido a que está construido sobre PostgreSQL, PostGIS hereda automáticamente las características de las bases de datos empresariales, así como los estándares abiertos que permiten implementar un sistema de información geográfica dentro del motor de base de datos.

PostGIS tiene cuatro tipos principales de datos espaciales:

- Geometría para tierra plana, la cual utiliza una cuadrícula cartesiana.
- Geografía para tierra redonda, especialmente útil para organizaciones que recopilan datos de todo el mundo.
- Tipo de trama, donde cada celda puede contener valores que proporcionan un contexto adicional a sus datos vectoriales.
- Tipos de topología, para modelar las reglas del mundo real de sus características vectoriales.

Algunas de sus grandes ventajas son:

²⁴ PostGIS:

- <https://es.wikipedia.org/wiki/PostGIS>
- <https://www.enterprisedb.com/es/enterprise-postgres/postgis>
- <https://mappinggis.com/2012/09/por-que-utilizar-postgis/>

[Visitados en octubre de 2019]

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

- Se publica bajo la Licencia Pública General de GNU y ha sido certificado en 2006 por el Open Geospatial Consortium, lo que garantiza la interoperabilidad con otros sistemas también interoperables.
 - Permite el acceso de usuarios simultáneos y tiene la capacidad de edición multiusuario integrada en su núcleo.
 - Soporta tipos de datos espaciales, índices espaciales y tiene cientos de funciones espaciales (+ 1000), las cuales incluyen herramientas para convertir sistemas de coordenadas, medición (distancia y área), pruebas de relaciones (superposiciones, toques, etc.) y creación de nuevas geometrías (búffer, intersección, diferencia, etc.). Además, tiene capacidad para almacenar información topológica.
 - A partir de la versión 3.3 de pgAdmin cuatro (4) (el administrador de PostgreSQL), viene integrado un visor de geometrías, con el cual se pueden ver los resultados de las consultas, siempre y cuando el resultado genere una columna geométrica.
 - Permite trabajar con disparadores o triggers, permitiendo que se ejecuten rutinas periódicas o recurrentes.
 - Tiene capacidades de enrutamiento mediante pgrouting, la cual es una extensión que añade enrutamiento y funcionalidad de análisis de redes.
 - Permite almacenar varios tipos de geometría en una única tabla.
 - Gracias a la indexación espacial se ahorran segundos en cada consulta.
 - Permite otorgar permisos a nivel de usuario, lo que determina qué tipos de cambios pueden realizar, evitando que vean, cambien o eliminen información a la que no deberían tener acceso.
 - Permite importar y exportar datos fácilmente a través de varias herramientas conversoras.
 - Existe un gran número de clientes SIG de escritorio y servidores de mapas web que pueden trabajar con PostGIS.
- **Oracle Spatial²⁵**: proporciona un esquema SQL y funciones que facilitan el almacenamiento, recuperación, actualización y consulta de colecciones de características espaciales en una base de datos Oracle. Consta de lo siguiente:
 - Un esquema (MDSYS) que prescribe el almacenamiento, la sintaxis y la semántica de los tipos de datos geométricos soportados.

²⁵ Oracle spatial: https://docs.oracle.com/cd/B28359_01/appdev.111/b28400/sdo_intro.htm#SPATL441 [Visitado en octubre de 2019].

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Un mecanismo de indexación espacial.
- Operadores, funciones y procedimientos para realizar consultas de área de interés, consultas de unión espacial y otras operaciones de análisis espacial.
- Funciones y procedimientos de utilidad y ajustes operacionales.
- Modelo de datos topológicos para trabajar con datos de nodos, aristas y caras en una topología.
- Modelo de datos de red para representar capacidades u objetos que están modelados como nodos y enlaces en una red.
- GeoRaster, una característica que le permite almacenar, indexar, consultar, analizar y entregar datos GeoRaster, es decir, imágenes raster y grilla de datos con sus metadatos asociados.

Admite el modelo objeto-relacional para representar geometrías, el cual almacena una geometría completa en el tipo de datos espaciales nativos de Oracle para datos vectoriales, SDO_GEOMETRY. Una tabla de Oracle puede contener una o más columnas SDO_GEOMETRY.

Los beneficios proporcionados por el modelo relacional de objetos incluyen:

- Compatibilidad con muchos tipos de geometría, incluidos arcos, círculos, polígonos compuestos, cadenas de líneas compuestas y rectángulos optimizados.
 - Facilidad de uso para crear y mantener índices y la realización de consultas espaciales.
 - Mantenimiento del índice por la base de datos Oracle.
 - Geometrías modeladas en una sola columna.
 - Rendimiento óptimo.
 - Cumple con la especificación 1.1.1 del Open Geospatial Consortium.
- **MySQL Spatial²⁶:** siguiendo la especificación del Open Geospatial Consortium, MySQL implementa extensiones espaciales como un subconjunto del entorno SQL with Geometry Types.

Las extensiones espaciales de MySQL permiten la generación, el almacenamiento y el análisis de datos geográficos:

²⁶ MySQL Spatial: <https://mappinggis.com/2019/09/mysql-y-gis-usa-mysql-como-una-base-de-datos-espacial/> [visitado en octubre de 2019].

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

- Tiene tipos de datos para representar valores espaciales que corresponden a geometrías de puntos, líneas, polígonos o colecciones de estos.
- Funciones para manipular valores espaciales, las cuales permiten trabajar con los formatos y realizar operaciones.
- Creación de índices espaciales para mejorar el tiempo de ejecución de las consultas.

Los tipos de geometrías están organizados en clases. La clase base es Geometry y tiene subclases para punto, curva, superficie y GeometryCollection, de cada una de las cuales dependen los diferentes tipos de geometrías como punto o polígono.

Dispone de funciones que permiten realizar operaciones espaciales de los siguientes tipos:

- Funciones de conversión de formato geométrico, las cuales permiten convertir valores geométricos entre el formato interno y los formatos WKT o WKB.
 - Funciones Geometry, que permiten analizar cada tipo de geometría; por ejemplo, las que dan la longitud de una línea o el área de un polígono.
 - Funciones que crean nuevas geometrías a partir de unas existentes, tales como unión, intersección o buffer.
 - Funciones para probar o analizar relaciones espaciales entre objetos geométricos; por ejemplo, si una geometría está contenida en otra o tienen elementos comunes.
- **SpatialLite²⁷**: es una extensión espacial de SQLite, que proporciona funcionalidad de geodatabase vectorial, cumpliendo con la especificación del Open Geospatial Consortium. Es similar a PostGIS, Oracle Spatial y SQL Server con extensiones espaciales, aunque SQLite / SpatialLite no se basan en la arquitectura cliente-servidor, ya que adopta una arquitectura personal más simple, es decir, todo el motor SQL está directamente integrado en la aplicación. Una base de datos completa es simplemente un archivo que se puede copiar y

²⁷ SpatialLite:
- https://live.osgeo.org/es/overview/spatialite_overview.html
- <https://en.wikipedia.org/wiki/SpatialLite>
[Visitados en septiembre de 2019]

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

transferir libremente de una computadora / sistema operativo a otro sin ninguna precaución especial.

No es necesario usar SpatialLite para administrar datos espaciales en SQLite, pues este tiene su propia implementación de índices R-tree y tipos de geometría, pero es necesaria para consultas espaciales avanzadas y admitir proyecciones de mapas.

Está soportada de forma nativa para Linux y Windows como una biblioteca de software, así como varias utilidades, las cuales incluyen herramientas de línea de comandos que amplían las propias de SQLite con macros espaciales, una interfaz gráfica para manipular las bases de datos y sus datos, y una sencilla herramienta SIG de escritorio para examinar los datos.

Como se trata de un archivo binario único, también se utiliza como formato vectorial GIS para intercambiar datos geoespaciales.

Sus principales características son:

- Interfaz gráfica de usuario amigable.
- Formatos estándar WKT y WKB.
- Funciones SQL espaciales.
- El conjunto completo de funciones OpenGis está soportado a través de GEOS.
- Metadatos espaciales completos conforme a las especificaciones del OGC.
- Numerosos formatos geométricos: EWKT, GML, KML y GeoJSON.
- Importación y exportación de archivos shape.
- Reproyección de coordenadas a través de PROJ.4 y EPSG.
- Índice espacial basado en la extensión R-tree de SQLite.
- Acceso a archivos como tablas virtuales, que permite consultas SQL estándar en archivos shape externos, sin tener que importarlos o convertirlos.
- Acceso a archivos CSV/TxtTab externos u hojas de cálculo xls como tablas virtuales.
- Acceso a documentos XML, BLOB almacenado de objetos binarios comprimido, incluidas las verificaciones sintácticas «bien formadas» y de restricción de controles del esquema XSF.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Apoyo específico para ISO-Metadatos, estilos SLD/SE y gráficos SVG. Pueden consultar documentos XML utilizando la sintaxis de XPath estándar.
- Consulta externa a servidores WFS.
- Análisis gramatical de archivos externos DXF (todas las versiones) y almacenamiento de capas.
- Generación y exportación de archivos DXF.

4.3.3. Almacenamiento ráster

- **Esri Grid²⁸**: es un formato de archivo ráster desarrollado por ESRI para almacenar información sobre el espacio geográfico en una cuadrícula, la cual define el espacio geográfico como una matriz de celdas de igual tamaño dispuestas en filas y columnas.

Las cuadrículas son útiles para representar fenómenos geográficos que varían continuamente en el espacio y para realizar modelos espaciales y análisis de flujos, tendencias y superficies como la hidrología. Cada celda de la cuadrícula, referenciada por su ubicación de coordenadas x, y, almacena un valor numérico que representa un atributo geográfico (como la elevación o la pendiente de la superficie) para esa unidad de espacio.

Se pueden encontrar dos tipos de cuadrículas en Esri Grid, entero y punto flotante. Las cuadrículas de enteros se utilizan para representar datos discretos, es decir, los que tienen límites conocidos y definibles, determinan dónde comienza y dónde termina un objeto de datos, por ejemplo, un lago en un paisaje. Las cuadrículas de punto flotante representan datos continuos, es decir, datos cuyos límites no pueden definirse con precisión, es decir, los límites se miden en términos de una relación con un punto fijo, como la elevación medida desde el nivel del mar.

Las cuadrículas se implementan utilizando una estructura de datos raster en mosaico en la que la unidad básica de almacenamiento de datos es un bloque rectangular de celdas. Los bloques se almacenan en el disco en forma comprimida en una estructura de archivo de longitud variable denominada

²⁸ GRID:

- <https://mappinggis.com/2015/12/los-formatos-gis-raster-mas-populares/>
- <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000281.shtml>

[Visitados en septiembre de 2019]

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

mosaico. Cada bloque se almacena como un registro de longitud variable.

Un Esri Grid a su vez tiene dos formatos:

- Un formato propietario binario, también conocido como ARC/INFO GRID, ARC GRID y otras variaciones con extensión *.adf.
- Un formato ASCII no propietario, también conocido como ARC/INFO ASCII GRID con extensión *.asc.

El formato binario es ampliamente utilizado dentro de los programas de Esri, como ArcGIS, mientras que el formato ASCII es usado como un formato de intercambio y exportación, debido a lo sencillo y fácil de compartir que es la estructura del archivo ASCII.

- **GeoTIFF²⁹**: es un estándar de implementación OGC, el cual permite que información georreferenciada sea incluida en un archivo de imagen de formato TIFF. La información adicional puede incluir el tipo de proyección, sistema de coordenadas, elipsoide, dátum y todo lo necesario para que la imagen sea automáticamente posicionada en un sistema de referencia espacial.

Se utiliza fundamentalmente para el manejo de ortofotos en sistemas de información geográfica y otros programas con la posibilidad de manejar información espacial en imágenes ráster.

Un GeoTIFF puede ir acompañado de otros archivos:

- TFW: requerido para darle geolocalización al ráster.
- XML: contiene los metadatos (opcional).
- AUX: almacena las proyecciones y otra información.
- OVR: archivos piramidales que mejoran el rendimiento para la visualización.

Es completamente compatible con TIFF 6.0, por lo que un programa informático incapaz de leer e interpretar esa información podrá aun así abrir el archivo de imagen GeoTIFF y visualizarlo como si de un archivo TIFF normal se tratara.

²⁹ GeoTIFF:

- <https://es.wikipedia.org/wiki/GeoTIFF>
- <https://earthdata.nasa.gov/esdis/eso/standards-and-references/geotiff>
[Visitados en septiembre de 2019]

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Existe un sólido soporte de software en forma de librería de código abierto (libgeotiff y GDAL) y muchos productos comerciales de software de SIG y análisis de datos espaciales admiten la lectura y escritura de datos GeoTIFF.

En la actualidad, la comunidad académica y científica está desarrollando un medio para optimizar los archivos GeoTIFF para su uso en los flujos de trabajo de computación en la nube. Los archivos Cloud Optimized GeoTIFF (COG) se adhieren a la especificación GeoTIFF, por lo que todo el software y los flujos de trabajo anteriores pueden consumir archivos COG.

- **JPEG 2000³⁰ (jp2)**: es un estándar de compresión y codificación digital de imágenes creado en el año 2000 con la intención de sustituir el formato original creado en 1992, el cual puede trabajar con niveles de compresión mayores que los de JPEG sin incurrir en generación de bloques uniformes y aspecto borroso.

El Open Geospatial Consortium ha definido unos metadatos para la georreferenciación de imágenes JPEG 2000 que incorporan XML utilizando GML, lo cual permite que se pueden localizar y mostrar en la posición correcta de la superficie de la tierra con un SIG.

JPEG 2000 es una opción óptima para imágenes de fondo debido a la compresión sin pérdida de calidad, alcanzando una relación de compresión de 20:1, similar al formato MrSID.

Los formatos de archivos raster de compresión de ondículas, como JPEG 2000, ECW y MrSID, suelen tener pirámides de imágenes internas para mejorar su rendimiento y acelerar su visualización.

- **MrSID³¹**: acrónimo inglés de Multi-resolution Seamless Image Database (base de datos de imágenes sin fisuras de resolución múltiple), pronunciado como Mister SID, es un estándar abierto de compresión de imágenes raster.

MrSID permite mostrar archivos digitales de gran tamaño con un tiempo de carga mínimo gracias a la tecnología de ondículas. Su ratio de compresión es aproximadamente 22:1, dependiendo del contenido de la imagen y de la

³⁰ JPEG 2000: <https://mappinggis.com/2015/12/los-formatos-gis-raster-mas-populares/> [Visitado en octubre de 2019].

³¹ MrSID: <https://es.wikipedia.org/wiki/MrSID> [Visitado en octubre de 2019].

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

profundidad de color.

La característica predominante es el mosaico que logra una alta compresión de imágenes digitales con la pérdida mínima de detalle, el cual da la capacidad de descomprimir solamente aquella porción de imagen solicitada por el usuario, extrayendo y entregando únicamente los bitplanes necesarios para construir la vista requerida.

Es un formato ampliamente utilizado entre los profesionales de los SIG al permitir el manejo de imágenes masivas extremadamente grandes (imágenes de satélite, ortofotos, etc.) y permitir una rápida visualización sin apenas redundar en su calidad.

Los formatos de archivos raster de compresión de ondículas, como JPEG 2000, ECW y MrSID, suelen tener pirámides de imágenes internas para mejorar su rendimiento y acelerar su visualización.

Las imágenes MrSID tienen una extensión SID y son acompañadas por un archivo de georreferenciación de tipo World con la extensión SDW.

- **ECW³²**: acrónimo inglés de Enhanced Compression Wavelet (Ondícula de compresión mejorada), es un formato de archivo propietario para almacenar datos raster, que presenta unos ratios muy altos de compresión, desde 10:1 hasta de 50:1, mediante el uso de técnicas de ondículas.

Como consecuencia de esto, se reduce considerablemente el tamaño de los archivos, manteniendo una alta calidad gráfica y permitiendo un rápida compresión y descompresión mediante un uso escaso de memoria RAM.

Este formato es ampliamente utilizado en SIG y teledetección dado que, además de sus ventajas de compresión y rapidez de carga, preserva la georreferenciación de la imagen mediante un archivo de cabecera con extensión .ers.

GDAL soporta la lectura y escritura de archivos ECW utilizando ERDAS ECW/JP2 SDK.

³² ECW: <https://www.imgs.ie/geospatial/gis/remote-sensingphotogrammetry/ecw> [Visitado en octubre de 2019].

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO</p> <p>INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Las principales características del formato son:

- De alto rendimiento, diseñado específicamente para grandes almacenes de imágenes.
- Logra relaciones de compresión 15: 1 - reducción del 94%
- Compatible con los principales servidores de imágenes y plataformas de almacenamiento.
- Supera a los formatos de almacenamiento alternativos en estas cuatro características críticas:
 - Velocidad de codificación
 - Velocidad de decodificación
 - Retención de la calidad de imagen necesaria
 - Reducción de tamaño de archivo
- **Erdas Imagine³³ (img):** también llamado ERDAS_IMG para distinguirlo de otros usos de la extensión de archivo .img, es un formato patentado y parcialmente documentado para imágenes raster georreferenciadas multicapa (multibanda) desarrolladas originalmente para usarse con el software Erdas Imagine.

Este formato se usa ampliamente para procesar datos de teledetección, ya que proporciona un marco para integrar datos de sensores e imágenes de muchas fuentes.

Una característica clave del formato ERDAS_IMG es que está diseñado para almacenar metadatos técnicos y de georreferenciación/geocodificación a partir de los datos de origen importados como capas, lo que proporciona un registro de procedencia.

ERDAS_IMG se basa en una estructura de formato de archivo jerárquico (HFA), la cual debido a su naturaleza abierta permite a los desarrolladores crear y agregar nuevos tipos de elementos al archivo.

Cada capa raster como parte de un archivo IMG contiene información sobre sus valores de datos. Por ejemplo, esto incluye proyección, estadísticas, atributos, pirámides y si es o no un tipo de trama continua o discreta.

³³ IMG: <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000420.shtml> [Visitado en octubre de 2019].

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Para las imágenes que requieren más de dos giga bytes (2G bytes) de espacio en disco (aunque algunas fuentes indican que el límite ahora es de cuatro giga bytes (4G bytes), se requiere un conjunto de datos de dos archivos.

- **GeoPackage raster (gpkg³⁴):** es un formato abierto, basado en estándares, independiente de la plataforma o aplicaciones, portátil, autodescriptivo y compacto para transferir información geoespacial vectorial y ráster. Ya fue mencionado en los formatos vectoriales, sin embargo, en esta sección se describirán algunas de sus características ráster.

Las entidades de GeoPackage son soportadas por GDAL, la cual es una librería de código abierto escrita en C que sirve para convertir formatos de datos. Esta librería es ampliamente utilizada, más de cien (100) programas de SIG de referencia la utilizan internamente en sus procesos espaciales, por lo que son capaces de leer archivos GeoPackage.

Con GDAL se pueden convertir varios tipos de conjuntos de datos de entrada a GeoPackage ráster:

- Nivel de gris de banda única
- Banda única con tabla de colores R, G, B o R, G, B, A
- Dos bandas: primera banda con nivel de gris, segunda banda con canal alfa
- Tres bandas: rojo, verde, azul
- Cuatro bandas: rojo, verde, azul, alfa

Los rásteres de GeoPackage solo admiten el tipo de datos Byte.

GeoPackage puede almacenar mosaicos en diferentes formatos, PNG y / o JPEG para la especificación de línea base, y WebP para GeoPackage extendido. La compatibilidad con esos formatos de mosaico depende de si los controladores subyacentes están disponibles en GDAL, que generalmente es el caso para PNG y JPEG, pero no necesariamente para WebP, ya que requiere que GDAL se compile contra el libwebp opcional.

³⁴ Geopackage Raster:

- <https://mappinggis.com/2017/06/geopackage-para-novatos-uso-en-arcgis-qgis-publicacion-en-geoserver/>
- <https://gdal.org/drivers/raster/gpkg.html>

[Visitados en octubre de 2019]

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO</p> <p>INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.4. SOFTWARE Y FORMATOS SOPORTADOS

A continuación, en la tabla 5, se listan los formatos y base de datos anteriormente descritos, y se relacionan algunos de los software, aplicaciones y librerías que los soportan:

Tabla 5. Aplicaciones de software y relación de formatos.

Modelo	Formato / BD	Software / aplicación / librería
Vectorial	Shapefile (shp)	ESRI ArcGIS, ACD Systems Canvas X 2019, Pitney Bowes MapInfo, Safe Software FME Desktop, Erdas Imagine, Golden Software Voxler, TatukGIS Viewer, Merkaartor, QGIS, gvSIG, uDig, Nevron Software MyDraw, Tableau Software, Carto, Excel (3D) Maps, Spotzi Mapbuilder, Autodesk AutoCAD 2020, Autodesk 3ds Max 2020, CorelCAD 2019.
	CSV	OGR, LibreOffice, Apache OpenOffice, Microsoft Excel, Kettle, Python, QGIS.
	DWG	Autodesk AutoCAD, Bentley Microstation, ESRI ArcGIS, Safe Software FME Desktop, QGIS, GRASS, gvSIG.
	GML	ACD Systems Canvas X 2019, Safe Software FME Desktop, TatukGIS Viewer, Merkaartor.
	GPX	Google Earth, TopoGrafix EasyGPS, Safe Software FME Desktop, Fugawi Global Navigator, Garmin MapSource, TatukGIS Viewer, GPS Utility, Merkaartor, GPSRouteX, MacGPS Pro, Apple Xcode, gedit, GottenGeography, JOSM.
	GeoPackage (gpkg)	QGIS, ESRI ArcGIS, GDAL, GeoServer, GeoTools, OpenJUMP PLUS.
	GeoJSON	OpenLayers, Leaflet, MapServer, Geoforge software, GeoServer, GeoDjango, GDAL, Safe Software FME Desktop, CartoDB.
	GeoRSS	Google Maps, Yahoo Maps, Bing Maps, GeoPress, GeoRSS Module, Mapufacture, OpenLayers, Worldkit, GeoServer, OGR.
	KML	Google Earth, Blue Marble Geographics Global Mapper, ESRI ArcGIS, Merkaartor, Blender with Google Earth Importer plug-in, Geo Measure Area Calculator, BMAC Infotech KML Viewer and Converter.
	OSM	Safe Software FME Desktop, Merkaartor, GeoVisu, Gosmore, QGIS.
	TIN	ESRI ArcGIS, QGIS, TIN Terrain, CesiumJS.
LAS	LASUtility, ESRI ArcGIS, Safe Software FME Desktop, Geosoft Oasis montaj, Blue Marble Geographics Global Mapper.	

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO</p> <p>INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Modelo	Formato / BD	Software / aplicación / librería
	File Geodatabase (gdb)	ESRI ArcGIS, GDAL, QGIS, Carto.
	PostgreSQL + PostGIS	ESRI ArcGIS, uDig, QGIS, mezoGIS, OpenJUMP, SpatialKit para ArcGIS, gvSIG, GRASS, Manifold, GeoConcept, MapInfo, AutoCAD Map 3D, Mapserver, GeoServer, MapGuide, GDAL.
	Oracle Spatial	ESRI ArcGIS, Safe Software FME Desktop, GDAL, QGIS, gvSIG, MapServer.
	MySQL Spatial	QGIS, gvSIG, GeoServer, WordPress, WP-GeoMeta.
	SpatialLite	ESRI ArcGIS, QGIS, Autodesk Autocad Map, Blue Marble Geographics Global Mapper, OpenJUMP, Safe Software FME Desktop, TileMill renderer, Spatial Manager Desktop, Spatial Manager for AutoCAD, Spatial Manager for BricsCAD, GeoServer, GeoDjango, Web2py, FeatureServer.
Ráster	Esri Grid	ESRI ArcGIS, Safe Software FME Desktop, Geosoft, Golden Software.
	GeoTIFF	ESRI ArcGIS, QGIS, Erdas Imagine, Blue Marble Geographics Global Mapper, Safe Software FME Desktop, GDAL, ERViewer, uDig.
	JPEG 2000 (jp2)	ESRI ArcGIS, QGIS, gvSIG, Erdas Imagine, MapTiler, Safe Software FME Desktop, OpenJUMP, Golden Software Voxler, GDAL.
	MrSID	Autodesk Autocad, Bentley Systems, CARIS, ENVI, Erdas Imagine, ESRI ArcGIS, Intergraph, MapInfo, QGIS, GDAL.
	ECW	Erdas Imagine, ACD Systems Canvas X 2019, Safe Software FME Desktop, ESRI ArcGIS, TatukGIS Viewer, IrfanView, QGIS.
	Erdas Imagine (img)	Erdas Imagine, ESRI ArcGIS, GDAL.
	GeoPackage raster (gpkg)	ESRI ArcGIS, QGIS, GeoServer, Leaflet, GeoTools, OpenJUMP PLUS, Skyline, Luciad, Envitia MapLink, Spatialite, Safe Software FME Desktop, Safe Software FME Server, TerraGO.

Fuente: Adaptado de las diversas fuentes utilizadas en esta sección.

4.5. RECOMENDACIONES SOBRE LA GESTIÓN DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

De acuerdo a la experiencia adquirida por el equipo técnico de la IDESC en la gestión de datos geográficos, a continuación, se dan algunas recomendaciones y pautas a tener en cuenta:

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

- Crear o actualizar su propio catálogo de objetos, siguiendo las indicaciones de la “Guía metodológica para la construcción de un catálogo de objetos geográficos”, elaborado por la IDESC y disponible en: <https://cutt.ly/guiaco>.
- Crear o actualizar su propio modelo de datos, el cual deberá responder a lo establecido en el catálogo de objetos.
- Gestionar los datos geográficos en el formato o base de datos que más se ajuste a sus necesidades.
- Crear o ajustar la estructura de sus datos, de acuerdo a lo establecido en el catálogo de objetos.
- Documentar sus datos geográficos mediante Metadatos, de acuerdo a la normatividad nacional vigente.
- Compartir sus datos geográficos a través de servicios web geográficos (geoservicios) interoperables, conforme a los estándares del Open Geospatial Consortium. Los Geoservicios básicos ó mínimos que se deberían implementar son Web Map Service (WMS) y Web Feature Service (WFS).
- Generar los geoservicios, teniendo en cuenta lo establecido en el documento “Definición de Geoservicios de la IDESC”, disponible en:
http://idesc.cali.gov.co/download/normatividad/definicion_geoservicios_idesc.pdf
- Definir el período o frecuencia de actualización para cada dato geográfico.
- Definir una persona con el perfil y conocimientos suficientes para que se encargue de administrar, custodiar y mantener actualizada la base de datos o repositorio donde se almacenarán los datos geográficos.
- Definir la periodicidad de las copias de seguridad o backup de la base de datos o repositorio de los datos geográficos.
- Realizar las copias de seguridad o backup, de acuerdo a lo establecido y almacenar una copia de cada versión, en un lugar distinto al de trabajo, como por ejemplo un Drive en la nube.
- Implementar un control de versiones para los datos geográficos, en el cual se pueda realizar un seguimiento cronológico de cada cambio en los datos. Estos cambios podrán verse en un historial, revertirse a versiones anteriores, bifurcarse en áreas de espacio aislado, fusionarse nuevamente y enviarse a repositorios remotos. Un ejemplo de una herramienta útil para ello es GeoGig, la cual se encuentra disponible en: <http://geogig.org/>
- Procurar mantener las buenas prácticas para el almacenamiento, organización, administración, custodia y seguridad de los datos geográficos entre los miembros del equipo de trabajo para que esta se pueda gestionar de manera eficiente.

A continuación, se dan otras recomendaciones asociadas a atributos, valores y tablas

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

de datos:

- En la gestión de los atributos o campos asociados a los datos geográficos, se recomienda:
 - Seleccionar el tipo de dato que mejor se adecue a los valores que almacenará el atributo. Ejemplo: entero corto, entero largo, flotante, doble precisión, texto, fecha, booleano, etc.
 - Escribir los nombres de los atributos en minúsculas.
 - Los nombres de los atributos deberán estar escritos en singular.
 - Para el formato shapefile (shp), la longitud de los nombres de los atributos no deberá superar los diez (10) caracteres. Ejemplo: direccion
 - Hacer uso del carácter guión bajo (_) para la combinación de palabras en los nombres de los atributos. Ejemplo: tipo_via
 - En los nombres de los atributos no usar comillas, preposiciones, espacios en blanco, guión medio (-), caracteres especiales con acentuación o eñes.
Ej. incorrectos: nom_de_via, nombre_río, nombre ruta, año
Ej. correctos: nombre_via, nombre_río, nom_ruta, fecha
 - En caso que no exista, crear un atributo con el que se pueda identificar como único cada uno de los registros del dato geográfico.
 - No repetir el nombre de un atributo dentro de un mismo dato geográfico.
 - Crear un diccionario de datos para que cualquier usuario pueda comprender el significado de los atributos y su contenido.

- En la gestión de los registros o valores asociados a los atributos de los datos geográficos, se recomienda:
 - Cerciorarse de usar una codificación de caracteres apropiada para los registros. Ejemplo: UTF-8
 - No escribir todo en mayúsculas, sino en altas y bajas (tipo frase), a excepción de siglas que sí deben ir en mayúsculas.
 - Si la tabla de atributos ha sido migrada de una hoja de cálculo, se deberá verificar que está no cuente con saltos de línea, comillas simples o dobles, guión largo (—), entre otros, ya que esto podría traer complicaciones en las consultas de los registros o en la migración a otros formatos o base de datos.
 - Lo anterior, también aplica cuando se están ingresando nuevos valores de registros.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- En la gestión de tablas de datos asociadas a los datos geográficos, se recomienda:
 - Aplican todos los puntos anteriores.
 - Elaborar un Modelo Entidad Relación para facilitar la comprensión de la relación entre los datos geográficos y las tablas asociadas.
 - Para realizar la unión entre el dato geográfico y la tabla de datos asociada, deberán tener un campo o campos en común con el mismo tipo de dato que permita su relación o unión.
 - Los formatos CSV, DBF y XLS pueden ser usados para generar las tablas de datos asociadas, sin embargo, se deberán revisar las bondades y limitaciones de cada uno de estos, antes de ser usados.

De otra parte, cabe señalar que los datos geográficos de la IDESC y demás organismos vinculados a la iniciativa, se encuentran almacenados en el motor de base de datos PostgreSQL + PostGIS, desde el cual se configuran para su utilización en las diferentes plataformas y servicios, tales como: Geovisor, Catálogo de Datos, Servicios WMS y WFS, Mapas Interactivos y App Móvil.

No obstante, y debido al creciente uso del formato FileGeodatabase (gdb) de ESRI, algunas de las bases de datos geográficas se han dispuesto para consulta y descarga a través de este formato, tales como:

- Plan de Ordenamiento Territorial - POT 2014:
<https://cutt.ly/pot2014>
- Unidades de Planificación Urbana - UPU:
<https://cutt.ly/upus>
- Análisis integral de la red de infr. vial para la movilidad motorizada 2015:
https://cutt.ly/ana_movi
- Patrimonio, Bibliotecas e Infraestructura Cultural:
https://cutt.ly/catalogo_obj
- Movilidad Sostenible y Seguridad Vial:
https://cutt.ly/catalogo_obj

4.6. ESCALA

La definición de la escala de impresión para la elaboración de los mapas, deberá basarse en el nivel de detalle requerido por cada proyecto y deberá tener como referencia las escalas definidas por el IGAC para la cartografía oficial del país, ver tabla 6.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Tabla 6. Listado de escalas de impresión disponibles

Escala	Intervalos de curvas de nivel (m)
1:500	0,5
1:1.000	1
1:2.000	2
1:5.000	5
1:10.000	10
1:25.000	25
1:50.000	50
1:100.000	100

Fuente: Grupo IDESC – DAPM, 2014.

La selección de la escala adecuada, será de acuerdo al área de estudio y la precisión requerida para cada proyecto y deberá ser determinada por el grupo de trabajo y aceptada por el interventor o supervisor.

4.7. BASE CARTOGRÁFICA

Los datos cartográficos básicos a utilizar en los proyectos, será la base cartográfica utilizada por la IDESC, la cual se encuentra alojada en un servidor de datos con acceso al público, y que puede ser descargada mediante el estándar de servicios WFS (Web Feature Service) desde el enlace: <https://cutt.ly/wfs>, donde se explican las características de los servicios WFS y las instrucciones de uso.

La ventaja de acceder a los datos mediante el uso de servicios web geográficos, radica en:

- Permitir el acceso a la información y a la documentación oficial, con las restricciones constitucionales y legales.
- Siempre se está accediendo a la información más actualizada.
- Evita trámites innecesarios en los procesos de solicitud y acceso a la información.
- Se accede a la fuente oficial de información geográfica del Distrito.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

4.8. ESTÁNDARES PARA LA CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

La calidad en el contexto de la información geográfica se define, de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC 5043 - Calidad de los Datos Geográficos, “*como el conjunto de características de los datos geográficos que describen su capacidad para satisfacer necesidades establecidas e implícitas*”. Por lo tanto, en todos los proyectos que realicen los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali, en cuyo caso sea necesario levantar información primaria, se debe garantizar que los datos geográficos satisfagan los requerimientos de calidad acordados con el responsable del mismo.

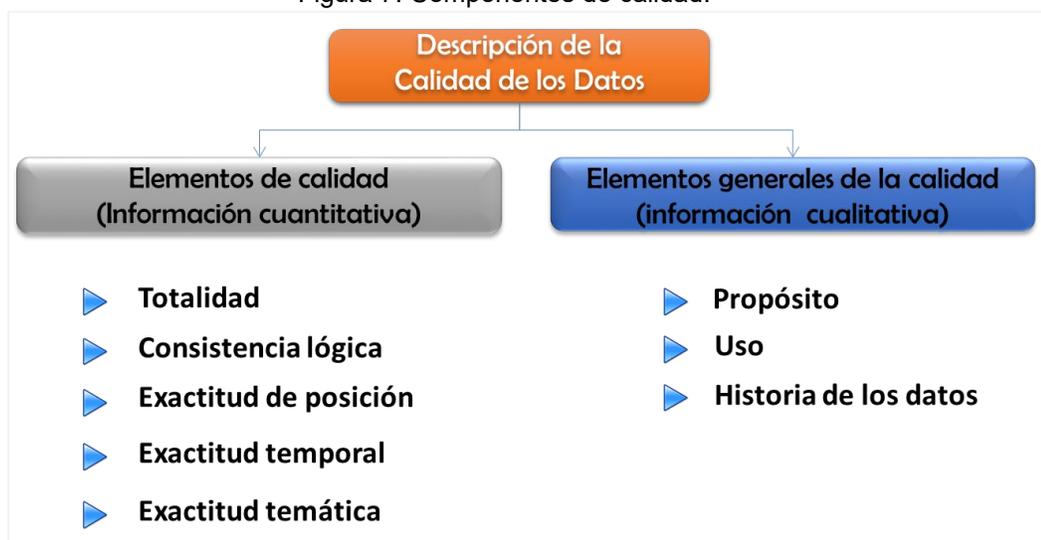
Para garantizar lo anterior, en esta sección se describen estándares y normas técnicas colombianas que son aplicables a los procesos de evaluación y descripción de la calidad de un producto geográfico.

4.8.1. Calidad de los datos geográficos (NTC 5043) El objeto de esta norma es la de proporcionar los conceptos básicos que permiten describir la calidad de los datos geográficos disponibles en formato digital y análogo, y presentar un modelo conceptual que facilite el manejo de la información sobre la calidad de dichos productos geográficos.

Esta norma define los elementos, subelementos y descriptores (ver figura 4) de calidad utilizados por los productores para determinar si un conjunto de datos cumple su función para representar un universo abstracto de conformidad con las especificaciones del producto y que los usuarios puedan usar para establecer si un conjunto de datos cumple con la calidad para una aplicación específica (ICONTEC, 2010).

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020
INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA				

Figura 7. Componentes de calidad.



Fuente:Elaborado con información disponible en la NTC 5043.

Cuando en un proyecto se realice levantamiento de información primaria se deben definir los elementos y subelementos a evaluar en orden de presentar un reporte de la calidad de los datos generados.

4.8.2. Precisión de los datos espaciales digitales La exactitud posicional en un mapa es un componente de vital importancia en orden de garantizar la calidad del mismo. Desde 1947 organizaciones en Estados Unidos han publicado estándares, especificaciones y lineamientos para evaluar o determinar la calidad de un producto de información geográfica, los cuales fueron adoptados por otros países como Colombia. Los enfoques propuestos estaban orientados a evaluar la calidad posicional (planimétrica y altimétrica) en función de la escala o la equidistancia entre las curvas de nivel de los mapas que en ese entonces se generaban impresos.

Con la evolución de la tecnología para la captura, generación y uso de información geográfica, los mapas impresos han ido quedando en desuso, al igual que algunas especificaciones y lineamientos para la evaluación de la calidad posicional. Por consiguiente, para tener un estándar acorde a los datos geoespaciales digitales que se obtienen de diversas formas en la actualidad, la Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección (ASPRS por sus siglas en inglés) publicó en el 2014 el estándar denominado: *“ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital*

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

Geospatial Data”, (ASPRS, 2014), como reemplazo del estándar “*ASPRS Accuracy Standards for Large-Scale Maps (1990)*” y el documento de lineamientos “*ASPRS Guidelines, Vertical Accuracy Reporting for Lidar Data (2004)*”.

El estándar ASPRS 2014 define las clases de exactitud con base en umbrales definidos a partir del Error Medio Cuadrático³⁵ (RMSE por sus siglas en inglés) para ortoimágenes digitales y datos digitales a nivel planimétrico y altimétrico. Por consiguiente, el estándar ASPRS 2014 se convierte a la fecha, en el estándar de referencia para especificar la calidad posicional para aquellos proyectos orientados a la generación de cualquiera de los datos geospaciales mencionados anteriormente, que realizan los organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali.

Los equipos de trabajo de los proyectos deberán definir las clases de exactitud que se exigirá para determinado producto y los productores deberán garantizar el requerimiento mediante el cumplimiento de este lineamiento, para lo cual, se deberá especificar en los diferentes documentos que hagan parte de los procesos de contratación.

Estándar de Exactitud Horizontal. La Tabla 7 especifica el estándar horizontal de precisión primaria para los datos digitales, incluyendo las ortoimágenes digitales, los datos planimétricos digitales y los mapas planimétricos escalados. El estándar ASPRS define las clases de precisión horizontal, en términos de sus valores RMSE_x y RMSE_y.

³⁵ ERROR MEDIO CUADRÁTICO (RMSE): consiste en la raíz cuadrada del promedio de las diferencias al cuadrado entre los valores de las coordenadas de los datos y los valores de las coordenadas provenientes de una fuente independiente de mayor precisión para puntos idénticos.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Tabla 7. Estándar de exactitud horizontal para datos geospaciales digitales.

Clase de exactitud horizontal	Exactitud absoluta			Mosaico Ortoimagen Línea de costura no coincidente (cm)
	RMSE _x y RMSE _y (cm)	RMSE _r (cm)	Exactitud Horizontal al 95% Nivel de Confianza (cm)	
X-cm	≤X	≤ 1,414*X	≤ 2,448*X	≤ 2*X

Fuente: (ASPRS, 2014).

En la tabla 8 se presentan las clases de exactitud horizontal propuestas por el estándar ASPRS 2014 y su equivalencia en escala de mapas en el estándar ASPRS 1990 y el *National Map Accuracy Standard* (NMAS por sus siglas en inglés) de 1947 para datos planimétricos digitales.

Tabla 8. Exactitud/Calidad horizontal. Ejemplo de clases de exactitud horizontal para datos planimétricos digitales.

Clases de Exactitud Horizontal RMSE _x (cm) RMSE _y	ASPRS 2014		GSD Aproximado de Imágenes Fuente (cm)	Equivalente a la escala del mapa en		Equivalente a la escala del mapa en NMAS
	RMSE _r (cm)	Exactitud Horizontal al Nivel de Confianza del 95% (cm)		ASPRS 1990 Clase 1	ASPRS 1990 Clase 2	
0.63	0.9	1.5	0.31 a 0.63	1:25	1:12.5	1:16
1.25	1.8	3.1	0.63 a 1.25	1:50	1:25	1:32
2.5	3.5	6.1	1.25 a 2.5	1:100	1:50	1:63
5.0	7.1	12.2	2.5 a 5.0	1:200	1:100	1:127
7.5	10.6	18.4	3.8 a 7.5	1:300	1:150	1:190
10.0	14.1	24.5	5.0 a 10.0	1:400	1:200	1:253
12.5	17.7	30.6	6.3 a 12.5	1:500	1:250	1:317
15.0	21.2	36.7	7.5 a 15.0	1:600	1:300	1:380
17.5	24.7	42.8	8.8 a 17.5	1:700	1:350	1:444
20.0	28.3	49.0	10.0 a 20.0	1:800	1:400	1:507
22.5	31.8	55.1	11.3 a 22.5	1:900	1:450	1:570
25.0	35.4	61.2	12.5 a 25.0	1:1000	1:500	1:634
27.5	38.9	67.3	13.8 a 27.5	1:1100	1:550	1:697
30.0	42.4	73.4	15.0 a 30.0	1:1200	1:600	1:760
45.0	63.6	110.1	22.5 a 45.0	1:1800	1:900	1:1141
60.0	84.9	146.9	30.0 a 60.0	1:2400	1:1200	1:1521

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Clases de Exactitud Horizontal RMSE _x (cm) RMSE _y	ASPRS 2014		GSD Aproximado de Imágenes Fuente (cm)	Equivalente a la escala del mapa en		Equivalente a la escala del mapa en NMAS
	RMSE _r (cm)	Exactitud Horizontal al Nivel de Confianza del 95% (cm)		ASPRS 1990 Clase 1	ASPRS 1990 Clase 2	
75.0	106.1	183.6	37.5 a 75.0	1:3000	1:1500	1:1901
100.0	141.4	244.8	50.0 a 100.0	1:4000	1:2000	1:2535
150.0	212.1	367.2	75.0 a 150.0	1:6000	1:3000	1:3802
200.0	282.8	489.5	100.0 a 200.0	1:8000	1:4000	1:5069
250.0	353.6	611.9	125.0 a 250.0	1:10.000	1:5000	1:6337
300.0	424.3	734.3	150.0 a 300.0	1:12.000	1:6000	1:7604
500.0	707.1	1223.9	250.0 a 500.0	1:20.000	1:10.000	1:21.122
1000.0	1414.2	2447.7	500.0 a 1000.0	1:40.000	1:20.000	1:42.244

Fuente: (ASPRS, 2014).

De acuerdo con lo descrito anteriormente, en el alcance de un proyecto de captura de datos planimétricos, por ejemplo, con tecnología de restitución fotogramétrica, podría especificar que los datos resultantes se produzcan para cumplir el estándar de exactitud ASPRS para la clase de exactitud horizontal de veinticinco centímetros (25 cm) de RMSE_x y RMSE_y. La cual tendría una equivalencia a un mapa en escala 1:1000 de clase 1 en el estándar ASPRS 1990.

En el caso de ortoimágenes, la tabla 9 presenta las clases de exactitud horizontal propuestas por el estándar ASPRS 2014 y su equivalencia en escala de mapas en el estándar ASPRS 1990, para ortoimágenes digitales.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020
		INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		

Tabla 9. Estándar de exactitud vertical para datos geoespaciales digitales.

Tamaños comunes de pixel de ortomágenes	Escala de mapa asociada	Clases de exactitud en ASPRS 1990	Exactitud horizontal asociada, acorde al anterior estándar ASPRS 1990	
			RMSE _x y RMSE _y (cm)	RMSE _x y RMSE _y en términos de pixeles
0.625 cm	1:50	1	1.3	2-pixeles
		2	2.5	4-pixeles
		3	3.8	6-pixeles
1.25 cm	1:100	1	2.5	2-pixeles
		2	5.0	4-pixeles
		3	7.5	6-pixeles
2.5 cm	1:200	1	5.0	2-pixeles
		2	10.0	4-pixeles
		3	15.0	6-pixeles
5 cm	1:400	1	10.0	2-pixeles
		2	20.0	4-pixeles
		3	30.0	6-pixeles
7.5 cm	1:600	1	15.0	2-pixeles
		2	30.0	4-pixeles
		3	45.0	6-pixeles
15 cm	1:1200	1	30.0	2-pixeles
		2	60.0	4-pixeles
		3	90.0	6-pixeles
30 cm	1:2400	1	60.0	2-pixeles
		2	120.0	4-pixeles
		3	180.0	6-pixeles
60 cm	1:4800	1	120.0	2-pixeles
		2	240.0	4-pixeles
		3	360.0	6-pixeles
1 cm	1:12000	1	200.0	2-pixeles
		2	400.0	4-pixeles
		3	600.0	6-pixeles
2 cm	1:24000	1	400.0	2-pixeles
		2	800.0	4-pixeles
		3	1200.0	6-pixeles
5 cm	1:60000	1	1000.0	2-pixeles
		2	2000.0	4-pixeles
		3	3000.0	6-pixeles

Fuente: (ASPRS, 2014).

Estándar de Exactitud Vertical. Para el componente vertical, el estándar ASPRS 2014 determina la exactitud mediante la definición de dos (2) escenarios, en el primero, considera el uso del RMSE en terrenos sin vegetación, bajo el supuesto que

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

los errores en este contexto regularmente siguen una distribución normal. En el segundo escenario, se aplica a terrenos con vegetación, donde usualmente los errores no siguen una distribución normal, por lo tanto, propone utilizar el percentil noventa y cinco (95°) del valor absoluto de los errores verticales.

La tabla 10 especifica el estándar vertical de precisión primaria para los datos digitales altimétricos.

Tabla 10. Estándar de exactitud vertical para datos geoespaciales digitales.

Clase de exactitud vertical	Exactitud absoluta		
	RMSE _z sin vegetación (cm)	NVA (sin vegetación) al 95% Nivel de Confianza (cm)	VVA (con vegetación) al 95 Percentil (cm)
X-cm	≤X	≤ 1,96*X	≤ 3,00*X

Fuente: (ASPRS, 2014).

En la tabla 11 se proporcionan las clases de exactitud vertical y la nomenclatura de los datos digitales de elevación. Es necesario tener en cuenta que los requerimientos de exactitud horizontal de los datos de elevación se especifican y reportan de manera independiente de los requerimientos de exactitud vertical.

Tabla 11. Exactitud/Calidad vertical. Ejemplo de clases de exactitud vertical para datos altimétricos digitales.

Clases de Exactitud Vertical	RMSE _z sin vegetación (cm)	NVA (sin vegetación) al 95% Nivel de Confianza (cm)	VVA (con vegetación) al 95 Percentil (cm)	Equivalente clase 1 intervalo de curvas de nivel para ASPRS 1990 (cm)	Equivalente clase 2 intervalo de curvas de nivel para ASPRS 1990 (cm)	Equivalente intervalo de curvas de nivel para NMAS 1990 (cm)
1-cm	1	2	3	3	1.5	3.29
2.5-cm	2.5	4.9	7.5	7.5	3.8	8.22
5-cm	5	9.8	15	15	7.5	16.45
10-cm	10	19.6	30	30	15	32.9
15-cm	15	29.4	45	45	22.5	49.35
20-cm	20	39.2	60	60	30	65.8
33.3-cm	33.3	65.3	100	99.9	50	109.55
66.7-cm	66.7	130.7	200	200.1	100.1	219.43
100-cm	100	196	300	300	150	328.98

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

333.3-cm	333.3	653.3	1000	999.9	500	1096.49
-----------------	-------	-------	------	-------	-----	---------

Fuente: (ASPRS, 2014).

Adicionalmente, el estándar ASPRS 2014 también establece las clases de exactitud vertical y la recomendación de densidad de puntos para datos altimétricos que se produzcan con tecnología Lidar, los cuales se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Exactitud vertical y densidad de puntos recomendadas³⁶ para datos de elevación provenientes de tecnología Lidar.

Clases de Exactitud Vertical	Exactitud absoluta			
	RMSE _z sin vegetación (cm)	NVA (sin vegetación) al 95% Nivel de Confianza (cm)	Mínimo NPD ⁶ (m) recomendado	Máximo NPS ⁶ (m) recomendado
1-cm	1	2	≥20	≤0.22
2.5-cm	2.5	4.9	16	0.25
5-cm	5	9.8	8	0.35
10-cm	10	19.6	2	0.71
15-cm	15	29.4	1	1
20-cm	20	39.2	0.2	1.4
33.3-cm	33.3	65.3	0.25	2
66.7-cm	66.7	130.7	0.1	3.2
100-cm	100	196	0.05	4.5
333.3-cm	333.3	653.3	0.01	10

Fuente: (ASPRS, 2014).

Tanto el RMSE_z como la metodología de percentil 95° especificados anteriormente son en la actualidad ampliamente aceptados en la práctica y han demostrado funcionar bien para los conjuntos de datos de elevación típicos derivados de las tecnologías actuales. Sin embargo, ambos métodos tienen limitaciones, en particular cuando el número de puntos de control es pequeño.

³⁶ La densidad de pulso nominal (NPD) y el espaciado de pulso nominal (NPS) son métodos geoméricamente inversos para medir la densidad de pulso o el espaciado de una colección Lidar. NPD es una relación entre el número de puntos y el área en la que están contenidos, y generalmente se expresa como pulsos por metro cuadrado (ppsm o pls/m²). NPS es una medida lineal de la distancia típica entre puntos, y con mayor frecuencia se expresa en metros. Aunque cualquiera de las expresiones se puede usar para cualquier conjunto de datos, NPD generalmente se usa para colecciones lidar con NPS <1, y NPS se usa para aquellos con NPS ≥1. Ambas medidas se basan en todos los datos del punto Lidar de 1^{er} (o último) retorno ya que estos tipos de retorno reflejan el número de pulsos. La conversión entre NPD y NPS se logra utilizando la ecuación $NPS = 1 / \sqrt{NPD}$ y $NPD = 1 / NPS^2$. Aunque las densidades de puntos típicas se enumeran para precisiones verticales específicas, los usuarios pueden seleccionar densidades de puntos más altas o más bajas para ajustarse mejor a los requisitos del proyecto y la complejidad de las superficies a modelar.

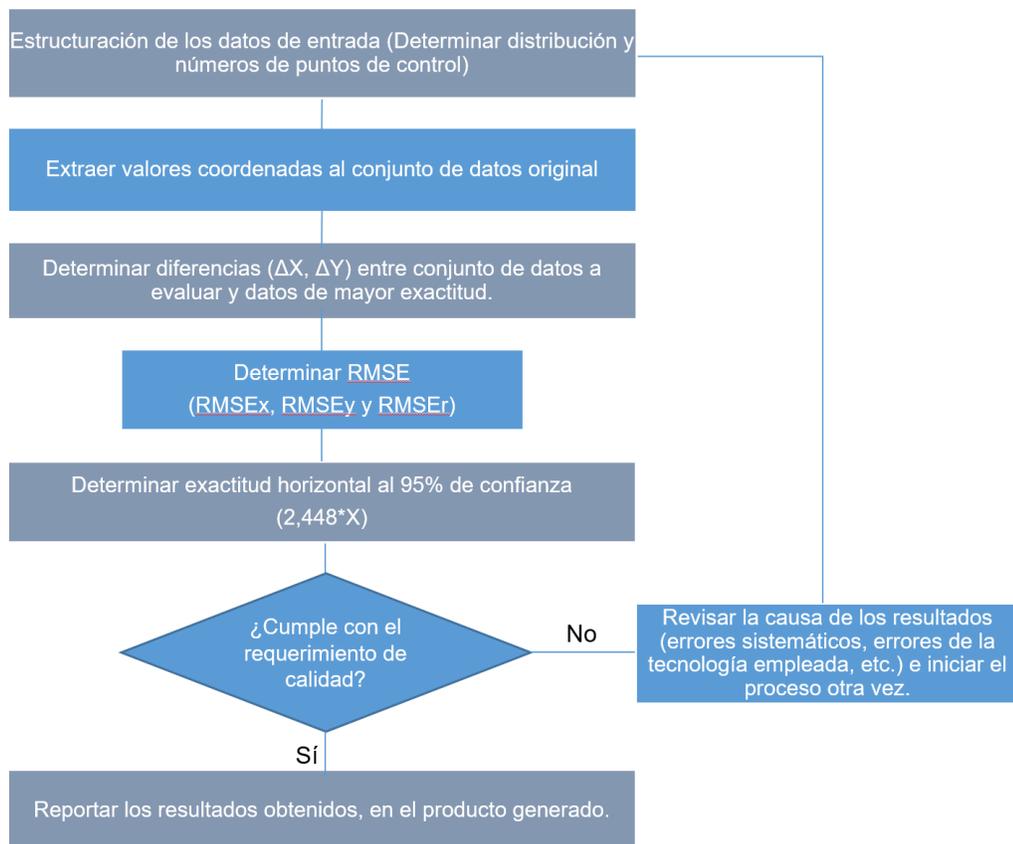
Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020
INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA				

Procedimiento para la evaluación de la calidad posicional Como se mencionó anteriormente, la exactitud horizontal se evalúa de manera independiente a la evaluación de la exactitud vertical. En el plano horizontal se utiliza el RMSE mediante la determinación de los valores de RMSE_x, RMSE_y y RMSE_r.

En la figura 8 se presenta un diagrama de tareas generales a seguir para la evaluación de la calidad horizontal y en la tabla 13 se presenta un ejemplo de evaluación con coordenadas reales.

Figura 8. Diagrama metodológico para la evaluación de la exactitud horizontal.



Fuente:
Técnico

IDESC, 2019.

En el plano vertical, la comparación de elevaciones de la superficie representada en el conjunto de datos, con elevaciones determinadas, a partir de una fuente

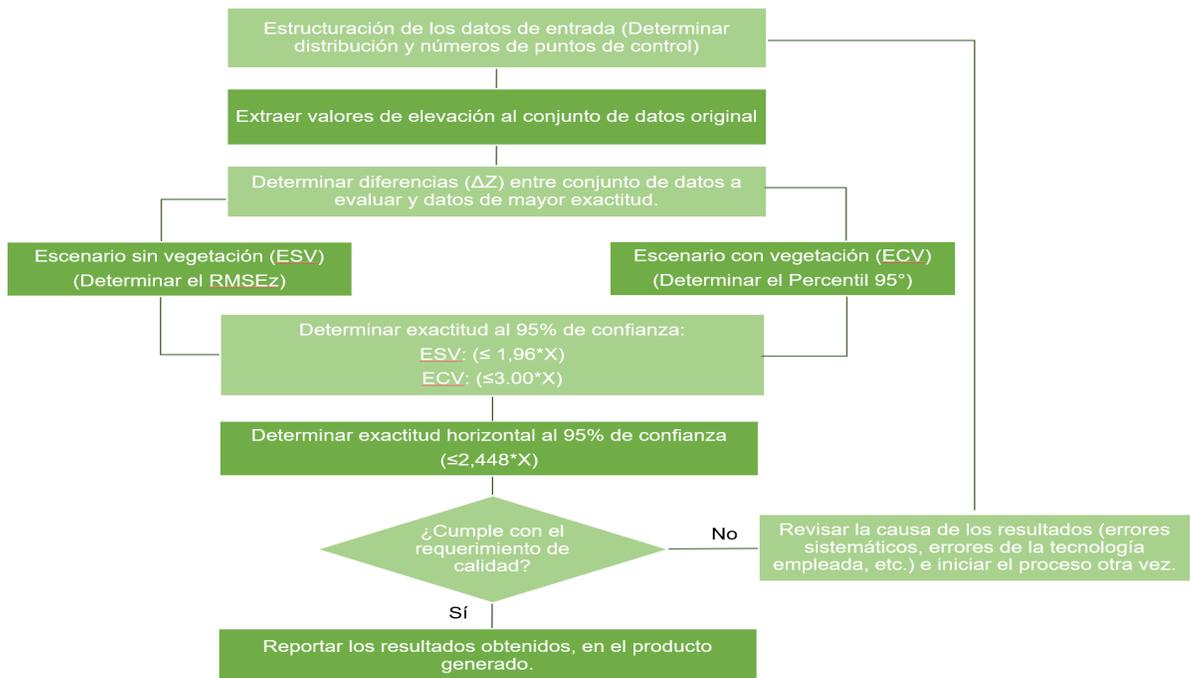
Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

independiente de mayor precisión, realizando la comparación de las elevaciones de los puntos de control, con elevaciones interpoladas a partir del conjunto de datos en las mismas coordenadas X/Y (véase el Anexo C, Sección C.11 del estándar ASPRS 2014 para una orientación detallada sobre los métodos de interpolación). Para ello, primero se establece que tipo de terreno es (con o sin vegetación), si es un terreno sin vegetación (ESV), la evaluación se realiza mediante el RMSE; por el contrario, si la evaluación se realiza en un terreno con vegetación (ECV), donde habitualmente los errores no necesariamente siguen una distribución normal, se deberá utilizar el percentil noventa cinco (95°) de las diferencias de errores, el cual permite estimar la exactitud a un nivel de confianza del noventa y cinco por ciento (95%). Los conjuntos de datos de elevación también deben ser evaluados por la exactitud horizontal cuando sea posible.

En la figura 9 se presenta un diagrama de tareas generales a seguir para la evaluación de la calidad vertical y en la tabla 13 se presenta un ejemplo de evaluación con coordenadas reales.

Figura 9. Diagrama metodológico para la evaluación de la exactitud vertical.



Fuente: Equipo Técnico IDESC, 2019.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Tabla 13. Ejemplo de procedimiento de evaluación de la calidad posicional.

Coordenadas de mapa			Coordenadas de campo				Errores residuales		
Punto	Este (map)	Norte (map)	Elevación (map)	Este (PC)	Norte (PC)	Elevación (PC)	Δx Este	Δy Norte	Altitud
GCP1	359584.394	5142449.934	477.127	359584.534	5142450.004	477.198	-0.140	-0.070	-0.071
GCP2	359872.190	5147939.180	412.406	359872.290	5147939.280	412.396	-0.100	-0.100	0.010
GCP3	395893.089	5136979.824	487.292	395893.072	5136979.894	487.190	0.017	-0.070	0.102
GCP4	359927.194	5151084.129	393.591	359927.264	5151083.979	393.691	-0.070	0.150	-0.100
GCP5	372737.074	5151675.999	451.305	372736.944	5151675.879	451.218	0.130	0.120	0.087
Número de puntos de control							5	5	5
Error medio (m)							-0.033	0.006	0.006
Desviación estándar (m)							0.108	0.119	0.091
RMSE (m)							0.102	0.106	0.081
RMSEr (m)							0.147	= RAÍZ(RMSE ² + RMSE _y ²)	
NSSDA, Exactitud Horizontal radial (ACCr) al 95% de nivel de confianza							0.255	= RMSEr × 1.7308	
NSSDA, Exactitud Vertical (ACCz) al 95% de nivel de confianza							0.160	= RMSEz × 1.960	

Fuente: (ASPRS, 2014).

Reporte de los resultados de calidad posicional obtenidos. Una vez finalizada la evaluación de la calidad posicional, los resultados se deberán reportar en términos de cumplimiento de los umbrales RMSE con base en lo indicado por el “National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA)” publicado por el FGDC, de la siguiente manera:

- “Este conjunto de datos fue probado para cumplir con Estándares de Exactitud Posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para ___ (cm) RMSE_x / RMSE_y de Exactitud Clase Horizontal. La exactitud de la posición real se encontró que era RMSE_x = ___ (cm) y RMSE_y ___ cm que equivale a la Exactitud posicional Horizontal = ±___ noventa y cinco por ciento (95%) de nivel de confianza”³⁷.

³⁷ “Probado para cumplir con” se utiliza sólo si las precisiones de datos fueron verificadas mediante pruebas contra puntos de control independientes de mayor precisión. Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Si no se realiza la prueba, las declaraciones de exactitud deben especificar que los datos son “*producidos para cumplir con*” la precisión indicada, de la siguiente manera:

- “Este conjunto de datos fue producido para satisfacer con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para_ (cm) $RMSE_x / RMSE_y$ de Precisión Clase Horizontal que equivale a la precisión posicional Horizontal = \pm ___ noventa y cinco por ciento (95 %) de nivel de confianza”³⁸

La exactitud vertical de los conjuntos de datos de elevación debe ser documentada en los metadatos en una de las siguientes maneras:

- “Este conjunto de datos fue probado para cumplir con Estándares de Exactitud Posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para ___ (cm) $RMSE_z$ de exactitud Clase Vertical. La exactitud real ESV se encontró que era $RMSE_z =$ ___ cm, lo que equivale a \pm ___ cm a nivel de confianza del noventa y cinco por ciento (95%). La exactitud ECV real resultó ser \pm ___ cm en el percentil noventa y cinco (95°)”.
- “Este conjunto de datos fue producido para satisfacer con Estándares de Exactitud Posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para ___ cm $RMSE_z$ de exactitud Clase Vertical equivalente a $ESV = \pm$ ___ cm a de nivel de confianza noventa y cinco por ciento (95%) y $ECV = \pm$ ___ cm en el percentil noventa y cinco 95°”.

Para profundizar en los conceptos, procedimientos y ejemplos que establece el estándar ASPRS 2014, se recomienda consultar el documento técnico disponible en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/asprs2014>.

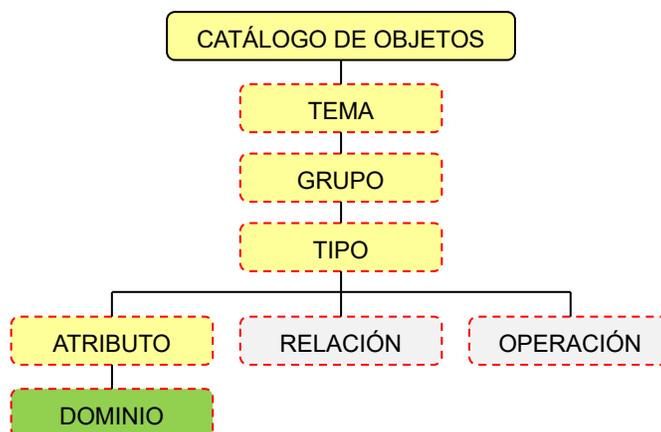
³⁸ “*Producido para satisfacer con*” lo utiliza el proveedor de datos, para afirmar que los datos cumplen las precisiones específicas, basadas en procesos establecidos que producen resultados conocidos, pero que las pruebas de verificación independiente contra puntos de mayor precisión, no se realizaron. Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.8.3. Catalogación de objetos geográficos (NTC 5661) En el caso que sea necesario crear un objeto geográfico que no se encuentra dentro del catálogo de objetos definido para el Núcleo de Datos Fundamentales de la IDESC, es necesario definir la estructura de dicho objeto, siguiendo los lineamientos establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 5661. Esta norma permite determinar la estructura con la cual se organizan los tipos de objetos geográficos, sus definiciones y características (atributos, relaciones y operaciones); su implementación permite a productores y usuarios de información geográfica integrar, homologar, crear, revisar, actualizar y comprender fácilmente, distintos conjuntos de datos geográficos (ICONTEC, 2010).

Esta norma es el perfil colombiano del estándar ISO 19110, el cual es la adaptación del estándar a las necesidades y condiciones de nuestro país. La NTC 5661 adiciona al trabajo de catalogación de objetos hecho previamente por el IGAC, la definición de los dominios, relaciones y operaciones (figura 10).

Figura 10. Estructura del Catálogo de Objetos en la NTC 5661.

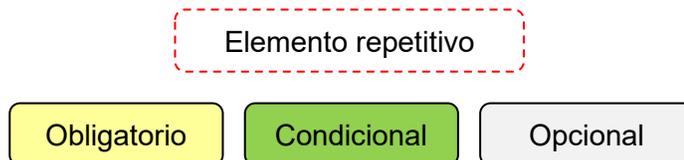


Fuente: Elaborado con información disponible en la NTC 5661.

En la figura anterior, se puede apreciar que los elementos están representados con diferentes convenciones, esto se debe a que la propuesta metodológica de la norma, define elementos obligatorios, condicionales y opcionales, (figura 11).

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Figura 11. Convenciones de diagramación.



Fuente: Elaborado con información disponible en la NTC 5661.

- **Obligatorio:** Indica que el elemento siempre debe ser registrado.
- **Condicional:** Indica la presencia del elemento sometido a una pregunta. Si la respuesta a esta pregunta es afirmativa, el elemento debe ser registrado.
- **Opcional:** Indica que la inclusión del elemento está sujeta a la disponibilidad de información y al criterio técnico.
- **Repetitivo:** Indica si un elemento puede presentarse en más de una ocasión dentro del catálogo, es decir, tener una frecuencia mayor a uno.

De acuerdo con lo anterior, el grupo que realice el levantamiento de información geográfica en el marco de un proyecto para cualquiera de los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali, deberá entregar un documento que contiene la estructura de definición de los objetos geográficos creados, con al menos la definición del objeto, los atributos y los dominios del mismo. Para facilitar la creación del catálogo de objetos, la IDESC pone a disposición el CO del Núcleo de Datos Espaciales y una guía metodológica para la elaboración de este, los cuales se pueden acceder en los siguientes documentos:

- Catálogo de objetos para el Núcleo de Datos Fundamentales de la IDESC:
https://cutt.ly/co_idesc.
- Guía metodológica para la construcción de un catálogo de objetos:
<https://cutt.ly/guiaco>.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.8.4. Salidas gráficas y de ploteo Las salidas gráficas se deben entregar como proyectos de ArcGIS, gvSIG, QGIS o AutoCAD Map (versión concertada con el responsable del proyecto) en los formatos MXD, GVP, QGS o DWG respectivamente. Además, se deben entregar las salidas gráficas de los mapas en formato JPG y GeoPDF.

Se deben definir previamente, de acuerdo a las escalas del levantamiento o generación de la información y al tamaño del área, los estándares que se deben seguir en términos de los elementos que debe contener la salida gráfica, tales como: toponimia, título y subtítulo, diagrama de localización, indicación de norte, grilla de coordenadas, valores de cuadrícula, autores, fuente, fechas, proyección, escala numérica y gráfica, leyendas, símbolos, etc., así como su distribución, orientación, colores, grosores y estilos.

Con el fin de establecer lineamientos que permitan estandarizar los tamaños de papel, formatos, cajetines, fuentes, estilos, entre otros, de los mapas que se generan o entregan a cualquiera de los Organismos de la Alcaldía de Cali, el equipo técnico de la IDESC elaboró algunas plantillas para las salidas gráficas de los mapas. Cabe señalar que las plantillas fueron creadas con el software ArcGIS para los siguientes tamaños de papel: carta, doble carta, oficio, medio pliego y pliego en orientación horizontal y vertical.

Las plantillas se encuentran disponibles a través del siguiente enlace: <https://cutt.ly/plantillasmapas>.

Se espera que los demás Organismos de la Administración Distrital, así como otras instituciones y la comunidad en general también las acojan y hagan uso de las mismas.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.8.5. Derechos de propiedad sobre los datos De conformidad con lo prescrito en la Ley 23 de 1982, sobre Derechos de Autor, los contratistas que generen y entreguen información cartográfica a la Alcaldía de Santiago de Cali, sólo percibirán los honorarios pactados en el proyecto, contrato o convenio. En tal sentido, se entiende que el ejecutor del proyecto, contrato o convenio transfiere los derechos patrimoniales sobre todo el producto cartográfico que genere y entregue a la Alcaldía de Santiago de Cali en cumplimiento de las obligaciones pactadas en el acuerdo bilateral, quedando de exclusiva propiedad de la Alcaldía de Santiago de Cali, por lo tanto el ejecutor del proyecto, contrato o convenio deberá realizar la siguiente declaración en los productos que entregue a la Alcaldía de Santiago de Cali: “la generación de esta información cartográfica es un trabajo realizado para la Alcaldía de Santiago de Cali quien es su única titular del derecho de autor protegido por la Ley. Cualquier persona que fraudulentamente ponga una nota de Copyright o realice cualquier otro acto contrario a la ley, estará sujeto a las consecuencias de orden legal señaladas en la legislación colombiana para dichos efectos.

Se deberá guardar la debida reserva de confidencialidad sobre los trabajos que se realicen y sobre la información y demás materiales que le sean proporcionados por la Alcaldía de Santiago de Cali.

4.8.6. Metadatos geográficos Los metadatos son fundamentales para la correcta gestión de la información geográfica, pues facilitan su administración, localización y uso. En ese orden de ideas, en la actualidad existen diversos estándares nacionales e internacionales para la documentación de los mismos; no obstante, se debe propender por el uso de lineamientos de acuerdo a las normas vigentes, que proporcionen una estructura común e interoperable para describir información y servicios geográficos.

Bajo este precepto, la IDESC como iniciativa de orden local que implementa los lineamientos que define la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE, ha adoptado el Perfil Nacional de Metadatos, el cual permite la documentación efectiva de cualquier tipo de información geográfica.

El Perfil Nacional de Metadatos permite la documentación de información geográfica de tipo vectorial, raster y geoservicios de manera correcta y efectiva, con el propósito de facilitar su gestión y posibilitar su comprensión, uso, búsqueda y evaluación; su definición se realizó considerando las especificaciones técnicas contenidas en la norma ISO 19115-1: 2014 Geographic Information – Metadata – Part 1: Fundamentals, y la segunda versión del Perfil Latino Americano de Metadatos- LAMP

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

v2:2017 que determinan los elementos necesarios para describir de manera conforme la información geográfica³⁹.

Con base en el Perfil Nacional de Metadatos, la ICDE definió los perfiles de metadatos para información geográfica de tipo vectorial, raster y geoservicios, estos documentan las siguientes características: elemento, definición, obligatoriedad, multiplicidad, tipo de dato, dominio, recomendaciones y un ejemplo para los atributos que describen la información de los productos geográficos. Para cada tipo de información geográfica se disponen los siguientes documentos: perfil de metadatos (*.pdf), levantamiento de información para creación de plantillas (*.doc) y esquema de plantilla de metadato para el perfil (*.xml).

Por consiguiente, en todos los proyectos que realicen los Organismos de la Alcaldía de Santiago de Cali, en cuyo caso sea necesario levantar información geográfica primaria o secundaria, se deberán construir metadatos para información geográfica de tipo vectorial, raster y geoservicios, mediante el diligenciamiento de los perfiles descritos anteriormente y que se ponen a disposición en los siguientes enlaces:

- Enlaces para metadatos de productos tipo vector:
 - Perfil de metadatos Vector: https://cutt.ly/perfil_vector.
 - Levantamiento de información para creación de plantillas vector: https://cutt.ly/plantilla_vector.
 - Esquema de plantilla de metadato para el perfil Vector: https://cutt.ly/xml_vector.
- Enlaces para metadato ráster:
 - Perfil de metadatos Ráster: https://cutt.ly/perfil_raster.
 - Levantamiento de información para creación de plantillas Ráster: https://cutt.ly/plantilla_raster.
 - Esquema de plantilla de metadato para el perfil Ráster: https://cutt.ly/xml_raster.
- Enlaces para metadato geoservicio:
 - Perfil de metadatos Geoservicio: https://cutt.ly/perfil_geoservicio.

³⁹ Disponible en el portal Web de la ICDE: <http://www.icde.org.co/servicios/metadatos> [Visitado en octubre de 2019]
 Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Levantamiento de información para creación de plantillas Geoservicios: https://cutt.ly/plantilla_geoservicio.
- Esquema de plantilla de metadato para el perfil Geoservicios: https://cutt.ly/xml_geoservicio.

El registro de metadatos lo podrán realizar de dos formas, la primera mediante el diligenciamiento del metadato directamente en la plataforma que tiene la IDESC, la cual se encuentra disponible en el siguiente enlace: <https://ws-idesc.cali.gov.co:8080/metadatos>, previamente se deberá solicitar la creación de un usuario y una breve capacitación en el manejo de la aplicación, mediante solicitud dirigida al correo electrónico idesc@cali.gov.co, indicando las características del proyecto, el organismo responsable, y el contacto de las personas que recibirían la capacitación.

Para la segunda opción, se podrá suministrar los metadatos geográficos en la entrega final de los productos geográficos, exportados en formato XML y HTML, a partir de las plantillas disponibles anteriormente, los cuales deberán estar organizados en una subcarpeta denominada “Metadatos” en la versión digital de los productos que hayan sido contratados.

4.9. CAPTURA O RECOLECCIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS

Los Organismos de la Administración Distrital de Santiago de Cali requieren regularmente la obtención de datos geográficos, ya sea mediante georreferenciación directa (en terreno) o georreferenciación indirecta (con el uso de mapas existentes, imágenes aéreas o de satélite). Por esta necesidad, es fundamental tener un protocolo que permita adoptar buenas prácticas de captura, orientados a generar información confiable y de calidad.

En esta sección se presentan los lineamientos para la captura de datos geográficos mediante el uso de diferentes metodologías y/o tecnologías.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.9.1. Captura de datos geográficos mediante tecnología GNSS En la actualidad, una de las tecnologías más confiables y eficientes para la captura de información georreferenciada, es el Sistema Global de Navegación por Satélite – (GNSS, por sus siglas en inglés), el término GNSS comprende a todos los sistemas de navegación por satélites, los que ya han sido implementados (GPS, GLONASS) y los que están en desarrollo (Galileo y Beidú). No obstante, para obtener resultados confiables se deberá seguir algunos lineamientos técnicos, que van desde el requerimiento del proyecto, pasando por la elección del tipo de receptores GNSS, la metodología de captura y procesamiento de los datos. A continuación, se describen pautas básicas a seguir para la captura de datos con esta tecnología.

4.9.1.1. Definir los requerimientos del proyecto Antes de iniciar una campaña de captura de datos GNSS para la generación de datos geográficos, se deberá definir el nivel de exactitud posicional requerida. Este paso es fundamental, porque a partir del requerimiento se establece los receptores GNSS, la metodología y los criterios de procesamiento a utilizar.

Por ejemplo, para levantamientos urbanos, cuya representación cartográfica se realiza a escalas detalladas tales como: 1:250, 1:1000 o 1:2000 y de acuerdo con el paralelo que establece el ASPRS 2014 entre clases de RMSE y escala cartográfica (presentada en la tabla 8), el RMSE de los datos capturados en campo (en las componentes X y Y) debe ser menor a 0.45 m y el $RMSE_r$ debe ser menor a 0.636 m para la escala 1:1800. Por consiguiente, para obtener este nivel de exactitud, será necesario trabajar con al menos receptores GNSS cartográficos con metodología de trabajo diferencial.

Conforme a la idea expresada en los párrafos anteriores, a mayor detalle de los mapas mayor será la exactitud requerida en los datos que se capturen con GNSS y para lograrlos, mayor será la rigurosidad de la metodología y los equipos a emplear. En la tabla 15 se presenta un resumen con las principales relaciones entre tipos de trabajo, metodología y equipos.

4.9.1.2. Definir el tipo de equipos a utilizar Como se mencionó en el punto anterior, la elección de los receptores GNSS va asociada a los requerimientos de exactitud del proyecto. Estos receptores se clasifican de acuerdo al tipo, al número de frecuencias que reciben o incluso en el número de constelaciones que son capaces de rastrear. En la tabla 14 se presenta una clasificación en la que se relaciona el tipo, la exactitud aproximada, sus costos y las señales que pueden recibir.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO - INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI) INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Tabla 14. Clasificación de receptores GNSS.

Utilización GNSS	Precisión	Costo (millones \$)	Señales GNSS				
			L1 C/A cód	L1 P-cód	L1 - Fase	L2 P-cód	L2 Y-cód
Navegadores - Recreativos	3 ~ 15 m	0,6 a 2	X				
Monofrecuencia - Cartográficos y SIG	0,3 ~ 5 m	7 a 36	X	X			
Monofrecuencia - Topográficos	0,05 ~ 0,2 m	36 a 58	X	X	X		
Doble frecuencia - Geodésicos	0,001 a 0,01 m	68 a 130	X	X	X	X	

Fuente: Adaptado de Carlos Enríquez Turíño

Disponible Online: http://www.ugr.es/~ctig/documentos/Integracion_SIG_GPS.pdf

4.9.1.3. Definir la metodología de posicionamiento GNSS Definir una adecuada metodología de posicionamiento es fundamental para garantizar la exactitud de los datos GNSS, sin embargo, los métodos de posicionamiento GNSS no permiten una única clasificación, la cual se deberá atender a diferentes criterios⁴⁰.

Como se mencionó, los GNSS permiten el posicionamiento con distintos métodos de acuerdo a los equipos, la exigencia de exactitud o la técnica de procesamiento de los observables. La clasificación de los métodos GNSS en función del tipo de trabajo a realizar se muestra en la tabla 15.

⁴⁰ Métodos de posicionamiento GNSS GPS. Clasificación. Disponible Online: <https://nagarvil.webs.upv.es/metodos-de-posicionamiento-gnss-gps/> [Visitado en octubre de 2019]
 Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO</p> <p>INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Tabla 15. Clasificación de metodologías de posicionamiento GNSS.

Clasificación de metodologías de posicionamiento GNSS y tipos de equipos					
Levantamientos de Control Geodésico					
Levantamientos Topográficos					
Replanteos					
Posicionamiento rápido de precisión					
Levantamiento para SIG					
Navegación					
					Método de Trabajo
					GNSS Estático
					GNSS RTK - NTRIP
					GNSS Diferencial
					GNSS Autónomo
					Tipos de Equipos
					Navegadores - Recreativos
					Monofrecuencia - Cartográficos y SIG
					Monofrecuencia - Topográficos
					Doble frecuencia - Geodésicos
					Aplicación de uso principal de procedimiento
					Procedimiento auxiliar o de apoyo para la aplicación

Fuente: Adaptado a partir de información de Garrido-Villén Natalia.

Disponible Online: <https://nagarvil.webs.upv.es/metodos-de-posicionamiento-gnss-gps/>

4.9.1.4. Configuración de equipos GNSS Por lo regular, el personal encargado del rastreo de datos GNSS realiza la configuración de los receptores en función de sus necesidades o de la manera como se siente más cómodo en el manejo de los mismos. Sin embargo, se recomienda seguir los siguientes lineamientos para evitar que haya inconvenientes al momento de procesar los datos, o al compartir los datos crudos con otras personas.

- Elipsoide de referencia: WGS1984 o GRS1980. El uso de otro elipsoide sin conocimiento, puede ocasionar que se obtengan coordenadas referidas a sistemas de referencia que no se utilizan en Santiago de Cali.
- Unidades: Se debe usar unidades del Sistema Internacional de Unidades:
 - Lineales: metros, kilómetros.
 - Superficie: metros cuadrados, hectáreas
 - Volumen: metros cúbicos
 - Angulares: Grados en notación sexagesimal (GG°MM'SS") o en notación decimal (GG.DDDDDD°).
- Coordenadas: Se recomienda el uso de coordenadas elipsoidales y realizar la proyección a coordenadas planas o cartesianas solamente posterior al post-proceso. Solo en el caso del uso de la metodología RTK o NTRIP se debería usar los sistemas de coordenadas proyectados.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Datos de Altitud: Se deben referir al elipsoide de referencia (WGS1984 o GRS1980) y en oficina se deben trasladar a dátum Buenaventura que es el dátum vertical de Colombia. Opcionalmente, si el receptor dispone de un modelo global de altitud, este podrá ser usado bajo criterio del profesional encargado de la captura de datos.
- Parámetros de Disolución de la Precisión (DOP): Se recomienda configurar este parámetro en un valor de seis (6). Un valor superior, disminuirá la precisión final de los datos.
- Máscara de Elevación: Se recomienda utilizar una máscara de elevación entre 10 y 13 grados.
- Máscara SNR (Signal Noise Ratio o Fuerza de la Señal): El SNR mide el contenido de la información de una señal en relación al ruido de dicha señal. Cuanto menor sea, más información se perderá en el ruido⁴¹. La configuración de este parámetro se deberá realizar de manera independiente para cada casa fabricante de receptores; por ejemplo, Trimble recomienda para sus receptores, fijar un valor mínimo de 39 dB-Hz. Un valor inferior, significará que el receptor registrará señales más débiles, lo que repercutirá en la precisión final de la posición estimada.

4.9.1.5. Condiciones de rastreo Las circunstancias durante la captura o rastreo de datos GNSS también tienen una incidencia directa sobre la calidad de la posición final, por consiguiente, durante las jornadas de captura de datos se deberá evitar tomar datos con las siguientes condiciones:

- Construcciones superiores a dos (2) pisos.
- Árboles con altura mayor a tres (3) metros.
- Montañas, cimas o demás elementos fisiográficos que se presenten como barreras.
- Antenas de comunicación, torres de transmisión de energía, transformadores de energía.
- Superficies reflectantes y otros elementos de infraestructura física que puedan afectar la recepción de la señal.

Algunas casas fabricantes aseguran que sus receptores GNSS modernos y de alta gama, disponen de algoritmos que mejoran la recepción de la señal y la determinación de las coordenadas finales, sin importar completamente el impacto de las condiciones de rastreo. No obstante, si algún Organismo de la Alcaldía de

⁴¹ Máscara SNR (GPS): <https://glosarios.servidor-alicante.com> [Visitado en octubre de 2019].

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Santiago de Cali dispone de este tipo de receptores, deberá evaluar los resultados bajo dichas condiciones.

4.9.1.6. Criterios Generales de Procesamiento de Datos GNSS En el caso que se haya seleccionado una de las metodologías de trabajo en las que sea necesario un post-proceso de los datos, se recomienda el seguimiento de las pautas que se presentan en el numeral 6.3.9 “Post-procesamiento de los datos” del documento de “Lineamientos para el Uso de la Red de Control Geodésico de Cali”, disponible en el siguiente enlace: https://cutt.ly/lineamientos_rcg.

Adicionalmente, si se requiere el uso de estaciones continuas de referencia se recomienda el uso de las siguientes, en el orden que aparecen:

- IGAC MAGNA - ECO: <ftp://geodesia.igac.gov.co/>
 - Usuario: magnaeco
 - Contraseña: magnaeco1
- Servicio Geológico - GEORED: <https://geored2.sgc.gov.co/solicitudes/Paginas/default.aspx>
- CVC: <ftp://geo.cvc.gov.co/>
 - Usuario: DescargaBase
 - Contraseña: B4s3#514vCVC_18

4.9.2. Amarres y levantamientos geodésicos o topográficos mediante tecnología GNSS El tema de criterios y recomendaciones para la realización de amarres y levantamientos topográficos a partir de tecnología GNSS se aborda detalladamente en el documento denominado: “Lineamientos para el Uso de la Red de Control Geodésico de Santiago de Cali”, el cual se encuentra disponible en el siguiente enlace: https://cutt.ly/lineamientos_rcg.

En dicho documento se brindan lineamientos generales para el uso de la Red de Control Geodésico del Distrito, describe los elementos que la conforman, los conceptos de proyecciones cartográficas empleadas en el Distrito, así como criterios fundamentales para la generación de información georreferenciada, tanto con tecnología GNSS, como también con equipos ópticos y electro-ópticos

Aborda desde las metodologías adecuadas para la generación de información de calidad, características de los equipos, materialización de puntos auxiliares para el control posicional, hasta conceptos para el uso de la metodología de posicionamiento GNSS RTK.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.9.3. Levantamiento de datos geográficos a partir de imágenes, planos o mapas La IDESC promueve el levantamiento de datos geográficos mediante fuentes primarias de información, pues de esta manera se puede generar datos actualizados y de calidad; no obstante, en ciertas ocasiones, el levantamiento se puede realizar mediante fuentes de información secundaria (georreferenciación indirecta) como alternativa a la falta de recursos o de tiempo para una campaña de campo. De acuerdo a lo anterior, en esta sección se presentan algunas pautas para la generación de datos geográficos secundarios a partir de fotografías aéreas, planos o mapas, todas ellas en formato impreso.

- **Limpieza del producto geográfico impreso:** Inicialmente, se debe garantizar que el producto geográfico impreso se encuentre libre de suciedades tales como: cintas, polvo, rayones de lápices, entre otras, que alteren la calidad del escaneo, siguiendo las siguientes consideraciones:
 - i. Identificar y clasificar el tipo de material de impresión en el caso de fotografías o de papel en el caso de mapas.
 - ii. Borrar líneas o rayones de lápiz mediante el uso de borradores tipo 4B (miga de pan) ref 3201-BG o 4B (negro) ref 3201-A y seguidamente limpiar los rastros del borrado anterior, se utiliza el borrador Pelikan PZ 60 o PX40 (UNIVERSIDAD DEL VALLE, CVC, 2014). El procedimiento de borrado se hace realizar delicadamente y de manera circular.
 - iii. En el caso de fotografías aéreas, se recomienda realizar una limpieza adicional con alcohol isopropílico, con el fin de eliminar posibles manchas o rayones hechos con tinta. Primero se humedece un trozo de algodón con el alcohol y se desplaza el algodón sobre la fotografía de manera horizontal, se gira la foto noventa (90°) y se procede de nuevo a limpiar la foto, procurando que se limpie con el nivel de alcohol adecuado. Seguidamente, se ubican las fotos de manera que se evapore el alcohol, hasta que no deje rastros (UNIVERSIDAD DEL VALLE, CVC, 2014).
- **Escaneo:** Posterior a la etapa de limpieza, se debe realizar el escaneo del producto mediante el uso de un escáner que garantice el escaneo con una resolución mínima de tres cientos (300) dpi para el caso de mapas o planos y de seis cientos (600) dpi para el escaneo de fotografías aéreas. Se recomienda el uso del formato Tiff como formato de salida. Adicionalmente, cada fabricante de escáneres dispone de diferentes opciones que ayudan a mejorar la calidad del producto escaneado, en este caso, se deberá evaluar la conveniencia de estas opciones.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
			<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

Si es necesario, se puede utilizar herramientas de procesamiento de imágenes como GIMP o Photoshop para mejorar el contraste o iluminación del producto escaneado.

- **Georreferenciación:** Finalizada la etapa de escaneo, se procede a realizar la georreferenciación, con el fin de asignarle coordenadas asociadas a un sistema de coordenadas oficial, al producto escaneado. Esta etapa se puede realizar con múltiples herramientas de software tales como: ArcGIS, QGIS, Erdas, Global Mapper, entre otras. Lo importante es tener en cuenta los siguientes lineamientos:
 - i. Determinar los puntos de control (GCP, del inglés Ground Control Point). Estos GCP's corresponden a ubicaciones que se pueden identificar con precisión en el producto a georreferenciar y en coordenadas reales del producto a utilizar como base. Se pueden utilizar muchos tipos distintos de entidades como ubicaciones identificables, por ejemplo: intersecciones de corrientes o caminos, afloramientos de roca, el extremo de una construcción, esquinas de calles, entre otras.
 - ii. La cantidad de GCP's se define en función del método de transformación a elegir, en la tabla 16 se presenta un resumen:

Tabla 16. Cantidad de GCP's según método de transformación.

Método de Transformación	Cantidad de GCP requeridos	Características	Usos
Transformación Polinomial	<ul style="list-style-type: none"> - Uno (1) para un transformación de orden cero. - Tres (3) para un transformación de primer orden. - Seis (6) para un transformación de segundo orden. - Diez (10) para un transformación de tercer orden. 	<p>La transformación polinómica utiliza un polinomio basado en puntos de control y un algoritmo de adecuación por mínimos cuadrados (LSF). Está optimizada para la precisión global, pero no garantiza la precisión local.</p>	<p>La transformación polinómica de primer orden se utiliza normalmente para georreferenciar una imagen.</p>

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020
INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA				

Método de Transformación	Cantidad de GCP requeridos	Características	Usos
Spline	- Un mínimo de diez (10) Puntos	La transformación por spline es un verdadero método de deformación elástica vectorial y optimiza para la exactitud local, pero no para la global. Se basa en una función por spline, un polinomio por partes que mantiene la continuidad y suavidad entre polinomios adyacentes	Esta transformación es útil cuando los puntos de control son importantes y se necesita que se registren de forma precisa
Ajuste	- Un mínimo de tres (3) Puntos	La transformación de ajuste optimiza el LSF global y la precisión local. Se basa en un algoritmo que combina una transformación polinómica y técnicas de interpolación de red irregular de triángulos (TIN).	Aplica para imágenes sin distinción en especial.
Transformación Proyectiva	- Un mínimo de cuatro (4) Puntos	La transformación proyectiva puede combar líneas de manera que permanezcan rectas. Al hacerlo, es posible que las líneas que una vez fueron paralelas ya no sigan siendo paralelas	Especialmente útil para imágenes oblicuas, mapas escaneados y para algunos productos de imágenes como Landsat y Digital Globe.

Fuente: Adaptado a partir de información de ESRI.

Disponible Online: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/fundamentals-for-georeferencing-a-raster-dataset.htm>

- iii. En el caso de mapas impresos que dispongan de cuadrículas de coordenadas, estas pueden ser usadas para la identificación de los GCP's. Para fotografías áreas se recomienda utilizar una base cartográfica u otras imágenes áreas de alta precisión.
- iv. Los GCP's deberán estar distribuidos uniformemente dentro de toda el área de la imagen o mapa.
- v. Durante el procedimiento de identificación de los GCP's se deberá revisar los valores de los residuales que estima la herramienta de software, entre más cercano estos valores se encuentre de cero, mayor será la precisión del procedimiento.
- vi. Al finalizar la identificación de GCP's, se procede a aplicar la transformación, lo cual generará una nueva imagen ya georreferenciada.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Durante este procedimiento, se recomienda continuar con el formato tiff y si se prefiere, utilizar un método de compresión tipo lossless (LZ77, LZW, PackBits), para evitar la pérdida de datos de la imagen.

- **Sistemas de coordenadas:** La asignación, conversión o transformación de coordenadas se deberá realizar siguiendo los lineamientos descritos en la sección 4.2 [“SISTEMA DE COORDENADAS Y PARÁMETROS DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA OFICIAL”](#), de este documento.
- **Vectorización:** La digitalización o vectorización de datos geográficos a partir de los productos georreferenciados, se deberá realizar siguiendo los lineamientos establecidos en la sección 4.1.1 [“MODELO DE DATOS VECTORIAL”](#), de este documento.
- **Estructura de datos:** Los objetos geográficos localizados mediante georreferenciación indirecta, deben estar asociados a una estructura definida previamente con el equipo de trabajo y acorde a la NTC 5661 “Catalogación de Objetos Geográficos” del ICONTEC, conforme a lo establecido en la sección 4.8.3 [“CATALOGACIÓN DE OBJETOS GEOGRÁFICOS \(NTC 5661\)”](#), de este documento.

4.9.4. Levantamiento de datos geográficos a partir de dispositivos móviles En la actualidad, se encuentran en el mercado web una gran variedad de aplicaciones que permiten la captura y manejo de información georreferenciada a través de dispositivos móviles, donde la mayoría de ellas se pueden conseguir sin costo (otras con la opción de prueba o con herramientas limitadas).

El objetivo de este capítulo es clasificar las aplicaciones según su uso (en términos de su potencialidad para generar datos geográficos), así como también, presentar una serie de recomendaciones, características y herramientas mínimas que deberían tener las aplicaciones que se vayan a utilizar para la captura, manejo y producción de información geográfica, teniendo en cuenta los requerimientos mínimos de exactitud y producción geográfica establecidos en la sección 4.8.2 [“Precisión de los Datos Espaciales Digitales”](#), de este documento.

El uso de aplicaciones móviles para el levantamiento de datos geográficos radica en la versatilidad, funcionalidad, popularidad y accesibilidad de las mismas, sin embargo, es de aclarar que el nivel de precisión y exactitud que estas ofrecen, es limitado y en ningún caso pueden equipararse a los métodos tradicionales para la

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

captura de datos geográficos de exactitud. Por consiguiente, será responsabilidad de cada equipo de trabajo, determinar en qué casos y con qué alcance, utilizar estas herramientas.

4.9.4.1 Clasificación de aplicaciones En el contexto distrital y de acuerdo con el alcance de la IDESC, se pueden clasificar las aplicaciones móviles según su uso o función en:

- Visualización de datos geográficos.
- Levantamiento de información tipo inventario/encuesta.
- Captura y/o edición de información vectorial (punto, línea, polígono).
- Localización, consulta y búsqueda de información geográfica.

Se considera que estos son los usos más comunes a las aplicaciones móviles destinadas al manejo y producción de información geográfica en campo (terreno) por la versatilidad, manejo, transporte, hardware (GNSS, cámara, sensores, etc.), tamaño, entre otros, de los dispositivos móviles (Celular o Tablet). Por lo que otras funciones como: edición, geoprocésamiento y análisis espacial, se recomienda trabajar en oficina con herramientas de escritorio o web.



Fuente: PXHere, disponible online en: <https://pxhere.com/es/photo/1445345>.

También es importante precisar dos cosas:

En primer lugar, que el uso o función que se le va a dar a la aplicación móvil depende del objetivo del trabajo a realizar, por ejemplo, para el levantamiento de información alfanumérica en distintas sedes educativas cuyo objetivo es tener un inventario digital de cada una de ellas, será apropiado utilizar una aplicación orientada al manejo de formularios inteligentes y que permita capturar la posición geográfica de la sede. Otro caso sería si se requiere georreferenciar los semáforos de una zona, para ese caso será más apropiado utilizar una aplicación móvil destinada a la captura de información

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

geográfica vectorial (tipo punto en este caso) para posteriormente exportarla a diferentes formatos.

En segundo lugar, que los usos listados anteriormente no son excluyentes, por lo que una aplicación móvil destinada a información geográfica puede permitir varios usos o tener múltiples funciones sin ningún problema.



Fuente: Pixabay, disponible online en: https://cdn.pixabay.com/photo/2016/11/29/12/30/android-1869510_960_720.jpg

Una vez clasificadas las aplicaciones por su uso o funcionalidad, a continuación, se listan algunas de las principales características que el Equipo Técnico de la IDESC considera, debe tener una aplicación destinada al uso de información geográfica:

4.9.4.2 Principales características de una aplicación de IG.

- Visualización de datos geográficos (propios o externos).
- Mapas base (propios, Google, OSM, Esri, Here - Nokia, otros).
- Geoposicionamiento por satélite (GNSS)
- Búsqueda de información (dirección, zona, nombre propio, coordenadas).
- Visualización de datos alfanuméricos (identificar, tabla de atributos).
- Tabla de contenido para manejo de datos (on/off capas, convenciones).
- Coste bajo, preferiblemente aplicación libre o con periodo de prueba.
- Posibilidad de visualizar datos fuera de línea (offline).
- Visualización de las coordenadas de cualquier punto (Elipsoidales o Proyectadas).
- Precisión en la captura de coordenadas (posición) o información geográfica.

Para la producción de información geográfica con dispositivos móviles y su posible integración a la IDESC, es importante que la aplicación permita capturar las coordenadas (elipsoidales o geográficas), preferiblemente mediante el uso del chip

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

GNSS del dispositivo; también se debe tener en cuenta la precisión en la captura o visualización de las coordenadas del punto y si es posible que permita almacenar/exportar los datos en un formato apropiado para trabajo de oficina (revisar la sección 4.4 “[SOFTWARE Y FORMATOS SOPORTADOS](#)”). También es relevante que se puedan almacenar las características del dato (atributos) de una forma adecuada y estandarizada si se trata de una aplicación de tipo formulario.

Otras funciones y herramientas que son muy útiles en la producción de datos geográficos desde dispositivos móviles son:

Visualización:

- Ver mapas base (Google Maps, OSM, ESRI, entre otros).
- Consumir servicios WMS/ WFS/ WCS, Street View, entre otros.
- Uso de información vectorial de diferentes formatos y fuentes.
- Uso de imágenes raster definidas en ficheros o teselas (tiles).
- Visualizar tabla de contenidos: capas, convenciones, etc.
- Herramientas de visualización (zoom, mover, extensión, escala, norte).

Consulta:

- Búsqueda de información por atributos
- Búsqueda de información por ubicación (barrio, comuna, dirección, predio).
- Ubicación a través del chip GNSS.
- Calcular la ruta más corta entre varios puntos
- Mediciones de longitudes, áreas.

Edición:

- Creación y edición de datos totalmente online/offline con precisión.
- Trabajo con geometrías simples y múltiples tipo punto, línea y polígono.
- Geoprocesamiento (zona de influencia, mezclar, disolver, intersectar, unión).
- Asociar fotografías a los elementos geográficos capturados.
- Captura de datos de diferentes formas (manual, automático, recorrido, etc.).

Formularios personalizados:

- Formulario personalizado para captura de datos asociados a una capa/tabla.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO</p> <p>INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Definir campos de cualquier tipo en el formulario.
- Definir expresiones regulares para validación de datos.
- Exportar los resultados a formatos soportados.

Importación y exportación de datos en diversos formatos:

- Creación y exportación de datos de manera online/offline.
- Carga de datos geográficos en formato SHP, CSV, KML, etc.
- Exportar datos a distintos formatos: SHP, CSV, KML, etc.
- Integración con Editores GIS: QGIS, Esri, entre otros.

4.9.4.3 Aplicaciones recomendadas En la tabla 17 se listan algunas de las aplicaciones recomendadas (a la fecha), para la producción de información geográfica a través de dispositivos móviles, tanto para dispositivos Android como para iOS (iPhone/iPad).

Tabla 17. Listado de aplicaciones recomendadas.

APLICACIÓN		CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
 <p>Android iOS</p>	<p>IDESC</p> <p>Alcaldía de Santiago de Cali</p>	<p>Herramienta para la visualización y consulta de información geográfica de Santiago de Cali que dispone de las principales capas de información de la base de datos de la Infraestructura de Datos espaciales de Cali IDESC. Permite visualizar información en capas, cambiar el mapa base, localizar al usuario a partir del GNSS, realizar consultas por Barrio, Comuna, Corregimiento, Dirección, Predio y sitios. Ofrece herramientas para visualizar coordenadas (Geográficas y Magna Cali oficial), Street View, recorrido, ruta más corta, medición, compartir mapa, leyenda y más.</p>
 <p>Android 4.4 ★</p>	<p>TCPGPS</p> <p>LITE</p> <p>APLITOP</p>	<p>Permite realizar levantamientos de información geográfica utilizando el GNSS integrado en el dispositivo con la precisión que ofrezca el mismo. No funciona con GNSS externo. Útil para trabajos de inventario con creación de proyectos, organización de datos en carpetas, creación/exportación de información vectorial (punto, línea y polígono), toma de fotografías, entre otros. Permite la visualización de las coordenadas (geográficas o UTM) con un círculo estimado de precisión, creación de capas y atributos, así como también la visualización de mapas base Google Maps (GM).</p>
 <p>Android</p>	<p>MOBILE</p>	<p>Herramienta para topografía que ofrece mejorar la precisión de la información capturada (dependiendo del chip GNSS del dispositivo móvil). Aumenta la precisión GNSS por medio de un</p>

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		VERSIÓN	1
			FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

APLICACIÓN		CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
 4.4 ★	<u>TOPOGRA PHER</u> S.F. APPLICABILITY LTD.	<p>promedio ponderado, calibración de mapas entre otros. Permite visualizar las coordenadas en diferentes sistemas (geográficas, UTM, magna Oeste), mediciones, conversión de coordenadas, exportar los datos puntuales, compartir, entre otros. Tiene una versión PRO de pago.</p>
 Android 4.3 ★	<u>KOBOCOLL ECT</u> KOBOTOOLBOX	<p>Herramienta para recolección de datos primarios en campo (terreno) a partir de formularios creados en oficina con el software online KoboTools. Los formularios inteligentes se crean en la nube, ofreciendo diferentes alternativas para su creación desde el diseño del formulario como de los dominios de sus campos, tipos de campos, importar desde Excel, entre otros. Permite también guardar una coordenada de la ubicación de la encuesta/inventario.</p>
 Android 4.3 ★	<u>SW MAPS</u> SOFTWEL	<p>Aplicación para captura de información en campo tipo SIG, permite la visualización de datos (importar) de diferentes fuentes, incluyendo imágenes, así como también el uso de GNSS externo (Bluetooth) y la creación de proyectos. Incluye opciones para la visualización de los datos del GNSS como tipo de solución GNSS, precisión, rastreo de puntos por promedio entre otros. Se pueden crear capas de entidades vectoriales e importar/exportar los datos a diferentes formatos como KML, SHP, GPX, entre otros. Una de las mejores opciones es que posee una herramienta para Windows que permite la creación de plantillas con un diccionario de objetos para el trabajo.</p>
 Android iOS 4.5 ★	<u>MOBILE DATA COLLECTI ON</u> GISCLOUD	<p>Aplicación para inventario SIG que permite disponer de forma remota y en tiempo real, en la web del fabricante (GISCLOUD) de toda la información geográfica requerida para el trabajo de campo y levantamiento de información y se cargan los datos recolectados de manera online o se almacenan offline hasta tener una conexión WiFi. Permite visualizar un mapa de Open Street Map (OSM), localización por medio del GNSS interno, registro de información en formularios (creados en oficina desde el sitio web), exportar datos entre muchas más opciones de manera gratuita.</p>
 Android 4.3 ★	<u>MAPIT</u> MAPIT GIS LTDA	<p>Aplicación tipo SIG para recolección de datos GNSS con soporte de mapas base (GM, OSM, BM, MB y Tiles offline), WMS y ArcGIS Server como mapas de teselas (tiles), creación de capas, exportación a diferentes formatos (SHP, KML, CSV, GeoJSON, DXF), creación de datos vectoriales, herramientas de medición,</p>

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

APLICACIÓN		CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
		estado de satélites GNSS, búsquedas de localización, dirección, importar CSV, KML, GeoJSON, atributos, visualizar coordenadas y más.
 Android 4.1 ★	<p>CARTODR</p> <p>UID</p> <p>INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN</p>	Herramienta para levantamiento de información en campo (terreno) que permite el uso y consulta de información de manera offline, tanto en modelo vectorial como raster. Permite trabajar con el GNSS del dispositivo o con uno externo para mejorar la precisión de las coordenadas, creación de proyectos, importar datos de distintas fuentes (WMS, SHP, KML, SQLITE; crear datos, manejo de atributos, exportar a KML, consultas SQL y mucho más.
 Android iOS 3.4 ★	<p>COLLECTO</p> <p>R FOR ARCGIS</p> <p>ESRI</p>	Herramienta para la captura de información utilizando todo el espacio de trabajo de ESRI. Permite capturar datos en campo utilizando el mapa base o el chip GNSS del dispositivo, descargar mapas en el dispositivo para trabajar sin conexión a internet, capturar puntos, líneas y polígonos con sus atributos, rellenar formularios establecidos, adjuntar fotos, utilizar receptores GNSS externos, realizar búsquedas, seguimiento entre otros. Es una aplicación de pago que requiere de un usuario en ArcGIS Enterprise.
Otras aplicaciones que se pueden tener en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> ● GVSIG MOBILE (4.2 ★) ● ORUXMAPS (4.3 ★) ● QFIELD FOR QGIS (4.5 ★) ● MAPPT™ (4.0 ★) ● LOCUS GIS (4.4 ★) 		

Fuente: Adaptado a partir de diversas publicaciones en la Web.

* La evaluación de las aplicaciones fue tomada de opiniones desde la PlayStore (Android) a la fecha actual.

4.9.5. Levantamiento de datos mediante geocodificación La ubicación espacial de direcciones es un proceso que las empresas tanto del sector público como privado requieren para referenciar las distintas variables de su actividad misional.

Es aquí, donde los procesos de geocodificación son fundamentales ya que permiten el análisis espacial de la información, los cuales pueden ser aplicados a distintos sectores, tales como, salud, seguridad, movilidad, planeación territorial, entre otros (Vargas & Álvarez, 2013).

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

Existen diferentes procesos de geocodificación, los cuales están acompañados de algoritmos que ofrecen una solución a la ubicación de direcciones, y estos se califican de acuerdo al nivel de acierto del mismo. Actualmente hay productos y/o aplicaciones de escritorio, cliente - servidor y recientemente servicios en la nube que son capaces de realizar estos procesos (Vargas & Álvarez, 2013).

La geocodificación o ubicación de direcciones no es solo el proceso de referenciar espacialmente un punto sobre un mapa, sino que involucra otras disciplinas como teoría de estructuras de información, de decisión, de probabilidad y semántica de las palabras (Vargas & Álvarez, 2013).

Una definición de geocodificación es, el proceso de asignar un par de coordenadas XY, ya sea en sistema de coordenadas plana o elipsoidales de la descripción de referencia (ej. Dirección) de un sitio localizado en un entorno espacial (Vargas & Álvarez, 2013).

Actualmente la Administración Distrital no tiene un servicio web que permita realizar este proceso en línea, sin embargo, la IDESC cuenta con una herramienta de escritorio (versión 2016), la cual ha sido de apoyo para muchos de los organismos y con la cual se podrá continuar contando.

A continuación, se dan las pautas mínimas requeridas para la creación de un archivo que requiera ser geocodificado:

- Crear un nuevo archivo en una hoja de cálculo.
- Asignar un nombre al archivo, el cual no deberá contener espacios en blanco, ni caracteres especiales como tildes o eñes. Ejemplo: archivo_01.xls
- La primera fila deberá contener los nombres de los campos o atributos, los cuales deberán cumplir con los siguientes criterios:
 - Los nombres de los atributos no deberán superar los diez (10) caracteres. Ejemplos: código, nombre, dirección.
 - Los nombres de los atributos deberán estar escritos en minúsculas y en singular.
 - Hacer uso del carácter guión bajo (_) para la combinación de palabras. Ejemplo: tipo_vía, ancho_vía
 - No usar comillas, preposiciones, espacios en blanco, guion medio (-), caracteres especiales con acentuación o eñes.
 - Ejemplos incorrectos: nom_de_vía, nombre_río, nombre ruta, año.
 - Ejemplos correctos: nombre_vía, nombre_río, nom_ruta, fecha.

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

- En caso que no exista, crear y diligenciar un atributo con el que se pueda identificar cada uno de los registros del archivo de manera inequívoca. Ejemplo: código, id.
- No repetir el nombre de un atributo.
- El campo que contiene la dirección y el cual permitirá la geocodificación del archivo, deberá llamarse: dirección.
- El archivo no deberá contener ningún tipo de formato como colores, filtros, división de tabla, etc.
- El archivo no podrá superar los cien mil (100.000) registros. En caso de hacerlo, se deberá generar un nuevo archivo o tantos como se requieran con el resto de los registros.
- Los registros o valores asociados a los atributos, deberán cumplir con los siguientes criterios:
 - Las direcciones deberán estar escritas de acuerdo a lo estipulado en la "Guía para la estandarización de la Nomenclatura Urbana de Santiago de Cali", la cual se encuentra disponible en:
 - http://idesc.cali.gov.co/guia_nomenclatura_cali.php
 - AV: Avenida
 - CL: Calle
 - KR: Carrera
 - TV: Transversal
 - DG: Diagonal
 - NORTE: Norte
 - OESTE: Oeste
 - Ejemplos:
 - AV 2 # 13 NORTE - 31
 - AV 4 OESTE # 6 OESTE - 170
 - AV 2E # 24 NORTE - 10
 - CL 5 # 39 - 42
 - CL 56A # 42C 2 - 35
 - CL 2 OESTE # 22 - 31
 - KR 1 # 21 - 36
 - KR 38 # 5B - 38
 - KR 2 NORTE # 22 - 103
 - KR 22 # 2 OESTE - 56
 - TV 2A # 1C - 14

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- DG 28C # 43A - 41
-
- Usar una codificación de caracteres apropiada para los registros. Ejemplo: UTF-8
- No escribir todo en mayúsculas, sino en altas y bajas (tipo frase), a excepción de siglas que sí deben ir en mayúsculas.
- Si la tabla de atributos ha sido migrada de una hoja de cálculo, se deberá verificar que está no cuente con saltos de línea, comillas simples o dobles, guión largo (—), entre otros, ya que esto podría traer complicaciones en las consultas de los registros o en la migración a otros formatos o base de datos.
- Lo anterior, también aplica cuando se están ingresando nuevos valores de registros.
- Cerciorarse que el archivo no contenga filas y columnas totalmente vacías, es decir, filas y columnas que han sido utilizadas pero que después fue borrado su contenido. Si se presentan estos casos, se deberán eliminar tanto las filas como las columnas.
- La hoja de cálculo deberá guardarse como un archivo de texto (delimitado por tabulaciones) (*.txt).
- El nuevo archivo (*.txt) deberá comprimirse y enviarse al correo electrónico: idesc@cali.gov.co para su procesamiento.
- Una vez procesado, el archivo será devuelto en formato shapefile (shp), asociado al sistema de coordenadas cartesianas Cali Valle del Cauca – 2009 (MAGNA-SIRGAS origen Cali), y opcionalmente estará acompañado de una hoja de cálculo que contiene los registros que no pudieron ser geocodificados, debido principalmente a cualquiera de las siguientes situaciones:
 - La dirección estaba mal escrita.
 - El geocodificador no pudo localizarla.
 - La dirección se encuentra en la zona rural.

Cabe señalar que el usuario podrá revisar y ajustar los registros no geocodificados y enviarlos nuevamente para su procesamiento o podrá georreferenciarlos de forma manual.

4.10. ENTREGABLES Y DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE

En el marco de proyectos de generación de información geográfica en cualquiera de los Organismos de la Administración Distrital, tanto los datos crudos como los

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p>		<p>MEDE01.07.02.18.P13.I02</p>	
	<p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>		<p>VERSIÓN</p>	<p>1</p>
			<p>FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA</p>	<p>23/nov/2020</p>

productos que se generen deberán ser entregados al Organismo y este debe propender por la integración de los mismos con la Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali. Por consiguiente:

- Los datos crudos se deberán entregar en formato digital.
- Los productos generados se deberán entregar formato digital e impreso.

Adicionalmente, para facilitar la lectura de los entregables, estos deberán ser organizados en una estructura similar a la que se presenta en la figura 12.

Figura 12. Ejemplo de estructura de organización de productos a entregar.

Nombre

- 01.INFORME_TECNICO
- 02.DATOS_CRUDOS
- 03.BASEDATOS_GDB
- 04.PRODUCTOS_GENERADOS
- 05.METADATOS
- 06.CATALOGO_OBJETOS
- 07.INFORMACION_SECUNDARIA
- 08.REGISTRO_FOTOGRAFICO

Fuente: Grupo IDESC, 2019.

Por lo general, en el marco de todo proyecto de generación de información geográfica, se deberá generar un documento técnico de soporte, el cual puede ser un documento independiente o un capítulo del informe final del proyecto. Este debe contener como mínimo:

- Introducción (antecedentes, alcances del proyecto, objetivos generales y específicos, etc.).
- Metodología (breve recuento del proceso de captura de datos, estructuración de la información, procesamiento, entre otros).
- Fuentes de información.
- Descripción del sistema de coordenadas y proyección cartográfica.
- Catalogación de objetos geográficos (En el caso que se genere nuevos datos geográficos.)
- Estructura general de la información (directorios).
- Modelo entidad-relación (condicional).
- Diccionario de datos.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		MEDE01.07.02.18.P13.I02	
			VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Listado de mapas.
- Metadatos.
- Bibliografía.

Para finalizar, los productos deberán cumplir con los lineamientos establecidos a lo largo de este documento, para lo cual, cada Organismo de la Alcaldía de Santiago de Cali, deberá incluir su inclusión en todos los documentos que soportan la contratación y prestar una correcta supervisión durante la fase de ejecución.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA	SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
	INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

5. DOCUMENTOS Y REGISTROS

Los documentos y registros utilizados en el Instructivo se relacionan a continuación.

DOCUMENTOS	CÓDIGO
No Aplica	No Aplica
REGISTROS	CÓDIGO
No Aplica	No Aplica

6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ASPRS. (2014). <i>ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data</i> . Bethesda, Maryland: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.	No Aplica
Heywood, I., Cornelius, S., & Carver, S. (2006). <i>An introduction to geographical information systems</i> . London: Pearson Education Limited.	No Aplica
ICONTEC. (2010). <i>Norma Técnica Colombiana 5043. Información Geográfica - Conceptos Básicos de la Calidad de los Datos Geográficos</i> . Bogotá D.C: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC.	No Aplica
ICONTEC. (2010). <i>Norma Técnica Colombiana 5661. Información Geográfica - Metodología para la Catalogación de Objetos Geográficos</i> . Bogotá D.C: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC.	No Aplica
IGAC. (27 de Octubre de 2016). Especificaciones Técnicas Cartografía Básica. Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/especificacionesv1.pdf	No Aplica
INEGI. (1998). <i>Modelo de Datos Vectoriales. Sistema Nacional de Información Geográfica</i> . México D.C, México: Instituto	No Aplica

Este documento es propiedad de la Administración Central de Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.

 <p>ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI</p> <p>DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA</p>	<p>SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)</p> <p>INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</p>	MEDE01.07.02.18.P13.I02	
		VERSIÓN	1
		FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Obtenido de http://www.inegi.gob.mx	
Star, J., & Estes, J. (1990). <i>Geographic Information Systems: An Introduction</i> . Prentice Hall.	No Aplica
UNIVERSIDAD DEL VALLE, CVC. (2014). <i>Ortorección de imágenes de Sensores Remotos Multiespectrales y Detalladas para el Levantamiento a Escala 1:25.000 de las temáticas de Uso de Suelos, Erosión, Geomorfología, Geología, Amenazas, Riesgo y Vulnerabilidad; Estandarizando, Homogenizando y Estructurando en un Catálogo la Información Ráster dentro del Sistema de Información Ambiental Corporativo y Publicada en el Geovisor</i> . Santiago de Cali: UNIVERSIDAD DEL VALLE. Recuperado el octubre de 2019	No Aplica
Vargas, J. A., & Álvarez, D. H. (21 de mayo de 2013). Proceso de Geocodificación de Direcciones en la Ciudad de Medellín, una Técnica Determinística de Georreferenciación de Direcciones. IV. Medellín, Antioquia, Colombia: Ingenierías USBMed. Recuperado el noviembre de 2019, de https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/278	No Aplica

ANEXOS

No Aplica