

# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

### SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS

### INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

Versión 1

Código. MEDE01.07.02.18.P13.I01

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



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

### **CONTENIDO**

	Pág.
INTR	ODUCCIÓN10
1.	OBJETIVOS11
1.1.	OBJETIVO GENERAL11
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS11
2.	ALCANCE
3.	DEFINICIONES
4.	CONTENIDO Y DESARROLLO
4.1.	SISTEMA DE COORDENADAS Y PARÁMETROS DE LA PROYECCIÓN
CAR	TOGRÁFICA OFICIAL18
4.1.1	. Transformación de coordenadas del antiguo sistema de referencia20
4.1.1	.1. Transformación de coordenadas con el software ArcGIS 10.1 y superiores 21
4.1.1	.2. Transformación de coordenadas con el software AutoCAD Map 2013 22
4.1.1	.3. Transformación de coordenadas con Magna-Sirgas Pro 3
4.2.	RED DE CONTROL GEODÉSICO DE SANTIAGO DE CALI25
4.2.1	. Elementos que conforman la red de control geodésico25



INFORMACIÓN ESTRATÉGICA

### SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.2.1.1. Estaciones de primer orden
4.2.1.2. Estaciones de tercer orden, en la zona de expansión
4.2.1.3. Estaciones de tercer orden en corregimientos
4.2.1.4. Señales de Azimut.
4.2.1.5. Estaciones de nivelación
4.2.2. Fichas descriptivas de las estaciones geodésicas
4.2.3. Coordenadas de la red de control geodésico
4.2.3.1. Orígenes de coordenadas para las estaciones geodésicas de los corregimientos
4.2.4. Uso de las coordenadas de la red de control geodésico de cali43
4.2.4.1. Orígenes de coordenadas para las estaciones geodésicas de los corregimientos
43
4.3. AMARRES Y LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS O TOPOGRÁFICOS MEDIANTE
TECNOLOGÍA GNSS
4.3.1. Metodología
4.3.2. Posicionamiento relativo46
4.3.2.1. Posicionamiento relativo estático
4.3.2.2. Posicionamiento relativo estático-rápido



INFORMACIÓN ESTRATÉGICA

### SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.3.3. Requerimientos básicos para la adquisición de información gnss de alta precisión
47
4.3.3.1. Tipo de receptor
4.3.3.2. Antenas
4.3.3.3. Mantenimiento de equipos
4.3.3.4. Materialización de Puntos de Apoyo
4.3.3.5. Técnica de medición
4.3.3.6. Tiempo de medición
4.3.3.7. Parámetros de calidad
4.3.3.8. Precisión datos. 52
4.3.3.9. Post-procesamiento de los datos
4.3.3.10.Formato de datos
4.3.3.11. Documentación y evidencia
4.4. USO DE LA RED GEODÉSICA MEDIANTE AMARRES TOPOGRÁFICOS
CONVENCIONALES
4.4.1. Levantamientos planimétricos
4.4.2. Levantamientos altimétricos
4.4.3. Resultados y presentación62



INFORMACIÓN ESTRATÉGICA

### SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

4.5.	OTRAS APLICACIONES	62
4.5.1.	Uso de la metodología de trabajo rtk	.62
5.	DOCUMENTOS Y REGISTRO	65
6.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	66
ANE	(OS	67



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Pág.

### LISTADO DE TABLAS

	•
Tabla 1. Parámetros del Sistema de Coordenadas Cartesianas MAGNA origen Cali 19	9
Tabla 2. Sistema de Referencia Origen San Antonio	1
Tabla 3. Parámetros del método Molodesky Badekas para Transformación Datum Bogot	á
a Datum MAGNA22	2
Tabla 4. Parámetros del método Coordinate Frame para Transformación Datum Bogotá	а
Datum MAGNA23	3
Tabla 5. Coordenadas Geográficas de las nueve estaciones de primer orden 34	4
Tabla 6. Coordenadas Geocéntricas de las nueve estaciones de primer orden 3	5
Tabla 7. Coordenadas Cartesianas MAGNA origen Cali, de las nueve estaciones de	е
primer orden3	5
Tabla 8. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento La Paz	7
Tabla 9. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento El Saladito 3	7
Tabla 10. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Golondrinas	8
Tabla 11. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Felidia	8
Tabla 12. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Pichindé	9



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Tabla 13. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Los Andes
Tabla 14. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Pance
Tabla 15. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento La Buitrera 40
Tabla 16. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento La Elvira
Tabla 17. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Villacarmelo 41
Tabla 18. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento La Castilla 42
Tabla 19. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Montebello 42
Tabla 20. Velocidades de las estaciones de la Red de Control Geodésico 45
Tabla 21. Tiempos de observación, según metodología de trabajo
Tabla 22. Altura geométrica de las estaciones geodésicas y de nivelación 60

### **LISTADO DE FIGURAS**

	Pag
Figura 1. Interfaz gráfica del aplicativo Magna Sirgas Pro 3	24
Figura 2. Mapa de distribución general de la Red de Control Geodésico	31
Figura 3. Esquema de una Ficha Descriptiva	33
Figura 4. Distancias representadas en los dos tipos de sistemas de coordenad	das usados



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

en Colombia 3	36
Figura 5. Placa para materialización de puntos de apoyo 4	9

### LISTADO DE IMÁGENES

Pá	g.
magen 1. Estación de primer orden2	26
magen 2. Estación de tercer orden, en la zona de expansión	27
magen 3. Estación de tercer orden en corregimiento	28
magen 4. Señal de Azimut. Imagen 5. Señal de azimut Altos de Menga 2	29
magen 6. Estaciones de nivelación	30
magen 7: Vista de la estación 76001106 (Contraloría) hacia señal azimut Tres Cruce:	s.
5	56
magen 8: Vista de la estación 76001106 (Contraloría) hacia señal azimut tanque EMCAl	LI
Altos de Menga5	56
magen 9: Vista de la estación 76001132 (Av. Cañasgordas) hacia señal Cerro de la Teta	a.
5	57
magen 10: Vista de la estación 76001132 (Av. Cañasgordas) hacia señal azimut Crist	to



MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Rey 57
Imagen 11: Vista de la estación 76001135 (Kr 1 con Cl 52) hacia señal azimut Tres
Cruces
Imagen 12: Vista de la estación 76001135 (Kr 1 con Cl 52) hacia señal azimut Cristo Rey.
58
Imagen 13: Vista de la estación 76001136 (Estadio Pedro Grajales) hacia señal Cristo
Rey 58
Imagen 14: Vista de la estación 76001136 (Estadio Pedro Grajales) hacia señal Tres
Cruces
Imagen 15: Vista de la estación 76001137 (Estación MIO Santa Librada) hacia señal
azimut Cristo Rey59
Imagen 16: Vista de la estación 76001137 (Estación MIO Santa Librada) hacia señal
azimut Tres Cruces
Imagen 17: Vista de la estación 76001140 (Navarro EMCALI) hacia señal azimut Cristo
Rey 59
Imagen 18: Vista de la estación 76001140 (Navarro EMCALI) hacia señal azimut Tres
Cruces 60



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

### INTRODUCCIÓN

La Alcaldía de Santiago de Cali a través del Departamento Administrativo de Planeación Municipal (DAPM), por medio del trabajo que viene realizando el grupo técnico de la Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali – IDESC, sumado al apoyo técnico de la Unidad Estratégica de Negocios de Acueducto y Alcantarillado de EMCALI EICE ESP, han llevado a cabo la construcción de la nueva Red de Control Geodésico para Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio de Santiago de Cali, con el fin de disponer de un marco de referencia moderno, que permita ligar los levantamientos de información geoespacial al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (MAGNA – SIRGAS), acorde con la normatividad emitida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC¹.

Esta nueva Red fue desarrollada en conjunto con el IGAC quien es el organismo encargado de determinar, establecer, mantener y proporcionar los sistemas de referencia geodésico, gravimétrico y magnético del País (Decreto No. 1551/2009), considerando la importancia de que esta red forme parte del sistema de referencia nacional.

Conscientes de la relevancia que tendrá la nueva Red, y con el ánimo de promover el uso de conceptos uniformes tendientes al correcto uso de la misma, por parte de los profesionales y académicos de la geoinformación. Se elaboró el presente documento que brinda lineamientos generales para el uso de la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio de Santiago de Cali, en los procesos relacionados con levantamientos de información georreferenciada, tanto con tecnología GNSS, como también con equipos ópticos y electro-ópticos.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como DATUM oficial de Colombia



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

### 1. OBJETIVOS

#### 1.1. OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a toda la comunidad profesional y académica que requiera vincular información geográfica al Marco de Referencia oficial de Colombia, los lineamientos básicos para el uso de la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio de Santiago de Cali.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Divulgar las características generales de los criterios de uso del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA – SIRGAS en el Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio de Santiago de Cali.
- Promover el uso de la nueva Red de Control Geodésico, como marco de referencia moderno, preciso y confiable para los trabajos que requieren ligarse al Marco de Referencia oficial de Colombia.
- Promover el uso de prácticas adecuadas para labores de posicionamiento, mediante tecnologías del Sistema Global de Navegación por Satélite - GNSS.
- Brindar una guía técnica para que la información geográfica que se genere o actualice a partir de la red de control geodésico, pueda ser integrada fácilmente por los distintos usuarios de la misma.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

### 2. ALCANCE

Este documento tiene como propósito brindar un conjunto de criterios técnicos para el uso correcto de la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio de Santiago de Cali, la cual es la materialización del Sistema de Referencia MAGNA-SIRGAS (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) en Santiago de Cali.

El documento es derivado del trabajo que realiza la IDESC en el componente de adopción de estándares y lineamientos técnicos enfocados a mejorar la gestión de la información geográfica, en colaboración del Grupo de Información Geográfica y Análisis (GIGA) de la Unidad Estratégica del Negocio de Acueducto y Alcantarillado de EMCALI EICE ESP y del Área de Topografía del SENA Regional Valle.

Se aborda el tema de control geodésico, específicamente en lo relacionado con las pautas necesarias para la asignación del sistema de coordenadas oficial del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio de Santiago de Cali (MAGNA – SIRGAS, origen cartesiano Cali), a los proyectos que lo requieran. De esta manera el documento abarca la descripción de las características y criterios de uso del sistema de coordenadas, los elementos que conforman la Red de Control Geodésico, la metodología para la materialización y posicionamiento de puntos de apoyo mediante tecnología GNSS, los amarres topográficos convencionales y aspectos para el uso de tecnología GNSS RTK.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

#### 3. **DEFINICIONES**

ANTENAS CHOKE RING. Antena especialmente diseñada para levantamientos de alta precisión, la cual tiene entre otras virtudes minimizar el efecto multisenda.

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

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

COORDENADAS GEOCÉNTRICAS. Son aquellas que están definidas respecto al centro de gravedad de la tierra, (X, Y, Z) ó  $(\lambda, \omega, h)$ . Están definidas sobre un sistema en el que la Tierra se representa como una esfera o un esferoide en un sistema XYZ dextrógiro (cartesiano 3D) medido desde el centro de la Tierra.

El eje X señala al meridiano 0 de Greenwich, el eje Y señala a 90° en el plano ecuatorial y el eje Z señala en la dirección del Polo Norte.

Las coordenadas geocéntricas en MAGNA SIRGAS están referidas al ITRF 2008.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS. Está compuesta por una red de líneas imaginarias trazadas sobre la superficie de la Tierra, denominadas paralelos y meridianos. El ecuador es una línea de referencia perpendicular al eje de rotación que divide la Tierra en los hemisferios norte y sur. A su vez, el meridiano de Greenwich es una línea vertical que divide a la Tierra en los hemisferios oriental y occidental. La posición de un punto sobre



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

la Tierra está definida por la distancia angular  $\phi$  entre el Ecuador y cualquier punto sobre la superficie terrestre, al que se le llama latitud; la distancia angular  $\lambda$  entre el meridiano de Greenwich y el mismo punto se conoce como longitud.

EFECTO MULTISENDA O TRAYECTORIA MÚLTIPLE. Es causado por las múltiples reflexiones de la señal emitida por el satélite, llegándole al receptor, además de la señal directa, varias reflejadas que se superponen a dicha señal directa y son siempre más largas.

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

ÉPOCA. Instante particular de tiempo a partir del cual un evento o serie de eventos es calculado; un punto de inicio en el tiempo en el cual los eventos están referidos.

ESTACIÓN BASE. También llamada estación de referencia y consiste en un receptor colocado sobre un lugar de coordenadas conocidas para colectar datos y así corregir diferencialmente la posición de otros receptores observando simultáneamente.

ESTACIÓN ROVER. Cualquier receptor GNSS móvil que colecta datos durante una sesión de campo y cuyas posiciones serán determinadas diferencialmente con respecto a un receptor de control.

ESTACIONES, VÉRTICES O REFERENTES DE CONTROL. Estructuras físicas a las cuales se les ha determinado sus coordenadas con alto grado de precisión, que pertenecen a una red de control geodésico y sirven como orientación para la ejecución de actividades profesionales en el área de la geodesia y ciencias afines.

FASE PORTADORA. Fase acumulada en cualquiera de las señales L1 o L2 de la señal GPS, medida por un receptor una vez enganchada la señal.

GNSS (SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE). Término estándar genérico que engloba a los Sistemas de Navegación por Satélite que proporcionan un



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

	MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN 1		1
	FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

posicionamiento geoespacial con cobertura global, tanto de forma autónoma, como con sistemas de aumentación.

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

ITRF. Marco de Referencia Terrestre Internacional (del inglés *International Terrestrial Reference Frame*), es el marco de referencia mundial, materialización global del ITRS (Sistema de Referencia Terrestre Internacional). Provee información de referencia a aplicaciones astronómicas, geodésicas y geofísicas. Para mayor información, visite la página oficial del proyecto, disponible en: <a href="http://itrf.ensg.ign.fr/">http://itrf.ensg.ign.fr/</a>

LEVANTAMIENTOS EN TIEMPO REAL (RTK). Tipo de levantamiento mediante tecnología GNSS que utiliza el modo cinemático al vuelo efectuado en tiempo real.

LEVANTAMIENTO CINEMÁTICO. Método de posicionamiento de fase continua que requiere sólo períodos muy cortos de colecta de datos en cada punto a posicionar.

LÍNEA BASE. Consiste en la distancia existente entre un par de estaciones en las cuales se han obtenido de forma simultánea datos GPS.

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

MODELO GEOIDAL. Permite calcular a través de algún método de interpolación, las alturas sobre el geoide (N) referidas a los elipsoides GRS 80 o WGS 84, a partir de coordenadas geodésicas conocidas.

MOLODENSKY BADEKAS. Cuantifica el cambio de las coordenadas causado por las diferencias de posición y tamaño (componente sistemática) de los elipsoides asociados



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I0	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

al sistema MAGNA-SIRGAS y al Datum BOGOTÁ. Se basa en coordenadas cartesianas tridimensionales considerando tres parámetros de traslación, tres de rotación y un factor de escala.

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

PDOP (POSITION DILUTION OF PRECISION). Medida de incertidumbre de la posición debida únicamente a la geometría de los satélites. Los valores superiores a 7 se consideran malos, cuanto más bajo sea este valor mejor configuración geométrica.

PÉRDIDAS DE CICLO. Interrupción de la señal enviada por el satélite, la baja calidad de la señal, un fallo en el software del receptor o simplemente por un mal funcionamiento.

PRECISIÓN ABSOLUTA (EXACTITUD). Este concepto está referido a cuán cerca del valor real se encuentra el valor medido, por consiguiente, la precisión absoluta es la diferencia entre el valor experimental y el valor verdadero.

PROYECCIÓN CARTESIANA. Corresponde a una proyección conforme del elipsoide sobre un plano paralelo al plano tangente al elipsoide en el punto de origen (IGAC 2004). La distancia o separación existente entre los planos de proyección y tangente es equivalente a la altura media de la zona a cartografiar.

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA. Correspondencia biunívoca matemática entre los puntos de la superficie de una esfera o elipsoide de revolución, y los de un mapa.

PUNTO DE APOYO. Punto calculado con coordenadas de la red de control geodésico para realizar el respectivo amarre de levantamientos topográficos.

RED DE CONTROL GEODÉSICO. Figura formada por una constelación de puntos, enlazados entre sí, que se distribuyen de forma simétrica sobre el territorio y que se proyectan sobre un elipsoide de revolución empleado como superficie de referencia.

RELACIÓN SEÑAL-RUIDO. Proporción existente entre la potencia de la señal que se



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

transmite y la potencia del ruido que la corrompe, medido en decibel.

RINEX (RECEIVER INDEPENDENT EXCHANGE). Formato de ficheros de texto orientado a almacenar, de manera estandarizada, medidas proporcionadas por receptores de sistemas de navegación por satélite

SIRGAS. Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, el cual es la densificación del ITRF en América. Es un marco de referencia tridimensional geocéntrico para las Américas, incluyendo un sistema de referencia vertical asociado al campo de gravedad terrestre.

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

TIEMPO DIFERIDO. La posición desconocida del equipo móvil, se calcula con precisión en oficina después de un trabajo previo en campo.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I0	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

#### 4. CONTENIDO Y DESARROLLO

### 4.1. SISTEMA DE COORDENADAS Y PARÁMETROS DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA OFICIAL

La Alcaldía de Santiago de Cali por medio del Decreto <u>411.0.20.0728</u> 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, al cual es posible acceder mediante el siguiente enlace: http://goo.gl/Ko5JSP

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).



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN 1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Por lo descrito anteriormente, y para fines de manejo de información cartográfica con un alto nivel de detalle, se adopta de manera oficial para el Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio 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.

Conjunto de Parámetros		
Sistema de Referencia	MAGNA SIRGAS	
Elipsoide	GRS80	
Proyección Cartográfica	Cartesiana	
Origen de la Zona	Cali	
Nombre IGAC	Valle del Cauca Cali 2	009
Nombre ESRI	MAGNA_Cali_Valle_d	el_Cauca_2009
Nombre EPSG	MAGNA-SIRGAS / Cali urban grid - 6249	
O and the order	Meridiano Central	76°31'14.025" Oeste
Coordenadas Origen	Latitud de referencia	3°26'30.78" Norte
Plano de Proyección	1000 m	
0dd0di	Falso Este	1'061.900,180 m
Coordenadas Cartesianas	Falso Norte	872.364,630 m
Factor Escala	1	
Nombre Unidad Lineal	Metro	
Metros por Unidad	1	

Fuente: Grupo IDESC - DAPM, 2015.

Este sistema de coordenadas se usará en los procesos en los que se levante, genere o actualice información geográfica en el Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de servicio de Santiago de Cali. Para ello se dispone la nueva Red de Control Geodésico, que se describe en el capítulo 4.2, y que 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.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- 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 son mayores 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 capítulo 4, sección 4.2.3.1.

**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 transverso 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.

**4.1.1. 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



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I0		2.18.P13.I01
	VERSIÓN	1
	FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

cartesianas basado en el antiguo Sistema de Referencia de Colombia denominado "Datum Bogotá", el cual tiene una proyección cartesiana y está definido por los parámetros que se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Sistema de Referencia Origen San Antonio

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

Fuente: Grupo IDESC - DAPM, 2015.

El IGAC en el proceso de adopción del sistema de referencia MAGNA SIRGAS, definió los métodos y los parámetros requeridos para la realización de la transformación geométrica entre sistemas de coordenadas asociados al 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: <a href="http://goo.gl/Ko5JSP">http://goo.gl/Ko5JSP</a>

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:

**4.1.1.1.** 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: <a href="http://goo.gl/R2nl5V">http://goo.gl/R2nl5V</a>.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

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 φ = 3.0 5.0 N λ = 78.0 74.4 W	Valor en arco segundos*
ΔX [m]	302,934	
ΔΥ [m]	307,805	
ΔZ [m]	-312,121	
λ	3,746562E-06	
Rx [rad]	3,329153E-05	6,86687098511952
Ry [rad]	-4,001009E-05	-8,25267346177903
Rz [rad]	-4,507205E-05	-9,29677766040960
Xo [m]	1558280,49	
Yo [m]	-6167355,09	
Zo [m]	491954,2193	

Fuente: Elaboración Propia

**4.1.1.2.** 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:

<sup>\*</sup> **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 arcosegundo, en consecuencia, es necesario expresarlos en dichas unidades.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

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

Parámetro	<b>Región VI</b> φ = 3.0 5.0 N λ = 78.0 74.4 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

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el IGAC, La diferencia entre las coordenadas geocéntricas transformadas por el método de Coordinate Frame (Helmert) o el de Molodesky-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.

**4.1.1.3.** 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 1).

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

<sup>\*</sup> **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.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

ingresar los parámetros descritos en la tabla 2, en el módulo de creación de orígenes cartesianos, de dicha herramienta.

A partir de punto individual

A part

Figura 1. 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: <a href="http://goo.gl/lfHllO">http://goo.gl/lfHllO</a>

En el momento, el aplicativo no permite trabajar con archivos en formato ráster, 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.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

### 4.2. RED DE CONTROL GEODÉSICO DE SANTIAGO DE CALI

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

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 de Santiago de Cali, tanto en la zona urbana (nueve estaciones de primer orden y una de tercer orden), rural (veinti y cuatro (24) estaciones y cinco (5) señales de azimut) y área de expansión (ocho estaciones), además de una red de nivelación conformada por cuarenta y seis (46) estaciones, distribuidos en la zona urbana; las cuales fueron materializadas buscando garantizar su estabilidad y el acceso a los sitios donde se encuentran.

- **4.2.1. Elementos que conforman la red de control geodésico** En esta sección se describen los elementos que conforman la red, de manera que los usuarios los conozcan y se familiaricen con ellos, al final de la sección se encuentra un mapa de localización general, Figura 2.
- **4.2.1.1. Estaciones de primer orden** Son referentes tipo pilastra de formación troncopiramidal, tienen una altura de un metro punto seis metros (1,6 m), de los cuales cero coma seis metros (0,6 m) sobresalen sobre la superficie. Cuentan con una varilla de acero de dos metros (2 m) de largo, sobre cuyo centro se realiza la determinación de coordenadas, Imagen 1. Se encuentran distribuidas dentro del perímetro urbano de Santiago de Cali.
- Materializadas: (9) Nueve.
- Precisión Absoluta: ± 0,011 m y ± 0,02 m
- Tiene visibilidad hacia dos señales de azimut, para la determinación de poligonales convencionales.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

- Altura nivelada geométricamente.
- Precisión nivelación: ± 0,001 m.





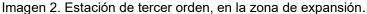
Fuente: Grupo IDESC - DAPM, 2015.

- **4.2.1.2.** Estaciones de tercer orden, en la zona de expansión Son referentes tipo mojón, de formación cúbica, construidos en parejas para garantizar la inter-visibilidad entre ellos, tienen una altura de cero coma ocho metros (0,8 m), de los cuales cero coma dos metros (0,2 m) sobresalen sobre la superficie. Cuentan con una varilla de acero de uno punto cinco metros (1,5 m) de largo, sobre cuyo centro se realiza la determinación de coordenadas, Imagen 2. Cuatro se encuentran localizadas en el área de expansión y los cuatro restantes en los corredores viales Cali Jamundí y Cali Puerto Tejada.
- Materializadas: (8) Ocho.
- Precisión Absoluta: ± 0,041 m y ± 0,06 m
- Parejas de puntos inter-visibles, algunos de ellos tienen visual a las señales de azimut.
- Altura nivelada geométricamente.
- Precisión nivelación: ± 0,001 m.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020





Fuente: Grupo IDESC - DAPM, 2015.

- **4.2.1.3.** Estaciones de tercer orden en corregimientos Son referentes tipo mojón, de formación cúbica, construidos en parejas para garantizar la inter-visibilidad entre ellos, tienen una altura de cero coma ocho (0,8 m), de los cuales cero coma dos (0,2 m) sobresalen sobre la superficie. Cuentan con una varilla de acero de uno punto cinco (1,5 m) de largo, sobre cuyo centro se realiza la determinación de coordenadas, Imagen 3. Se localizan en doce de los corregimientos de ladera.
- Materializadas: (24) Veinticuatro.
- Precisión Absoluta: ± 0,041 m y ± 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.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

Imagen 3. Estación de tercer orden en corregimiento.



Fuente: Grupo IDESC - DAPM, 2015.

- **4.2.1.4. Señales de Azimut** Son referentes tipo obelisco, de formación cilíndrica, construidos en concreto reforzado y tubos de PVC de diez y seis (16) pulgadas de diámetro. Tienen una altura de cinco metros (5 m), de los cuales cuatro metros (4 m) sobresalen sobre la superficie. Cuentan con un tornillo de media 1/2 pulgada para el anclaje de antenas GNSS para posteriores mediciones de la Red, Imagen 4. Se materializaron en algunos de los cerros de Santiago de Cali: Tres Cruces, Cristo Rey, Cerro de la Bandera, Cerro de La Teta en el sector de Alto de Los chorros, del corregimiento de la Buitrera y en el tanque de agua potable que tiene EMCALI E.I.C.E E.S.P. en Altos de Menga.
- Materializadas: (5) Cinco.
- Precisión Absoluta: ± 0,041 m y ± 0,06 m
- Obeliscos de 4 metros de altura para usarse como referencia visual.
- Altura definida mediante modelo geoidal Geocol 2004.

**Nota**: La señal de azimut construida en el Tanque de Altos de Menga (Imagen 5), difiere a las demás, puesto que el espacio y la estructura habilitada para la construcción, no resistiría el peso del diseño preliminar, razón por la cual, se construyó un mástil en acero y con una altura de dos metros, sobre una loza de concreto, cuya altura también es de dos metros (2m).



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Imagen 4. Señal de Azimut.



Fuente: Grupo IDESC - DAPM, 2015.

Imagen 5. Señal de azimut Altos de Menga.



Fuente: Grupo IDESC - DAPM, 2015.

- **4.2.1.5.** Estaciones de nivelación Son referentes tipo mojón, de formación cúbica, que hacen parte de las líneas de nivelación utilizadas para determinar la cota o altura de las estaciones de primer orden, tienen una altura de cero coma ocho metros (0,8 m), de los cuales cero coma dos metros (0,2 m) sobresalen sobre la superficie. Cuentan con una varilla de acero de uno coma cinco metros (1,5 m) de largo, sobre cuyo centro se realiza la determinación de la cota, Imagen 6. Están distribuidos dentro del perímetro urbano de Santiago de Cali, en los corredores viales de la calle 5, carrera 1, calle 70, calle 36, Av. Simón Bolívar y carrera 100, para cerrar nuevamente en la calle 5. Para acceder a las fichas descriptivas que contienen la información de localización de los referentes de nivelación ٧ la cota. el usuario deberá acceder siquiente enlace: http://idesc.cali.gov.co/rcg
- Materializadas: (46) Cuarenta y Seis.
- Altura nivelada geométricamente.
- Precisión nivelación: ± 0,001 m.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

**Nota:** Estas estaciones no cuentan con coordenadas de alta precisión, por consiguiente, únicamente se podrán utilizar como referencia altimétrica.

Imagen 6. Estaciones de nivelación.



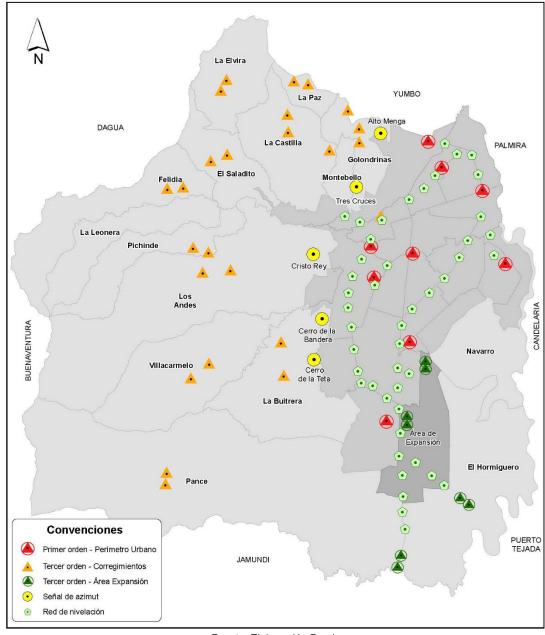
Fuente: Grupo IDESC - DAPM, 2015.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

Figura 2. Mapa de distribución general de la Red de Control Geodésico.



Fuente: Elaboración Propia



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

**4.2.2. Fichas descriptivas de las estaciones geodésicas** Las fichas descriptivas (Figura 3) permiten conocer información detallada de cada estación de la red. Con estos datos, es posible realizar la localización en terreno de las estaciones geodésicas para el posterior trabajo de posicionamiento. Para acceder a las fichas descriptivas, el usuario deberá acceder al siguiente enlace: <a href="http://idesc.cali.gov.co/rcg">http://idesc.cali.gov.co/rcg</a>

La información disponible en cada ficha, se encuentra organizada de la siguiente manera:

**Identificación:** En esta sección se puede identificar el código del punto, la fecha de posicionamiento y la ubicación general.

**Características de posicionamiento:** En la sección de la izquierda, se presentan las coordenadas geográficas navegadas en MAGNA SIRGAS, atributos de monumentación, diagrama de visibilidad, imagen de la placa, referencias y observaciones.

**Atributos de localización:** En la sección derecha de la ficha se puede consultar un croquis general y otro detallado, en ellos se muestra información gráfica y orientación respecto al norte geográfico. También se incluye una imagen de perfil de cada punto.

**Descripción detallada:** Presenta una breve orientación al usuario sobre la localización y el acceso al punto desde un lugar conocido.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	



Fuente: Geoportal IDESC 2015, DAPM.

**4.2.3.** Coordenadas de la red de control geodésico La red de control geodésico por ser un producto generado a partir de tecnología GNSS, tiene la versatilidad de disponer de diferentes tipos de coordenadas, las cuales pueden ser aprovechadas por los usuarios de acuerdo a sus necesidades.

Como regla general, las coordenadas de la Red de Control Geodésico fueron calculadas siguiendo las especificaciones internacionales establecidas para la definición de redes GNSS regionales de primer orden. Los resultados obtenidos son las coordenadas finales que están integradas al Marco de Referencia Geocéntrico Nacional y son absolutamente compatibles con el *Geodetic Reference System 1980 (GRS80)*. Esto garantiza que las coordenadas de los puntos que constituyen el marco de referencia geodésico de Santiago de Cali, pueden ser utilizadas como empalme para la obtención de posiciones geodésicas referidas al ITRF, mediante la utilización de técnicas de Navegación Satelital (GNSS).

De lo anterior, se establece que las coordenadas fueron definidas sobre el Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF 2008, por sus siglas en inglés), para la época 1995,4. En esta sección se pueden consultar los tipos de coordenadas para las nueve Este documento es propiedad de la Administración Central del Distrito de Santiago de Cali. Prohibida su alteración o modificación por cualquier medio, sin previa autorización del Alcalde.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

estaciones de primer orden.

Tabla 5. Coordenadas Geográficas de las nueve estaciones de primer orden.

DUNITO	Co			
PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL (m)	LOCALIZACIÓN
76001106	3°29'19,42602"N	76°30'37,53789"W	983,1338	Av 3 con Cl 61 AN.
76001110	3°27'55,50540"N	76°29'05,50802"W	978,4209	Kr 7 con Cl 70.
76001115	3°25'50,74358"N	76°28'26,95685"W	978,1151	Kr 26C con Cl 84.
76001119	3°23'37,39088"N	76°31'08,88819"W	986,3531	Kr 69 con Cl 42A.
76001132	3°21'22,33084"N	76°31'48,82666"W	1010,5225	Cl 18 con Kr 111.
76001135	3°28'35,00419"N	76°30'14,64385"W	986,5824	Kr 1 con Cl 52.
76001136	3°25'27,59471"N	76°32'09,73130"W	989,3004	Estadio de Atletismo Pedro Grajales
76001137	3°26'20,28008"N	76°32'14,99997"W	1006,8855	Cl 5 con Kr 23.
76001140	3°26'08,62040"N	76°31'04,23336"W	989,4740	Kr 23 con Tr 25 E.

Fuente: IGAC 2015, DAPM.



## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

Tabla 6. Coordenadas Geocéntricas de las nueve estaciones de primer orden.

Time Dunte	DUNTO	Coordenadas Geocéntricas				
Tipo Punto	PUNTO	X (m)	Y (m)	Z (m)	LOCALIZACIÓN	
Primer Orden	76001106	1485307,8839	-6191716,4541	385590,0068	Av 3 con Cl 61 AN.	
Primer Orden	76001110	1488105,7578	-6191200,5900	383016,3442	Kr 7 con Cl 70.	
Primer Orden	76001115	1489316,7193	-6191146,1832	379190,4646	Kr 26C con Cl 84.	
Primer Orden	76001119	1484514,5667	-6192558,5999	375101,4990	Kr 69 con Cl 42A.	
Primer Orden	76001132	1483378,0087	-6193106,9335	370960,9405	Cl 18 con Kr 111.	
Primer Orden	76001135	1486015,2642	-6191635,5119	384228,0538	Kr 1 con Cl 52.	
Primer Orden	76001136	1482641,6591	-6192803,3023	378481,2503	Estadio de Atletismo Pedro Grajales	
Primer Orden	76001137	1482465,0059	-6192764,0224	380097,9491	Cl 5 con Kr 23.	
Primer Orden	76001140	1484590,5255	-6192259,0280	379739,3521	Kr 23 con Tr 25 E.	

Fuente: IGAC 2015, DAPM.

Tabla 7. Coordenadas Cartesianas MAGNA origen Cali, de las nueve estaciones de primer orden.

Tipo Punto	Punto	Norte	Este	Altura (mm)	Tipo Altura
Primer Orden	76001106	877545,617	1063026,537	954,6267	Geométrica
Primer Orden	76001110	874967,556	1065867,596	950,0597	Geométrica
Primer Orden	76001115	871134,795	1067057,887	949,8877	Geométrica
Primer Orden	76001119	867037,937	1062058,769	958,0569	Geométrica
Primer Orden	76001132	862888,758	1060825,705	982,3116	Geométrica
Primer Orden	76001135	876180,942	1063733,300	958,1601	Geométrica
Primer Orden	76001136	870423,526	1060180,411	960,8626	Geométrica
Primer Orden	76001137	872042,078	1060017,785	978,3921	Geométrica
Primer Orden	76001140	871683,865	1062202,465	959,9268	Geométrica

Fuente: IGAC 2015, DAPM.

Para la consulta de las coordenadas procesadas del conjunto completo de las estaciones de la Red, deben referirse al documento de Excel disponible en el siguiente enlace: <a href="http://idesc.cali.gov.co/rcg/coordenadas rcg.xlsx">http://idesc.cali.gov.co/rcg/coordenadas rcg.xlsx</a>, adicionalmente, puede consultar las fichas descriptivas de cada estación en la página web: <a href="http://idesc.cali.gov.co/rcg">http://idesc.cali.gov.co/rcg</a>.



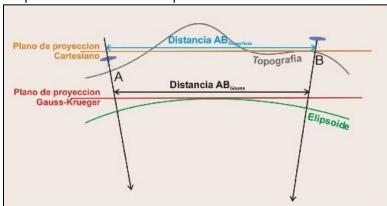
## INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

**4.2.3.1.** Orígenes de coordenadas para las estaciones geodésicas de los corregimientos Como se mencionó anteriormente, el IGAC definió un conjunto de orígenes cartesianos para cada pareja de puntos materializados en los corregimientos de ladera. Estos orígenes cartesianos se definen bajo el lineamiento técnico en el que una proyección cartesiana tiene un área de influencia de veinte kilometros (20 km) en el plano horizontal y de docientos cincuenta metros (250 m) en el plano vertical, por consiguiente, dado que las diferencias de altura de los puntos localizados en los corregimientos son mayores a docientos cincuenta metros (250 m) con relación al origen Magna - Cali, es necesario definir orígenes para cada corregimiento.

Se reitera que es supremamente importante que cuando se realizan trabajos con un alto detalle topográfico (escalas 1:5000 y mayores), se utilicen estos orígenes cartesianos, puesto que con ellos se podrá asegurar que las distancias medidas sobre la cartografía, tengan un alto nivel de correspondencia con las distancias medidas en el terreno, tal como lo explica la Figura 4.

Figura 4. Distancias representadas en los dos tipos de sistemas de coordenadas usados en Colombia.



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.

A continuación, se presentan los orígenes cartesianos definidos para los corregimientos, con sus respectivos parámetros.



INFORMACIÓN ESTRATÉGICA

### SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)

# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01					
VERSIÓN 1					
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020				

Tabla 8. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento La Paz.

CORREGIMIENTO LA PAZ						
COOR	COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)					
ORIGEN LATITUD LONGITUD NORTE ESTE PROYECCIÓN (m) (m.s.n.m.m.)						
LA PAZ	3°30′58,3149"N	76°34'1,415786"W	880589,039	1056717,304	1880,00	
		COORDENADAS CA	ARTESIANAS			
Tipo Punto	Punto	Norte	E:	ste	Plancha	
Corregimientos , Tercer Orden	76001081	880589,031	1056717,301		279-IV-D-4	
Corregimientos , Tercer Orden	76001082	880751,079	10559	76,792	279-IV-D-4	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento El Saladito.

CORREGIMIENTO EL SALADITO							
COOR	COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)						
ORIGEN LATITUD LONGITUD NORTE ESTE PLANO DE PROYECCIÓN (m) (m) (m.s.n.m.m.)							
EL SALADITO	3°28'58,380229" N	76°36'18,594976" W	876902,747	1052485,067	1740,00		
	С	OORDENADAS CAR	RTESIANAS				
Tipo Punto	Punto	Norte	E	ste	Plancha		
Corregimientos , Tercer Orden	76001083	876559,637	1051624,923		299-II-B-1		
Corregimientos , Tercer Orden	76001084	876902,739	10524	185,064	299-II-B-1		



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01					
VERSIÓN 1					
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020				

Tabla 10. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Golondrinas.

CORREGIMIENTO GOLONDRINAS							
COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)							
ORIGEN LATITUD LONGITUD NORTE ESTE PROYECCIÓN (m) (m) PLANO DE PROYECCIÓN (m.s.n.m.m.)							
GOLONDRINA S	3°30'13,861554" N	76°32'53,843484" W	879224,702	1058803,73	1565,00		
	C	OORDENADAS CAR	TESIANAS				
Tipo Punto	Punto	Norte	Est	е	Plancha		
Corregimientos, Tercer Orden	76001085	879224,694	105880	299-II-B-2			
Corregimientos, Tercer Orden	76001086	878287,849	105939	3,156	299-II-B-2		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Felidia.

CORREGIMIENTO FELIDIA						
COOR	COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)					
ORIGEN LATITUD LONGITUD NORTE (m) ESTE PROYECCIÓN (m.s.n.m.m.)						
FELIDIA	3°27'59,972592"N	76°38'0,197424"W	875107,108	1049349,81 5	1840,00	
	С	OORDENADAS CAF	RTESIANAS			
Tipo Punto	Punto	Norte	Es	te	Plancha	
Corregimientos, Tercer Orden	76001087	875177,677	1050182,682		299-II-B-1	
Corregimientos, Tercer Orden	76001088	875107,099	104934	19,812	299-II-B-1	



INFORMACIÓN ESTRATÉGICA

### SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)

# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01					
VERSIÓN	1				
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020				

Tabla 12. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Pichindé.

Tabla 12. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento i fermide.						
CORREGIMIENTO PICHINDÉ						
COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)						
ORIGEN LATITUD LONGITUD NORTE ESTE PLANO DE PROYECCIÓN (m.s.n.m.m.)						
PICHINDÉ	3°26'11,732588"N	76°36'50,527928''W	871783,308	1051501,912	1615,00	
	C	OORDENADAS CAR	RTESIANAS			
Tipo Punto	Punto	Norte	E	ste	Plancha	
Corregimientos , Tercer Orden	76001089	871783,3	1051501,909 299-II-B-3			
Corregimientos , Tercer Orden	76001090					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Los Andes.

CORREGIMIENTO LOS ANDES							
COOR	COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)						
ORIGEN	ORIGEN LATITUD LONGITUD NORTE ESTE PLANO PROYECT (m) (m)						
LOS ANDES	3°25'41,25392"N	76°36'12,942001"W	870847,657	1052662,574	1830,00		
	C	OORDENADAS CART	ESIANAS				
Tipo Punto	Punto	Norte	E	ste	Plancha		
Corregimientos, Tercer Orden	76001091	870847,65	1052662,571		299-II-B-4		
Corregimientos, Tercer Orden	76001092	870728,925	10512	202,968	299-II-B-3		



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01					
VERSIÓN 1					
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020				

Tabla 14. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Pance.

CORREGIMIENTO PANCE						
COOR	COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)					
ORIGEN LATITUD LONGITUD NORTE ESTE PROYECCIÓN (m) (m.s.n.m.m.)						
PANCE	3°19'55,872530"N	76°38'1,324512"W	860236,95	1680,00		
	CO	DORDENADAS CAR	TESIANAS			
Tipo Punto	Punto	Norte	E	ste	Plancha	
Corregimientos, Tercer Orden	76001093	859638,177	1049265,983 299-IV-B-1			
Corregimientos, Tercer Orden	76001094	860236,942	10493	321,853	299-II-D-3	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento La Buitrera.

CORREGIMIENTO LA BUITRERA						
COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)						
ORIGEN LATITUD LONGITUD NORTE ESTE PROYECCIÓN (m) (m.s.n.m.m.)						
LA BUITRERA	3°22'41,548384"N	76°34'42,672392"W	865328,997	1055451,89	1310,00	
	C	OORDENADAS CART	ESIANAS			
Tipo Punto	Punto	Norte	E	ste	Plancha	
Corregimientos, Tercer Orden	76001095	865328,988	1055451,887		299-II-D-2	
Corregimientos, Tercer Orden	76001096	867070,066	10553	13,013	299-II-D-2	



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

Tabla 16. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento La Elvira.

CORREGIMIENTO LA ELVIRA						
COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)						
ORIGEN	LATITUD	LONGITUD	NORTE (m)	ESTE (m)	PLANO DE PROYECCIÓN (m.s.n.m.m.)	
LA ELVIRA	3°31'5,614829"N	76°36'19,927731"W	880811,025	1052441,965	1770,00	
COORDENADAS CARTESIANAS						
Tipo Punto	Punto	Norte	Es	ste	Plancha	
Corregimientos, Tercer Orden	76001097	880245,94	10521	59,471	299-IV-B-1	
Corregimientos, Tercer Orden	76001098	880811,017	1052441,962 299-II-		299-II-D-3	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Villacarmelo.

CORREGIMIENTO VILLACARMELO							
COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)							
ORIGEN	LATITUD	LONGITUD	NORTE (m)	ESTE (m)	PLANO DE PROYECCIÓN (m.s.n.m.m.)		
VILLACARMELO	3°22'37,182102"N	76°37'20,024466"W	865192,494	1050594,529	1780,00		
	COORDENADAS CARTESIANAS						
Tipo Punto	Punto	Norte	E	ste	Plancha		
Corregimientos, Tercer Orden	76001099	865192,485	10505	594,526	299-II-D-1		
Corregimientos, Tercer Orden	76001100	865951,992	1051	545,67	299-II-D-1		



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.0	2.18.P13.I01
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Tabla 18. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento La Castilla.

rabia to. Origon canadiano y destachadas con eginnente La Casania.							
CORREGIMIENTO LA CASTILLA							
COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)							
ORIGEN	LATITUD	LONGITUD	NORTE (m)	ESTE (m)	PLANO DE PROYECCIÓN (m.s.n.m.m.)		
LA CASTILLA	3°30'6,744182"N	76°34'36,438660"W	879004,336	1055637,153	1810,00		
	COORDENADAS CARTESIANAS						
Tipo Punto	Punto	Norte	Е	ste	Plancha		
Corregimientos, Tercer Orden	76001101	878079,405	10556	671,815	299-II-B-2		
Corregimientos, Tercer Orden	76001102	879004,328	1055	637,15	299-II-B-2		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Origen cartesiano y coordenadas corregimiento Montebello.

CORREGIMIENTO MONTEBELLO							
COORDENADAS DEL ORIGEN CARTESIANO DATUM MAGNA-SIRGAS (GRS80)							
ORIGEN	LATITUD	LONGITUD	NORTE (m)	ESTE (m)	PLANO DE PROYECCIÓN (m.s.n.m.m.)		
MONTEBELLO	3°29'5,450052"N	76°33'24,874793"W	877122,737	1057847,083	1300,00		
	COORDENADAS CARTESIANAS						
Tipo Punto	Punto	Norte	E	ste	Plancha		
Corregimientos, Tercer Orden	76001103	877122,729	1057	847,08	299-II-B-2		
Corregimientos, Tercer Orden	76001104	877550,073	1059407,125 29		299-II-B-2		



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

**4.2.4.** Uso de las coordenadas de la red de control geodésico del distrito especial, deportivo, turístico, empresarial y de servicio de Santiago de Cali Como se mencionó anteriormente, las coordenadas de la Red fueron definidas sobre el Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF 2008, por sus siglas en inglés), para la época 1995,4. Por consiguiente, cada vez que se realice un geo-posicionamiento a partir de las estaciones geodésicas de la Red, se deben actualizar las coordenadas de éstas a la época actual, seguidamente hacer los cálculos respectivos y con las coordenadas finales, nuevamente trasladarlas a la época 1995,4, con el fin de garantizar la uniformidad de los productos generados, respecto al marco de referencia original.

Para tener claro el procedimiento, a continuación, se describe un ejemplo de lo que se debe hacer en este caso.

Posterior al trabajo de campo, conociendo el número de identificación de las estaciones ocupadas, procedemos a consultar en el portal Web de la Red, las respectivas coordenadas calculadas.

Para la consulta de las coordenadas procesadas del conjunto completo de las estaciones de la Red, deben referirse al documento de Excel disponible en el siguiente enlace: <a href="http://idesc.cali.gov.co/rcg/coordenadas\_rcg.xlsx">http://idesc.cali.gov.co/rcg/coordenadas\_rcg.xlsx</a>, adicionalmente, puede consultar las fichas descriptivas de cada estación en la página web: <a href="http://idesc.cali.gov.co/rcg">http://idesc.cali.gov.co/rcg</a>.

- **4.2.4.1.** Orígenes de coordenadas para las estaciones geodésicas de los corregimientos Ejemplo: A partir de la estación 76001106 se determinan dos puntos nuevos mediante posicionamiento diferencial, el día 15 de junio de 2015. Se requieren las coordenadas del punto 76001106 para esa fecha.
- **A. Estimación de la época de medición.** El día 15 de junio corresponde con el día 166 del año 2015, por lo tanto, la época de medición está dada por:

166/360=0,4611= 0,4

Es decir, las observaciones están referidas a la época 2015,4. En caso de resultar más cifras decimales, deben ser despreciadas sin aproximar, no importa su magnitud, por ejemplo 0.78888 se tomará como 0.7.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

**B.** Traslado de las coordenadas de la estación base a la época de medición. Si las coordenadas y velocidades proporcionadas en la tabla X, o también disponibles en el portal Web de la Red (época 1995,4) son:

Velocidades
Vx= 0,0039 m/año
Vy= 0,0017 m/año
Vz= 0,013 m/año

La diferencia en tiempo entre la observación y la época de referencia de la coordenada MAGNA - SIRGAS corresponde a:

Es decir, el cambio de las coordenadas de la estación según el modelo de velocidades SIRGAS hasta la época de medición es:

$$\Delta X = (0.0039*20) = 0.078 \text{ m}$$
  
 $\Delta Y = (0.0017*20) = 0.034 \text{ m}$   
 $\Delta Z = (0.013*20) = 0.26 \text{ m}$ 

Por tanto, las coordenadas del punto 76001106 en la época 2015,4 son:

$$X = (1995,4) + \Delta X = 1485308,1602 \text{ m}$$
  
 $Y = (1995,4) + \Delta Y = -6191717,2555 \text{ m}$   
 $Z = (1995,4) + \Delta Z = 385590,3252 \text{ m}$ 

Con las coordenadas anteriores, se procede a realizar el procesamiento de los puntos nuevos.

### C. Traslado de las coordenadas de los puntos nuevos a la época de referencia 1995,4.

Seguidamente, las coordenadas calculadas de los puntos nuevos, deben ser reducidas nuevamente a la época de referencia 1995,4 utilizando los incrementos de velocidad calculados:

$$X = (Coordenada en 2015,4) - \Delta X = Coordenada en (1995,4)$$



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01			
VERSIÓN	1		
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020		

Y = (Coordenada en 2015,4) -  $\Delta$ Y = Coordenada en (1995,4)

 $Z = (Coordenada en 2015,4) - \Delta Z = Coordenada en (1995,4)$ 

De esta manera, ya tenemos nuestras coordenadas en la época 1995,4 y podemos proceder con nuestra aplicación topográfica.

Tabla 20. Velocidades de las estaciones de la Red de Control Geodésico.

Punto	V(x)	V(y)	V(z)	Punto	V(x)	V(y)	V(z)
76001106	0,0039	0,0017	0,013	76001087	0,0039	0,0017	0,013
76001110	0,0038	0,0017	0,013	76001088	0,0039	0,0017	0,013
76001115	0,0038	0,0017	0,013	76001089	0,0039	0,0017	0,013
76001119	0,0038	0,0017	0,013	76001090	0,0039	0,0017	0,013
76001132	0,0038	0,0017	0,013	76001091	0,0039	0,0017	0,013
76001135	0,0039	0,0017	0,013	76001092	0,0039	0,0017	0,013
76001136	0,0038	0,0017	0,013	76001093	0,0039	0,0017	0,013
76001137	0,0039	0,0017	0,013	76001094	0,0039	0,0017	0,013
76001140	0,0038	0,0017	0,013	76001095	0,0039	0,0017	0,013
76001138	0,0039	0,0017	0,013	76001096	0,0039	0,0017	0,013
76001073	0,0038	0,0017	0,013	76001097	0,0040	0,0018	0,013
76001074	0,0038	0,0017	0,013	76001098	0,0040	0,0018	0,013
76001075	0,0038	0,0017	0,013	76001099	0,0039	0,0017	0,013
76001076	0,0038	0,0017	0,013	76001100	0,0039	0,0017	0,013
76001077	0,0038	0,0017	0,013	76001101	0,0039	0,0017	0,013
76001078	0,0038	0,0017	0,013	76001102	0,0039	0,0018	0,013
76001080	0,0038	0,0017	0,013	76001103	0,0039	0,0017	0,013
76001152	0,0038	0,0017	0,013	76001104	0,0039	0,0017	0,013
76001081	0,0039	0,0018	0,013	76001147	0,0038	0,0017	0,013
76001082	0,0039	0,0018	0,013	76001148	0,0039	0,0017	0,013
76001083	0,0039	0,0017	0,013	76001149	0,0039	0,0017	0,013
76001084	0,0039	0,0017	0,013	76001150	0,0039	0,0017	0,013
76001085	0,0039	0,0018	0,013	76001151	0,0039	0,0017	0,013
76001086	0,0039	0,0017	0,013				

Fuente: Grupo IDESC, DAPM.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.0	2.18.P13.I01
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

### 4.3. AMARRES Y LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS O TOPOGRÁFICOS MEDIANTE TECNOLOGÍA GNSS

En la actualidad se ha masificado el uso de tecnologías GNSS para levantamiento de objetos geográficos, principalmente por la reducción en tiempos de trabajo, costos y calidad de los datos que se pueden obtener. Sin embargo, las malas prácticas en el uso de esta tecnología pueden ocasionar datos geográficos de baja exactitud, usados en aplicaciones que requieren una mayor certeza de la posición representada.

En esta sección se presentan los aspectos básicos a considerar, cuando en el marco de proyectos se empleen tecnologías GNSS para amarres y levantamientos geodésicos o topográficos que tengan como punto de partida la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali.

- **4.3.1. Metodología** Cuando se requiera la materialización y posicionamiento de puntos de apoyo de buena precisión y éstos tengan como marco de referencia la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali, se recomienda el uso de equipos GNSS de tipo topográficos o geodésicos, la metodología a considerar será el posicionamiento relativo estático, dado que es el método de mayor garantía que mitiga los errores propios del sistema.
- **4.3.2. Posicionamiento relativo** En este posicionamiento se calculan las coordenadas de uno o más receptores con relación a otro fijo, cuyas coordenadas se suponen conocidas con precisión. En este caso, los errores debidos a los estados de los relojes, efemérides y los originados por efectos atmosféricos, quedan notablemente reducidos, al poder correlacionar las observaciones simultáneamente entre estaciones. La precisión en este método se incrementa en el orden centimétrico o subcentimétrico.
- **4.3.2.1. Posicionamiento relativo estático** Consiste en observar datos por medio de dos o más receptores simultáneamente para así luego combinar dichas observaciones generando vectores (líneas bases) entre sus respectivas antenas. Vale la pena aclarar que uno de los dos receptores que conforman la línea base, debe estar ubicado en un punto de coordenadas conocidas para poder determinar así el vector que los une, con una buena precisión.

Para este posicionamiento se requiere de un tratamiento posterior a la recepción de los



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I0				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

datos, por lo que el posicionamiento relativo de precisión se efectúa en tiempo diferido. Con base en lo anterior, esta modalidad es la que satisface las precisiones requeridas para trabajos geodésicos y topográficos.

Esta técnica de medición puede alcanzar precisiones de milímetros dependiendo fundamentalmente del tiempo de observación y de la longitud de la línea base. Este es el más preciso de todos los métodos, aunque posee la desventaja de tener que ocuparse el punto demasiado tiempo.

**4.3.2.2. Posicionamiento relativo estático-rápido**. Este método es básicamente igual al anterior, contando como diferencia fundamental, que el tiempo de observación puede reducirse considerablemente a periodos que van desde cinco (5) a treinta (30) minutos para longitudes de línea base menores a catorce kilómetros (14 km).

La precisión alcanzada es similar a la obtenida en el posicionamiento relativo estático, pero las condiciones de trayectoria múltiple en la recepción de los datos, el efecto multisenda, la interferencia de radio frecuencias y la geometría de los satélites (PDOP), pueden afectar la calidad de los datos por lo que la planeación de las sesiones de trabajo debe ser ejecutada de manera que puedan realizarse en las mejores condiciones.

**4.3.3.** Requerimientos básicos para la adquisición de información gnss de alta precisión En esta sección se describen los requerimientos básicos para el uso de las metodologías de trabajo descritas anteriormente, orientadas al posicionamiento de puntos de apoyo a partir de la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali.

Esta técnica de medición puede alcanzar precisiones de milímetros dependiendo fundamentalmente del tiempo de observación y de la longitud de la línea base. Este es el más preciso de todos los métodos, aunque posee la desventaja de tener que ocuparse el punto demasiado tiempo.

**4.3.3.1. Tipo de receptor** Se recomienda como mínimo utilizar receptores que trabajen con fase portadora, y que al menos utilicen una frecuencia (L1) para longitudes de línea base menores a 14 km y para longitudes mayores se debe utilizar receptores de doble (L1 y L2) o triple (L1, L2 y L5) frecuencia (Gobernación de Antioquia, 2010). Para periodos



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.0	2.18.P13.I01
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

de actividad solar intensa, el uso de receptores de doble o triple frecuencia debe ser para líneas bases mayores a 9 km (California Department of Transportation, 2012).

Al utilizar diferentes modelos o fabricantes de receptores se debe asegurar la realización de observaciones simultáneas mediante la selección de intervalos de tiempo apropiados entre los tiempos de medidas (tasa de observación). Igualmente, se debe tener claridad sobre el formato de salida de cada receptor, en estos casos es necesaria la conversión al formato RINEX para su posterior tratamiento.

**4.3.3.2. Antenas** Existen receptores con antena integrada o con antena externa, en ambos casos es importante que sean considerados y registrados los parámetros correspondientes a su tipo, con el fin de utilizar adecuadamente esta información en el post-procesamiento de los datos.

Para eliminar o mitigar el efecto multisenda que es causado por múltiples reflexiones de la señal emitida por el satélite, el usuario tiene la posibilidad de utilizar antenas tipo choke ring.

Cuando trípodes o torres de apoyo sean usadas, se deberán utilizar plomadas ópticas y/o colimadores para asegurar la alineación sobre las marcas (California Department of Transportation, 2012).

En el siguiente enlace se pueden encontrar parámetros de las antenas asociadas a las diferentes marcas existentes <a href="http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/">http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/</a>

- **4.3.3.3. Mantenimiento de equipos** Los receptores GPS son instrumentos electrónicos de alta tecnología y precisión que están expuestos a altas temperaturas, vibraciones, golpes, polvo, etc. Por lo que es recomendable realizar periódicamente el mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso, que asegure el correcto funcionamiento del equipo en campo.
- **4.3.3.4. Materialización de puntos de apoyo** Los puntos de apoyo requeridos para proyectos específicos, deberán amarrarse a la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali que se ha implementado. Dichos puntos no se considerarán como puntos oficiales de la Red, y su uso, como se mencionó anteriormente, sería propio de cada proyecto; no obstante, se



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

sugieren las siguientes consideraciones con el fin de aportar criterios de calidad a los levantamientos:

- Se recomienda que los puntos de apoyo requeridos, sean materializados conforme a las técnicas topográficas recomendadas por el IGAC por medio de un mojón de concreto, una varilla de acero y una placa para su identificación.
- El mojón debe ser construido en concreto, con dimensiones de veinte por veinte centimetros (20 x 20 cm) con cincuenta centimetros (50 cm) de profundidad para terrenos firmes y para terrenos inestables de cuarenta por cuarenta centimetros (40 x 40 cm) con un metro (1m) de profundidad, sobresaliendo diez centimetros (10 cm) de la superficie terrestre. La composición del concreto debe asegurar la durabilidad del punto en el tiempo.
- Si se requiere que el punto de apoyo materializado perdure para posteriores ocupaciones, se recomienda que se utilice una varilla de acero, sobre cuyo centro se determinarán las coordenadas. Esta varilla debe ser un poco más larga que la dimensión del mojón a materializar.
- La placa puede ser de bronce o aluminio o cualquier material resistente a las condiciones climáticas que se presentan en el Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali, con diámetro entre seis (6 cm) y diez (10 cm) centimetros (ver Figura 5).

NOMBRE ENTIDAD

NOMBRE PUNTO
MATERIALIZADO

Figura 5. Placa para materialización de puntos de apoyo.

Fuente: Grupo IDESC - DAPM



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

- En los casos que se requiera, también se recomienda realizar incrustaciones sobre concreto, mediante tornillos de seguridad, sobre cuyo centro se determinarán las coordenadas.
- Cada Punto de Apoyo materializado, deberá ser documentado tanto con archivo fotográfico como con la descripción detallada de los accesos al punto, para ello, en el anexo 1, se presenta una propuesta de ficha descriptiva, para que sea usada bajo consideración de cada usuario de la Red.
- La materialización y construcción de los referentes topográficos, debe hacerse antes de que las comisiones de topografía lleguen a realizar la tarea de geoposicionamiento. (Gobernación de Antioquia, 2010).
- Las placas deben contener como mínimo la siguiente información: nombre del punto (Código de identificación), nombre entidad que materializa y fecha de construcción. (Ver detalle en el ítem de productos a entregar). (Gobernación de Antioquia, 2010).
- **4.3.3.5. Técnica de medición** La metodología de trabajo a utilizar se definirá de acuerdo a los métodos descritos en el ítem 4.3.2. El posicionamiento "relativo estáticorápido" se usará únicamente cuando la longitud de línea base no sobrepase los catorce kilometros (14 Km) y los amarres respectivos deben realizarse directamente sobre la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali. Igualmente, es necesario recordar que los valores de coordenadas de la Red están referidos a la época de observación 1995,4, por lo tanto, al realizar un levantamiento con tecnología GNSS se deben trasladar las coordenadas de las estaciones ocupadas a la época actual y una vez finalizado el levantamiento, las coordenadas de la información levantada deberán trasladarse nuevamente a la época inicial (1995,4).
- **4.3.3.6. Tiempo de medición** Para el método relativo estático los tiempos de observación a considerar según la distancia de la línea base son los que se describen a continuación:



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

Tabla 21. Tiempos de observación, según metodología de trabajo.

Técnica	Línea Base [km]	Tiempo de Observación	Equipo	Precisión	Ventajas	Aplicaciones
	≤14	2 hrs.	L1/L2	5 mm + 1 ppm	Más preciso, eficiente y económico que los métodos topográficos	Control Geodésico. Redes Nacionales e Internacionales.
	14-50	2 -3 hrs	L1/L2	5 mm + 1 ppm	tradicionales. Sustituye al método clásico de	Control de movimientos tectónicos. Redes
	50-100	Mínimo 03 hrs.	L1/L2	5 mm + 1 ppm	triangulación.	topográficas. Bases de replanteo en
Estático	> 100	Mínimo 04 hrs.	L1/L2	5 mm + 1 ppm		obras. Control de deformaciones en diques y estructuras. Determinación de puntos de control, ingeniería civil, bases de replanteo. Levantamientos de detalles y deslindes. Apoyo fotogramétrico.

Fuente: Adaptado de (Berné Valero, Anquela Julián, & Carrido Villén, 2014) y (IBGE, 2008)

### **4.3.3.7. Parámetros de calidad** La calidad de la información levantada en campo, debe cumplir como mínimo con los siguientes parámetros:

- La condición de geometría de los satélites (PDOP) durante el rastreo y medición de los datos no debe ser superior a 6, cuanto más bajo sea este valor mejor será la configuración geométrica.
- La máscara de elevación para evitar el efecto multisenda no debe ser inferior a los 10 grados.
- La relación señal-ruido, debe ser como mínimo de 39dBHz.
- El software de post-procesamiento debe permitir obtener un registro detallado de las condiciones de medición de cada punto. (Gobernación de Antioquia, 2010).
- Las técnicas utilizadas pueden ser trabajadas tanto con equipos de una frecuencia
   L1 y de doble frecuencia L1 L2 o superiores, dependiendo de la longitud de la línea base.
- Los sitios elegidos para la materialización de puntos de apoyo y posterior medición con los dispositivos GNSS (Base y Rover), deben evitar al máximo estar próximos a construcciones superiores a 1 piso, árboles, montañas, superficies reflectantes y



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

otros elementos de infraestructura física que puedan afectar la recepción de la señal.

- El armado de los equipos (Base y Rover) debe cumplir con los procedimientos topográficos recomendados en cuanto a nivelación y centrado del punto a utilizar.
- **4.3.3.8. Precisión datos** La precisión de los datos está sujeta a los parámetros de calidad que se hayan definido previamente y al método de posicionamiento a utilizar.

Para clasificar la precisión de los datos, no se utilizan los cierres de las observaciones sino la capacidad del levantamiento para duplicar valores de control existentes, es por esto que los puntos a levantar deben estar amarrados a estaciones de control de alta precisión (Gobernación de Antioquia, 2010), en este caso los correspondientes a la Red de Control Geodésico de Cali, la cual se encuentra referida al Sistema de Referencia MAGNA – SIRGAS.

La precisión en los datos deberá estar igual o por debajo de la precisión del método de posicionamiento seleccionado y que en las especificaciones técnicas de los receptores involucren como mínimo los rangos de precisión establecidos en la tabla 20.

La precisión de los datos deberá ser clasificada y reportada de acuerdo al 95% de confianza de los datos. La precisión local de los datos se deberá verificar mediante el cierre con dos puntos pertenecientes a la red geodésica nacional MAGNA – SIRGAS, o en su defecto con puntos certificados amarrados a la red. (Gobernación de Antioquia, 2010).

- **4.3.3.9. Post-procesamiento de los datos** El post-procesamiento de los datos GNSS observados, deberá realizarse mediante un software GNSS que permita procesar los datos de campo de acuerdo al tipo de receptor utilizado (L1 o L1-L2 o superior); adicional a esto, las tareas de post-procesamiento deben cumplir con las siguientes especificaciones mínimas:
- Como primer lineamiento, se debe trasladar las coordenadas de las estaciones de referencia, las cuales se encuentras referidas a la época 1995,4, a la época del levantamiento realizado. Para ello, seguir el ejemplo descrito en la sección 4.2.4.
- En el caso que se empleen datos de las estaciones activas MAGNA-ECO, también deberá hacerse el cálculo de las coordenadas procesadas finales, las cuales son



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

publicadas en la siguiente página Web del proyecto SIRGAS: <a href="http://www.sirgas.org/index.php?id=153&L=2%2F%2Fassets%2Fsnippets%25%20%E2%80%A6%2F%3Fcontent%3D">http://www.sirgas.org/index.php?id=153&L=2%2F%2Fassets%2Fsnippets%25%20%E2%80%A6%2F%3Fcontent%3D</a>.

- Identificar marca y modelo del receptor utilizado, así como de los parámetros de la antena y la altura de la misma. Lo anterior, para el correspondiente ingreso de información al software de post-proceso.
- La altura obtenida mediante tecnología GNSS es referida al elipsoide. Por lo tanto, si los puntos de apoyo materializados requieren tener la coordenada de altura con alta precisión, deberá realizar un proceso de nivelación geométrica a partir de las estaciones de la Red que tengan cota geométrica.
- En el caso que no se requiera una cota de alta precisión, durante el postprocesamiento de los datos se puede utilizar la altura elipsoidal. A partir de ella es posible generar un dato de altura ortométrica, para lo cual deberá utilizar el modelo Geocol 2004, siguiendo la metodología definida por el IGAC y que se encuentra disponible en la aplicación Magna Sirgas Pro 3. También es posible utilizar el modelo geoidal de la CVC, denominado GeoValle y disponible en la página Web de la CVC.
- En el documento de procesamiento debe realizar una descripción del método y herramientas utilizadas para el paso anterior.
- Para mejorar la precisión de los puntos, se puede considerar el uso de efemérides precisas.
- La precisión de los puntos debe declararse de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma técnica colombiana NTC 5205 (ICONTEC, 2003), para este caso, se cita el siguiente ejemplo:
  - "Precisión horizontal probada al 95% del nivel de confianza 0,02 m."
  - "Precisión vertical probada al 95% del nivel de confianza 0,05 m."

Si requiere conocer un poco más sobre la precisión de los datos espaciales digitales, se puede consultar en el aparte 4.8.2 del Documento de "Lineamientos para la producción de información Geográfica de la IDESC". El documento se encuentra disponible en: <a href="http://goo.gl/Z9EKdm">http://goo.gl/Z9EKdm</a>.

 Los valores de precisión reportados deben suministrarse preferiblemente en unidades métricas. El número de cifras significativas del valor debe ser consistente con los valores del conjunto de datos.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

- El software utilizado, debe permitir generar los reportes de post-procesamiento para la posterior revisión de la información generada.
- **4.3.3.10. Formato de datos** Con el objetivo de facilitar los procedimientos de intercambio de la información rastreada en campo, esta deberá ser suministrada en formato RINEX, de esta manera será posible realizar revisión, ajuste e interventoría a los trabajos realizados.
- **4.3.3.11. Documentación y evidencia** Con el fin de facilitar la revisión, supervisión o consulta de los puntos de apoyo materializados, se recomienda que el profesional que realiza el trabajo debe diligenciar una ficha técnica o descriptiva en la que registra información general de localización, sesión de rastreo, post-proceso y resultados finales. Para ello el profesional puede utilizar el formato que considere necesario o puede tener en cuenta la propuesta que se presenta en la sesión de Anexos. Esta información debe suministrarse en formato análogo y digital.

Adicionalmente a la ficha técnica, se recomienda la elaboración de un informe que suministre la siguiente información:

- Especificaciones técnicas de los equipos GNSS y software utilizados. En el caso que se requiera la revisión del trabajo realizado, solo serán aceptados puntos que sean adquiridos con receptores GNSS de L1 o L1-L2 o superiores. Esta información debe suministrarse en formato análogo y digital.
- Entregar memoria completa de trabajo en la que se refleje como mínimo el método usado para la medición, longitudes de línea base, tiempo de captura, hora de medición, altura de la antena, número de satélites, PDOP, valor de elevación de la máscara, valores relación señal-ruido, software de conversión de coordenadas y reporte detallado del post-procesamiento generado con la precisión de cada punto. Esta información debe suministrarse en formato análogo y digital.
- Entregar archivo de datos crudos de la medición en formato nativo del receptor y en RINEX (receptor base y rover). Así mismo, los datos corregidos resultantes del post-proceso en formato RINEX. Esta información deberá ser ordenada en carpetas digitales de acuerdo al proceso realizado (campo y post-proceso).
- Indicar la o las estaciones de referencia utilizadas para el posicionamiento de los puntos de apoyo.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

- Listado de coordenadas finales de los puntos de la medición. Los puntos deberán estar asociados al sistema geodésico de referencia nacional MAGNA-SIRGAS en coordenadas geográficas y planas cartesianas con origen Cali, ambos tipos de coordenadas deberán de corresponder con la época de referencia 1995,4.
- Documentación de los puntos de apoyo materializados, la cual consta de un registro fotográfico y descripción detallada de los accesos al punto.

### 4.4. USO DE LA RED GEODÉSICA MEDIANTE AMARRES TOPOGRÁFICOS CONVENCIONALES

Como se ha mencionado anteriormente, es fundamental que el tipo de instrumento y metodología a emplear sean seleccionados de acuerdo con el objetivo del levantamiento topográfico, escala y precisión requerida, por lo que en este apartado no se mencionan las distintas técnicas de medición que se pueden realizar con equipos ópticos, sino la interrelación de este tipo de levantamientos con la Red de Control Geodésico del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali.

**4.4.1.** Levantamientos planimétricos Para el desarrollo de levantamientos planimétricos con estación total o teodolito, se sugiere realizar los amarres respectivos a partir de las diversas estaciones de primer orden ubicadas en la zona urbana del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali o de tercer orden ubicadas en la zona de expansión del perímetro urbano o corregimientos del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio Santiago de Cali, las cuales se detallan en el ítem 4.2.1.

Para ello, la Red dispone de cinco señales de azimut ubicadas en los cerros tutelares del distrito de Santiago de Cali, correspondientes a Tres Cruces, Cristo Rey, Cerro de la Bandera, Cerro de La Teta en el sector de Alto Los Chorros del corregimiento La Buitrera y en el tanque de agua potable Altos de Menga de EMCALI EICE ESP, con el fin de que éstas sean visibles desde las estaciones de primer orden de la Red y sean utilizadas como vértices de referencia. Igualmente, la descripción detallada de las señales de azimut puede ser visualizada en el ítem 4.2.1.4, ya mencionado.

Teniendo en cuenta que la visibilidad de las zonas de expansión hacia las señales de azimut se dificulta, se han establecido parejas de estaciones de tercer orden, las cuales son inter-visibles entre sí, con el fin de que sean un soporte para el amarre respectivo.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I0					
	VERSIÓN	1			
	FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

A continuación, se presentan las imágenes en las que se pueden observar las señales azimutales visualizadas desde las estaciones de primer orden.

Imagen 7: Vista de la estación 76001106 (Contraloría) hacia señal azimut Tres Cruces.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.

Imagen 8: Vista de la estación 76001106 (Contraloría) hacia señal azimut tanque EMCALI Altos de Menga.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I0					
	VERSIÓN	1			
	FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

Imagen 9: Vista de la estación 76001132 (Av. Cañasgordas) hacia señal Cerro de la Teta.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.

Imagen 10: Vista de la estación 76001132 (Av. Cañasgordas) hacia señal azimut Cristo Rey.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.

Imagen 11: Vista de la estación 76001135 (Kr 1 con Cl 52) hacia señal azimut Tres Cruces.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.



INFORMACIÓN ESTRATÉGICA

### SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)

INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL
<b>USO DE LA RED DE CONTROL</b>
GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL,
DEPORTIVO, TURÍSTICO,
EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE
SANTIAGO DE CALL

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

Imagen 12: Vista de la estación 76001135 (Kr 1 con Cl 52) hacia señal azimut Cristo Rey.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.

Imagen 13: Vista de la estación 76001136 (Estadio Pedro Grajales) hacia señal Cristo Rey.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.

Imagen 14: Vista de la estación 76001136 (Estadio Pedro Grajales) hacia señal Tres Cruces.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01	
VERSIÓN	1
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Imagen 15: Vista de la estación 76001137 (Estación MIO Santa Librada) hacia señal azimut Cristo Rey.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.

Imagen 16: Vista de la estación 76001137 (Estación MIO Santa Librada) hacia señal azimut Tres Cruces.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.

Imagen 17: Vista de la estación 76001140 (Navarro EMCALI) hacia señal azimut Cristo Rey.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

Imagen 18: Vista de la estación 76001140 (Navarro EMCALI) hacia señal azimut Tres Cruces.





Fuente: Imágenes tomadas en el 2015 por el DAPM y EMCALI E.I.C.E E.S.P.

**4.4.2.** Levantamientos altimétricos Para los puntos de apoyo que sean materializados o cualquier otro tipo de proyecto que requieran estar asociados al sistema altimétrico oficial del Distrito Especial, Deportivo, Turístico, Empresarial y de Servicio de Santiago de Cali, las estaciones de primer orden mencionados anteriormente y las estaciones de tercer orden del área de expansión, cuentan con su respectiva cota, la cual está ligada al datum altimétrico nacional (datum Buenaventura) con una precisión equivalente a un milimetro (1 mm). Adicionalmente se ha dispuesto de una red de nivelación que cubre la zona urbana de Cali (ver numeral 4.2.1.5).

Tanto para las estaciones geodésicas como para las estaciones de nivelación, los datos de altura pueden ser consultadas en la tabla 22, o también se encuentra disponible en las respectivas fichas descriptivas de la aplicación multimedia de la Red, o en la página web: <a href="http://idesc.cali.gov.co/rcg">http://idesc.cali.gov.co/rcg</a>.

Tabla 22. Altura geométrica de las estaciones geodésicas y de nivelación.

Nomenclatura Punto	Altura Geométrica (m.s.n.m.m.)	Nomenclatura Punto	Altura Geométrica (m.s.n.m.m.)
76001014	1025,5605	76001123	971,8404
76001015	1006,3071	76001124	971,4701
76001016	972,7086	76001125	965,6301
76001017	964,9207	76001126	973,4159
76001019	959,571	76001127	994,2967
76001023	1005,5975	76001128	1004,692
76001024	969,3506	76001129	1004,7807



DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO INFORMACIÓN ESTRATÉGICA

### SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)

# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

Fuente: IGAC 2014, DAPM.



### INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01				
VERSIÓN	1			
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020			

**4.4.3. Resultados y presentación** Se sugiere que adicional a los datos fuente del levantamiento, éste sea llevado a un formato interoperable como CAD o SHP y sea suministrado al usuario de la información en formato análogo y digital.

La información cartográfica levantada debe ir acompañada de las carteras de campo y de un informe que especifique como mínimo la metodología utilizada, estaciones de la red geodésica tomadas como referentes del levantamiento, descripción de los equipos empleados y hojas de cálculo respectivas con el detalle de las poligonales desarrolladas.

Igualmente, se requiere que sea considerada la transformación de los datos capturados a la época de 1995,4, correspondiente a la de la Red de Control Geodésico de Cali.

### 4.5. OTRAS APLICACIONES

**4.5.1.** Uso de la metodología de trabajo rtk El RTK (Real Time Kinematic), es una tecnología que permite obtener los resultados en tiempo real, dado que no requiere del proceso de oficina o post-proceso, mediante la corrección por radio UHF o señal de celular GSM. Una de las grandes ventajas de esta tecnología, es el ahorro de tiempo de oficina en el procesamiento de los datos, pero tiene como inconvenientes la imposibilidad de chequear los datos de observación, escasa manipulación de los parámetros de cálculo y limitaciones en las correcciones atmosféricas; sin embargo, algunos equipos de alta tecnología ya brindan la posibilidad de guardar los datos crudos (RAW DATA) para realizar el post-proceso y corroborar la información entregada en el método RTK.

Con el uso de la tecnología RTK (Real Time Kinematic o Cinemático en Tiempo Real) no es necesario el post-proceso de los datos observados, lo cual permite llevar a cabo tareas como la del replanteo. RTK es una técnica de posicionamiento preciso en tiempo real mediante observaciones de la fase de las portadoras; a diferencia del DGPS que lo hace con observaciones de código. (Ferrecio, 2006).

Los datos básicos entregados de un receptor RTK son coordenadas geográficas precisas con niveles máximos de dos (2) y tres (3) centímetros en la posición horizontal y vertical respectivamente en modo flotante; en modo fijo, las precisiones pueden alcanzar hasta los uno (1mm) y dos (2mm) milimetros en las dos (2) posiciones mencionadas, siempre que el equipo se encuentra en óptimas condiciones en la toma de datos.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I0		
	VERSIÓN	1
	FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020

Estos equipos necesitan, para inicializar, seguir por lo menos cinco (5) satélites y realizar observaciones de treinta (30 s) segundos a dos (2 min) minutos; dependiendo de la geometría de los satélites, la cantidad de satélites visibles comunes en ambos receptores y la distancia entre los mismos. (Ferrecio, 2006).

Según Ferrecio (2006), el trabajo en RTK se realiza de la siguiente manera:

- Conocer los puntos de la Red Geodésica donde se estaciona el equipo de referencia o BASE, éste a su vez permanecerá fijo durante todo el proceso; el radio módem de éste va a transmitir sus datos de observación por ondas de radio al receptor móvil o ROVER, que a su vez almacenará en la unidad colectora de datos.
- 2. Tener en cuenta la comunicación entre los radios de los equipos GNSS, configurar bien el protocolo de comunicación es parte esencial del proceso para una mejor lectura y así también definir el método de posicionamiento de acuerdo al tipo de proyecto o precisión solicitada FIJO o FLOTANTE, debe verificar en el manual del equipo a utilizar, qué tipo de protocolos maneja, radios internos o externos para la transmisión y corrección de datos para su configuración y proceso de inicialización.

En este punto, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

Dimensión de las antenas, especialmente en el equipo rover, modulación, confiabilidad de la comunicación vinculada con la calidad de los datos recibidos y la disposición de muchos canales de comunicación para evitar eventuales interferencias.

Para establecer las comunicaciones en RTK, es utilizado el espectro de radio de las ondas VHF y UHF (frecuencias muy elevadas y ultra elevadas respectivamente), las cuales tienen limitaciones en cuanto a la distancia máxima que pueden alcanzar, por lo cual, si se tiene la posibilidad de un modulador GSM es mucho más recomendable por la distancia que abarca. Si bien las ondas UHF y VHF no tienen diferencias significativas en cuanto a su propagación y alcance, es conveniente trabajar con las primeras, ya que tienen una mejor propagación y actualmente el espectro de las ondas VHF se encuentra muy saturado por diversos usuarios, lo cual puede ser motivo de interferencia con otros equipos.



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

- 3. Definir el método de posicionamiento, si el método de posicionamiento es estático (FIXED O FIJO), el colector calculará la posición del punto en tiempo real con precisiones del milímetro. Si el método es cinemático, se debe proceder a la inicialización y, tras efectuarse ésta, se pueden determinar coordenadas de puntos en pocos segundos con la precisión del método cinemático (FLOAT o FLOTANTE) en centímetros, si no define el método de toma, los datos entregados serán autónomos y tendrán un error submétrico.
- 4. Si el receptor es mono-frecuencia, existen dos métodos de inicializar el equipo GNSS: El primero consiste en usar un plato de inicialización, casi siempre es el rover mediante una barra inicializadora, la base se encuentra en un punto conocido y determina, mediante la diferencia de los centros de fase de los receptores, la posición del rover (teniendo en cuenta la distancia de la Barra); el segundo, en ubicar el receptor móvil o rover también en un punto de coordenadas conocidas y llegar a la precisión requerida que debe ser menor a siete (7 cm) centímetros.
- 5. Si el receptor es doble frecuencia, y tiene instalada la función *On The Fly (OTF)*, se puede inicializar automáticamente mientras el receptor está en movimiento. Si la opción de inicialización OTF no está incluida en el receptor móvil, se selecciona la opción inicializar levantamiento, y la misma comenzará automáticamente, sin tener en cuenta la ubicación o estado dinámico del móvil.
- 6. Comprobar las coordenadas obtenidas sobre un punto conocido para verificar que la inicialización haya sido correcta en caso del punto Flotante (FLOAT). Cuando el punto es Fijo (FIXED), se corrobora la precisión del equipo y que llegue a las lecturas mínimas del mismo entregadas en sus características en el manual.

Estos equipos permiten trabajar con distancias que van de cinco (5 km) a veinte (20 km) Kilometros entre antenas, sin embargo, se mantiene la misma teoría de que entre más cerca este el Rover o Móvil de la Base o Referencia, mayor será la precisión y menos el tiempo en la toma del dato.

Por otro lado, las correcciones que esta tecnología aplica durante la captura de datos en terreno, se pueden transmitir en dos formatos: el CMR o Registro de Medida Compacto y el RTCM-SC104 (*Radio Technical Commission for Maritime Services, Special Committe 104*). El primero, es un formato robusto que minimiza la latencia frente a un mensaje



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

RTCM y es soportado por equipos Trimble, desarrolladores del formato propiamente. El segundo, es el formato estándar de transmisión de correcciones diferenciales entre el receptor base y los receptores remotos. (Ferrecio, 2006).

Existen alrededor de sesenta (60) mensajes RTCM de corrección, dentro de los cuales los de tipo veinte (20) y veintiún (21) hacen posible la corrección de pseudodistancias y de las medidas de fase portadora para posicionamiento en tiempo real.

La desventaja de ambos formatos (CMR y RTCM), es que aparecen errores sistemáticos en la determinación de la posición cuando las distancias son muy largas entre la base y el móvil, o cuando hay retrasos en la corrección. Estos errores se producen debido a que se aplican correcciones en las que interviene una determinada velocidad de variación del error de la medición, que resulta incorrecta si se la aplica en un instante posterior para el que fue predicha." (Ferrecio, 2006).

De acuerdo con las precisiones generadas por el posicionamiento en tiempo real – RTK, se podría considerar que es aplicable a cualquier trabajo que requiera una exactitud de centímetros a milímetros según el equipo que se encuentre operando como rover y base. No obstante, es necesario que para cada caso se evalúe previamente la efectividad de esta técnica para el desarrollo de un levantamiento según sus condiciones, escenario, obstáculos que puedan generar interferencia sobre las ondas UHF o VHF, distancias, entre otras.

### 5. DOCUMENTOS Y REGISTROS

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

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



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

### 6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Berné Valero, J. L., Anquela Julián, A. B., & Carrido Villén, N. (2014). <i>GNSS. GPS: fundamentos y aplicaciones en geomática.</i> Valencia - España: Universitat Politècnica de València.	No Aplica
California Department of Transportation. (15 de Diciembre de 2012). Global Positioning System (GPS) Survey Specifications. Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de Sitio web del Departamento de Transporte de California: http://www.dot.ca.gov/hq/row/landsurveys/SurveysManual/Manual_TOC.html	No Aplica
Ferrecio, N. (2006). <i>Análisis de la técnica RTK.</i> La Plata: La Plata: Universidad Nacional.	No Aplica
Gobernación de Antioquia. (04 de 2010). Estándares para el manejo de la geoinformación catastral. Obtenido de Departamento Administrativo de Planeación - Dirección de Sistemas de Información y Catastro: http://antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/planeacion/catastro/catastro2010/5manual deestandaresgeoreferenciacion.pdf	No Aplica
González Lucero, J. F. (1996). Aplicación del sistema de posicionamiento global GPS, en la construcción de un camino. Recuperado el 07 de 2015, de Biblioteca Digital Universidad de SONORA: http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=3042	No Aplica
IBGE. (04 de 2008). Recomendações para levantamentos relativos estáticos - GPS. Recuperado el 10 de 2014, de Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística: http://www.inde.gov.br/images/inde/recom_gps_internet.pdf	No Aplica
ICONTEC. (2003). Norma Técnica Colombiana 5205. Precisión de los datos espaciales. <i>Norma Técnica Colombiana 5205. Precisión de los datos espaciales.</i> Bogotá, Cundinamarca, Colombia: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y	No Aplica



# INSTRUCTIVO LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DEL DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIO DE SANTIAGO DE CALI

MEDE01.07.02.18.P13.I01		
VERSIÓN	1	
FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA	23/nov/2020	

CERTIFICACIÓN – ICONTEC.	
IGAC. (10 de 2004). Adopción del marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS como dátum oficial de Colombia. Recuperado el 03 de 2015, de Instituto Geográfico Agustín Codazzi: http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect//adopcion.pdf?MOD=AJPERES	No Aplica
IGAC. (27 de Mayo de 2015). <i>Instituto Geográfico Agustín Codazzi</i> . Obtenido de http://goo.gl/JWpp62	No Aplica
Massimino, J., & Cadenas, G. (s.f.). <i>CDM Agrimensura</i> . Recuperado el 07 de 2015, de http://www.cdmagrimensura.com/img/servicios/adjunto-1.pdf	No Aplica

### **ANEXOS**

En el siguiente enlace se pone a disposición los formatos de Ocupación GNSS. <a href="http://idesc.cali.gov.co/rcg/anexos.pdf">http://idesc.cali.gov.co/rcg/anexos.pdf</a>