



MINISTERIO DE  
DEFENSA  
NACIONAL



INSTITUTO  
GEOGRÁFICO  
MILITAR

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA NACIONAL

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
DIRECCIÓN DE IIDE, NORMALIZACIÓN Y  
ARCHIVO NACIONAL

**1** era  
edición  
2023



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETIVO.....	4
3. ALCANCE.....	4
4. DEFINICIONES GENERALES.....	4
5. SIGLAS ACRÓNIMOS.....	5
6. REFERENCIAS CON OTRAS NORMAS Y DOCUMENTOS.....	5
7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA NACIONAL.....	6
7.1 GENERALIDADES.....	6
7.2 PARÁMETROS PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA NACIONAL.....	6
7.3 PARÁMETROS PARA EL SISTEMA COORDENADO DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA NACIONAL.....	7
7.4 MARCO GEODÉSICO NACIONAL.....	8
7.5 MARCO DE REFERENCIA GEODÉSICO VERTICAL NACIONAL.....	8
7.6 PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN ENTRE VARIOS IRTF.....	9
8. REFERENCIAS.....	10



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA NACIONAL

### 1. ANTECEDENTES

El Instituto Geográfico Militar, de acuerdo con el Artículo 1 de la Ley de la Cartografía Nacional, es la entidad de derecho público y personería, autonomía administrativa y patrimonio propio, orgánica y disciplinariamente subordinado a la Comandancia General del Ejército, con sede en la ciudad de Quito tendrá a su cargo y responsabilidad la planificación, organización, dirección, coordinación, ejecución, aprobación y control de las actividades encaminadas a la elaboración de la cartografía nacional y del archivo de datos geográficos y cartográficos del país.

El Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), como densificación del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF), ha sido desarrollado y estandarizado con la participación de las Agencias Cartográficas e Institutos Geográficos de los países de América del Sur, el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial de los Estados Unidos (NGA) y la Asociación Internacional de Geodesia (IAG).

La adopción de SIRGAS fue promovida como sistema de referencia oficial por los Directores Generales de los Institutos Geográficos de América del Sur, España y Portugal (DIGSA, Brasilia 1998) y recomendado por la Séptima Conferencia de Cartografía para las Américas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, Nueva York, 2001).

SIRGAS – ECUADOR, constituye la densificación de SIRGAS en el Ecuador, a través de estaciones geodésicas de alta precisión. Son parte de SIRGAS- ECUADOR, la Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador (REGME) y la Red Nacional GPS del Ecuador (RENAGE, hasta el 2016); y, la red de control vertical.

Al tenor del Artículo 18 del Reglamento a la Ley de la Cartografía Nacional, según el cual corresponde al IGM adoptar los sistemas de referencia geodésicos encaminados a la elaboración de Cartografía Nacional, se ha emitido 4 resoluciones vinculadas con la adopción de SIRGAS, de acuerdo al siguiente detalle: Resolución IGM-2013-003-IGM del 26 de abril del 2013; Resolución IGM-2016-005-e-1 del 1 de septiembre del 2016; Resolución IGM-2019-037-IGM-JUR del 20 de diciembre de 2019; Resolución IGM-IGM-2020-0024-R del 5 de marzo del 2020.



## 2. OBJETIVO

Establecer las especificaciones técnicas y parámetros geométricos del Sistema de Referencia actual, para la consolidación del Marco de Referencia Nacional del Ecuador (REGME – RENAGE).

## 3. ALCANCE

Estas especificaciones deben ser aplicadas por todas las personas naturales o jurídicas, autorizadas por la Ley de la Cartografía Nacional, que elaboran actividades de cartografía base, cartografía digital, productos, aplicaciones de las geociencias o levantamientos topográficos-geodésicos.

## 4. DEFINICIONES GENERALES

Los términos empleados en estas especificaciones que se exponen a continuación, corresponden a las definiciones que se encuentran en diferentes fuentes de información; entre las cuales se pueden mencionar:

- 1) Vocabulario Internacional de Términos Fundamentales y Generales de Metrología (VIM)
- 2) Glosario de Términos Cartográficos de la Universidad de Alicante
- 3) Glosario de Términos del Consejo Nacional de Geoinformática (CONAGE)
- 4) Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional (SNIEG)

**Cartografía básica:** Es aquella que se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre, sirviendo de base y referencia para su uso generalizado como representación gráfica de la Tierra. La cartografía básica puede ser topográfica o náutica.

**Cartografía digital:** Conjunto de operaciones con las que, partiendo de datos numéricos obtenidos por cualquier procedimiento, se elabora una carta trabajando sobre un ordenador con ayuda de software específico.

**Datum:** Para alturas, la superficie de referencia a partir de la cual se miden las alturas.

**Elipsoide:** Es una figura matemática, generada por la rotación de una elipse alrededor de su eje menor, es decir una elipse de revolución la cual se aproxima muy fielmente en tamaño y forma al geoide (o superficie equipotencial de la tierra).

**Latitud geodésica o latitud:** El ángulo que la normal al elipsoide en un punto cualquiera forma con el plano del Ecuador, positivo si está dirigido hacia el Norte.

**Levantamiento geodésico:** El conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete, destinado a determinar las coordenadas geodésicas de puntos sobre el terreno considerando la curvatura de la Tierra, elegidos y demarcados con respecto al Sistema de Referencia en uso.



**Longitud geodésica o longitud:** El ángulo diedro comprendido entre el meridiano de referencia terrestre y el plano del meridiano que contiene el punto, positivo si está dirigido hacia el Este.

**Meridiano:** Cualquier sección elipsoidal, que contiene el Semieje Menor del Elipsoide.

**Meridiano de Greenwich o Meridiano de Referencia:** El meridiano terrestre a partir del cual se miden las longitudes geodésicas o geográficas.

**Red Geodésica:** Conjunto de puntos o vértices enlazados y ajustados que se encuentran ubicados y distribuidos con cierta simetría sobre un espacio terrestre determinado, donde se establece su posición a través de un marco de referencia nacional o global y sirven como referencia para posicionamiento dentro del territorio en mención.

**Sistema de coordenadas:** el conjunto de reglas matemáticas, para especificar cómo deben definirse las coordenadas de puntos.

## 5. SIGLAS ACRÓNIMOS

**IAG:** Asociación Internacional de Geodesia

**BDG:** Bases de Datos Geográficas

**CONAGE:** Consejo Nacional de Geoinformática

**GNSS:** Global Navigation Satellite System (Sistemas de posicionamiento Global)

**IGM:** Instituto Geográfico Militar

**IPGH:** Instituto Panamericano de Geografía e Historia

**ITRF:** Marco de Referencia Terrestre Internacional

**REGME:** Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador

**RENAGE:** Red Nacional GPS del Ecuador

**SIG:** Sistema de Información Geográfica

**SIRGAS:** Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

**SNCP:** Sistema Nacional de Información Catastral Predial

**SNIEG:** Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica

**VIM:** Vocabulario Internacional de Términos Fundamentales y Generales de Metrología

## 6. REFERENCIAS CON OTRAS NORMAS Y DOCUMENTOS

Los parámetros y geometrías de los Sistemas de Referencia detallados en el presente documento, han sido tomados de la IAG, SIRGAS y otras referencias nacionales e internacionales de acuerdo al siguiente detalle:

ISO, International Organization for Standardization, 2008. ISO: 19111, Sistemas de Referencia e Identificadores Geográficos.

ISO, International Organization for Standardization, 2008. ISO: 19112, Sistemas de Referencia e Identificadores Geográficos.



ISO, International Organization for Standardization, 2008. ISO: 6709, Sistemas de Referencia e Identificadores Geográficos.

IGM, Instituto Geográfico Militar. Resolución IGM-2013-003-IGMf del 26 de abril del 2013.

IGM, Instituto Geográfico Militar. Resolución IGM-2016-005-e-1 del 1 de septiembre del 2016.

IGM, Instituto Geográfico Militar. Resolución N°2017-011-IGM-JUR de fecha 2 de junio de 2017.

IGM, Instituto Geográfico Militar. Resolución IGM-2019-037-IGM-JUR del 20 de diciembre de 2019.

IGM, Instituto Geográfico Militar. Resolución IGM-IGM-2020-0024-R del 5 de marzo del 2020.

## 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA NACIONAL

### 7.1 GENERALIDADES

El Instituto Geográfico Militar, es una institución técnica que gestiona, aprueba y controla todas las actividades encaminadas a la elaboración de la cartografía oficial y el archivo de datos geográficos, cartográficos del país. Consecuentemente, el presente documento tiene el fin de establecer las disposiciones mínimas que definen el Sistema de Referencia Nacional, a partir de las cuales es posible integrar el Marco de Referencia Geodésico (Red Geodésica Nacional activa o pasiva), con el objetivo de establecer las condiciones necesarias para que el Marco sea homogéneo, compatible y comparable; tomando en cuenta las mejores prácticas internacionales.

### 7.2 PARÁMETROS PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA NACIONAL

Se adoptan para el Sistema de Referencia Nacional, las especificaciones conceptualizadas por la IAG, a través del elipsoide GRS80; el cual es un Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS ECUADOR – ITRF08, ITRF14, ITRF20 o cualquiera que se encuentre vigente a la fecha (Resolución IGM-2016-005-e-1; Resolución IGM-2019-037-IGM-JUR).

PARÁMETROS GRS80	VARIABLE	VALOR
Semieje mayor	a	6.378.137 m
Velocidad Angular	$\omega$	$7.292.115 \times 10^{-11}$ rad/s
Constante gravitacional geocéntrica	GM	$3.986.005 \times 10^8$ m <sup>3</sup> /s <sup>2</sup>
Factor dinámico de forma no normalizado	J2	$108.263 \times 10^{-8}$
Semieje Menor	b	6.356.752,3141 m
Excentricidad lineal	E	521.854,0097 m
Radio polar	c	6.399.593,6259 m
Primera excentricidad al cuadrado	$e^2$	0,00669438002290
Segunda excentricidad al cuadrado	$e'^2$	0,00673949677548
Achatamiento	f	0,00335281068118



MINISTERIO DE  
DEFENSA  
NACIONAL



INSTITUTO  
GEOGRÁFICO  
MILITAR

Recíproco del Achatamiento	$f^{-1}$	298,257222101
Cuadrante meridiano	Q	10.001.965,7293 m
Radio medio	R1	6.371.008,7714 m
Radio de la esfera de la misma superficie	R2	6.371.007,1810 m
Radio de la esfera del mismo volumen	R3	6.371.000,7900 m
Gravedad Normal en el Ecuador	$\gamma_e$	978.032,67715 mgal
Relación de la aceleración centrífuga con respecto a la Gravedad Normal en el Ecuador	$m'$	0,00344978600308

Para fines prácticos (no aplica para Marcos de Referencia) también se puede utilizar el elipsoide World Geodesic System 1984 (WGS84). Debido a que las diferencias entre los elipsoides WGS84 y GRS80 (elipsoide oficial de SIRGAS) son mínimas y se reflejan principalmente en su achatamiento.

PARÁMETROS WGS84 (Resumen)	VALOR
Datum	Geocéntrico
Semieje Mayor	6.378.137 m
Semieje Menor	6.356.752,31424 m
Achatamiento (Recíproco)	298,257223563

Dentro de este contexto, es permisible tomar el elipsoide WGS84 para la producción de cartografía digital y otros trabajos geoespaciales almacenados en las BDG diseñadas en SIG, herramientas que poseen vastas bibliotecas de sistemas de referencias locales y universales; sin embargo, el carácter histórico de su mayoría, ha determinado que dichas bibliotecas no lleguen a superar las versiones del año 20-+00 para el elipsoide de SIRGAS (GRS80).

### 7.3 PARÁMETROS PARA EL SISTEMA COORDENADO DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA NACIONAL

El Sistema de Proyección Cartográfica para la República del Ecuador, es el Sistema: "Universal Transversa de Mercator" (UTM) Zonas: 17 N, S y 18 N, S para Ecuador continental; 15 y 16 S para Ecuador Insular (Galápagos). Dicho sistema de proyección es un sistema cilíndrico transversal conforme, secante al globo terráqueo con las siguientes características técnicas:

- Longitud de origen: 0° (Greenwich, Inglaterra).
- Zonas de proyección del territorio nacional de 6° de longitud cada una:
  - Zona 15 con Meridiano central (MC) 93° Oeste (Rango de zona: de 96° a 90° longitud oeste).
  - Zona 16 con Meridiano central (MC) 87° Oeste (Rango de zona: de 90° a 84° longitud oeste).



- Zona 17 con Meridiano central (MC) 81° Oeste (Rango de zona: de 84° a 78° longitud oeste).
  - Zona 18 con Meridiano central (MC) 75° Oeste (Rango de zona: de 78° a 72° longitud oeste).
- Latitud de origen: 0° (ecuador).
  - Unidad de medida: metro.
  - Falso Norte: 10 000 000 m.
  - Falso Este: 500 000 m.
  - Factor de escala en el Meridiano Central: 0.9996.

#### 7.4 MARCO GEODÉSICO NACIONAL

Mediante Resoluciones IGM-2016-005-e-1; IGM-2019-037-IGM-JUR, el Instituto Geográfico Militar adopta a través de la Red de Monitoreo Continuo (REGME) el Marco de Referencia Geodésico del país, brindando un soporte técnico científico, así como el análisis y procesamiento de datos de las Estaciones de Monitoreo Continuo que están enlazadas a la Red Continental SIRGAS.

##### Marco de Referencia Post-Sísmico

- SIRGAS-Ecuador
- ITRF08
- Semana GPS: 1900 (5 al 11 de junio del 2016)
- Época: 2016.43 (07 de junio de 2016)
- Solución de coordenadas: IGM-EC
- Redes Geodésicas: REGME (activa con 45 estaciones de monitoreo continuo)

#### 7.5 MARCO DE REFERENCIA GEODÉSICO VERTICAL NACIONAL

El Marco de Referencia Geodésico en su componente vertical, adopta como nivel cero de referencia (Datum) el determinado por el Mareógrafo de La Libertad, ubicado en la provincia de Santa Elena. Consecuentemente, el Marco de Referencia Geodésico Vertical del Ecuador está conformado por el conjunto de Estaciones Geodésicas que constituyen la Red Geodésica Vertical, las cuales se encuentran distribuidas en el territorio nacional y están representadas por mojones o partes de estructuras sólidas, con una placa metálica empotrada, que identifica su tipo y ubicación.

Es necesario subrayar el contenido de la Resolución N°2017-011-IGM-JUR de fecha 2 de junio de 2017 que en su Artículo tercero menciona: *“Respecto de la Red Vertical y Red Gravimétrica, los valores determinados en las placas que conforman estas, se recomienda utilizar como valores referenciales en la zona de trabajo hasta realizar las observaciones de campo*



correspondientes que permitan corregir y realizar un nuevo ajuste.” Por lo tanto, respecto de la Red de Control Vertical (nivelación y gravimetría), los valores determinados en las referencias de nivel que la conforman, serán utilizados como valores referenciales en la zona de trabajo hasta que el ajuste de los correspondientes números geopotenciales sea realizado.

## 7.6 PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN ENTRE VARIOS IRTF

Las relaciones que vinculan las realizaciones del ITRS son de suma importancia. Se basan en parámetros de transformación (llamados parámetros de Helmert). Se pueden utilizar para comparar datos o resultados expresados en dos realizaciones diferentes de ITRS.

### De ITRF08 a ITRF94

PARÁMETRO	Xo(mm)	Yo(mm)	Zo(mm)	Fac. Esc	$\epsilon_x$ (mmseg)	$\epsilon_y$ (mmseg)	$\epsilon_z$ (mmseg)	Época
VALOR	4,8	2,6	-33,2	2,92	0,00	0,00	0,06	2000,0

### De ITRF14 a ITRF08

PARÁMETRO	Xo(mm)	Yo(mm)	Zo(mm)	Fac. Esc	$\epsilon_x$ (mmseg)	$\epsilon_y$ (mmseg)	$\epsilon_z$ (mmseg)	Época
VALOR	1,6	1,9	2,4	-0,02	0,00	0,00	0,00	2010,0

### De ITRF2020 a ITRF08

PARÁMETRO	Xo(mm)	Yo(mm)	Zo(mm)	Fac. Esc	$\epsilon_x$ (mmseg)	$\epsilon_y$ (mmseg)	$\epsilon_z$ (mmseg)	Época
VALOR	0.2	1.0	3.3	-0.29	0,00	0,00	0,00	2015,0

### De ITRF2020 a ITRF14

PARÁMETRO	Xo(mm)	Yo(mm)	Zo(mm)	Fac. Esc	$\epsilon_x$ (mmseg)	$\epsilon_y$ (mmseg)	$\epsilon_z$ (mmseg)	Época
VALOR	-1,4	-0,9	1,4	-0,42	0,00	0,00	0,00	2015,0

Para más combinaciones entre ITRF visitar la página:

<https://itrf.ign.fr/en/solutions/transformations>

Para transformar coordenadas desde PSAD 56 (Sistema Teocéntrico) a SIRGAS (Sistema Geocéntrico), se utilizarán los 7 parámetros de transformación que se detalla a continuación:

PARÁMETRO	Xo(m)	Yo(m)	Zo(m)	$\delta$ (ppm)	$\epsilon_x$ (seg)	$\epsilon_y$ (seg)	$\epsilon_z$ (seg)
VALOR	-60,310	245,935	31,08	0,447	-12,324	-3,755	7,370

Es necesario aclarar (para el caso entre sistemas con diferentes Datum), que toda transformación tiene un error; así, por ejemplo, en la transformación de PSAD a SIRGAS, el ajuste a nivel nacional, **en el mejor de los casos alcanza los 2 metros en posición vector** (X, Y, Z). Por lo tanto, se recomienda estos parámetros hasta escalas 1:25 000 y menores.



## 8. REFERENCIAS

Leiva .C, (s/f). Parámetros de transformación entre los Sistemas Geodésicos de Referencia PSAD 56 y SIRGAS95 (WGS 84) para el Ecuador. Disponible en: [http://www.igm.gob.ec/work/files/Param\\_Transf2.pdf](http://www.igm.gob.ec/work/files/Param_Transf2.pdf)

IGM, Instituto Geográfico Militar (2020). Manual de especificaciones técnicas Geodesia

IGS, International GNSS Service (2023). Documentos y Publicaciones: <https://igs.org/documents/>

ITRF, International Terrestrial Reference Frame (2023). Terrestrial Reference System: <https://itrf.ign.fr/en/background/trs-trf>

ITRF, International Terrestrial Reference Frame (2023). Transformation Parameters between ITRF Solutions: <https://itrf.ign.fr/en/solutions/transformations>

SIRGAS. (2021). Sistema de Referencia Geodésico para las Américas. Obtenido de Sistema de Referencia Geodésico para las Américas: <https://sirgas.ipgh.org/>

CONOCE MAS SOBRE NUESTROS PRODUCTOS Y  
SERVICIOS A TRAVES DE NUESTROS CANALES DIGITALES.

---



@GEOGRAFICOMILITARECUADOR



@IGM\_ECUADOR



INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

---

**QUITO:** Seniergues E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño. Sector El Dorado  
**TELEFONO:** 593-2 3975100 al 130

**GUAYAQUIL:** Av. Guillermo Pareja #402 Ciudadela La Garzota  
**TELEFONO:** 593-4 2627597-262782

**ESTACIÓN COTOPAXI:** Panamericana Sur Km. 65, Páramo de Romerillos  
entrada Parque Nacional de Recreación El Boliche  
**TELEFONO:** 593-3 3700271

[www.igm.gob.ec/www.geoportaligm.gob.ec](http://www.igm.gob.ec/www.geoportaligm.gob.ec)