



UAEGD

INSTRUCTIVO PARA LA MIGRACIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AL SISTEMA DE REFERENCIA MAGNA-SIRGAS

[www.
ideca.
gov.
co](http://www.ideca.gov.co)

ideca

Instructivo para la Migración de Información geográfica al sistema de Referencia MAGNA-SIRGAS

Fecha de creación: octubre de 2019

Página web: www.ideca.gov.co

Correo electrónico: ideca@catastro.gov.co

Licencia: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Autores: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital - Gerencia IDECA



Contenido

Objetivo y Alcance	5
Generalidades y Recomendaciones	6
2.1 Marco conceptual	8
Instrucción	17
3.1 Procedimiento para convertir coordenadas de la información geográfica	18
3.2 Procedimiento para transformar coordenadas de la información geográfica.....	21
3.3 Criterio para establecer qué información debe ser migrada a MAGNA-SIRGAS	25
Referencias	28
Anexos.....	30
Anexo I. Flujograma de la metodología general para convertir coordenadas	30
Anexo II. Esquema de Puntos Geodésicos Construidos, Dentro Del Marco Del Proyecto “Densificación De La Red Geodésica De Bogotá D.C.” por El Servicio Geológico Colombiano - UAECD	31



Lista de Figuras

Figura 1 Coordenadas.....	6
Figura 2 Geoide	9
Figura 3 Geoide y Elipsoide.....	10
Figura 4 Comparación gráfica entre un elipsoide global y local.....	10
Figura 5 Datum	11
Figura 6 Proyección Cartográfica.....	12
Figura 7: Tipos de Proyecciones	13
Figura 8: Proyección Gauss Krüger.....	14
Figura 9: Proyección cartográfica cartesiana; Distancias medidas sobre el plano y el terreno.....	16
Figura 10 Comparación de las características entre Datum.....	19
Figura 11 Transformación tridimensional entre el Datum BOGOTÁ y MAGNA-SIRGAS.....	22
Figura 12 Estrategia para la transformación Datum BOGOTÁ a MAGNA-SIRGAS.	23

Lista de Tablas

Tabla 1: Coordenadas Datum BOGOTA, Origen Central (Bogotá).....	15
Tabla 2: Coordenadas Datum MAGNA SIRGAS, Origen Central (Bogotá)	15
Tabla 3 Valores base de la proyección Cartesiana de Bogotá.....	16
Tabla 4 Comparación de las características entre datum.....	20
Tabla 5 Sistemas de Coordenadas Proyectadas Gauss-Krüger y Cartesiana Ciudad de Bogotá en MAGNA-SIRGAS.....	20
Tabla 6 Parámetros de transformación según el modelo Coordinate Frame para Bogotá, migrar información georreferenciada en Datum Bogotá al sistema Magna-Sirgas.....	22
Tabla 7 Parámetros para la definición del sistema de coordenadas SIRGAS.....	24
Tabla 8 Parámetros para la definición del sistema de coordenadas MAGNA - SIRGAS	25
Tabla 9. Desplazamientos entre datum según escala.....	26
Tabla 10 Desplazamientos según escala.....	27



UAECD

Objetivo y Alcance

El objetivo central de este documento es proveer el contexto conceptual y un paso a paso general, que permita a los usuarios de información geográfica o entidades que conforman la Infraestructura Integrada de Datos Espaciales para el Distrito Capital - IDECA, migrar su información espacial al sistema de referencia MAGNA-SIRGAS, si la información no cuenta con este sistema de referencia.

Lo anterior, se vincula con la consolidación de la Política de Información Espacial para el Distrito Capital, la cual en su dominio de Datos e Información apunta a la organización y gestión de la información de forma clara y precisa, específicamente, el lineamiento 21, apunta a que todos los datos y capas de información temáticas que se generen en el desarrollo de los diferentes proyectos de la ciudad, se encuentren estandarizadas sobre un sistema de referencia de uso común, garantizando con ello continuidad espacial y coherencia, en el momento de compartir y aprovechar información dentro de un contexto colectivo, como lo supone una Infraestructura de Datos Espaciales - IDE.

El presente Instructivo para la migración de información geográfica al sistema de referencia MAGNA-SIRGAS, compila una serie de principios básicos que están involucrados con los temas de cartografía y geodesia, los cuales buscan apoyar la gestión de la información georreferenciada en el marco de la Infraestructura Integrada de Datos Espaciales para el Distrito Capital - IDECA.

Este propósito de estandarización a nivel distrital guarda relación con los lineamientos de carácter general emitidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC que se orientan a una adopción del sistema unificado de referencia. Para ello, los elementos conceptuales y metodológicos consignados en este instructivo, obedecen a un enfoque general encaminado a cubrir las necesidades de información y procedimientos en esta materia, no obstante, se reconoce que algunos procesos de conversión y/o transformación de las coordenadas contemplados en la migración de información, exigirán metodologías específicas asociadas con el estado de los datos e incluso con las tecnologías empleadas, en esta medida, en algunos casos se prevé un acompañamiento para su implementación por parte de la Subgerencia de Operaciones de IDECA de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital.



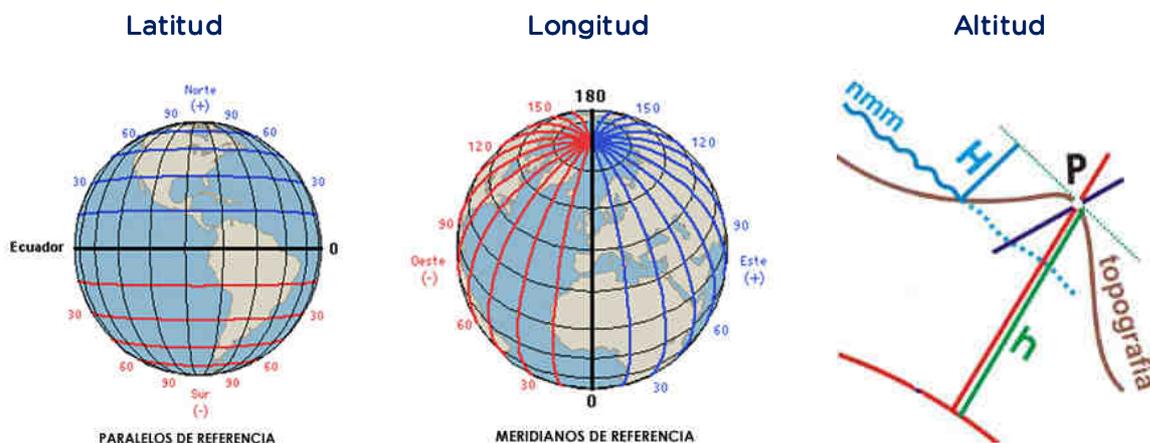
Generalidades y Recomendaciones

En la actualidad cobra especial importancia la localización, entendida como la determinación del lugar donde se encuentra una persona, un elemento o simplemente aquella posición en donde ocurre un fenómeno (¿dónde está?, ¿dónde es?, ¿dónde ocurre?). Esta posición se considera absoluta, cuando está referida a un punto conocido (Datum), o relativa, cuando se refiere a un sistema de referencia local o arbitrario, definido para un fin particular y generalmente en función del detalle (escala) que se desee.

Del contexto anterior, se evidencia la necesidad que ha existido desde siempre, de contar con marcos de referencia que permitan al hombre localizar (determinar) de manera única cualquier punto sobre el globo terráqueo; debido a esta necesidad el hombre ha ideado varios instrumentos, desde épocas antiguas tomando como base la astronomía, matemática y geometría, las cuales han servido como apoyo a las prácticas de ubicación y georeferenciación de elementos.

F1

Figura 1 Coordenadas
Fuente: CIESE e IGAC



Existe un sistema de referencia global, general e histórico, originado a partir de la forma de la tierra, definiendo líneas imaginarias organizadas horizontal (paralelos) y verticalmente (meridianos), en donde es posible establecer las distancias de un punto con respecto a ellas



UAEC D

(latitud y longitud). La tercera coordenada, conocida como altitud, históricamente se ha determinado localmente a partir de un nivel de referencia tomado desde la superficie del mar (elipsoide) en sentido positivo, tal como se observa en la Figura 1.

Los avances de este sistema de posicionamiento obedecen no a la modificación de los principios generales con que fue ideado, sino al afinamiento de las mediciones a partir de la mejora en exactitud de los instrumentos empleados para tal fin.

Las tecnologías que hoy acompañan el desarrollo de las geociencias (GPS, sistemas de información geográfica, sensoramiento remoto, entre otras) han auspiciado e incorporado los adelantos que en materia de exactitud y precisión existen a partir de un mejoramiento de las formas de observar, dimensionar y calcular las magnitudes de la tierra y de los fenómenos que sobre esta se presentan.

A manera de síntesis, puede decirse que una de las disciplinas más beneficiadas con los procesos mencionados, es la cartografía, cuyo desarrollo está decididamente vinculado a la astronomía, la matemática, la geometría y principalmente, a la geodesia. La esencia del cartógrafo (productor), no solo se remite a representar a través del mapa de manera convencional y gráfica los elementos del mundo real presentes sobre la superficie de la tierra, sino además, posicionar en términos cuantitativos (coordenadas) al lector del documento cartográfico (usuario), respecto a un sistema de referencia previamente definido y convencionalmente compartido.

Antes de continuar, es necesario aclarar que cuando se produce un plano, es decir, un mapa que representa una superficie menor o una porción pequeña de terreno, no se contempla la curvatura de la tierra y la escala se considera uniforme; diferente a cuando se habla de territorios considerables o grandes extensiones, en donde la forma real de la tierra juega un papel fundamental en la construcción del mapa y es allí donde la geodesia es la principal herramienta para apoyar los procedimientos cartográficos.

De manera general, es importante mencionar, que para un país la cartografía básica o topográfica, como producto de utilidad para la sociedad, es el resultado de múltiples procesos que involucran fundamentalmente, la adopción de un sistema de proyección cartográfico acorde con la posición en el globo terráqueo de su territorio y la adaptación efectiva a un sistema de referencia de carácter global, aspectos que en este documento serán ilustrados a continuación.



UAECD

www.ideca.gov.co | (57) 1 2347600 | ideca@catastrobogota.gov.co

2.1 Marco conceptual

La producción de información espacial hoy está soportada sobre el término acuñado “georreferencia”; la información espacial está “georreferenciada”, lo cual corresponde a la determinación sobre los mapas (en papel o en medio digital) de un sistema conocido y compartido convencionalmente, que permite asignar valores que identifican en dónde se encuentran los elementos (Coordenadas planas o geográficas), así como, cuanto miden en términos de longitud y área (m y m²).

En cuanto a los Sistemas de Información Geográfica - SIG, la georreferenciación obedece al posicionamiento que define la localización de la representación de un objeto espacial (punto, línea, área, volumen) en un sistema coordenado y un datum establecido.

En la actualidad hay mayor facilidad en cuanto al uso de las TIC posibilitando que un mayor número de usuarios, sin llegar hacer especialistas, puedan hacer uso de herramientas que facilitan la georreferenciación, democratizando esta tarea fuera del campo técnico, ejemplo de esto son las aplicaciones para los teléfonos móviles que brindan un entorno de confort y acceso a todo tipo de público a su posición actual y a los elementos de su entorno como vías, sitios de interés, entre otros.

El concepto de georreferencia o referencia espacial se construye integralmente a partir de las siguientes explicaciones y conceptos, los cuales una vez analizados y entendidos por usuarios y productores de información, deben facilitar la identificación de los parámetros y estándares comunes, que permitan a futuro lograr que la información producida en el Distrito Capital, se integre de manera armónica con el sistema de referencia oficial, adoptado en el marco de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales.

El Geoide

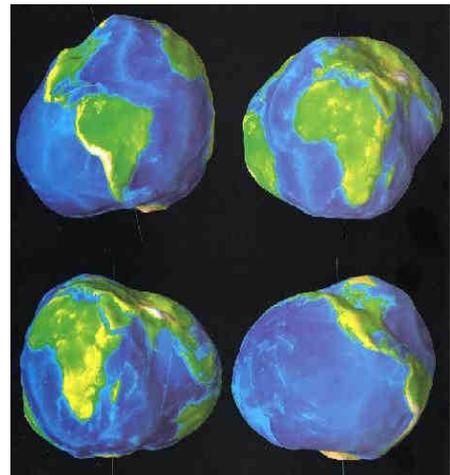
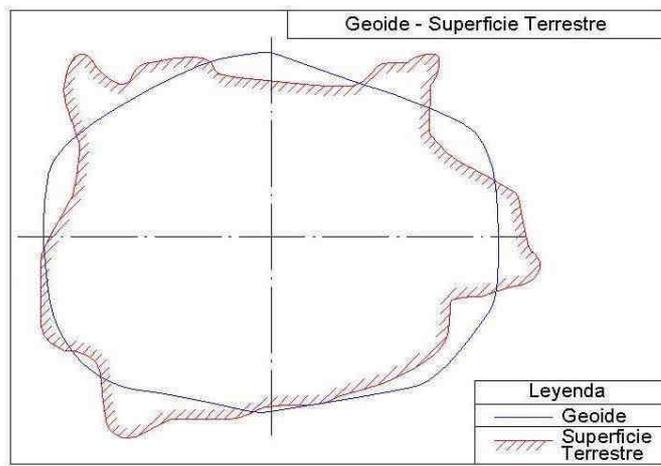
La tierra sufre los efectos de la gravitación y fuerza centrífuga al rotar sobre su eje, deformando su hipotética forma esférica, presentando, un evidente achatamiento en los polos y ensanchamiento en el ecuador. En busca de un modelo acertado a la forma de la tierra, se define el **Geoide**, siendo este, una superficie teórica que une puntos de igual gravedad, teniendo en cuenta que esta última varía con la irregular distribución de masas al interior de la tierra, la latitud, la longitud e incluso el tiempo.



UAECD

Puede decirse que la superficie del Geoide relativamente coincide con el nivel medio de las aguas oceánicas en calma proyectadas imaginariamente por debajo de los continentes, esto supone nula la influencia por fuerzas de gravitación de otros astros como la luna y el sol.

F2 Figura 2 Geoide
Fuente: Universidad de Valladolid



El Elipsoide

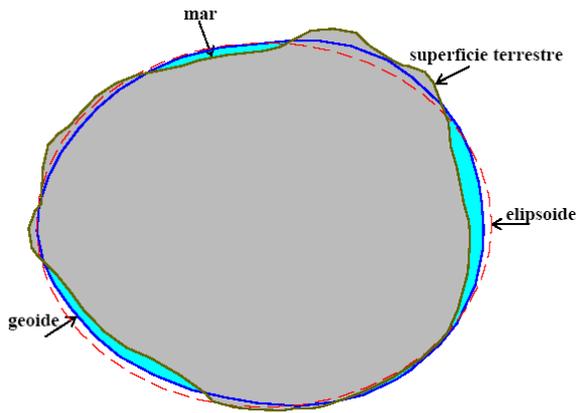
El Geoide es una figura compleja de definir matemática y geoméricamente, lo que dificulta los cálculos geodésicos y topográficos terrestres, razón por la cual se emplea una figura geométrica más sencilla denominada, el elipsoide de revolución.

Definida como la superficie formada por la rotación de una elipse alrededor de un eje principal, el cual debe adecuarse a ciertas condiciones especiales de la superficie terrestre según sea continente, país o lugar específico sobre el que se realizará la proyección.

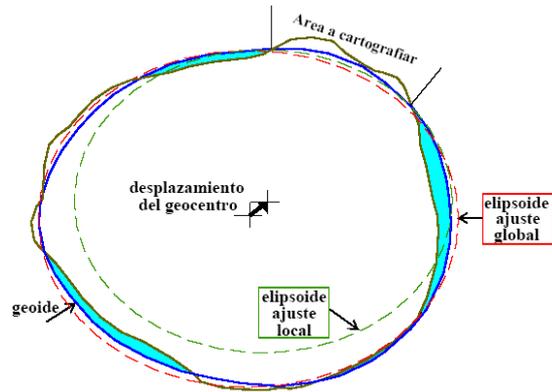


UAEC

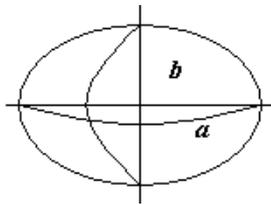
F3 Figura 3 Geoide y Elipsoide
Fuente: [Colegio CHUBUT](#)



F4 Figura 4 Comparación gráfica entre un elipsoide global y local
Fuente: [Colegio CHUBUT](#)



El los



elipsoide está definido en términos matemáticos a partir de siguientes parámetros:

- Radio Mayor o semieje ecuatorial (a)
- Radio Menor o semieje polar (b)
- Aplanamiento del elipsoide ($1/f = 1 - (b/a)$)

Para Colombia, el elipsoide asociado al Datum BOGOTÁ, es el Internacional de 1924 o de Hayford, mientras que para MAGNA-SIRGAS, es el GRS80.



UAECD

El Datum

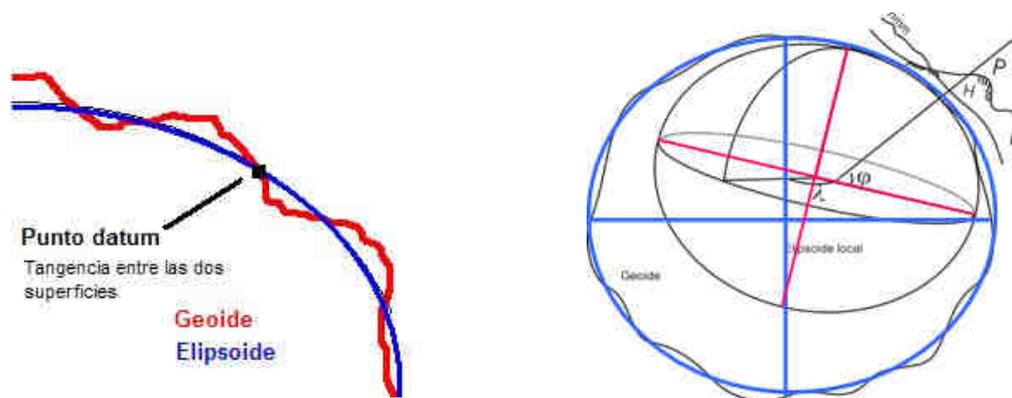
Es el conjunto de parámetros que determina la posición del origen, escala y orientación de un sistema de coordenadas y está definido por el punto tangente del elipsoide al geoide.

El datum de manera general se encuentra compuesto por:

- Un elipsoide, definido por a , b y su aplamamiento.
- Un punto llamado "Origen" en el que el elipsoide y la tierra son tangentes. Este punto de partida se define por las coordenadas geográficas longitud y latitud.

F5

Figura 5 Datum
Fuente: [Podespacial](#)



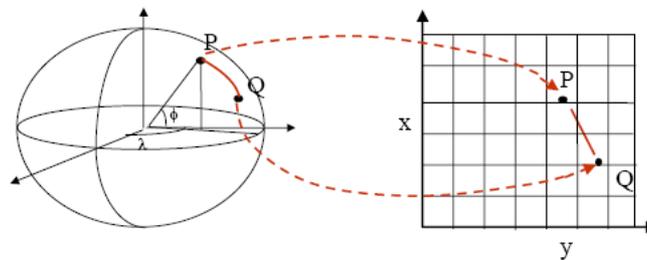
Dado que estos parámetros especifican la relación de un sistema de coordenadas a un objeto como la tierra, se denomina datum local u horizontal a la definición particular para un territorio, en donde la figura elipsoidal ha sido ajustada de acuerdo con la forma del territorio; el datum geocéntrico, es aquel definido por técnicas geodésicas modernas y de posicionamiento GPS, en donde, el centro del geoide (geocentro), coincide con el centro de masas de la tierra.

**UAECD**

Proyecciones Cartográficas

De acuerdo con lo descrito, existe una posición única para cualquier punto sobre la tierra, esta posición de manera global y única se puede dar en coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud), sin embargo, siempre la posición tendrá una equivalencia con respecto a sistemas de referencia locales de acuerdo a la proyección utilizada para construir la cartografía local (proyección cartográfica).

F6 Figura 6 Proyección Cartográfica
Fuente: Colegio CHUBUT



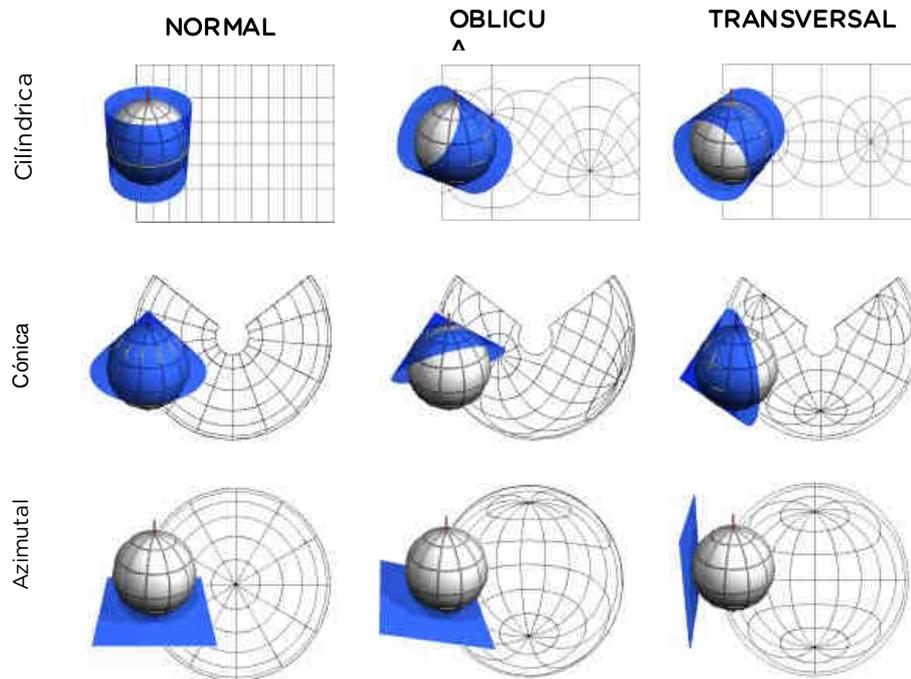
Es necesario destacar que dicha transformación de la superficie conlleva imprecisiones en las distancias, los ángulos, o en las áreas, aspectos que, junto con la posición del territorio sobre el globo terráqueo, determinan que proyección es apropiada para representar con menor distorsión en las zonas a cartografiar.



UAEC

F7

Figura 7: Tipos de Proyecciones
Fuente: [Progonos](#)



Evolución al Actual Sistema de Referencia

Antes de la definición del actual sistema de referencia nacional, la cartografía en Colombia y el geoposicionamiento en general, estaban referidos al datum geodésico horizontal adoptado en 1941, localizado y materializado en el Observatorio Astronómico de Bogotá, el cual tenía como elipsoide asociado el Internacional de 1924. Este en principio, es el origen de la Antigua Red Geodésica Nacional conocida con el nombre de ARENA, conformada por vértices geodésicos de primer, segundo y tercer orden cuyas alturas, o tercera coordenada, fueron calculadas con respecto al datum Buenaventura (datum vertical).

Hacia 1997 tuvo lugar el establecimiento de la iniciativa del Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur - SIRGAS que busca establecer y mantener una red de referencia para la determinación de un datum geocéntrico sur americano. Este sistema, como una extensión del ITRF en América, constituye un gran esfuerzo en sistemas de referencia regionales, que para



UAEC

www.ideca.gov.co | (57) 1 2347600 | ideca@catastrobogota.gov.co

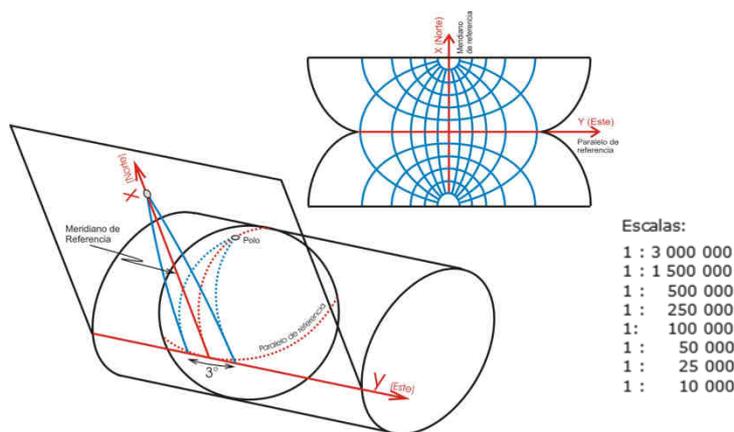
satisfacer las necesidades de los productores de información geográfica en cada país del continente debe contar con una densificación. Dicha actividad que en Colombia se denomina MAGNA (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia) determina una red básica que permite una mayor precisión en la determinación de las coordenadas de posición, el suministro de datos confiables y al integrarse con el Sistema de Referencia Geocéntrico definido por el ITRF garantiza que las coordenadas de la red básica se definan en el mismo sistema que sirven de base para el cálculo de las órbita de los satélites GPS permitiendo su homologación con los sistemas de posicionamiento GNSS (Global Navigation Satellite System).

Sin embargo, debido a las desventajas de las técnicas geodésicas clásicas, sobre las cuales se desarrolló el ARENA, en relación con las tecnologías modernas, la red presenta ciertas incompatibilidades con las actuales, lo cual obliga a la generación de la base cartográfica nacional y de los datos fundamentales de georreferenciación sobre un nuevo sistema de referencia (MAGNA-SIRGAS), además de su correspondiente y cada vez mayor, adopción y utilización por parte de generadores y consumidores de datos espaciales en Colombia.

Cartografía en el Distrito Capital

Para el Distrito Capital, se manejan dos tipos de proyecciones, la *Proyección Cartográfica Gauss Krüger* la cual se utiliza en la construcción de parte de la cartografía del área rural y la *Proyección Cartográfica Cartesiana* utilizada principalmente en la cartografía del área urbana.

F8 Figura 8: Proyección Gauss Krüger
Fuente: IGAC



UAECD

En Colombia el origen principal de las coordenadas Gauss- Krüger, está definido en la Pilastra sur del Observatorio Astronómico de Bogotá, a la cual se le han asignado los siguientes valores en metros, Norte (N) = 1.000.000 m y Este (E)= 1.000.000 m.

T1

Tabla 1: Coordenadas Datum BOGOTA, Origen Central (Bogotá)

Fuente: IGAC

Origen	Coordenadas Elipsoidales		Coordenadas Gauss-Krüger	
	Latitud (N)	Longitud (W)	Norte (m)	Este (m)
Central (Bogotá) - BOGOTA	4° 35' 56,57"	74° 04' 51,30"	1.000.000	1.000.000

T2

Tabla 2: Coordenadas Datum MAGNA SIRGAS, Origen Central (Bogotá)

Fuente: IGAC

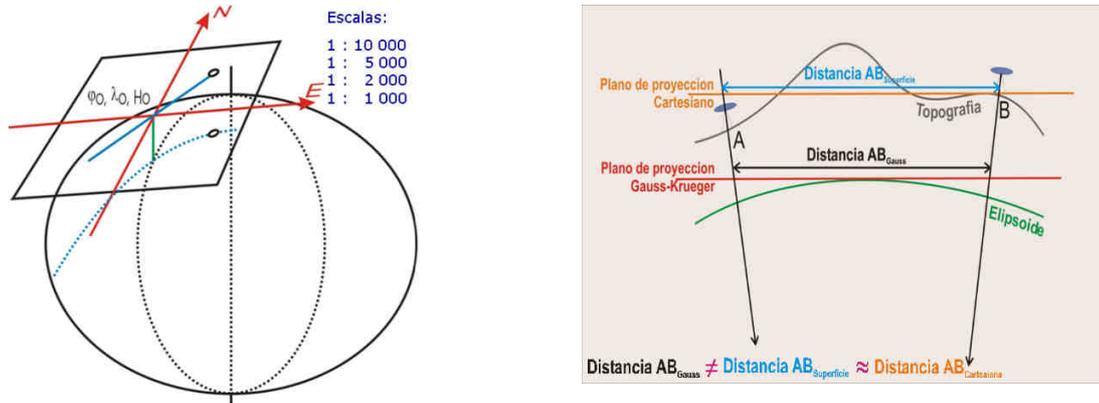
Origen	Coordenadas Elipsoidales		Coordenadas Gauss-Krüger	
	Latitud (N)	Longitud (W)	Norte (m)	Este (m)
Central (Bogotá) - MAGNA	4° 35' 46,3215"	74° 04' 39,0285"	1.000.000	1.000.000

La proyección cartográfica cartesiana, equivale a una proyección conforme al elipsoide, sobre un plano paralelo tangente con el elipsoide en un punto de origen definido. La proyección cartesiana es la indicada para la elaboración de planos y bases de datos de ciudades a escalas mayores a 1:10.000. Dada esta circunstancia, pueden existir tantos orígenes de coordenadas cartesianas como ciudades o centros poblados que tengan cartografía.

**UAECD**

F9

Figura 9: Proyección cartográfica cartesiana; Distancias medidas sobre el plano y el terreno
Fuente: IGAC



T3

Tabla 3 Valores base de la proyección Cartesiana de Bogotá
Fuente: IGAC

Descripción	Valor asociado MAGNA-SIRGAS	Valor asociado al Datum BOGOTÁ
Latitud	4°40'49,7499"	4°38'42,85613"
Longitud	74°08'47,73"	74°07'56,67131"
Falso Norte	109.320,965	109.320,965
Falso Este	92.334,879	92.334,879
Altura elipsoidal	2.579,118 m	2.328,716 m



UAEC

Instrucción

La ubicación de un punto depende del sistema de referencia cartográfico al que pertenezca, estos son principalmente de dos tipos: Coordenadas Proyectadas cartesianas (X, Y, Z) y Geodésicas o Coordenadas Geográficas (latitud, longitud y altitud). Dependiendo del requerimiento del usuario, cartográficamente existe la posibilidad de cambiar (migrar) entre tipo de coordenadas o incluso entre sistemas de referencia definidos a partir de datum diferentes.

- **Conversión de Coordenadas:** el término de “conversión de coordenadas” establece una relación matemática entre diferentes tipos de coordenadas referidas siempre al mismo datum, en este caso, la conversión supone llevar coordenadas planas a geográficas o coordenadas geográficas a planas.
- **Transformación de Coordenadas:** a diferencia del caso anterior, cuando el cambio corresponde a las coordenadas de un mismo punto, pero referido a datum diferentes, se realiza una “transformación de coordenadas”. Dicha transformación se realiza utilizando coordenadas cartesianas o geográficas en dos o en tres dimensiones. Una transformación de coordenadas usa parámetros obtenidos empíricamente a través de un conjunto de puntos con coordenadas conocidas en ambos datum.

Para cualquiera de estos procedimientos tenga en cuenta la siguiente recomendación:

Realice migraciones entre los sistemas de coordenadas en aplicaciones SIG, comprobando que sus modelos de ajuste sean adecuados para tal fin; si el Datum MAGNA-SIRGAS, no viene incorporado en los dominios del software, es pertinente investigar con la casa productora, la forma de incorporarlo a sus librerías. La migración también se puede realizar mediante aplicaciones que hayan sido desarrolladas para tal fin, teniendo en cuenta los parámetros del nuevo Datum.



UAEC

3.1 Procedimiento para convertir coordenadas de la información geográfica

Cartográficamente, la conversión de coordenadas consiste en llevarlas de un sistema de coordenadas planas a geográficas o viceversa, sin modificar el sistema de referencia, (Datum Bogotá o Datum Magna Sirgas), según corresponda. Lo anterior, consiste para el caso del Distrito, en convertir las coordenadas planas a partir de la proyección cartográfica de Gauss o la proyección cartográfica cartesiana local, según corresponda a coordenadas geográficas o viceversa.

PASO 1. DEFINA EL SISTEMA DE COORDENADAS EN QUE SE ENCUENTRA LA INFORMACIÓN

Inicialmente se debe considerar el tipo de proyección cartográfica en la que se encuentren los datos; como se mencionó anteriormente, los datos podrán estar bajo una proyección Gauss, principalmente, para el área rural y en escalas pequeñas y para el sector urbano corresponderá a una proyección cartesiana, para las áreas urbanas y en escalas grandes. Estas estarán expresadas en metros, mientras, las coordenadas geográficas estarán descritas en términos de grados, minutos y segundos.

Tenga en cuenta que los valores cercanos al 1.000.000, 1.000.000, se relacionan con una proyección Gauss, mientras que valores próximos al 100.000, 100.000, indicarán que el sistema es cartesiano. Tenga presente, que entre las coordenadas Gauss y las cartesianas locales existen diferencias en cuanto a desplazamiento, rotación y un factor de escala, por lo tanto, en ningún caso es posible restar o sumar 900.000 metros para localizar un mapa en un sistema de coordenadas diferente al original.

PASO 2. DEFINA EL SISTEMA DE REFERENCIA EN QUE SE ENCUENTRA LA INFORMACIÓN

A partir del 2005, año en el cual se emitió la resolución 068 por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS, se han adelantado trabajos de migración y adopción de dicho sistema de referencia.



UAECD

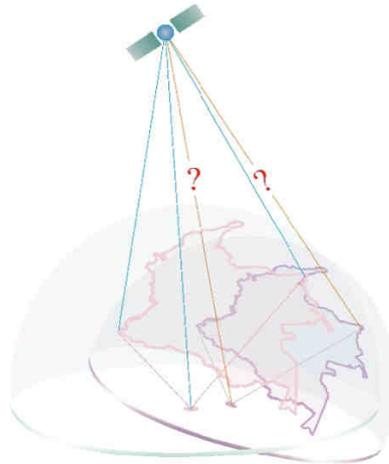
La identificación del datum asociado a información espacial dentro de un software SIG, hoy, es sencilla, ya que normalmente puede ser consultada dentro de sus propiedades o dentro de su metadato, en donde se incorpora la información inherente al producto.

De otro lado, es muy frecuente que la información se encuentre en formato digital, con coordenadas planas, pero sin ningún tipo de datum oficial asociado (arbitrario); para estos casos, se requiere la selección y asignación de un sistema de referencia de acuerdo con el espacio geográfico a que haga referencia la información, estas alternativas son ofrecidas por software SIG. No obstante, se recomienda que, una vez adelantado este proceso, se superponga la información geográfica con otra capa de la misma zona, pero con un sistema de referencia definido y conocido, para realizar la verificación de que el sistema de referencia a seleccionar sea el indicado.

F10 Figura 10 Comparación de las características entre Datum
Fuente: IGAC

DATUM BOGOTÁ

- Año de definición: 1941
- Elipsoide Internacional o de Hayford (1924)
- Bidimensional
- Semieje Ecuatorial (a) = 6.378.388 m
- Aplanamiento (f) = 1/297
- Desplazado del geocentro: 531 m
- No compatible con los GNSS
- Exactitud (con respecto a las coordenadas SIRGAS = ITRF = WGS84): $\phi, \lambda = -500$ m
- Precisión (consistencia interna de la red): 0,01" (~30 cm) ...0,1" (~ 3m)



DATUM MAGNA SIRGAS

- Año de definición: 1980
- Elipsoide GRS80 (WGS84)
- Tridimensional: latitud, longitud y altura se refieren al elipsoide
- Semieje Ecuatorial (a) = 6.378.137 m
- Aplanamiento (f) = 1/298,257
- Geocéntrico
- Compatible con los GNSS
- Exactitud (con respecto a las coordenadas SIRGAS = ITRF = WGS84): $\phi, \lambda = 2$ cm; h = 6 cm.
- Precisión (consistencia interna de la red): 2 mm ... 7 mm



UAECB

PASO 3. REALICE LA CONVERSIÓN DE COORDENADAS

Ya sea que desea cambiar coordenadas planas cartesianas a coordenadas planas proyectadas de Gauss o alguna de estas dos a coordenadas geográficas dentro del sistema MAGNA-SIRGAS, tenga en cuenta los siguientes parámetros que pueden venir ya incluidos en el software que utilice cada entidad o ingresar en estas aplicaciones para que el proceso cumpla con todas las condiciones geométricas.

T4 Tabla 4 Comparación de las características entre datum
Fuente IGAC

Nombre Datum	GCS_CartMAGBOG
Nombre Elipsoide:	GRS80
Semieje Mayor *	6378137 + 2550 = 6380687
Aplanamiento (1/f)	298,257 222 101
Nombre Unidades angulares	Grados
Radianes por unidad	0,01745329
Nombre Meridiano de Referencia	Greenwich
Longitud	0° 0' 0"

*NOTA: Para el caso de coordenadas cartesianas locales, se debe sumar el valor de la altura del área de estudio (2550 para el caso de Bogotá) al semieje mayor. El valor del semieje menor se recalcula.

T5 Tabla 5 Sistemas de Coordenadas Proyectadas Gauss-Krüger y Cartesiana Ciudad de Bogotá en MAGNA-SIRGAS
Fuente IGAC

Nombre	PCS_GKMAGB	Nombre	PCS_CartMAGBOG
Nombre Proyección	Transversa Mercator	Nombre Proyección	Transversa Mercator
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Falso Norte	1 000 000,0	Falso Norte	109 320,965
Falso Oeste	1 000 000,0	Falso Oeste	92 334,879
Meridiano Central	74° 04' 39,0285" W	Meridiano Central	74° 08' 47,73" W
Latitud de referencia	4° 35' 46,3215" N	Latitud de referencia	4° 40' 49,75" N
Factor de escala	1,0	Factor de escala	1,0
Nombre Unidad lineal	Metro	Nombre Unidad lineal	Metro
Metros por unidad	1	Metros por unidad	1



UAEC

3.2 Procedimiento para transformar coordenadas de la información geográfica

Como ya se mencionó, la transformación de coordenadas obedece al cambio del sistema de referencia de un mismo punto a un datum diferente, utilizando coordenadas cartesianas o geográficas; para el caso del Distrito Capital, migrar la información espacial al sistema de referencia MAGNA SIRGAS, contemplará realizar una transformación, lo cual se traduce en un cambio del datum.

Para llevar a cabo la transformación de coordenadas se deben involucrar las operaciones de conversión. Para tal fin, se deben seguir los pasos descritos en el numeral anterior, según corresponda: identificación del tipo de coordenadas, determinación del sistema de referencia y conversión.

Adicionalmente, se deben tener en cuenta algunos pasos adicionales que se ejecutan evaluando las condiciones de la información que se desee transformar. Como consideración especial, recuerde que los procesos de transformación pueden requerir como insumo coordenadas planas o coordenadas geográficas.

PASO 1. REALIZAR LA CONVERSIÓN DE COORDENADAS PLANAS A ELIPSOIDALES

En primer lugar, se debe realizar una conversión de coordenadas planas (N, E) a coordenadas geográficas o elipsoidales (φ , λ). Una vez se encuentren en coordenadas elipsoidales se debe confirmar la existencia de datos certeros de la componente vertical (altura elipsoidal o sobre el nivel medio del mar). A partir de esta condición se llevarán a cabo dos procesos distintos: Una transformación bidimensional o tridimensional según corresponda.

PASO 2. REALIZAR TRANSFORMACIONES TRIDIMENSIONALES

Una vez convertida la información de las coordenadas elipsoidales del datum origen, se procede a someter la información a transformaciones de tipo tridimensional, en caso de contar con datos de la componente vertical. En caso contrario, se debe proceder con la transformación bidimensional.



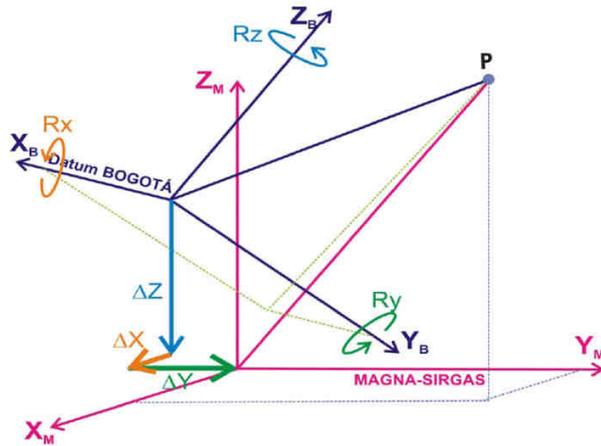
F11 Figura 11 Transformación¹ tridimensional entre el Datum BOGOTÁ y MAGNA-SIRGAS
Fuente: IGAC

Transformación de siete parámetros:

tres traslaciones:
 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$

tres rotaciones:
 R_x, R_y, R_z

un factor de escala:
 λ



Para esta operación se recomienda seguir el método de transformación tridimensional ‘Molodensky-Badekas’ o el método de transformación ‘Coordinate Frame’ el cual es el más común dentro de las herramientas SIG, su proceso equivale al de ‘Molodensky-Badekas’ pero sin tener en cuenta un punto central de referencia. A continuación, se mencionan los parámetros del método ‘Coordinate Frame’ correspondientes a la zona VIII que cubre al distrito de acuerdo a las planchas a escala 1:100.000 del IGAC:

T6 Tabla 6 Parámetros de transformación según el modelo Coordinate Frame para Bogotá, migrar información georreferenciada en Datum Bogotá al sistema Magna-Sirgas
Fuente: IGAC

Parámetro	Valor*
ΔX	221,899 m
ΔY	274,136 m
ΔZ	-397,554 m
λ	-2,199943 E -06
R_x	1,361573 E-05 rad
R_y	-2,174431 E-06 rad
R_z	-1,362410 E-05 rad

¹ Transformar implica modificar la rotación y la traslación en los tres ejes además de un factor de escala.



UAECD

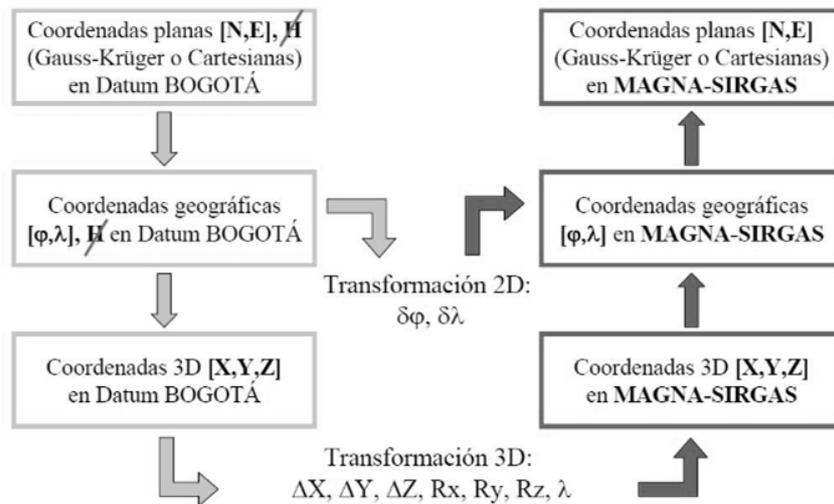
* **NOTA:** Se debe tener en cuenta la unidad en que están expresados los valores, ya que en algunas herramientas los puede solicitar y procesar en otras unidades.

El uso de estos parámetros aplica para la transformación a Datum MAGNA-SIRGAS, si se desea realizar la operación inversa con MAGNA-SIRGAS como datum origen, se deberá indicar el signo contrario en cada cantidad.

PASO 3. EFECTUAR TRANSFORMACIONES BIDIMENSIONALES

En caso de no contar con la componente vertical, se procederá a realizar una transformación bidimensional con las coordenadas elipsoidales cuyo resultado será convertido a planas y refinado a través de una transformación bidimensional afín.

F12 Figura 12 Estrategia para la transformación Datum BOGOTÁ a MAGNA-SIRGAS. Fuente: IGAC



PASO 4. REALICE LA TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS EN UNA HERRAMIENTA

Para realizar estas operaciones se puede hacer uso de aplicaciones comerciales o software SIG, que automatizan los ejercicios de conversión y transformación. En cada caso se debe verificar que dichas herramientas contemplen los procesos descritos y de ser necesario, se deben



UAECD

inscribir los parámetros geodésicos necesarios, que para el caso del datum SIRGAS y MAGNA-SIRGAS están descritos en la Tabla 7 y Tabla 8.

Los parámetros correspondientes al datum SIRGAS responden a la red densificada de estaciones GPS de alta precisión que cubre el territorio del continente de manera homogénea, significando una extensión densificada del sistema ITRF en América.

El mantenimiento de SIRGAS contiene el cambio de coordenadas a través del tiempo, garantizando la consistencia entre este sistema y el sistema de referencia satelital. No obstante, es reconocida mundialmente como la mejor iniciativa en la definición de sistemas de referencia regional. Además de constituirse en el fundamento básico para el desarrollo de sistemas de referencia nacional en América debido a su estructura, precisión y exactitud.

T7 Tabla 7 Parámetros para la definición del sistema de coordenadas SIRGAS
Fuente: IGAC

Nombre parámetro	Descripción	Valor
Elipsoide	Nombre del Elipsoide	GRS 1980
Semieje mayor (a)	Radio ecuatorial del elipsoide.	6.378.137 m
Semieje menor (b)	Radio polar del elipsoide, se obtiene aparte de f y a.	6.356.752,314 140 356 1 m
Aplanamiento (1/f)	Achatamiento polar del elipsoide, se obtiene aparte de a y b.	298,257 222 101
Unidad Angular	Medida que expresa los ángulos.	Grados Sexagesimales
Radianes por unidad	Radianes por cada grado sexagesimal.	0,017 453 292 519 943 299
Meridiano de referencia	Círculo mayor a partir del cual se miden los valores de longitud.	Greenwich
Longitud del meridiano de referencia	Valor de longitud del meridiano de referencia.	0° 0' 0"
Código EPSG	Código dado al sistema por la European Petroleum Survey Group	4170

De manera consecuente, la referencia MAGNA-SIRGAS constituye una densificación del sistema SIRGAS conformado por 60 estaciones GPS, que cubren el suelo nacional, de las cuales 8 son vértices SIRGAS y 16 pertenecen a la red geodinámica CASA - Central and South American geodynamics network.



UAEC

T8 Tabla 8 Parámetros para la definición del sistema de coordenadas MAGNA - SIRGAS
Fuente: IGAC

Nombre parámetro	Descripción	Valor
Elipsoide	Nombre del Elipsoide	GRS 1980
Semieje mayor (a)	Radio ecuatorial del elipsoide.	6.378.137 m
Semieje menor (b)	Radio polar del elipsoide, se obtiene aparte de f y a.	6.356.752,314 140 356 1 m
Aplanamiento (1/f)	Achatamiento polar del elipsoide, se obtiene aparte de a y b.	298,257 222 101
Unidad Angular	Medida que expresa los ángulos.	Grados Sexagesimales
Radianes por unidad	Radianes por cada grado sexagesimal.	0,017 453 292 519 943 299
Meridiano de referencia	Círculo mayor a partir del cual se miden los valores de longitud.	Greenwich
Longitud del meridiano de referencia	Valor de longitud del meridiano de referencia.	0° 0' 0"
Código EPSG	Código dado al sistema por la base de datos de parámetros geodésicos de la European Petroleum Survey Group	4686

Si se considera necesario, para efectuar una operación de conversión o transformación de coordenadas se podrán seguir la metodología descrita en el diagrama del Anexo I.

3.3 Criterio para establecer qué información debe ser migrada a MAGNA-SIRGAS

Dentro de los procesos relacionados con la adopción del sistema de referencia MAGNA-SIRGAS, es importante considerar que información dentro del universo de información que una entidad posee y maneja, es realmente importante migrar y cuáles deben ser los parámetros para priorizar los datos que se trasladan primero.

Sin desconocer que cada entidad puede definir la información a migrar y la prioridad con que debe hacerse de acuerdo a sus metas, la Política de Gestión de Información Geoespacial puede ser una guía que identifica aspectos importantes que deben ayudar a definir los datos a migrar,



UAEC

en todo caso la producción de nuevos datos debe estar bajo el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS, condición que deben cumplir todas aquellas capas de información que serán base para proyectos interinstitucionales.

En una siguiente etapa, deben migrarse a este sistema aquellos datos que estén siendo utilizados dentro de los proyectos que se adelantan actualmente, en cumplimiento de los objetivos misionales de cada entidad. Finalmente, la información que no es de uso cotidiano y que puede corresponder a productos históricos, se migrará de acuerdo con la prioridad y los recursos de que se dispongan.

De otro lado y desde el punto de vista técnico, el IGAC, dentro de sus lineamientos para la migración de información espacial al nuevo sistema de referencia, recomienda tener en cuenta principalmente la diferencia (desplazamiento) que presenta la información entre los Datum; por ejemplo, en coordenadas Geográficas se presenta un $\Delta\phi = -10,25''$... ~ -307,5 m y un $\Delta\lambda = -12,27''$... ~ -368,2 m.

T9 Tabla 9. Desplazamientos entre datum según escala
Fuente: IGAC

Escala	Desplazamiento
1:1.500.000	0,3 mm
1:500.000	1,0 mm
1:250.000	2,0 mm
1:100.000	5,0 mm
1:50.000	10,0 mm
1:25.000	20,0 mm
1:10.000	50,0 mm
1:2.000	250,0 mm
1:1.000	500,0 mm



UAECD

Tenga en cuenta:

- ✓ La información espacial en formato digital, cuya posición se define mediante coordenadas geográficas $[\phi, \lambda]$, debe ser migrada a MAGNA-SIRGAS (Transformación 3D o 2D).
- ✓ Las coordenadas geográficas $[\phi, \lambda]$ leídas de cartografía referida al Datum BOGOTÁ (escalas 1:25.000 - 1:500.000) deben migrarse a MAGNA-SIRGAS con los parámetros de transformación 2D.
- ✓ El desplazamiento en coordenadas planas Gauss-Krüger va desde 0 m a 12 m y en planas cartesianas desde 0 m a 1 m.

T10 Tabla 10 Desplazamientos según escala
Fuente: IGAC

Escala	Desplazamiento	Proyección
1:1.500.000	- - -	Gauss-Krüger
1:500.000	- - -	Gauss-Krüger
1:250.000	- - -	Gauss-Krüger
1:100.000	0,1 mm	Gauss-Krüger
1:50.000	0,3 mm	Gauss-Krüger
1:25.000	0,5 mm	Gauss-Krüger
1:10.000	0,1 mm / 1,2 mm	Cartesiana/Gauss-Krüger
1:2.000	0,5 mm	Cartesiana
1:1.000	1,0 mm	Cartesiana

- ✓ La información espacial en formato digital, cuya posición se define mediante coordenadas planas $[N, E]$, debe ser migrada a MAGNA-SIRGAS (transformación 3D o 2D).
- ✓ La cartografía (escalas 1:1.000 - 1:10.000) existente en Datum BOGOTÁ debe manejarse atendiendo los desplazamientos indicados, hasta tanto ésta sea generada nuevamente en MAGNA-SIRGAS.



UAEC

Referencias

CONSEJO NACIONAL GEOGRÁFICO, Infraestructura de Datos Espaciales de España. Transformación de coordenadas de la IDEE. Madrid.

CONSEJO SUPERIOR GEOGRÁFICO. Términos y definiciones de la ISO 19111, Versión 1.0. Madrid. 2011.

CPIAA Chubut. Conceptos geodésicos básicos. Sitio de los Agrimensores, 2002.

Fernández Copel, Ignacio Alonso. Localizaciones Geográficas. Las coordenadas geográficas y la proyección UTM. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Palencia. Universidad de Valladolid.

Francois, Atilio. Sistemas de Coordenadas y Transformaciones. Bases para el trabajo en SIG. GeoConceptos, Uruguay, 2000.

<http://www.colegiochubut.org.ar/>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN - ICONTEC. NTC 5798. Referencia espacial por coordenadas. 2011.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Implementación de SIRGAS en el ámbito nacional: caso colombiano MAGNA - SIRGAS, Bogotá, junio de 2009.

INFRAESTRUCTURA INTEGRADA DE DATOS ESPACIALES PARA EL DISTRITO CAPITAL - IDECA. Adopción del Marco de Referencia MAGNA - SIRGAS. Bogotá. 2006.

INFRAESTRUCTURA INTEGRADA DE DATOS ESPACIALES PARA EL DISTRITO CAPITAL - IDECA. Sistema coordinado para el mapa de referencia de Bogotá. 2011.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Aspectos Prácticos de la Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA -SIRGAS como Datum Oficial de Colombia. Bogotá. 2004.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Parámetros oficiales de transformación para Migrar a MAGNA-SIRGAS la información existente en Datum Bogotá. Bogotá, 2004.



UAECD

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (2005). Resolución Número 068. Bogotá. 2005.

PROCALCULO PROSIS. Soporte para el nuevo Marco Geocéntrico Nacional de Referencia - Magna. Bogotá. 2008.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Procedimiento para la migración a MAGNA-SIRGAS de la cartografía existente referida al Datum Bogotá, utilizando el software ArcGIS de ESRI, 1997.

Ruano, Miguel. Cambio en el Ecuador del Sistema Referencial Geodésico PSAD-56 al WGS-84

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE CATASTRO DISTRITAL - UAECD. Transformación Magna Sirgas. Bogotá, 2009.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (2011). Resolución Número 0399. Bogotá, 2011.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE CATASTRO DISTRITAL - UAECD. Guía Migración a Magna-Sirgas. Bogotá, 2012.

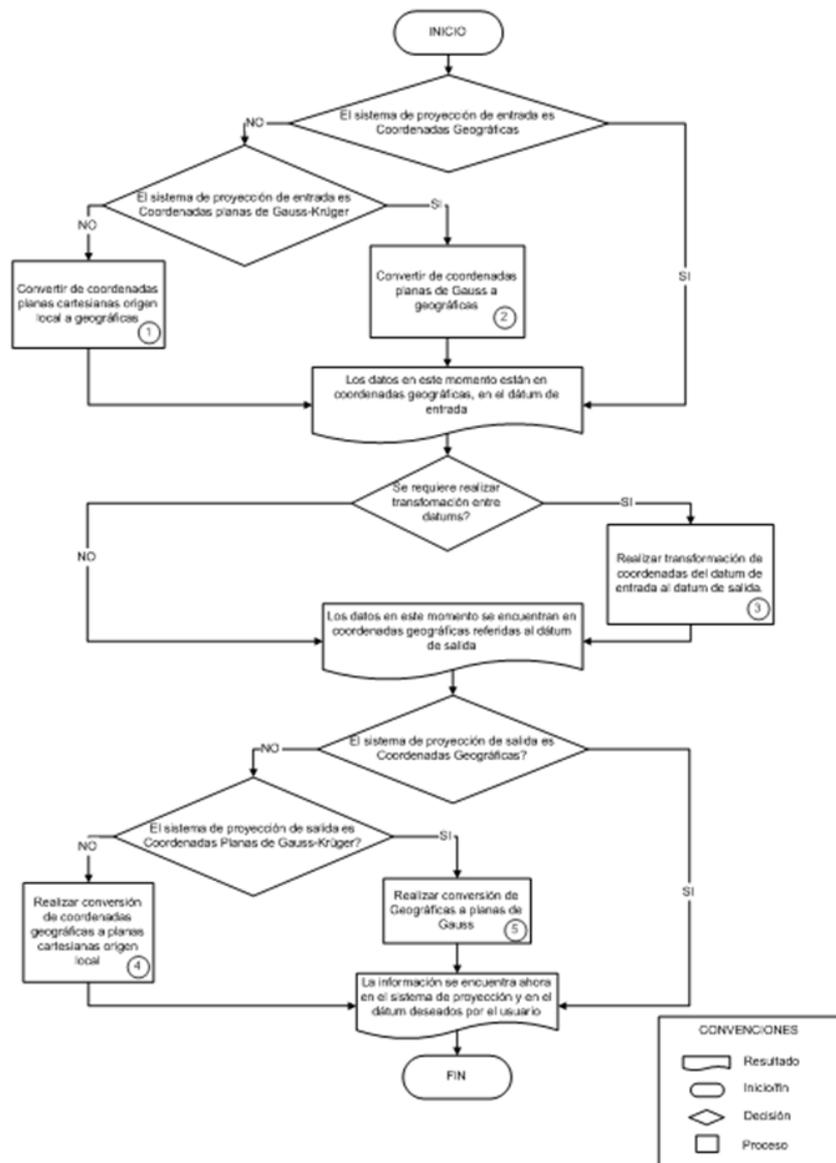


UAECD

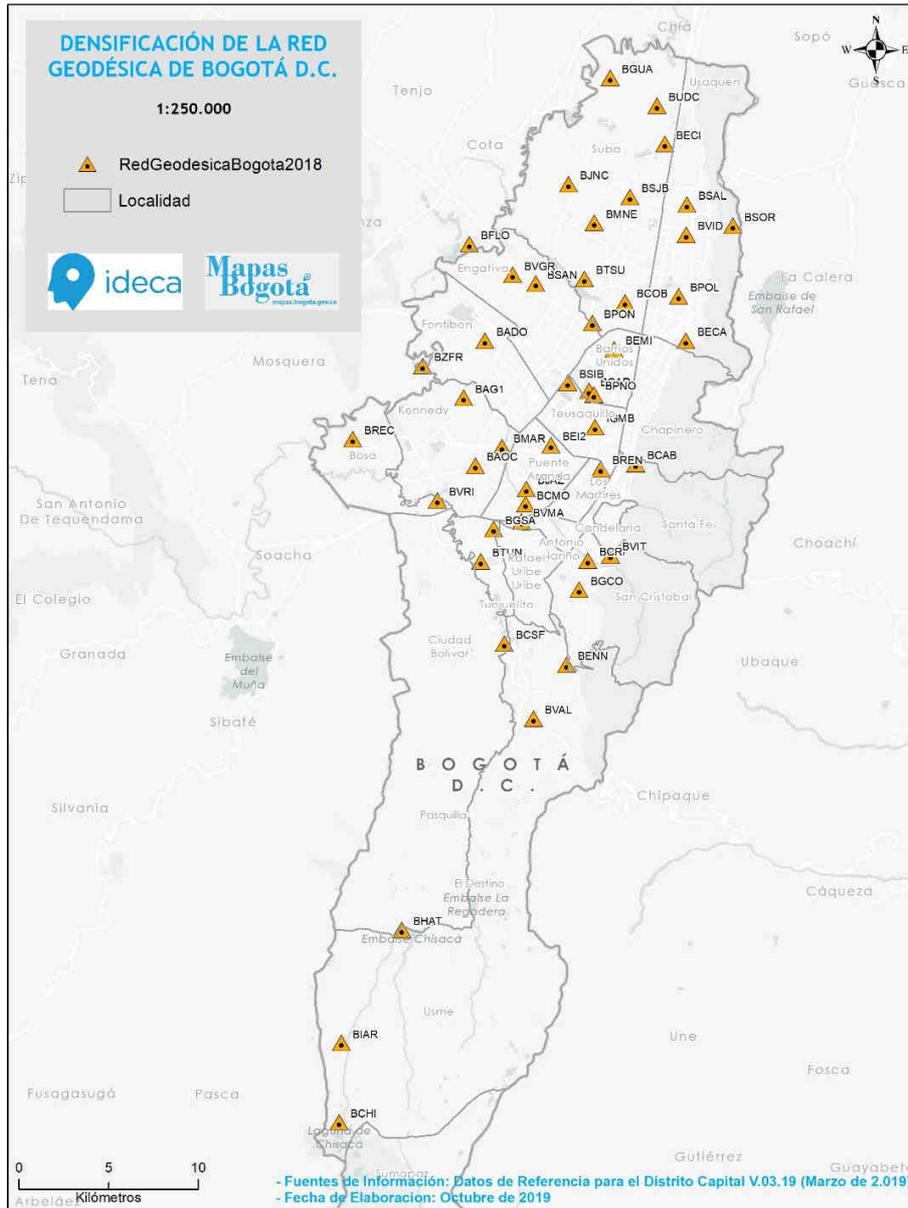
www.ideca.gov.co | (57) 1 2347600 | ideca@catastrobogota.gov.co

Anexos

Anexo I. Flujograma de la metodología general para convertir coordenadas



Anexo II. Esquema de Puntos Geodésicos Construidos, Dentro Del Marco Del Proyecto “Densificación De La Red Geodésica De Bogotá D.C.” por El Servicio Geológico Colombiano - UAECD



UAECD



Latitud: 4.603557, Longitud: -74.094105
Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

[www.
ideca.
gov.
co](http://www.ideca.gov.co)