

ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL



**INFRAESTRUCTURA
DE DATOS ESPACIALES**
SANTIAGO DE CALI

LINEAMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MAYO DE 2014



HISTORIAL DE REVISIONES

Fecha	Versión	Descripción	Autor / Modificador
2014-05-03	1.0	Creación del documento.	Ing. Julián E. Londoño Ing. Sandra Y. Paredes
2015-12-17	1.1	Se actualiza el capítulo 4 y 8 debido a la construcción de la nueva Red de Control Geodésico y la publicación del documento de Lineamientos para el Uso de la Red de Control Geodésico	Ing. Julián E. Londoño
2017-06-16	1.2	Se modificó el capítulo 6.5 correspondiente a “salidas gráficas y de ploteo”, con el fin de adicionar el contenido y enlace para la descarga de las plantillas para mapas.	Ing. Robin A. Olaya



CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS.....	7
2.1 Objetivo General.....	7
2.2 Objetivos Específicos.....	7
3. MODELOS DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN DE FENÓMENOS GEOGRÁFICOS	8
3.1 MODELO DE DATOS VECTORIAL	9
3.1.1 Punto.	9
3.1.2 Línea o arco	10
3.1.3 Polígonos o áreas.	11
3.1 MODELO DE DATOS RASTER.....	13
4. SISTEMA DE COORDENADAS Y PARÁMETROS DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA OFICIAL.....	15
4.1 TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS DEL ANTIGUO SISTEMA DE REFERENCIA	17
4.1.2 Transformación de coordenadas con el software AutoCAD Map 2013.....	19
4.1.3 Transformación de coordenadas con Magna-Sirgas Pro 3.....	20
5. RED DE CONTROL GEODÉSICO DE SANTIAGO DE CALI.....	22
5.1 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA RED DE CONTROL GEODÉSICO.....	22
6. ENTREGA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	25
6.1. SOFTWARE Y FORMATOS DIGITALES DE ENTREGA.....	25
6.2 ESCALA	26
6.3. BASE CARTOGRÁFICA.....	26
6.4. ESTÁNDARES PARA LA CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS	27
6.4.1. NTC 5043 Calidad de los Datos Geográficos.....	27
6.4.2. NTC 5205 Precisión de los Datos Espaciales.	28
6.4.3. NTC 5661 Metodología para la Catalogación de Objetos Geográficos.....	30
6.5. SALIDAS GRÁFICAS Y DE PLOTEO.....	32
6.6 DERECHOS DE PROPIEDAD SOBRE LOS DATOS	32
7. METADATOS.....	33
8. CAPTURA O RECOLECCIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS.....	34
8.1 CAPTURA DE DATOS GEOGRÁFICOS MEDIANTE TECNOLOGÍA GNSS	34
8.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS GEOGRÁFICOS A PARTIR DE LA CARTOGRAFÍA BÁSICA DEL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL	35
9. AMARRES Y LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS O TOPOGRÁFICOS MEDIANTE TECNOLOGÍA GNSS	35
10. DOCUMENTO SIG	37
BIBLIOGRAFIA.....	38



LISTADO DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Parámetros del Sistema de Coordenadas Cartesianas MAGNA origen Cali.	16
Tabla 2. Sistema de Referencia Origen San Antonio.	18
Tabla 3. Parámetros del método Molodesky Badekas para Transformación Datum Bogotá a Datum MAGNA.	19
Tabla 4. Parámetros del método Coordinate Frame para Transformación Datum Bogotá a Datum MAGNA.	20
Tabla 5. Software y formatos utilizados.....	25
Tabla 6. Listado de escalas de impresión disponibles.....	26
Tabla 7. Exactitud horizontal para objetos geográficos.	29
Tabla 8. Exactitud vertical para objetos geográficos.	29

LISTADO DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Modelos de datos, vectorial y raster.....	8
Figura 2. Tipo de polígonos o áreas.....	12
Figura 3: Interfaz gráfica del aplicativo Magna Sirgas Pro 3.....	21
Figura 4. Mapa de distribución general de la Red de Control Geodésico.	24
Figura 4. Componentes de calidad.....	28
Figura 5. Estructura del Catálogo de Objetos en la NTC 5661.....	31
Figura 6. Convenciones de diagramación	31



1. INTRODUCCIÓN

El grupo técnico coordinador de la Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali – IDESC, ha elaborado el documento “Lineamientos para la producción de Información Geográfica”, con el propósito de aportar al municipio de Santiago de Cali un instrumento que oriente los procesos de levantamiento, 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.

El documento de lineamientos es un resultado de la implementación de la IDESC y tiene como base los lineamientos y Normas Técnicas colombianas creadas por el Comité Técnico 028 de ICONTEC e iniciativas similares experimentadas por otras entidades de carácter público y privado.

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 la Subdirección de Planificación del Territorio del Departamento Administrativo de Planeación Municipal avance hacia una gestión más eficiente de su información geográfica.



2. PROPOSITO Y 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 la Subdirección de Planificación del Territorio del Departamento Administrativo de Planeación Municipal.

Es una guía que busca facilitar el intercambio y la calidad de la información geográfica que es entregada a la Subdirección de Planificación del Territorio en procesos tales como: revisión técnica de Planes Parciales, solicitudes de licencias de intervención del espacio público para la provisión de servicios públicos, revisión y ajuste del POT, elaboración del expediente municipal e implementación del Plan Integral de Movilidad Urbana, además de la información que sea generada a través de la ejecución de otro tipo de proyectos.

Por lo anterior, este documento describe los lineamientos básicos para la generación de información geográfica digital y análoga en lo que respecta a criterios tales como: la proyección cartográfica, estructura de datos geográficos, características de los modelos de datos, exactitud, especificaciones de software y formatos, etc.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Proporcionar a la Subdirección de Planificación del Territorio del Departamento Administrativo de Planeación Municipal, lineamientos técnicos para la producción de la información geográfica que se genera a través de la ejecución de proyectos, acordes con los estándares nacionales.

2.2 Objetivos Específicos

- Garantizar que la información geográfica que se genere o actualice en el marco de los procesos de la Subdirección de Planificación del Territorio pueda ser integrada a la IDESC.
- Garantizar que la información cartográfica que se produzca en el marco de los procesos de la Subdirección de Planificación del Territorio, cumpla con los estándares geográficos y de calidad establecidos por el Comité Técnico 028¹ de ICONTEC.
- 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 Subdirección de Planificación del Territorio del Departamento Administrativo de Planeación Municipal.

¹ <http://www.icde.org.co/web/ctn028>



3. 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 dos modelos.

Figura 1. Modelos de datos, vectorial y raster.

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: <http://geog214-7.wikispaces.com/Spatial+model> [Visitado en abril, 2013]



3.1 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 coordinados 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 y caminos, divisiones políticas o administrativas, entre otros.

Al momento de definir este modelo de datos como parte de los proyectos que ejecuten la Subdirección de Planificación del Territorio, se deben tener las siguientes consideraciones:

3.1.1 Punto. Es la abstracción de un objeto de cero dimensiones representado por un par de coordenadas (regularmente Norte y Este), 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 definiciones, atributos y dominios; opcionalmente se pueden definir relaciones y operaciones. Para esta actividad deberá consultarse la estructura de catalogación adoptada por la IDESC que se encuentra publicada en el portal Web, la cual es conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 5661 “Catalogación de Objetos Geográficos” del ICONTEC.

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



- Cada objeto geográfico de tipo punto, debe encontrarse en la capa que le corresponda según el elemento que represente, ej: la localización de postes de energía deben digitalizarse en la capa de postes 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, ej: círculo tamaño 10, color azul (en el caso del software AutoCAD, estos símbolos se asocian a una estructura de bloque).
- 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).

3.1.2 Línea o arco. Es el tipo de representación geométrica conformado por un conjunto de dos 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 siguientes son las consideraciones que deben tenerse en cuenta al momento de generar objetos geográficos de tipo línea:

- 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, digitalizar en una sola pasada el objeto lineal que se quiere representar. Si se trabaja en el software AutoCAD, las líneas deben ser digitalizadas como polilíneas.
- Una línea podrá estar formada por infinitos puntos, pero se digitalizan aquellos que se encuentran al inicio, al final y en donde hay cambios de dirección.
- Para su digitalización se debe asegurar que haya empalmes exactos entre línea y línea, evitando traslape, intersección, repetición, que producen ruido en el dibujo y error topológico.
- Cuando el tema de líneas representa una red (ríos, vías, redes de servicios, etc.), éstos deben poseer nodos cada vez que se cruzan dos líneas; cuando el sentido de las líneas



sea significativo, ej: cuando se deseen realizar análisis de flujos o sentidos, se debe tener en cuenta al digitalizar el nodo inicial y el nodo final en el sentido del flujo (ríos, acueductos, alcantarillados, etc.) o del desplazamiento (sistema vial, etc.), ej: una corriente de agua en una cuenca debe ser digitalizada continuamente desde su nacimiento hasta su desembocadura y estructurada con la topología de red (network).

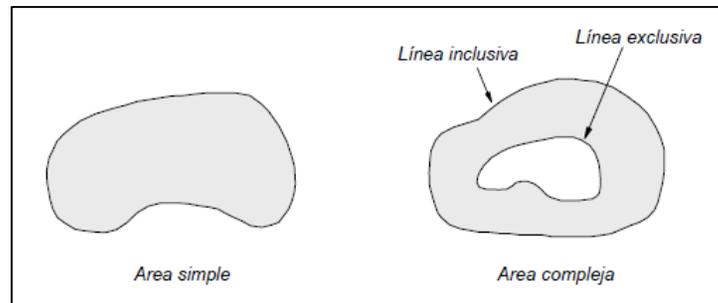
- Se deben utilizar las herramientas necesarias con el fin de asegurar empalmes exactos entre líneas.
- Una misma línea no debe ser digitalizada más de una vez; ej: los límites de corregimientos definidos por ríos que están dibujados como líneas, se obtendrán a partir de copiar las líneas que forman el río en la capa que representa el límite, según sea el caso.
- Cuando las líneas son curvas, se deben digitalizar con suficiente número de vértices, empleando los comandos adecuados para ello, de manera que el dibujo digital quede lo más similar posible al original. En ningún momento se pueden utilizar herramientas de generalización cartográfica o suavización sobre las curvas ya que estos pueden generar errores 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 válidos en Santiago de Cali descritos anteriormente.

3.1.3 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 exclusivas³.

³ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México (INEGI).
<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/bdqweb/wizzd.cfm>. [Visitado en abril, 2013].



Figura 2. Tipo de polígonos o áreas.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México (INEGI). Disponible Online [Visitado en abril, 2013].

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 IDESC⁴, se debe definir la estructura del objeto dónde se incluyan definiciones, atributos y dominios; opcionalmente se pueden definir relaciones y operaciones. Para esta actividad debe consultarse la estructura de catalogación adoptada por la IDESC, la cual es conforme a la norma técnica colombiana NTC 5661 “Catalogación de Objetos Geográficos” del ICONTEC⁵.
- Los límites de todos los polígonos generados deben ser exactamente iguales en todas las capas adyacentes.
- Si se trabaja en una herramienta de diseño asistido por computador (CAD, por sus siglas en inglés), 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.
- Una instancia de un objeto geográfico de tipo polígono no debe tener elementos duplicados.

⁴ http://idesc.cali.gov.co/download/normatividad/definicion_nucleo_datos_fundamentales_idesc.pdf

⁵ <http://tienda.icontec.org/index.php/catalogsearch/result/?q=NTC+5661>



- 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 válidos en Santiago de Cali descritos anteriormente.

3.1 MODELO DE DATOS RASTER

El modelo raster o de teselado constituye una codificación de los datos geográficos, en la que se representa el valor medio o más representativo de una porción regular del territorio en una porción equivalente y escalada en el mapa digital; las porciones del territorio y su representación digital suelen constituir una malla regular de cuadriláteros (generalmente cuadrados). Su codificación se realiza a través de una escala de clases, valor medio de luminancia del área seleccionada, como el valor del punto central de área seleccionada, valor máximo de la porción de espacio escogido, etc.

En el modelo raster el espacio no es continuo sino que se divide en unidades discretas, haciéndolo especialmente indicado para ciertas operaciones espaciales como por ejemplo las superposiciones de mapas, el cálculo de superficies y en general el álgebra de mapas.

El uso de este modelo de datos como parte de los proyectos que se ejecuten para la Subdirección de Planificación del Territorio debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todos los conjuntos de datos deben estar referenciados a la misma zona geográfica.
- La rejilla de todos los mapas debe ser igual, tanto en número de filas y columnas como en dimensiones de cada píxel o tesela.
- Los datos generalmente son leídos en el fichero, comenzando por la esquina superior izquierda y continuando de forma progresiva hasta la inferior derecha, último punto del fichero.
- 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 and Estes, 1990). A mayor tamaño de la celda, menor será el número de filas y columnas de la malla que cubre la superficie y menor resolución del mapa.

- Todo conjunto de datos en formato raster, debe entregarse con sus respectivos metadatos.
- Debe entregarse en formato digital, con una estructura de archivos que contenga: el archivo Raster, el archivo de proyección, el archivo de especificaciones del software usado para generarlo y para desplegarlo.
- Cada modelación raster 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.



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

El municipio 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 datum 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.

Enlace: [Documentos MAGNA-SIRGAS](#)

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:

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, 2015).

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 municipio 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.

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

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

Este sistema de coordenadas se usará en los procesos en los que se levante, genere o actualice información geográfica en el Municipio. Para ello se dispone la nueva Red de Control Geodésico, que se describe de manera general en el capítulo 5 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:

- 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 20 km en el plano horizontal y de 250 m en el plano vertical, por consiguiente, dado que las diferencias de altura entre las nuevas estaciones geodésicas localizadas en los corregimientos es mayor a 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.

Sistema de coordenadas planas: Para escalas pequeñas (1:10.000... 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=1'000.000m y E= 1'000.000m. Sus coordenadas geodésicas en Datum BOGOTÁ son: Latitud: 4°35'46,3215" N, Longitud: 74°04'39,0285" W, (IGAC, 2015).

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.

4.1 TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS DEL ANTIGUO SISTEMA DE REFERENCIA

Dado que muchas entidades 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 "Datum Bogotá". 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.

Sistema de Referencia	DATUM 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

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 Datum Bogotá y el Datum MAGNA - SIRGAS. El documento oficial denominado “*Parámetros oficiales de transformación para migrar a MAGNA - SIRGAS la información existente en Datum Bogotá*”, puede ser consultado en el siguiente enlace: <http://goo.gl/Ko5JSP>

De acuerdo con la documentación anterior, el grupo IDESC implementó 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:

4.1.1 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: <http://goo.gl/R2nl5V>

En esta herramienta se utilizó el método Molodesky – 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 Molodesky Badekas para Transformación Datum Bogotá a Datum MAGNA.

Parámetro	Región VI $\phi = 3,0 \dots 5,0 \text{ N}$ $\lambda = 78,0 \dots 74,4 \text{ W}$	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	

* **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.

4.1.2 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:
<http://goo.gl/iETXrm>

En esta herramienta no se encuentra disponible el método Molodesky 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 Datum Bogotá a Datum MAGNA.

Parámetro	Región VI $\phi = 3,0 \dots 5,0 \text{ N}$ $\lambda = 78,0 \dots 74,4 \text{ W}$	Valor en arco segundos*
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

* **Nota:** Los parámetros de rotación Rx, Ry, y Rz, se encuentran en unidades de radianes, el software AutoCAD Map 2013 también 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.

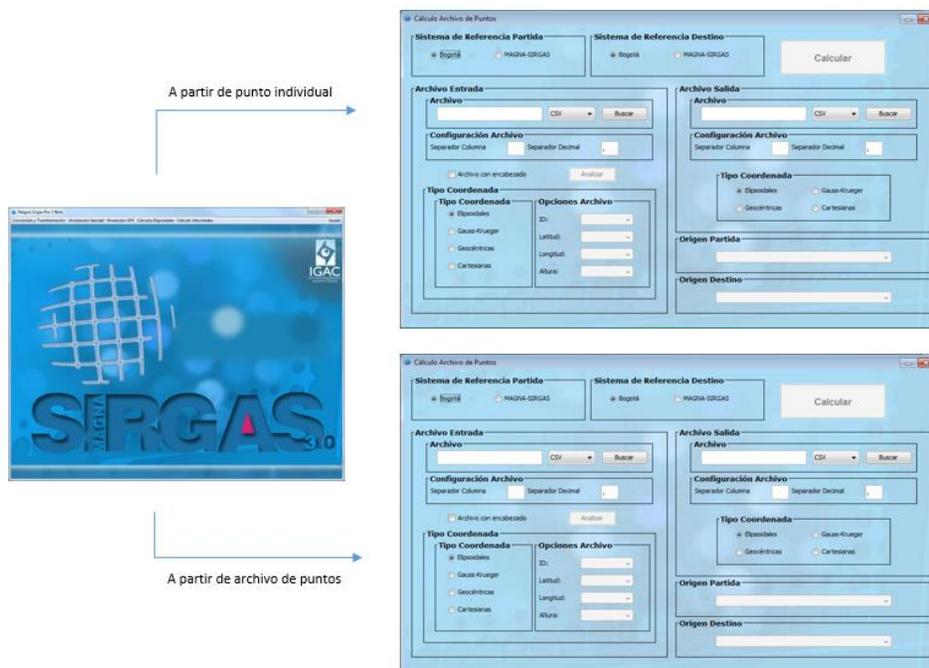
4.1.3 Transformación de coordenadas con Magna-Sirgas Pro 3.

El IGAC ha dispuesto en su página web la aplicación Magna Sirgas Pro 3 para la conversión y transformación de coordenadas, la cual considera los parámetros oficiales que la misma Entidad definió para la realización de estos procesos. El aplicativo permite hacer la conversión y transformación ingresando las coordenadas como punto individual o través de un archivo plano en forma de lista (Figura 3).

Para realizar transformaciones punto a punto o archivos de puntos, entre coordenadas cartesianas en origen San Antonio y MAGNA origen Cali, mediante MAGNA – Sirgas PRO 3, es necesario crear el origen San Antonio en la aplicación, para ello es necesario ingresar los parámetros descritos en la tabla 2, en el módulo de creación de orígenes cartesianos, de dicha herramienta.



Figura 3: Interfaz gráfica del aplicativo Magna Sirgas Pro 3.



Fuente: Tomada de la aplicación MAGNA SIRGAS PRO 3

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: <http://goo.gl/lfHlIO>

En el momento, el aplicativo no permite trabajar con archivos en formato raster, por lo cual se debe de considerar el uso de otros programas que tengan esta funcionalidad, tales como: ArcGIS. 10.X, Global Mapper, ERDAS Imagine, entre otros.



5. RED DE CONTROL GEODÉSICO DE SANTIAGO DE CALI.

El Departamento Administrativo de Planeación Municipal a través de un contrato inter-administrativo con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, realizó el diseño, materialización y posicionamiento de la Red de Control Geodésico para el Municipio.

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 Municipio tanto en la zona urbana (nueve estaciones de primer orden y una de tercer orden), rural (24 estaciones y cinco señales de azimut) y área de expansión (ocho estaciones), además de una red de nivelación conformada por 46 estaciones, distribuidos en la zona urbana; las cuales fueron materializadas buscando garantizar su estabilidad y el acceso a los sitios donde se encuentran.

5.1 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, favor visitar la página del proyecto, en el siguiente enlace: <http://idesc.cali.gov.co/rcg>. En la Figura 4 se puede observar la localización de las estaciones.

- **Estaciones de primer orden.**
 - Materializadas: (9) Nueve.
 - 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.
 - 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 geométricamente.
 - Precisión nivelación: $\pm 0,001$ m.

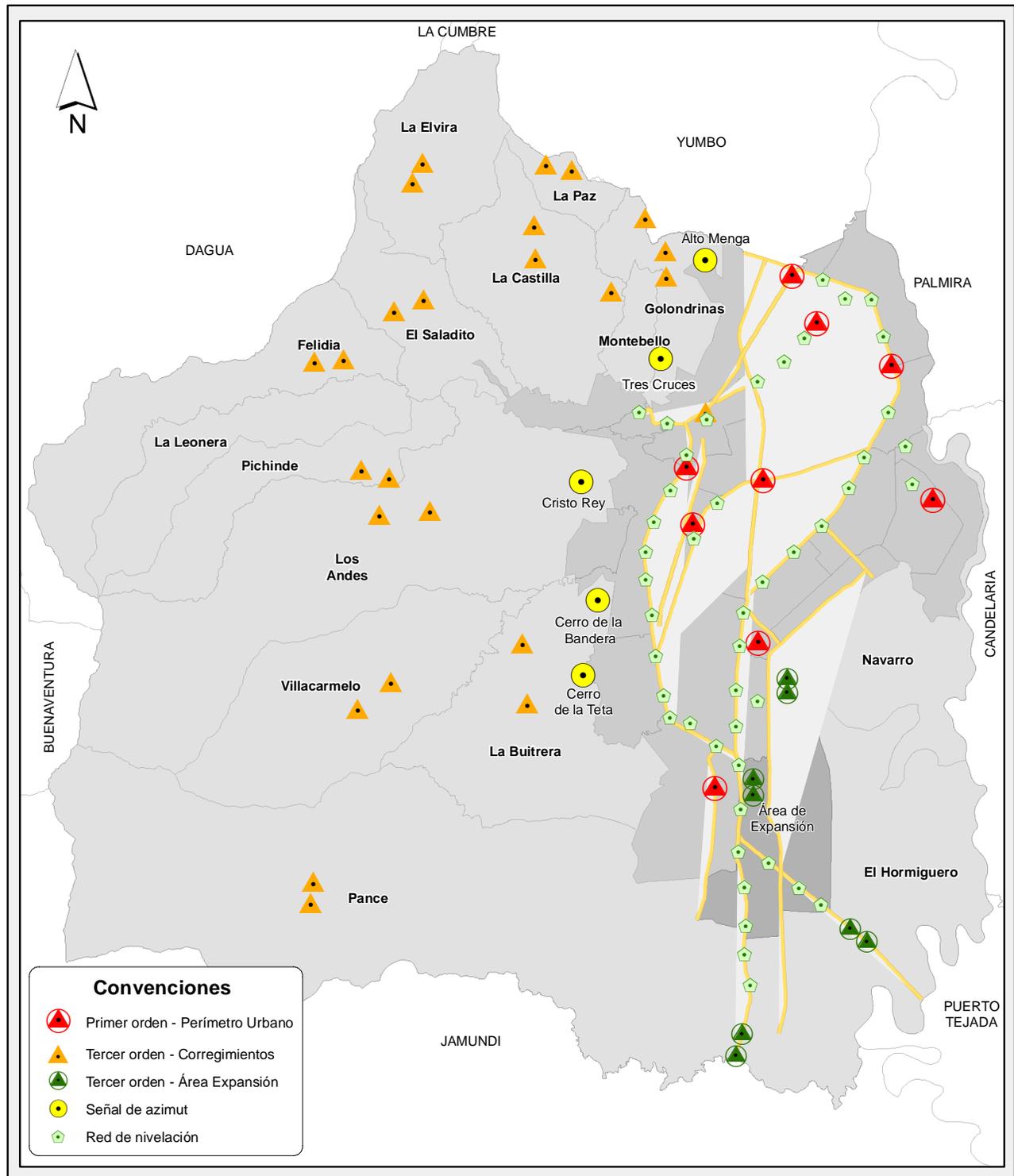
- **Estaciones de tercer orden en corregimientos.**
 - Materializadas: (24) Veinticuatro.
 - Precisión Absoluta: $\pm 0,041$ m y $\pm 0,06$ m
 - Parejas de puntos inter-visibles, algunos de ellos tienen visual a las señales de azimut.
 - Altura definida mediante modelo geoidal Geocol 2004.

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

- Estaciones de nivelación.
 - Materializadas: (46) Cuarenta y Seis.
 - Altura nivelada geométricamente.
 - Precisión nivelación: $\pm 0,001$ m.



Figura 4. Mapa de distribución general de la Red de Control Geodésico.





6. ENTREGA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Para todos los proyectos, que se realicen en la Subdirección de Planificación del Territorio, que impliquen la generación de información geográfica, se debe cumplir con las siguientes especificaciones técnicas.

6.1. SOFTWARE Y FORMATOS DIGITALES DE ENTREGA

La Subdirección de Planificación del Territorio del Departamento Administrativo de Planeación Municipal maneja información geográfica a través de distintos programas (software) que varían dependiendo de la actividad o proceso a realizar, lo cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5. Software y formatos utilizados.

Actividad	Software Utilizado	Formatos
Procesamiento de Imágenes de satélite y fotografías aéreas.	ERDAS GRASS ILWIS	IMG TIFF GEOTIFF
Procesos de edición, vectorización, estructuración y generación de cartografía vectorial.	ArcGIS gvSIG QGIS (Quantum GIS) AutoCAD Map	Shapefile (SHP)
Análisis espacial y generación de modelos digitales.	ArcGIS, módulo Spatial Analyst ArcGIS, módulo 3D Analyst	Grid
Salidas gráficas (Layout).	ArcGIS – ArcMAP gvSIG QGIS (Quantum GIS) AutoCAD Map 2013	MXD GVP QGS DWG
Almacenamiento y consulta de la información en la base de datos geográfica de la IDESC.	PostgreSQL - PostGIS.	SQL

Fuente: Grupo IDESC - DAPM

Es importante resaltar que el municipio de Santiago de Cali no pretende promocionar ningún tipo de software comercial, y por ello pone a disposición de los usuarios formatos de entrega compatibles con herramientas de software libre.



6.2 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.

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

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.

6.3. 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: http://idesc.cali.gov.co/servicios_wfs.php, 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 Municipio.

6.4. 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 se realicen en la Subdirección de Planificación del Territorio, 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.

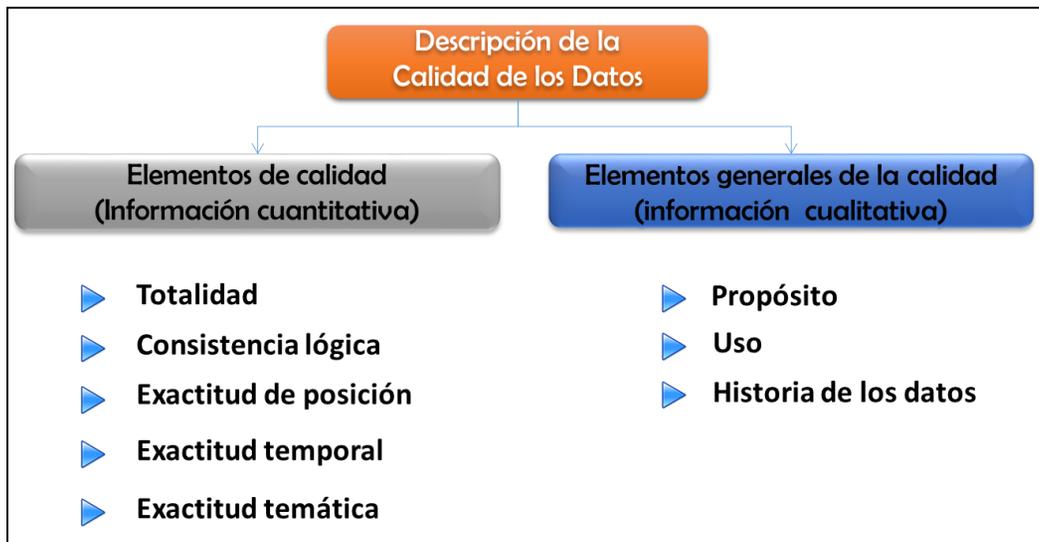
Para garantizar lo anterior, en esta sección se describen estándares y normas técnicas colombianas que son aplicables a los procesos de evaluación y descripción de la calidad de un producto geográfico.

6.4.1. NTC 5043 Calidad de los Datos Geográficos. 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.



Figura 5. 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.

6.4.2. NTC 5205 Precisión de los Datos Espaciales. La exactitud posicional en un mapa es un componente de vital importancia en orden de garantizar la calidad del mismo. Por tal motivo, se han desarrollado estándares a nivel internacional y nacional para la exactitud, los cuales están ligados al desarrollo de la escala final del mapa, tanto en la escala horizontal como la vertical o relieve (intervalo de contorno específico o modelo de elevación digital).

La Norma Técnica Colombiana NTC 5205 presenta una metodología que indica cómo evaluar y reportar la precisión de mapas y conjuntos de datos geográficos digitales respecto a puntos terrestres referenciados con mayor precisión, en las componentes vertical y horizontal.

Para estimar la precisión espacial, la NTC 5205 utiliza el error raíz media cuadrático (RMSE); éste 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 (ver NTC 5205).

La NTC 5205 no define los umbrales de precisión de los valores. Éstos los establece cada entidad de acuerdo con las especificaciones de sus productos y aplicaciones. Por lo tanto, la



Subdirección de Planificación del Territorio adopta la clasificación de la exactitud de los mapas definida por el estándar de la "Accuracy Standards for Large-Scale Maps" (ASPRS, 1990), la cual permitirá reportar la exactitud del producto geográfico con base en los resultados obtenidos en el proceso de evaluación y las categorías definidas por dicho estándar.

La Tabla 7 presenta las precisiones en metros para las diferentes clases de mapas, donde las clases indican la exactitud horizontal planimétrica con que se desea trabajar, dependiendo de la escala. Por ejemplo, en la digitalización de un mapa original a escala 1:5.000 se espera un error medio cuadrático de 2,5 metros en la clase 2, que equivale a una exactitud de 0.5 mm de la escala del mapa.

Tabla 7. Exactitud horizontal para objetos geográficos.

Escala del Mapa Original	RMSE (m)		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
RADIO, m/m			
1-500	0,125	0,25	0,375
1-1.000	0,25	0,5	0,75
1-2.000	0,5	1	1,5
1-2.500	0,63	1,25	1,9
1-5.000	1,25	2,5	3,75
1-10.000	2,5	5	7,5
1-25.000	6,25	12,5	18,75
1-50.000	12,5	25	37,5
1-100.000	25	50	75

Fuente: Ecopetrol, 1998

En la tabla 8 se presenta las categorías de clasificación de la exactitud vertical de acuerdo con el estándar vertical ASPRS.

Tabla 8. Exactitud vertical para objetos geográficos.

Intervalo de Contorno Original	Clase 1	Clase 2	Clase 3
1	0,33	0,67	1
2	0,67	1,33	2
4	1,33	1,67	4
5	1,67	3,33	5
10	3,33	6,67	10
25	8,16	16,58	25



Intervalo de Contorno Original	Clase 1	Clase 2	Clase 3
50	16,27	33,14	50
100	32,48	66,24	100

Fuente: Ecopetrol, 1998

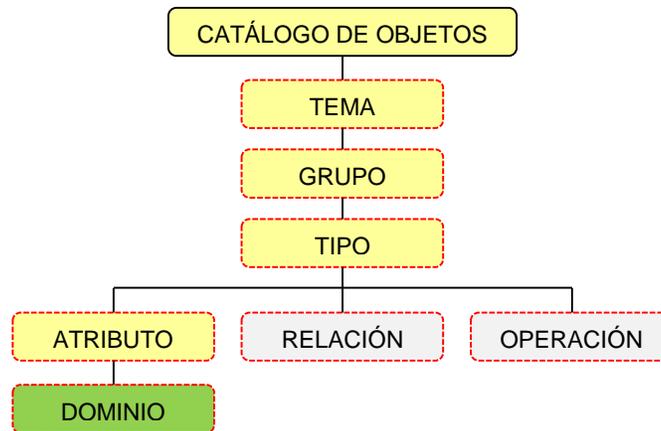
Con base en la clasificación ASPRS definida previamente, el grupo de trabajo del proyecto, deben establecer la exactitud requerida del conjunto de datos geográficos generado y realizar la evaluación de la exactitud posicional de acuerdo con la NTC 5204. Posteriormente se debe reportar los resultados obtenidos, de manera que el usuario final conozca la exactitud del producto geográfico.

6.4.3. NTC 5661 Metodología para la Catalogación de Objetos Geográficos. 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 perfil 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 5).



Figura 6. Estructura del Catálogo de Objetos en la NTC 5661.

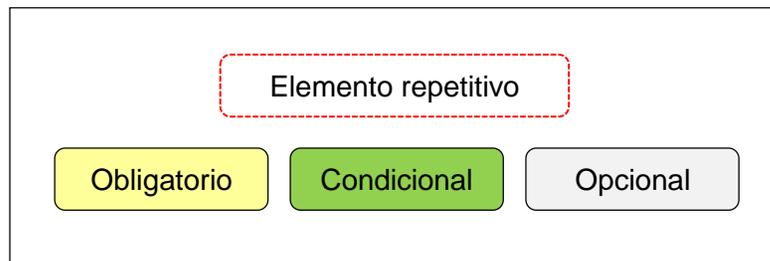


Fuente: Elaborado con información disponible en la NTC 5661.

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 6).

- 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.

Figura 7. Convenciones de diagramación



Fuente: Elaborado con información disponible en la NTC 5661.



De acuerdo con lo anterior, el grupo que realice el levantamiento de información primaria en el marco de un proyecto, de la Subdirección de Planificación del Territorio, deberá entregar una ficha que contiene la estructura de definición del objeto geográfico creado, con al menos la definición del objeto, los atributos y los dominios del mismo.

6.5. SALIDAS GRÁFICAS Y DE PLOTEO

Las salidas gráficas se deben entregar como proyectos de ArcGIS, gvSIG, Quantum GIS o AutoCAD Map (versión concertada con el responsable del proyecto) en los formatos MXD, GVP, QGS o DWG respectivamente. Además se deben entregar los mapas exportados 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 en el Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 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:

http://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/132402/plantillas_mapas_idesc/

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

6.6 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.

7. METADATOS

Se deberán construir metadatos para los elementos geográficos y tablas creadas por el proyecto, así como para los elementos grid o raster que se encuentran por fuera de ella y que hayan sido generados dentro del proyecto.

La generación de metadatos se basa en la NTC 4611 “Metadato Geográfico” - segunda actualización. Esta norma establece los requisitos del esquema para describir la información geográfica bien sea análoga y digital así como servicios geográficos. Proporciona los elementos que permiten documentar la información, por medio de secciones como: identificación, calidad, representación espacial, sistema de referencia, contenido de los datos, catálogo de símbolos y distribución, para un conjunto cualquiera de datos geográficos, soportadas por secciones de información adicional como contacto, citación y fecha, que permiten documentar los datos completamente.

Para el ingreso y manejo de metadatos de productos geográficos derivados de los datos geográficos suministrados por el Departamento Administrativo de Planeación Municipal, se utilizará el perfil de metadatos mínimo especificado en la norma NTC 4611 segunda actualización, mediante la utilización de la aplicación web SWAMI (Sistema Web de Administración de Metadatos Institucional utilizado por la Alcaldía de Santiago de Cali y



suministrado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en el marco de la IDESC) disponible en el enlace: <http://idesc.cali.gov.co:8080/swami/>.

En todos los proyectos que se realicen con la Subdirección de Planificación del Territorio, en cuyo caso sea necesario levantar información primaria, se deberá garantizar el registro en la aplicación SWAMI, del metadato utilizando el perfil detallado de acuerdo con la NTC 4611.

En la entrega final de los productos geográficos, además de las capas y los mapas deben entregarse los metadatos, exportados en formato XML y HTML, organizados en una subcarpeta denominada “Metadatos”.

8. CAPTURA O RECOLECCIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS

Regularmente es necesario obtener datos geográficos bien sea en terreno (georreferenciación directa) o mediante mapas o imágenes (fotografías aéreas o de sensores aerotransportados) existentes (georreferenciación indirecta); por esta razón es importante tener en cuenta algunas consideraciones básicas.

8.1 CAPTURA DE DATOS GEOGRÁFICOS MEDIANTE TECNOLOGÍA GNSS

Cuando sea necesario coleccionar datos en campo mediante tecnología GNSS (Sistema global de navegación por satélite, por sus siglas en inglés), ya sea mediante receptores con tecnología GPS o GLONASS; se recomienda trabajar con equipos cartográficos o topográficos, empleando la metodología de trabajo GNSS diferencial, con los cuales sea posible obtener datos asociados a la precisión requerida por el proyecto. Por ejemplo: para levantamientos urbanos, cuya escala cartográfica aceptada es de: 1:2000, y de acuerdo a la tabla 7 del estándar ASPRS, la precisión debe ser menor o igual a un metro (1 m) para mapas clase 2. Para levantamientos rurales, cuya escala sea: 1:5000, la precisión debe ser menor o igual a dos y medio metros (2.5 m) para mapas clase 2 (ver tabla 7).

Se debe entregar una copia digital de los archivos crudos, tanto de los receptores móviles como de los receptores base, en formato intercambiable RINEX, además de los diccionarios de datos utilizados en el proceso de captura.

Si es necesaria la captura de datos de alta exactitud mediante tecnología GNSS, en la siguiente sección se presentarán las indicaciones y requerimientos básicos.



8.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS GEOGRÁFICOS A PARTIR DE LA CARTOGRAFÍA BÁSICA DEL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL

Los datos geográficos (puntos, líneas o polígonos) también pueden ser georreferenciados manualmente (sin tecnología GNSS, triangulaciones o equipos topográficos), esto se puede hacer mediante el uso de cartografía básica u ortofotomapas, que permitan al usuario identificar fácilmente los objetos geográficos. La escala de la cartografía debe permitir obtener errores menores o iguales a los presentados en la clase 2 de la Tabla 5. Por ejemplo, supongamos que se está realizando la localización de postes de alumbrado público para ser representados en un mapa a escala 1:5.000, para ello el usuario necesitaría mínimo de un mapa a escala 1:5.000.

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 ICONTEC⁶.

9. 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: http://idesc.cali.gov.co/rcg/lineamientos_rcg.pdf.

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

⁶ <http://tienda.icontec.org/index.php/catalogsearch/result/?q=NTC+5661>



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.



10. DOCUMENTO SIG

El documento del Sistema de Información Geográfica (SIG) será un capítulo del informe final del proyecto tamaño y debe contener como mínimo:

- Introducción (antecedentes, alcances del proyecto SIG, objetivos generales y específicos, etc.).
- Metodología (breve recuento del proceso de consecución y estructuración de la información, hallazgos en la cartografía básica, entre otros).
- Fuentes de información.
- 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.
- Listado de mapas.
- Metadatos.
- Bibliografía.



BIBLIOGRAFIA

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Instructivo para elaborar especificaciones técnicas de productos geográficas – Versión 2.0. Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDEC@. Bogotá, Julio de 2011.

ALCALDÍA DE MEDELLÍN, SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE. Documento de estándares para manejo de información geográfica. . Subsecretaría de Planeación Ambiental. Medellín, Junio de 2011. Disponible Online: http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Medio%20Ambiente/Secciones/Informaci%C3%B3n%20General/Documentos/2011/Estandares_SIG.pdf. [Visitado en Abril de 2013].

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Estándares para el Manejo de la Geoinformación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Versión 1.3. Medellín, Junio de 2007. Disponible Online: <http://www.metropol.gov.co/institucional/Documentos%20prueba/Est%C3%A1ndares%20para%20el%20manejo%20de%20la%20geoinformaci%C3%B3n%20del%20%20C3%81rea%20Metropolitana%20del%20Valle%20de%20Aburr%C3%A1.pdf> [Visitado en Abril de 2013]

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Políticas y lineamientos para la estandarización de información cartográfica generada en la CVC – Primera Edición. Dirección Técnica Ambiental - Sistema de Información Ambiental. Cali, Julio de 2008.

EMPRESA COLOMBIANA DE PETRÓLEOS – ECOPETROL. Estándares de Información Geográfica, Guías de Información Geográfica Digital - Versión 3.8. Bogotá D.C, 1998.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC. Conceptos Básicos acerca de la Adopción de MAGNA SIRGAS. Disponible Online: <http://goo.gl/JWpp62>. [Visitado 27 de Mayo de 2015].



INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGENOMINAS. Guías de Información Geocientífica Digital - Versión preliminar. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear. Bogotá D.C, 1999.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 4611. Información Geográfica - Metadatos Geográficos. Segunda Actualización. Bogotá D.C, 2011.

_____. Norma Técnica Colombiana 5043. Información Geográfica - Conceptos Básicos de la Calidad de los Datos Geográficos. Bogotá D.C, 2010.

_____. Norma Técnica Colombiana 5205. Precisión de los datos espaciales. Bogotá D.C, 2003.

_____. Norma Técnica Colombiana 5661. Información Geográfica - Metodología para la Catalogación de Objetos Geográficos. Bogotá, D.C, 2010.