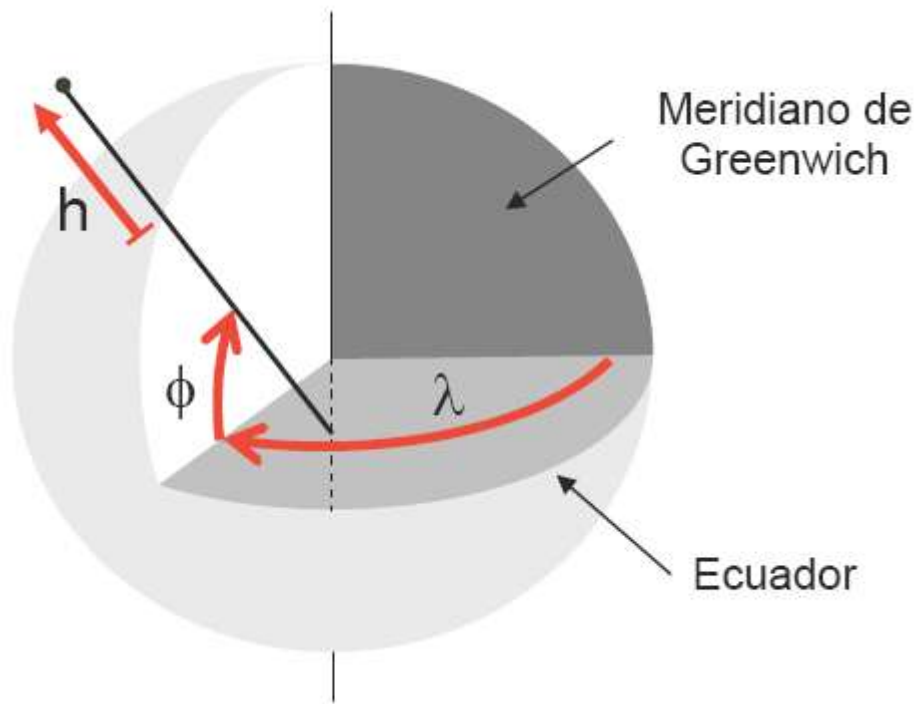
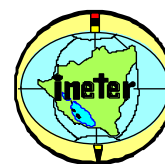


# Especificaciones para Interoperabilidad entre Sistema de Información Geográficas (Componente geodésico)





**Especificaciones para Interoperabilidad entre Sistema de Información Geográficas (Componente geodésico)**

| <b>Item</b> | <b>CONTENIDO<br/>Descripción</b>                             | <b>Página</b> |
|-------------|--|---------------|
| 1           | Interoperabilidad de la Información Geográfica               | 1             |
| 1.1         | Definición de interoperabilidad                              | 1             |
| 1.1.1       | La interoperabilidad de archivos                             | 1             |
| 1.1.2       | Los sistemas de información geográfica                       | 1             |
| 1.2         | Especificaciones de productos                                | 1             |
| 1.2.1       | La especificación  | 1             |
| 1.3         | Calidad de datos e integridad                                | 1             |
| 1.3.1       | El Dato digital geoespacial                                  | 1             |
| 1.3.1.1     | Exactitud espacial   | 2             |
| 1.3.1.2.    | Exactitud del atributo                                       | 2             |
| 1.3.1.3     | Consistencia lógica  | 2             |
| 1.3.1.4     | Integridad   | 2             |
| 1.3.1.5     | Linaje   | 2             |
| 2           | Especificaciones de interoperabilidad                        | 2             |
| 2.1         | Sistema Geodésico Nacional (Sistema Nacional de Coordenadas) | 2             |
| 2.1.1       | Características espaciales y de exactitud                    | 2             |
| 2.1.1.1     | Referencia del sistema de coordenadas                        | 2             |
| 2.1.1.2     | Precisión  | 2             |
| 2.1.1.3     | Exactitud  | 3             |
| 2.2         | Geodesia Horizontal y Vertical (Elipsoide WGS84)             | 3             |
| 2.2.1       | Exactitud  | 3             |
| 2.2.1.1 .   | Exactitud horizontal absoluta                                | 3             |
| 2.2.1.2 .   | Exactitud vertical absoluta                                  | 3             |
| 2.2.2       | Datum  | 4             |
| 2.2.2.1     | Datum horizontal   | 4             |
| 2.2.2.2     | Datum vertical   | 4             |
| 2.2.3       | Coordenadas geodésicas                                       | 4             |
| 2.2.3.1     | Formato y resolución   | 4             |
| 2.2.3.2     | Transformación entre Datum                                   | 5             |
| 2.3         | Metadatos  | 5             |
| 2.3.1       | Metadatos  | 5             |
| 2.3.2       | Archivo de metadatos   | 5             |
| 2.3.3       | Contenido del archivo de metadatos                           | 5 y 6         |
|             | APÉNDICE A   | 7 a 10        |

## **Especificaciones para Interoperabilidad entre Sistema de Información Geográfica (componente geodésico)**

### **1. Interoperabilidad de la Información Geográfica**

**1.1 Definición de interoperabilidad.** Es la habilidad de un sistema o un componente de sistema para proporcionar información compartiendo procesos de control cooperativos e interaplicables. La estandarización de información geográfica puede ser servida de la mejor forma, a través de un conjunto de normas que integran una descripción detallada de conceptos de información geográfica con los conceptos de tecnología de información.

**1.1.1 La interoperabilidad de archivos** de sistema requiere que un archivo pueda ser abierto y desplegado en su formato original en otros sistemas. Esto incluye interoperabilidad para transferir y acceder archivos, así como nombrar convenciones, control de acceso, métodos de acceso y administración de archivo.

**1.1.2 Los sistemas de información geográfica** son específicos para la comunidad geográfica. La interoperabilidad entre SIG, implica acceso transparente a los datos, compartir bases de datos espaciales y otros servicios a pesar de la plataforma.

### **1.2 Especificaciones de productos**

**1.2.1 La especificación** del producto es similar a un perfil, en tanto cuanto consiste de una selección de temas opcionales de la serie de normas de ISO 19100. Sin embargo, una especificación de producto difiere de un perfil en eso que una especificación de producto es una descripción completa de todos los elementos requeridos para definir un producto de datos geográficos particular. La especificación de un producto puede incluir información tal como: contenido de datos y clasificación; normas y perfiles, referenciación espacial; estructuras de datos; fuentes y captura de datos; actualización; presentación de datos; calidad de datos e integridad; aplicabilidad y metadatos.

### **1.3 Calidad de datos e integridad**

**1.3.1 El Dato digital geoespacial** es una representación de una entidad geográfica, natural o cultural (carretera, ríos etc.) o jurídico (propiedad o jurisdiccional). La calidad de los datos que caracterizan las entidades geográficas está limitada por las herramientas y las técnicas disponibles para su medición, descripción y registro, que generalmente no son interoperables.

El requerimiento de calidad e integridad de los datos se determina por:

**1.3.1.1 Exactitud espacial.** La posición de rasgos bien definidos en el documento gráfico debe ser comparada con información de más alta exactitud.

**1.3.1.2 Exactitud del atributo.** Las características que describen la entidad geográfica deben ser correctas, completas y actualizadas.

**1.3.1.3 Consistencia lógica.** La relación espacial como vecindad y conexión entre elementos (topología), debe ser correctamente descrita.

**1.3.1.4 Integridad.** Cada objeto debe ser representado una sola vez y una sola vez espacialmente y en sus atributos.

**1.3.1.5 Linaje.** Los datos fuentes y su posterior procesamiento, deben ser descritos.

*El uso de un único sistema de referencia geodésico y la evaluación cualitativa o cuantitativa de los elementos de la calidad de los datos en el marco del SISTEMA GEODÉSICO NACIONAL (o Sistema Nacional de Coordenadas), y el estándar de metadato ISO (ISO 15046 nivel 1), define el marco de acción de la presente ESPECIFICACIÓN.*

## **2. Especificaciones de interoperabilidad**

### **2.1 Sistema Geodésico Nacional (Sistema Nacional de Coordenadas )**

EL Sistema Geodésico Nacional (SGN), también conocido como Sistema Nacional de Coordenadas (SNC), en sus tres componentes: (i) Geodesia Horizontal; (ii) Geodesia Vertical; (iii) Geodesia Gravimétrica, son la base para la localización y caracterización espacial de los objetos geográficos

#### **2.1.1 Características espaciales y de exactitud**

**2.1.1.1 Referencia del sistema de coordenadas.** Será adoptado el sistema de coordenadas WGS84, cuya superficie de referencia es el elipsoide GRS80, que permite representar la posición espacial de objetos mediante las coordenadas latitud y longitud.

**2.1.1.2 Precisión.** El par coordenado longitud y latitud (geodésicas), describe la posición espacial de objetos geográficos. Los datos de longitud y latitud serán guardados a partir de una resolución de 0.01 segundos de arco y expresados en forma de grados decimales. Las coordenadas geodésicas en el hemisferio sur y al oeste del meridiano origen, tendrán signo negativo en la latitud y la longitud respectivamente.

**2.1.1.3 Exactitud.** Es el grado de concordancia de las coordenadas planimétricas y elevación de los datos espaciales y las coordenadas reales del terreno. La exactitud es afectada por:

- Exactitud de los materiales fuente
- Errores debido a los procesos de conversión
- Errores debido al procesamiento de registro y control

## 2.2 Geodesia Horizontal y Vertical (Elipsoide WGS84)

### 2.2.1 Exactitud

**2.2.1.1 Exactitud horizontal absoluta.** Representa la diferencia entre los valores de coordenadas actuales o registradas de los objetos geográficos y las coordenadas reales del terreno. La exactitud horizontal absoluta es expresada mediante el CE (Circular Error) al 90 % de probabilidad (.9p).

La especificación de exactitud en la cartografía tradicional es expresada en unidades de distancia sobre el mapa de papel. En cambio para los productos digitales, la exactitud es expresada en distancia sobre el terreno. La tabla No. 1 muestra las distancias sobre el terreno de las diferentes categorías y escalas.

| Exactitud horizontal absoluta. Circular Error (metros) a 90% probabilidad (.9p). |          |          |           |           |
|--|----------|----------|-----------|-----------|
| Clase  | 1:25,000 | 1:50,000 | 1:100,000 | 1:250,000 |
| 1  | 12.5     | 25       | 50        | 125       |
| 2  | 25       | 50       | 100       | 250       |
| 3  | 50       | 100      | 200       | 500       |
| 4  | >50      | >100     | >200      | >500      |

*Tabla No. 1. Distancias en el terreno del CE en función de escalas y categorías*

**2.2.1.2 Exactitud vertical absoluta.** Representa la diferencia entre la elevación actual o registrada y la elevación real en el terreno. En esta comparación, ambas elevaciones deben estar referidas al mismo Datum vertical. La elevación de un punto puede ser determinada a partir de la interpolación de curvas de nivel o de la lectura del vértice del polígono de contorno de un objeto geográfico, en el archivo digital de restitución.

La exactitud vertical se expresa como el error lineal (LE), con probabilidad del 90% (.9p) de un punto especificado sobre la superficie del terreno. Para los productos digitales y los rangos de escala y Clases definidos, el valor de la exactitud vertical no debe exceder la proporción (k) del intervalo de curvas de nivel que muestra la siguiente tabla.

| Clase | k    |
|-------|------|
| 1     | 0.5  |
| 2     | 1.0  |
| 3     | 2.0  |
| 4     | >2.0 |

*Tabla No. 2. Proporción del intervalo de curvas de nivel según la categoría*

## 2.2.2 Datum

**2.2.2.1 Datum horizontal.** Sistema de Referencia Terrestre Convencional (CTRS), identificado como WGS84. La definición de este Datum sigue los criterios publicados en la Nota Técnica 21 del IERS (International Earth Rotation Service), del año 1996.

**2.2.2.2 Datum vertical.** Nivel medio del mar (MSL), modelo geoidal WGS84 EGM96 y cuasigeoide GPS/Hnormales. La siguiente tabla muestra los diferentes niveles de precisión de los Datum precitados.

| Datum         | Precisión               | Notas  |
|---------------|-------------------------|--|
| MSL           | $S \cdot \sqrt{D}$      | Error de cierre de la línea de nivelación (mm)<br>S = en milímetros y varía de 3mm para líneas de primer orden, hasta 50mm para nivelación técnica.<br>D = distancia de la línea de nivelación en kilómetros |
| WGS84 EGM96   | $\pm 0.5$ a $\pm 1.0$ m | Elevación obtenida a partir de la altura elipsoidal de la medición con GPS y la ondulación del geoide determinada mediante el modelo gravimétrico EGM96  |
| GPS/Hnormales | < 10 cms.               | Elevación Normal referida al cuasigeoide, y calculada a partir de la elevación elipsoidal de la medición GPS y la referencia de alturas normales de la Red Geodésica Nacional de Nivelación.                 |

Tabla No. 3. Nivel de precisión de Datum Vertical

## 2.2.3 Coordenadas geodésicas

**2.2.3.1 Formato y resolución.** Las coordenadas se expresarán en latitud y longitud de conformidad con el Datum horizontal, con resolución de 0.01 segundo de arco y transformadas para su ulterior uso e interoperabilidad, a grados decimales. Las coordenadas sobre cualquier proyección cartográfica, podrán ser usadas únicamente para la edición de productos cartográficos resultantes, sin perder el sistema su referencia de coordenadas geodésicas .

**2.2.3.2 Transformación entre Datum.** Se usará la transformación estándar de Molodensky. Se suponen conocidos los desplazamientos  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  entre el sistema geodésico local y el sistema WGS84 (Ver Apéndice B). La transformación se podrá efectuar también, mediante un programa (software) que está a disposición en la Dirección General de Geodesia y Cartografía de INETER.

## 2.3 Metadatos

**2.3.1 Concepto de Metadatos.** Metadatos son datos acerca del contenido, calidad, condiciones y otras características de los datos geoespaciales. También describen aspectos del linaje, procesos de producción y exactitud de los conjuntos de datos.

**2.3.2 Archivo de metadatos.** Un archivo de metadatos debe acompañar a cada conjunto de datos o a una librería de datos. El archivo será preparado en formato ASCII con extensión .met

**2.3.3 Contenido.** El contenido del archivo de metadatos será preparado de conformidad con el estándar ISO 15046 nivel 1 (**Ver Apéndice A**).

Los siguientes ítem deben ser incluidos:

Tabla No. 4

|   | <b>Vector</b> | <b>Raster</b> |
|---|---------------|---------------|
| <b>Información del catálogo de metadatos</b>        |               |               |
| * Título  | X             | X             |
| * Edición No.                                       | X             | X             |
| * Número de identificación                          | X             | X             |
| <b>Información de la identificación del estudio</b> |               |               |
| *Nombre que identifica el estudio                   | X             | X             |
| *Fecha de publicación                               | X             | X             |
| <b>Información de la organización responsable</b>   |               |               |
| *Nombre de la de la organización responsable        | X             | X             |
| *Códigos del rol de la organización responsable     | X             | X             |
| * Dirección postal                                  | X             | X             |
| * Ciudad  | X             | X             |
| * Departamento, municipio                           | X             | X             |
| *Sitio Web  | X             | X             |
| <b>Tema (Dataset)</b>                               |               |               |
| <b>*Coordenadas del espacio geográfico</b>          |               |               |
| ** Limite Oeste                                     | X             | X             |
| ** Límite Este                                      | X             | X             |
| ** Límite Norte                                     | X             | X             |
| ** Límite Sur                                       | X             | X             |
| *Códigos de niveles de resolución                   | X             | X             |
| *Resumen  | X             | X             |
| *Propósito  | X             | X             |
| <b>Categoría</b>                                    |               |               |
| *Códigos de clasificación temática                  | X             | X             |
| *Restricciones para acceder a los datos             | X             | X             |
| *Restricciones para el uso de los datos             | X             | X             |
| *Códigos del tipo de representación espacial        | X             | X             |
| *Códigos del tipo de sistema de referencia espacial | X             | X             |
| *Formato de los datos                               | X             | X             |
| *Medio de distribución de los datos                 | X             | X             |
| *Lenguaje del metadato                              | X             | X             |

|                                 |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| *Fecha de creación del metadato | X | X |
|---------------------------------|---|---|

Asteriscos antes de cada ítem denotan subniveles.

## BIBLIOGRAFÍA

*Global Map Technical Specifications*, Secretaria de ISCGM, Global Mapping

*The Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST)*

<http://www.digest.org> (custodia NGA)

*VMap1 Mil Std*, URL: <http://earth-info.nga.mil/publications/specs/>  
(MIL-STD-2407 and its Change Notice 1)

*TECHNICAL REPORT 8350.2 NIMA*. Third Edition.

World Geodetic System 1984.

*ISO/TC 211 - 19101 Información Geográfica- Modelo de Referencia*

MIL-PRF-0089035(NIMA) 23 May 2000, URBAN VECTOR MAP (UVMMap)

## APÉNDICE A

### Definición de los elementos del metadato nivel1 ISO 15046

Tabla No. 5

| Nombre                                       | Definición  | Máx. Ocurrencia | Tipo de dato         | Dominio        |
|--|---|-----------------|----------------------|----------------|
| Información del catálogo de metadatos        | Información para identificar únicamente un tema completo y/o series de temas                  | 1               | Sección de Metadatos |                |
| Título                                       | Nombre por el cual es conocido el tema  | 1               | Cadena               | Texto libre    |
| Edición No.                                  | Número de la edición del tema abordado  | 1               | Cadena               | Texto libre    |
| Número de identificación                     | Información identificando el número de la publicación de la cual el tema es parte             | 1               | Cadena               | Texto libre    |
| Información de la identificación del estudio | Estudio bajo el cual un tema es producido o compilado – usado como un medio de identificación | N               | Metadato             |                |
| Nombre que identifica el estudio             | Nombre del estudio usado para identificación  | 1               | Cadena               | Texto libre    |
| Fecha de publicación                         | Fecha cuando el tema fue publicado o cuando fue hecho disponible para su publicación          | 1               | Fecha                |                |
| Información de la organización responsable   | Información de la organización responsable institución especializada en el tema               | N               | Metadato             |                |
| Nombre de la organización responsable        | Nombre de la organización asociada con el tema  | 1               | Cadena               | Texto libre    |
| Códigos del rol de la                        | Función ejecutada por la  | 1               | Entero               | Ver tabla No 6 |



|   |  |   |          |                |
|---|--|---|----------|----------------|
| organización responsable                    | organización responsable   |   |          |                |
| Dirección Postal                            | Dirección postal de la organización responsable  | 1 | Cadena   | Texto libre    |
| Ciudad                                      | Ciudad donde se encuentra la organización responsable  | N | Cadena   | Texto libre    |
| Departamento, municipio                     | Departamento y municipio donde se encuentra la organización responsable  | 1 | Cadena   | Texto libre    |
| Sitio Web                                   | Dirección Web de acceso a los recursos   | N | Cadena   | Texto libre    |
| Tema (Dataset)                              | Espacio horizontal y vertical abarcado por el tema.  | N | Metadato |                |
| Coordenadas del espacio geográfico          | Límites (dominio) del espacio geográfico del tema o conjunto de datos  | 1 | Metadato |                |
| Límite oeste                                | Coordenada más al oeste del límite de cobertura expresada en longitud  | 1 | Real     | Ver tabla No 6 |
| Límite este                                 | Coordenada más al este del límite de cobertura expresada en longitud   | 1 | Real     | Ver tabla No 6 |
| Límite norte                                | Coordenada más al norte del límite de cobertura expresada en latitud   | 1 | Real     | Ver tabla No 6 |
| Límite sur                                  | Coordenada más al sur del límite de cobertura expresada en latitud   | 1 | Real     | Ver tabla No 6 |
| Códigos de niveles de resolución            | Factor que provee un entendimiento de la densidad del dato espacial  | N | Entero   | Ver tabla No 6 |
| Resumen                                     | Sumario general del tema   | 1 | Cadena   | Texto libre    |
| Propósito                                   | Sumario de las intenciones para las cuales el tema fue desarrollado  | 1 | Cadena   | Texto libre    |
| Categoría                                   | Palabras o frases que resumen el asunto del tema   | 1 | Metadato |                |
| Códigos de clasificación temática           | Clasificación temática de datos geoespaciales de alto nivel para ayudar en la agrupación y búsqueda de temas geoespaciales disponibles.  | N | Entero   | Ver tabla No 6 |
| Restricciones para acceder a los datos      | Restricciones aplicadas al acceso de los datos para asegurar la protección de la privacidad o propiedad intelectual, y cualquier restricción especial o limitaciones en la obtención del tema. | 1 | Cadena   | Texto libre    |
| Restricciones para el uso de los datos      | Restricciones aplicadas para asegurar la protección de la privacidad o propiedad intelectual, y cualquier restricción especial o limitaciones en el uso del tema.                              | 1 | Cadena   | Ver tabla No 6 |
| Códigos del tipo de representación espacial | Método usado para representar información geográfica del tema.   | N | Entero   | Ver tabla No 6 |

|  |   |   |        |                |
|--|---|---|--------|----------------|
| Códigos del tipo de sistema de referencia espacial | Sistema de referencia usado para ubicar espacialmente información del tema. | 2 | Entero | Ver tabla No 6 |
| Formato de los datos                               | Formato del dato a transferir, tal como DXF o ARC/INFO                      | N | Cadena | Texto libre    |
| Medio de distribución de los datos                 | Medio en el cual el tema puede ser aceptado                                 | N | Cadena |                |
| Lenguaje del metadato                              | Lenguaje usado dentro del metadato  | 1 | Cadena |                |
| Fecha de creación del metadato                     | Fecha en que el metadato fue creado o actualizado por última vez            | 1 | Fecha  |                |

**A.1**  
**Códigos de atributos cualitativos de ítem del metadato**  
**Tabla No. 6**

| Ítem   | Códigos   |
|--|---|
| Códigos del rol de la organización responsable | 1 autor<br>2 editor<br>3 custodio<br>4 investigador principal<br>5 informante<br>6 procesador<br>7 distribuidor<br>8 punto de contacto<br>9 proveedor del metadato  |
| Límite Oeste                                   | -180.0 <= Límite Oeste < 180.0  |
| Límite Este                                    | -180.0 <= Límite Este < =180.0  |
| Límite Norte                                   | -90.0 <= Límite Norte <= 90.0; Límite Norte >= Límite Sur   |
| Límite Sur                                     | -90.0 <= Límite Sur <= 90.0; Límite Sur <= Límite Norte   |
| Códigos de niveles de resolución               | 0 1:500K - pequeña<br>1 1:200K - 1:499K<br>2 1:40K - 1:199K<br>3 1:15K - 1:39K<br>4 1:5K - 1:14999<br>5 1:25K - 1:4999<br>6 1:500 - grande<br>7 <1 metro<br>8 1-2 metros<br>9 2-5 metros<br>10 6-9 metros<br>11 10-19 metros<br>12 20-29 metros<br>13 30-49 metros<br>14 50-99 metros<br>15 100-999 metros<br>16 1 -9 kilómetros<br>17 =10 kilómetros |
| Códigos de clasificación temática              | 1- catastral<br>2- cultural y demografía<br>3- topografía<br>4- atmósfera<br>5- control geodésico<br>6- transporte y comunicaciones<br>7- radiometría/imagenes<br>8- biosfera<br>9- suelos<br>10- límites administrativos<br>11- vegetación<br>12- criosfera<br>13- hidrología<br>14- observación del ambiente<br>15- pantanos<br>16- uso del suelo   |

|  |  |
|--|--|
|  | 17- oceanografía<br>18- modelamiento y simulación<br>19- facilidades<br>20- geología<br>21- industria y energía<br>22- edificios y estructuras |
| Restricciones para el uso de los datos             | Ejemplos: "ilimitado", "copyright", "licencia", "no comerciable"   |
| Códigos del tipo de representación espacial        | 1- texto<br>2- vector<br>3- raster<br>4- imagen  |
| Códigos del tipo de sistema de referencia espacial | 1- identificador geográfico<br>2- coordenadas  |

## APÉNDICE B

### Sistema Geodésico Nacional

EL Sistema Geodésico Nacional (SGN), también conocido como el Sistema Nacional de Coordenadas (SNC), en sus tres componentes: (i) Geodesia Horizontal; (ii) Geodesia Vertical; (iii) Geodesia Gravimétrica, son la base para la localización y caracterización espacial de los objetos geográficos y en principio, deben ser adoptados por las instituciones gubernamentales en razón de la Ley 311, Ley Orgánica de INETER. Se recomienda su adopción por las municipalidades así como por las empresas privadas e instituciones de educación superior relacionadas con el área de la geografía. EL SNC se fundamenta en el Sistema de Coordenadas WGS84, el que se define a continuación:

#### Sistema de Coordenadas WGS84

El Sistema de Coordenadas WGS84, es un Sistema de Referencia Terrestre Convencional (CTRS). La definición de este sistema de coordenadas sigue los criterios trazados en la Nota Técnica 21 del IERS (International Earth Rotation Service), del año 1996.

#### Descripción:

- Geocéntrico, el centro de masa es definido por la totalidad de la tierra incluyendo los océanos y la atmósfera. Su orientación fue dada inicialmente por el Bureau International de l'Heure (BIH), orientación de 1984.0.
- Eje X: intersección del Meridiano de Referencia (IRM) y el plano que pasa a través del origen, normal al eje Z. El IRM es coincidente con el Meridiano Cero del BIH, época 1984.0, con una incertidumbre de 0,005".
- Eje Y: completa la regla de la mano derecha, sistema de coordenadas ortogonal de Tierra Centrada y Fija (ECEF).

El origen del Sistema de Coordenadas WGS-84, sirve también como centro geométrico del elipsoide WGS-84, y el eje Z sirve como eje de rotación del elipsoide de revolución.

|   |          |  |
|---|----------|--|
| Semieje mayor                             | a        | 6 378 137 m  |
| Velocidad angular                         | $\omega$ | $7\ 292\ 115 \times 10^{-11}$ rad/seg                      |
| Constante gravitacional geocéntrica       | GM       | $3\ 986\ 005 \times 10^8$ m <sup>3</sup> /seg <sup>2</sup> |
| Semieje menor                             | b        | 6356752.3142 m   |
| Primera excentricidad                     | e        | $8.1819190842622 \times 10^{-2}$                           |
| Primera excentricidad al cuadrado         | $e^2$    | $6.69437999014 \times 10^{-3}$                             |
| Segunda excentricidad                     | $e'$     | $8.2094437949696 \times 10^{-2}$                           |
| Segunda excentricidad al cuadrado         | $e'^2$   | $6.73949674228 \times 10^{-3}$                             |
| Excentricidad lineal                      | E        | $5.2185400842339 \times 10^5$                              |
| Radio polar                               | c        | 6399593.6258 m   |
| Radio medio                               | R1       | 6371008.7714 m   |
| Radio de la esfera de la misma superficie | R2       | 6371007.1809 m   |
| Radio de la esfera del mismo volumen      | R3       | 6371000.7900 m   |

## Geodesia horizontal y vertical

Los levantamientos geodésicos horizontales; son aquellos que comprenden un conjunto de mediciones efectuadas en el campo, cuyo objetivo consiste en determinar las coordenadas geodésicas horizontales de puntos situados sobre la superficie terrestre. Los levantamientos geodésicos verticales comprenderán todas aquellas operaciones de campo dirigidas a determinar la distancia vertical que existe entre puntos situados sobre o cerca de la superficie terrestre y el nivel de referencia o Datum vertical seleccionado.

La posición horizontal de un punto se representa por la latitud geodésica (B), definida como el ángulo formado por la normal al elipsoide que pasa por el punto en cuestión y el ecuador; la longitud geodésica (L), definida por el ángulo diedro formado por el plano del meridiano de Greenwich y el plano del meridiano que contiene al punto. En el caso de los levantamientos tridimensionales se puede contar con la altura geodésica (h) la cual se define como la distancia entre el elipsoide de referencia y el punto en cuestión, medida sobre la normal al elipsoide.

En el Sistema Cartesiano Tridimensional, el origen es el centro de masa de la totalidad de la tierra, incluyendo los océanos y la atmósfera. La unidad de longitud es el metro definido por el Sistema Internacional de Unidades

## Red Geodésica Nacional Activa

La Red Geodésica Nacional Activa (RGNA), está conformada por 3 estaciones las cuales registran a intervalos de 30 segundos, durante las 24 horas del día, la información de las dos frecuencias transmitidas por los satélites de la constelación NAVSTAR que forman el sector espacial del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Tabla 2-1 Estaciones de la RGNA

|              |
|--------------|
| LOCALIZACIÓN |
| Managua      |
| Estelí       |
| Bluefields   |

### Red Geodésica Nacional Pasiva

Está constituida por vértices geodésicos distribuidos en el país, dichos vértices o estaciones están materializados sobre el terreno, mediante una placa de aluminio, cuyo centro identifica al punto, empotrada en un monolito de concreto. Las coordenadas que definen su posición han sido generadas a partir de levantamientos utilizando el Sistema de Posicionamiento Global.

### Transformación entre sistemas de referencia

Para muchas aplicaciones relacionadas con mapas, cartas, navegación e información geoespacial y cuyas coordenada son obtenidas referenciadas a Datum geodésicos locales, requieren ser transformadas al sistema WGS84.

$$\begin{aligned}\phi_{WGS\ 84} &= \phi_{Local} + \Delta\phi \\ \lambda_{WGS\ 84} &= \lambda_{Local} + \Delta\lambda \\ h_{WGS\ 84} &= h_{Local} + \Delta h\end{aligned}$$

En donde  $\Delta\phi$ ,  $\Delta\lambda$ ,  $\Delta h$  son calculadas mediante la transformación Estándar de Molodensky y cuyas formulas son:

$$\begin{aligned}\Delta\phi'' &= \{-\Delta X \sin \phi \cos \lambda - \Delta Y \sin \phi \sin \lambda + \Delta Z \cos \phi + \Delta a (R_N e_2 \sin \phi \\ &\quad \cos \phi)/a + \Delta f [R_M (a/b) + R_N (b/a)] \sin \phi \cos \phi\} \cdot [(R_M + h) \sin 1'']^{-1} \\ \Delta\lambda'' &= [-\Delta X \sin \lambda + \Delta Y \cos \lambda] \cdot [(R_N + h) \cos \phi \sin 1'']^{-1}\end{aligned}$$

$$\Delta h = \Delta X \cos \phi \cos \lambda + \Delta Y \cos \phi \sin \lambda + \Delta Z \sin \phi - \Delta a (a/R_N) + \Delta f (b/a)R_N \sin^2 \phi$$

Donde:

$\phi, \lambda, h$  = coordenadas geodésicas (elipsoide local)

$\phi$  = latitud geodésica

$\lambda$  = longitud geodésica

$h = N + H$

$h$  = altura geodésica

$N$  = altura geoidal

$H$  = altura ortométrica

$\Delta\phi$ ,  $\Delta\lambda$ ,  $\Delta h$  = correcciones para la transformación del Datum geodésico local a valores  $\phi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  WGS84. La unidades de  $\Delta\phi$  y  $\Delta\lambda$  en segundos de arco ("); las unidades de  $\Delta h$  en metros (m).

$\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  = distancias entre centros del Datum geodésico local y el Datum WGS84; correcciones a la transformación del sistema geodésico local referido al sistema cartesiano (X, Y, Z) al WGS 84 ( X, Y, Z).

a = semieje mayor del elipsoide del Datum geodésico local

b = semieje menor del elipsoide del Datum geodésico local

$b/a = 1 - f$

f = achatamiento del elipsoide del Datum geodésico local

$\Delta a$ ,  $\Delta f$  = diferencia entre semiejes y achatamiento del elipsoide del Datum geodésico local y el elipsoide del WGS 84, respectivamente

e = primera excentricidad

$e_2 = 2f - f_2$

$R_N$  = radio de curvatura en el primer vertical

$R_N = a / (1 - e_2 \sin^2 \phi)^{1/2}$

$R_M$  = radio de curvatura en el meridiano

$R_M = a(1 - e_2) / (1 - e_2 \sin^2 \phi)^{3/2}$

### Transformation Parameters Local Geodetic Datums to WGS 84

| Local Geodetic Datums  |       | Reference Ellipsoids | No. of Satellite Stations Used | Transformation Parameters |        |         |         |
|--|-------|----------------------|--------------------------------|---------------------------|--------|---------|---------|
| Name   | Code  | Name                 |                                | Pub. Date                 | DX(m)  | DY(m)   | DZ(m)   |
| NORTH AMERICAN 1927 (cont'd)   | NAS   | Clarke 1866          |                                |                           |        |         |         |
| Central América (Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras and <b>Nicaragua</b> ) | NAS-N |                      | 19                             | 1987                      | 0 ±8   | 125 ±3  | 194 ±5  |
| Cuba   | NAS-T |                      | 1                              | 1987                      | -9 ±25 | 152 ±25 | 178 ±25 |
| Greenland (Hayes Peninsula)  | NAS-U |                      | 2                              | 1987                      | 11 ±25 | 114 ±25 | 195 ±25 |
| Mexico   | NAS-L |                      | 22                             | 1987                      | -12 ±8 | 130 ±6  | 190 ±6  |
| NORTH AMERICAN 1983  | NAR   | GRS-80               |                                |                           |        |         |         |
| Alaska (Excluding Aleutian Islands)  | NAR-A |                      | 42                             | 1987                      | 0 ±2   | 0 ±2    | 0 ±2    |
| Aleutian Islands   | NAR-E |                      | 4                              | 1993                      | -2 ±5  | 0 ±2    | 4 ±5    |
| Canadá   | NAR-B |                      | 96                             | 1987                      | 0 ±2   | 0 ±2    | 0 ±2    |

## APÉNDICE C

### Definiciones de la terminología de acuerdo a ISO/TC211 (puede o no puede estar incluida en las especificaciones):

#### Definiciones

##### **Accuracy (Exactitud)**

*Proximidad de observaciones a valores verdaderos o aceptados como verdaderos.*

##### **Altitude (Altitud)**

*Altura sobre una superficie de referencia.*

*EJEMPLO – altura sobre el nivel medio del mar.*

*NOTA – La altitud es negativa solamente cuando la posición está por debajo de la superficie de referencia.*

##### **Area (Área)**

*Un término genérico para un objeto bidimensional, continuo y limitado que puede o no puede incluir su límite.*

##### **Attribute (Atributo)**

*Una propiedad que describe una característica temática, topológica, geométrica u otra característica de una entidad.*

##### **Attribute value (Valor del atributo)**

*Valor asignado al atributo de un objeto.*

##### **Code (Código)**

*Representación de una etiqueta de acuerdo a un esquema específico.*

##### **Coordinates (Coordenadas)**

*Par de números que expresan distancias horizontales a lo largo de ejes ortogonales; alternativamente, tripleta de números en la medición de distancias horizontales y verticales.*

##### **Data (Dato)**

*Representación de información en una forma conveniente y formalizada para comunicación, interpretación o procesamiento.*

##### **Data element (Elemento de dato)**

*Unidad de datos que en un contexto seguro es considerada indivisible.*

##### **Data quality element (Elemento de calidad de datos)**

*Componente de la calidad de un “conjunto de datos” documentando información cuantitativa.*

*NOTA – La aplicabilidad de un elemento calidad de dato a un “conjunto de datos” depende del contenido del “conjunto de datos” y su especificación del producto; todos los elementos calidad de datos no son aplicables a todos los “conjuntos de datos”.*

##### **Dataset (“Conjunto de datos”)**

*Colección identificable de datos relacionados entre sí.*

*NOTA – Un “conjunto de datos” puede ser una agrupación muy pequeña de datos, la cual aunque limitada por algunas restricciones tales como tipos de objetos o extensiones espaciales está localizada físicamente dentro de un “conjunto de datos” mucho mayor. Teóricamente, un “conjunto de datos” puede ser tan pequeño como un objeto sencillo o el atributo de un objeto contenido dentro de un “conjunto de datos” mucho más grande.*

**Data structure (Estructura de datos)**

Un formato de computadora usado para almacenamiento, acceso, transferencia y copiado de datos.

**Data transfer (Transferencia de datos)**

Mover datos de un punto a otro sobre un medio.

NOTA – Transferir información significa transferencia de datos.

**Edge (Borde)**

Primitiva topológica unidimensional.

**Elevation (Elevación)**

Altura de un punto de la tierra sobre una superficie de referencia.

EJEMPLO – Altura de un punto de la tierra sobre el nivel medio del mar.

NOTA – La elevación es negativa solamente cuando la posición está por debajo de la superficie de referencia.

**Entity(Entidad)**

1. Representación de una colección de elementos de datos en un esquema conceptual.

2. Clase de objetos con propiedades comunes.

**Entity attribute (Atributo de la entidad)**

Descripción de un elemento de una entidad.

**Face (Cara, espacio)**

Primitiva topológica bidimensional.

**Feature (Objeto)**

Representación de un fenómeno del mundo real.

**Feature attribute (Atributo del objeto)**

Un rasgo esencial, calidad o característica de un objeto geográfico específico.

**Feature catalogue (Catálogo de objetos)**

Definición y descripción de los tipos de objeto, funciones, atributos y relaciones entre los mismos que ocurren en uno o más conjuntos de datos geográficos.

**Feature element (Elemento del objeto)**

Parte de un objeto geográfico que puede ser identificado y tratado por separado.

**Geographic data (Dato geográfico)**

Dato con referencia explícita o implícita de una ubicación relativa a la tierra.

**Geographic feature (Objeto geográfico)**

Representación de un fenómeno del mundo real asociado con una ubicación relativa a la tierra.

**Grid (Rejilla)**

Un conjunto de puntos ordenados en un patrón que forma una teselación regular o casi regular de una superficie. (Teselación: patrón de figuras que cubre una superficie sin traslaparse a sí mismas. Ejemplo: el adoquinado de una calle).

**Grid cell (Celda de la rejilla)**

Un objeto bidimensional que representa el dato del elemento más pequeño de una rejilla.

**Grid coordinate system (Sistema de coordenadas de cuadrícula)**

Sistema de posicionamiento en un plano, que se deriva de un sistema de proyección matemática de puntos en un datum geodésico específico a ese plano.

**Level (Nivel)**

Colección de datos físicamente localizados dentro de un “conjunto de datos”, los cuales comparten uno o más tipos de objetos comunes o atributos de un objeto.

NOTA – El nivel puede ser extendido hacia arriba para incluir el “conjunto de datos” completo o las series de “conjunto de datos” a las cuales pertenece.

NOTA – Si se consideran independientemente y luego se comparan, los componentes individuales de los datos de un nivel muy probablemente tendrían resultados de calidad idénticos o similares.

**Line (Línea)**

Un término genérico para un objeto unidimensional.

**Metadata (Metadato)**

Dato para descripción y documentación de datos.



NOTA – Los metadatos para datos geográficos típicamente proveen información relativa a su identificación, extensión, calidad, esquema temporal y espacial, referencia espacial, y distribución.

**ata element (Elemento de metadato)**

Unidad de metadatos para la cual la definición, identificación, representación y valores permisibles están especificados por medio de un conjunto de atributos.

**Metadata entity type (Tipo de entidad del metadato)**

Colección de elementos de metadatos similares.

NOTA – Un tipo de entidad de metadatos puede incluir otros tipos de entidades de metadatos.

**Model (Modelo)**

Una representación generalmente en miniatura, la cual sirve como una copia de alguna cosa.

**Node (Nodo)**

Primitiva topológica sin dimensiones.

**Punto)**

Primitiva geométrica sin dimensiones.

**Primitive (Primitiva)**

Componente espacial más pequeño del cual están compuestos todos los objetos.

EJEMPLO – Hay 3 primitivas geométricas (nodos, bordes y caras o espacios) y una primitiva cartográfico (texto).

**Product (Producto)**

Un “conjunto de datos” completamente especificado y constituido de un conjunto de perfiles; específicamente incluyendo el esquema, metadato, información de la calidad, sistema de referencia, primitivos estructurales y codificación.

**Product specification (Especificación del producto)**

Descripción del universo abstracto y una especificación para la cartografía del universo abstracto de un “conjunto de datos”.

**Quality (Calidad)**

1. La totalidad de características de un producto que satisfacen estados y necesidades implícitas.
2. Una característica específica necesaria cuyo alcance satisface el uso de datos cartográficos.

**Raster (Trama)**

Una o más capas traslapadas por la misma rejilla o imagen digital

**Raster data (Dato de trama)**

Dato representado en un arreglo espacial regular.

**Raster map (Mapa de trama)**

Mapa de datos basado en un modelo de datos de trama.

**Resolution (Resolución)**

La diferencia mínima entre dos valores calculados o independientemente medidos, los cuales pueden ser obtenidos por la medida o método analítico usado o considerado.

**Ring (Anillo)**

Conjunto ordenado de bordes interconectados formando un elemento unidimensional cerrado que no se intercepta a si mismo y que está limitado por una superficie.

**Scene (Escena)**

Primitivo geométrico que consiste en una parte limitada de una rejilla específica.

**Schema (Esquema)**

La descripción o modelo global de la estructura natural de datos.

**Section (Sección)**

Subconjunto de metadatos que definen una colección de metadatos relacionados.

**Spatial attribute (Atributo espacial)**

Atributo del objeto que es una característica espacial de un objeto geográfico.

NOTA – Los atributos espaciales de un objeto geográfico son características tales como su posición, tamaño y forma.

**Spatial coordinate system (Sistema de coordenadas espaciales)**

Un sistema que provee primitivos numéricos básicos para describir las dimensiones elementales del espacio, que son largo, ancho y alto.

**Spatial object (Objeto espacial)**

Una colección de primitivos espaciales que representan las características espaciales de un objeto geográfico.

**Spatial reference (Referencia espacial)**

*Etiqueta o geocódigo que identifica una ocurrencia de una unidad espacial.*

**Spatial unit (Unidad Espacial)**

1. Clase de objetos que representa la posición espacial indirecta de otros objetos.
2. Sub-división de un área de acuerdo a valores de una propiedad particular.

**Surface (Superficie)**

*Un término genérico para la representación de una superficie de terreno fractal (dos dimensiones y media), continua y limitada usando áreas interconectadas.*

**Table (Tabla)**

*Un arreglo ordinario de datos, especialmente uno en el cual el dato está ordenado en una forma rectangular de filas y columnas.*

**Topology (Topología)**

*Se refiere a las propiedades de formas geométricas que permanecen invariantes cuando las formas son transformadas o deformadas por flexión, estiramiento o contracción.*

*NOTA – Entre las propiedades topológicas concernientes a la información geográfica están: conectividad, orden y vecindad.*

**Vector data (Dato Vectorial)**

*Dato representado por primitivos geométricos.*

**Vector map (Mapa vectorial)**

*Mapa de datos basado en la teoría de gráficos de modelos de datos.*