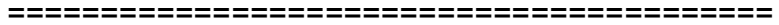


NORMA INTERNACIONAL

ISO
19111

Primera
15-02-2003



Información geográfica
Sistemas de referencia espaciales por
coordenadas

Número de la referencia
ISO 19111:2003(E)

ISO 19111:2003(E)

Prefacio

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de grupos de normas nacionales (grupos ISO miembros). El trabajo de preparar Normas Internacionales suele ser llevado a cabo por los comités técnicos. Cada miembro del grupo interesado en una materia para la cual un comité técnico se ha establecido, tiene el derecho de ser representado en ese comité. Organizaciones Internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, en coordinación con ISO, también toman parte en el trabajo. ISO colabora conjuntamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas aquellas materias de normalización electrotécnica.

La Normas Internacionales están redactadas de acuerdo a las reglas dadas en las Directiva ISO/IEC, parte 2.

La principal tarea de los comités técnicos es preparar Normas Internacionales. Los borradores de Normas Internacionales adoptadas por los comités técnicos se hacen circular por los grupos miembros para su votación. La publicación como una Norma Internacional requiere la aprobación de al menos el 75% de los votos de los miembros.

Hay que llamar la atención de la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento pueden ser materia de derechos de patente. ISO no será responsable de la identificación de alguno o todos de estos derechos de patente.

ISO 19111 se ha preparado por el Comité Técnico ISO/TC 211, Información Geográfica/Geomática.

Introducción

La información geográfica contiene referencias espaciales que relacionan las características representadas en los datos con la posición en el mundo real. Las referencias espaciales se engloban en dos categorías:

- aquellas que usan coordenadas;
- aquellas basadas en identificadores geográficos

Esta Norma Internacional trata sólo de la referenciación espacial por coordenadas. La referenciación espacial por identificadores geográficos es materia de la ISO 19112, *Información Geográfica – Referenciación espacial por identificadores geográficos*.

Las coordenadas son inequívocas sólo cuando el sistema de referencia de coordenadas al cual esas coordenadas están referidas, se ha definido completamente. Un sistema de referencia es un sistema de coordenadas que está referido a la Tierra. Esta Norma Internacional describe los elementos que son necesarios para definir completamente varios tipos de sistemas de coordenadas y sistemas de referencia de coordenadas aplicables a la información geográfica. El subconjunto de elementos requerido depende parcialmente del tipo de coordenadas. Esta Norma Internacional también incluye campos opcionales para permitir la inclusión de información no esencial sobre sistemas de referencia de coordenadas. Los elementos se intenta que sean leíbles tanto por máquinas como por humanos. Un conjunto de coordenadas en el mismo sistema de referencia de coordenadas requiere una descripción del sistema de referencia de coordenadas.

Además, para describir un sistema de referencia de coordenadas, esta Norma Internacional proporciona la descripción de una transformación de coordenadas o de una conversión de coordenadas entre dos sistemas de referencia de coordenadas distintos. Con tal información, los datos geográficos referidos a distintos sistemas de referencia de coordenadas pueden ser combinados para su manejo integrado. Alternativamente, se puede mantener una vía de revisión de sistema de referencia de coordenadas.

Información geográfica – Referenciación espacial por coordenadas.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Internacional define el esquema conceptual para la descripción de la referenciación espacial por coordenadas. Describe el mínimo de datos necesarios para definir sistemas de referencia de coordenadas de una, dos y tres dimensiones. Permite proporcionar información descriptiva adicional. También describe la información requerida para cambiar valores de coordenadas de un sistema de referencia de coordenadas a otro.

Esta Norma Internacional es aplicable a productores y usuarios de información geográfica. Aunque es aplicable a datos geográficos digitales, sus principios pueden ser extendidos a otras muchas formas de datos geográficos tales como mapas, tablas y documentos de texto.

2 Requisitos de conformidad

Esta Norma Internacional define dos tipos de conformidad, la Clase A para la conformidad de sistemas de referencia de coordenadas y la Clase B para operaciones de coordenadas entre dos sistemas de referencia de coordenadas. Cualquier sistema de coordenadas que pida la conformidad con esta Norma Internacional deberá satisfacer los requisitos dados en el Anexo A, Cláusula A.1. Cualquier operación de coordenadas que pida la conformidad con esta Norma Internacional deberá satisfacer los requisitos dados en el Anexo A, Cláusula A.2.

3 Normas para consulta

Los siguientes documentos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias fechadas, se aplicará sólo la edición citada. Para las referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

ISO 1000, *Unidades SI y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y de ciertas otras unidades*.

ISO/TS 19103:-1), *Información geográfica – Esquema conceptual de lenguaje*.

ISO 19113:2002, *Información geográfica – Principios de calidad*.

ISO 19114:-1), *Información geográfica – Procedimientos de evaluación de la calidad*.

4 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones.

4.1

Sistema de coordenadas cartesianas

sistema de coordenadas que da la posición de puntos respecto de n ejes mutuamente perpendiculares.

1) Se publicará.

NOTA n es 1, 2 ó 3 para los fines de esta Norma Internacional.

4.2

sistema de referencia de coordenadas compuesto

Sistema de referencia de coordenadas que usa otros dos sistemas de referencia de coordenadas independientes para describir una posición.

EJEMPLO: Un sistema de referencia de coordenadas basado en sistemas de coordenadas bi o tri-dimensionales y otro sistema de referencia de coordenadas basado en un sistema de altitudes relacionado con a la gravedad.

4.3

coordenada

cualquiera de los n números de una secuencia que designa la posición de un punto en un sistema n -dimensional.

NOTA 1 En un sistema de referencia de coordenadas, los números deben ser dados con unidades.

NOTA 2 Una operación con coordenadas se realiza con las coordenadas en un sistema fuente que produce las coordenadas en el sistema objetivo.

4.4

conversión de coordenadas

cambio de **coordenadas** basado en una relación uno a uno, desde un **sistema de coordenadas** a otro basado en el mismo **datum**

EJEMPLO Entre sistemas de coordenadas geodésicas y cartesianas, o entre coordenadas geodésicas y coordenadas proyectadas, o cambios de unidades tales como de radianes a grados o de pies a metros.

NOTA Una conversión de coordenadas usa parámetros que tienen valores constantes.

4.5

operación de coordenadas

cambio de **coordenadas**, basado en una relación uno a uno, desde un **sistema de referencia de coordenadas** a otro

NOTA Supertipo de transformación de coordenadas y conversión de coordenadas.

4.6

sistema de referencia de coordenadas

sistema de coordenadas que está referido al mundo real a través de un **datum**.

NOTA Para datums geodésicos y verticales, estarán referidos a la Tierra.

4.7

sistema de coordenadas

conjunto de reglas matemáticas que especifican cómo las **coordenadas** deben ser asignadas a los puntos.

4.8

transformación de coordenadas

cambio de **coordenadas** desde un **sistema de referencia de coordenadas** a otro **sistema de referencia de coordenadas** basado en un **datum** diferente a través de una relación uno a uno.

NOTA Una transformación de coordenadas usa parámetros obtenidos empíricamente a partir de un conjunto de puntos con coordenadas conocidas en ambos sistemas de referencia de coordenadas

4.9

datum

parámetro o conjunto de parámetros que sirven como referencia o base para el cálculo de otros parámetros.

NOTA Un datum define la posición del origen, la escala y la orientación de los ejes del sistema de coordenadas.

4.10

este

E

distancia en un **sistema de coordenadas**, hacia el este (positivo) o hacia el oeste (negativo) desde una línea norte-sur de referencia.

4.11

elipsoide

Superficie engendrada por la rotación de una elipse alrededor de un eje principal.

NOTA En esta Norma Internacional, los elipsoides son siempre achatados, esto significa que el eje de rotación es siempre el eje menor.

4.12

altitud elipsóidica

altitud geodésica

h

Distancia a un punto desde el **elipsoide** medida a lo largo de la normal al **elipsoide** por este punto positiva si es ascendente o el punto está fuera del **elipsoide**.

NOTA Sólo se usa como parte de un sistema de coordenadas geodésicas tridimensional y nunca en sí misma.

4.13

datum para ingeniería

datum local

datum que describe la relación de un **sistema de coordenadas** con una referencia local.

NOTA Los datums para ingeniería excluyen tanto los datums geodésicos como los verticales.

EJEMPLO Un sistema para identificar posiciones relativas a pocos kilómetros del punto de referencia.

4.14

aplanamiento

f

razón de la diferencia entre el **semieje mayor** (a) y el **semieje menor** (b) de un elipsoide al **semieje mayor**: $f = (a-b)/a$

NOTA A veces se da la inversa del aplanamiento $1/f = a/(a-b)$ en lugar del aplanamiento; $1/f$ es también conocida como aplanamiento recíproco.

4.15

sistema de coordenadas geodésicas

sistema de coordenadas elipsóidicas

sistema de coordenadas en el que la posición es especificada, por la **latitud geodésica**, la **longitud geodésica** y (en los casos tridimensionales) la **altitud elipsóidica**.

4.16

datum geodésico

datum que describe la relación de un **sistema de coordenadas** con la Tierra.

NOTA En la mayoría de los casos, el datum geodésico incluye una definición de elipsoide.

4.17

latitud geodésica

latitud elipsóidica

φ

ángulo que forma el plano ecuatorial con la perpendicular al **elipsoide** desde un punto dado, se toma positiva hacia el norte.

4.18

longitud geodésica

longitud elipsóidica

λ

ángulo que forma el plano **meridiano** principal con el plano **meridiano** de un punto dado, se toma positiva hacia el este.

4.19

geoide

superficie de nivel que mejor ajusta el nivel medio del mar local o globalmente

NOTA “Superficie de nivel” significa una superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que es perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad.

4.20

altitud relacionada con la gravedad

H

Altitud que depende del campo de gravedad terrestre

NOTA En particular, altitud ortométrica o altitud normal, que son ambas aproximaciones de la distancia de un punto al nivel medio del mar

4.21

meridiano de Greenwich

meridiano que pasa por la posición del Círculo Meridiano de Airy en el Real Observatorio de Greenwich, Reino Unido

NOTA Muchos datums geodésicos usan el meridiano de Greenwich como meridiano principal. Su posición precisa difiere poco entre distintos datums.

4.22

altitud

h, H

distancia a un punto desde una superficie de referencia elegida a lo largo de una normal a esa superficie

NOTA Véase altitud elipsóidica y altitud relacionada con la gravedad

NOTA La altitud de un punto de fuera de la superficie se trata como positiva, a la altitud negativa también se la llama profundidad.

4.23

proyección cartográfica

conversión de coordenadas desde un sistema de coordenadas geodésicas a uno plano

4.24

nivel medio del mar

nivel medio de la superficie del mar sobre todos los periodos de marea y variaciones estacionales.

NOTA Nivel del mar en un contexto local normalmente significa el nivel medio del mar en la región, calculado a partir de las observaciones en uno o más puntos en un periodo de tiempo dado. El nivel medio del mar en un contexto global difiere del geoide pero no más de 2m.

4.25

meridiano

intersección de un **elipsoide** por un plano que contiene el **semieje menor** del **elipsoide**

NOTA Este término se usa a menudo para el arco que va de un polo al otro polo más que la figura completa cerrada.

4.26

norte

N

distancia en un **sistema de coordenadas**, hacia el norte (positivo) o hacia el sur (negativo) desde una línea de referencia este-oeste.

4.27

sistema de coordenadas polares

sistema de coordenadas en el que la posición está definida por la dirección y la distancia desde el origen

NOTA En tres dimensiones también se llama sistema de coordenadas esféricas.

4.28

meridiano principal

meridiano cero

meridiano desde el cual se cuantifican las longitudes de los otros **meridianos**

4.29**sistema de coordenadas de una proyección**

sistema de coordenadas bi-dimensional resultante de una proyección cartográfica

4.30**semieje mayor***a*

radio más largo de un **elipsoide**

NOTA

Para un elipsoide que represente a la Tierra, este es el radio del ecuador.

4.31**semieje menor***b*

radio más corto de un **elipsoide**

NOTA

Para un elipsoide que represente a la Tierra, es la distancia desde el centro del elipsoide a cualquiera de los polos.

4.32**referencia espacial**

descripción de la posición en el mundo real

NOTA

Esto puede tomar la forma de una etiqueta, código o conjunto de coordenadas

4.33**datum vertical**

datum que describe la relación de las **altitudes** relacionadas con la gravedad con la Tierra

NOTA

En la mayoría de los casos los datums verticales estarán referidos a un nivel medio del mar basado en observaciones del nivel de agua en un largo periodo de tiempo. Las altitudes elipsóidicas son tratadas como relativas a un sistema de coordenadas elipsóidico tridimensional referido a un datum geodésico. Los datums verticales incluyen datums de sondeos (usados para fines hidrográficos), en cuyo caso las altitudes pueden ser negativas o profundidades.

5 Convenios**5.1 Símbolos y términos abreviados**

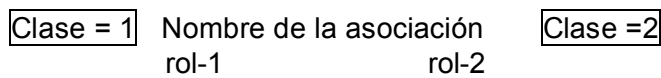
<i>a</i>	semieje mayor
<i>b</i>	semieje menor
CCRS	sistema de referencia de coordenadas compuesto
<i>E</i>	este
<i>h</i>	altitud elipsóidica
<i>N</i>	norte
SC	Referenciación espacial por coordenadas
SI	Sistema Internacional de Unidades
UML	Lenguaje Unificado de Modelado
λ	longitud geodésica

φ	latitud geodésica
x, y, z	Coordenadas cartesianas en un datum geodésico
i, j, k	Coordenadas cartesianas en un datum para ingeniería
r, Ω, θ	Coordenadas esféricas polares

5.2 Notación UML

Los diagramas que aparecen en esta Norma Internacional se presentan usando el diagrama de estructura estática Lenguaje Unificado de Modelado (UML) con las definiciones de tipo básico del lenguaje de definición de interfaces (IDL) ISO y el Lenguaje de Restricción de Objetos (OCL) UML como lenguaje de esquema conceptual. Las notaciones UML usadas en esta Norma Internacional se describen en la Figura 1.

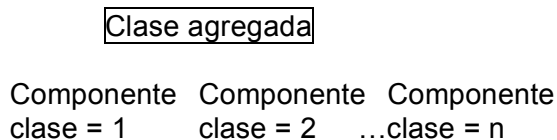
Asociación entre clases



Asociación de cardinalidad

1	<u>Clase</u>	Exactamente uno	1,,*	<u>Clase</u>	Uno o mas
0..*	<u>Clase</u>	Cero o más	n	<u>Clase</u>	Número específico
0..1	<u>Clase</u>	Opcional (cero o uno)			

Agregación entre clases



Sucesión de clases (subtipos de clases)

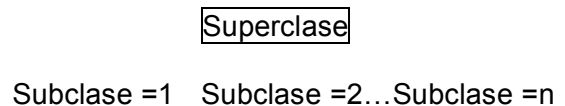


Figura 1 – Notación UML

6 Definición del esquema conceptual para sistemas de referencia de coordenadas

6.1 Introducción

La localización o posición sobre o cerca de la superficie de la Tierra pueden describirse usando coordenadas. Las coordenadas son inequívocas sólo cuando el sistema de referencia de coordenadas al cual están referidas estas coordenadas se ha definido completamente. Cada posición debe ser descrita por un conjunto de coordenadas en un sistema de referencia de coordenadas.

Las coordenadas dadas en un conjunto de datos deben pertenecer al mismo sistema de referencia de coordenadas. Una descripción de este sistema de referencia de coordenadas debe darse con el conjunto de datos. Los datos coordenada deben estar acompañados de información suficiente para hacer las coordenadas inequívocas. Esta información varía con el tipo de sistema de coordenadas y con el tipo de datum.

En las cláusulas siguientes los atributos se dan en una lista de requisitos.

Requisito	Definición	Comentario
M	Obligatorio	Este atributo debe darse.
C	Condicional	Este atributo debe darse si la condición (dada en la descripción del atributo) es verdadera. Puede darse si la condición es falsa.
O	Opcional	Este atributo puede darse.

La columna Máxima Ocurrencia en las siguientes tablas indica el máximo número de ocurrencias de valores atributos que son permitidos, con N indicando que no hay límite superior. El esquema conceptual para describir sistemas de referencia de coordenadas está modelado con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) en el Anexo B. En caso de inconsistencia entre la descripción textual de los metadatos y el modelo UML (re: Anexo B), la descripción textual debe prevalecer. Los tipos de datos básicos están definidos en la ISO/TS 19103.

6.2 Sistema de referencia de coordenadas

6.2.1 Tipos de sistemas de referencia de coordenadas.

Un sistema de referencia de coordenadas puede ser simple o compuesto. Un sistema de coordenadas simple está definido en 6.2.2 y un sistema de coordenadas compuesto está definido en 6.2.3. Los requisitos para la descripción del tipo de sistema de referencia de coordenadas deben estar en concordancia con la Tabla 1.

Tabla 1 – Requisitos para la descripción del tipo de sistema de referencia de coordenadas

Nombre del elemento	Identificado or UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Código del tipo de sistema de referencia de coordenadas	Código tipo	Código o tipo _SC	M	1	El código denota el tipo de sistema de referencia de coordenadas: 1-- sistema de referencia de coordenadas simple. 2—sistema de referencia de coordenadas compuesto
Notas sobre el sistema de referencia de coordenadas	Notas	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios sobre el sistema de referencia de coordenadas incluyendo información de la fuente.

Para determinar si el sistema de referencia de coordenadas es simple o compuesto, puede usarse el árbol de decisión 1 del Anexo C (véase Figura C.1).

6.2.2 Sistema de referencia de coordenadas simple.

La posición de un fenómeno puede darse por un conjunto de coordenadas. Las coordenadas son inequívocas si el sistema de referencia de coordenadas al cual están referidas esas coordenadas está completamente definido.

Un sistema de referencia de coordenadas está materializado por un conjunto de coordenadas. La materialización a veces es conocida como marco de referencia.

Un sistema de referencia de coordenadas debe estar definido por un datum y por un sistema de coordenadas; véase Figura 2.

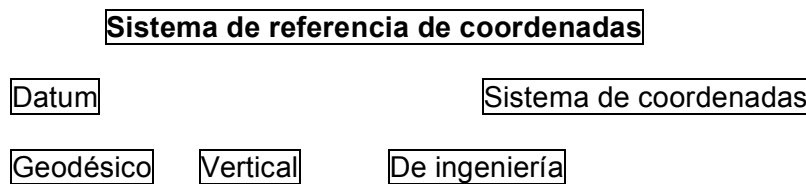


Figura 2 – Sistema de referencia de coordenadas

Para los fines de esta Norma Internacional, un sistema de referencia de coordenadas no debe cambiar con el tiempo. Cuando un marco de referencia cambia con el tiempo, debe crearse un nuevo datum y un nuevo sistema de referencia de coordenadas, con la fecha de realización del datum y del sistema de referencia de coordenadas incluidos en sus nombres o identificadores.

Los requisitos para la descripción de un sistema de referencia de coordenadas deben estar en concordancia con la Tabla 2.

Tabla 2 – Requisitos para la descripción de un sistema de referencia de coordenadas.

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
identificador del sistema de referencia de coordenadas	CRSID	Identificador_RS	M	1	Identificador del sistema de referencia de coordenadas.
Alias del sistema de referencia de coordenadas	alias	Cadena de caracteres	O	N	Nombre o identificador alternativo por el cual se conoce este sistema de referencia de coordenadas.
Área válida del sistema de referencia de coordenadas	área válida	Extensión_EX	O	1	Área para la cual es válido el sistema de referencia de coordenadas.
Ámbito del	ámbito	Cadena de	O	N	Aplicación

sistema de referencia de coordenadas		caracteres			para la cual el sistema de referencia de coordenadas es válido.
--------------------------------------	--	------------	--	--	---

6.2.3 Sistema de referencia de coordenadas compuesto

Las componentes horizontales y vertical de una descripción de la posición en tres dimensiones pueden a veces venir de sistemas de referencia de coordenadas distintos en vez de a través de un sistema de referencia de coordenadas simple tridimensional. Este es siempre el caso de las posiciones donde las coordenadas verticales están referidas al nivel medio del mar. Esto debe manejarse a través de un sistema de referencia compuesto (CCRS) que identifique los dos sistemas de referencia utilizados, véase Figura 3. Los datums verticales y las altitudes relacionadas con la gravedad son ejemplos de datum y de sistemas de coordenadas para el sistema de referencia de coordenadas 2.

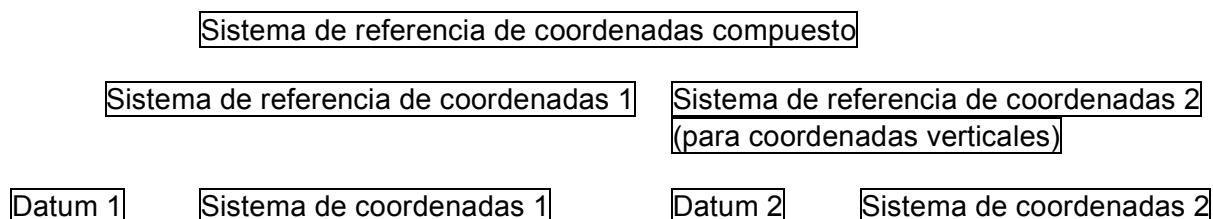


Figura 3 – Sistema de referencia de coordenadas compuesto.

Los requisitos para la descripción de un sistema de referencia de coordenadas compuesto deben estar en concordancia con la Tabla 3. Cada uno de los dos sistemas de referencia de coordenadas debe entonces describirse de la forma normal.

El identificador del sistema de referencia de coordenadas compuesto puede ser una concatenación de los identificadores de los sistemas de referencia de coordenadas componentes.

Tabla 3 – Requisitos para la descripción de un sistema de referencia de coordenadas compuesto.

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Identificador del sistema de referencia de coordenadas compuesto	CCRSID	Identificador_RS	O	1	Identificador del sistema de referencia de coordenadas compuesto.
Alias del sistema de referencia de coordenadas compuesto	alias	Cadena de caracteres	O	N	Nombre o identificador alternativo por el cual se conoce este sistema de referencia de

					coordenadas compuesto.
Área válida del sistema de referencia de coordenadas compuesto	Área válida	Extensión_EX	O	1	Área para la cual el sistema de referencia de coordenadas compuesto es válido.
Ámbito del sistema de referencia de coordenadas compuesto	ámbito	Cadena de caracteres	O	N	Aplicación para la cual el sistema de referencia de coordenadas es válido.

6.3 Datum

6.3.1 Tipos de datum

Un datum es geodésico, vertical, o para la ingeniería. Un datum geodésico da la relación de un sistema de coordenadas con la Tierra, y se usa como base para sistemas bi o tridimensionales. En la mayoría de los casos, esto debe requerir la definición de un elipsoide. Un datum vertical da la relación entre las altitudes relacionadas con la gravedad y una superficie conocida como geoide. El geoide es una superficie cercana al nivel medio del mar. En esta Norma Internacional, un datum debe ser para la ingeniería si no es ni geodésico ni vertical.

Para fines de información geográfica es necesario identificar un datum, pero la definición de datum en si misma es opcional.

Si el tipo de sistema de referencia de coordenadas no se conoce, se puede usar el árbol de decisión 2 del Anexo C para la determinación del tipo de datum (véase Figura C.2).

6.3.2 Descripción del datum

Si el sistema de referencia de coordenadas mencionado no viene dado, entonces debe darse una descripción del datum en concordancia con la Tabla 4.

Tabla 4 – Requisitos para la descripción de un datum

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Identificador del datum	datumID	Identificador_RS	M	1	Identificador del datum
Alias del datum	alias	Cadena de caracteres	O	N	Nombre o identificador alternativo por el cual se conoce el datum
Tipo de datum	tipo	Cadena de caracteres	O	1	Tipo de datum. Valores

					válidos: - geodésico - vertical - para ingeniería
Punto de anclaje del datum	punto	Cadena de caracteres	O	1	Descripción que incluye las coordenadas de los puntos usados para anclar el datum a la Tierra.
Época de realización	Época de realización	Fecha	O	1	Fecha de realización del datum.
Área válida del datum	Área válida	Extensión_EX	O	1	Área para la cual el datum es válido.
Ámbito del datum	ámbito	Cadena de caracteres	O	N	Aplicación para la cual datum es válido.
Notas del datum	notas	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios sobre el datum incluyendo fuentes de información.

Cuando el tipo de datum es geodésico, entonces el meridiano principal y los atributos del elipsoide según se describen abajo, deben ser obligatorios independientemente de si un valor para un tipo de datum se ha dado o no.

6.3.3 Meridiano principal

Un meridiano principal define el origen desde el cual se especifican los valores de las longitudes. La mayoría de los datums geodésicos usan el meridiano de Greenwich como meridiano principal.

La descripción del meridiano principal debe ser obligatoria si el tipo de datum es geodésico y su meridiano principal no es Greenwich y si no se dan ni mención del sistema de referencia ni mención del datum.

Los requisitos para describir un meridiano principal deben estar en concordancia con la Tabla 5.

Tabla 5—Requisitos para la descripción del meridiano principal

Nombre del	Identificador	Tipo de dato	Obligación	Máxima	Descripción
------------	---------------	--------------	------------	--------	-------------

elemento	UML			ocurrencia	
Identificador del meridiano principal	meridianoID	Identificador_RS	M	1	Identificador del meridiano principal.
Longitud del meridiano principal respecto de Greenwich	Longitud respecto de Greenwich	Ángulo	M	1	Longitud del meridiano principal medida desde el meridiano de Greenwich, positiva hacia el este. Si el tipo de datum es geodésico y el nombre del meridiano principal no viene dado entonces se toma "Greenwich" como nombre del meridiano principal, y su longitud se toma "0"
Nota del meridiano principal	Nota	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios sobre el meridiano principal incluyendo fuentes de información.

6.3.4 Elipsoide

La descripción de un elipsoide no se requiere si el tipo de datum es

- a) vertical
- b) para la ingeniería, o
- c) geodésico,

y se aplica alguna de las siguientes circunstancias:

- la mención del sistema de referencia de coordenadas viene dada;
- la mención del datum viene dada;
- el tipo de sistema de coordenadas es Cartesiano.

Los requisitos para describir un elipsoide deben estar en concordancia con la Tabla 6.

Tabla 6 – Requisitos para describir un elipsoide

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Identificador del elipsoide	elipsoideID	Identificador_RS	M	1	Identificador del elipsoide para el datum
Alias del elipsoide	alias	Cadena de caracteres	O	N	Nombre o nombres alternativos del elipsoide.
Semieje mayor del elipsoide	Semieje mayor	Longitud	M	1	Longitud del semieje mayor del elipsoide.
Forma del elipsoide	Forma del elipsoide	booleano	M	1	Booleano = VERDADERO cuando la superficie de referencia es un elipsoide. FALSO cuando la superficie de referencia es una esfera.
Inverso del aplanamiento del elipsoide.	Inverso del aplanamiento	Inverso del aplanamiento_SC	C	1	Inverso del aplanamiento del elipsoide. Adimensional. Condición 1 (cd 1): Obligatorio si la forma del elipsoide es verdadera.
Notas del elipsoide	notas	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios o información acerca del elipsoide.

6.4 Sistema de coordenadas

Un sistema de coordenadas se describe por un nombre, las unidades, la dirección y la secuencia de ejes. Las coordenadas en un conjunto están listadas de acuerdo con esta secuencia. Las coordenadas basadas en un sistema de referencia de coordenadas proyectado son el resultado de una conversión de coordenadas la cual está descrita en 6.5.

La descripción del sistema de coordenadas debe ser obligatoria si la mención del sistema de referencia de coordenadas no viene dada.

Los requisitos para describir un sistema de coordenadas deben estar en concordancia con las tablas 7 y 8.

Tabla 7 – Requisitos para describir un sistema de coordenadas

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Identificador del sistema de coordenadas	CSID	Identificador_RS	M	1	Identificador del sistema de coordenadas.
Tipo de sistema de coordenadas	Tipo	Tipo de sistema de coordenadas_SC	M	1	Tipo de sistema de coordenadas. Las entradas más comúnmente usadas son: - cartesiano - geodésico - proyectado - polar - relacionado con la gravedad
Dimensión del sistema de coordenadas	dimensión	entero	M	1	Número de coordenadas {3,2,1} en el conjunto.
Notas del sistema de coordenadas	notas	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios o información acerca del sistema de coordenadas

Cada eje del sistema de coordenadas debe ser descrito, el orden de la descripción de cada eje sigue el orden de coordenadas en el conjunto de datos. Los elementos de cada eje del sistema de coordenadas, como se describen en la Tabla 8, deben ser mantenidos juntos (como en un bloque de datos), y el número de cada bloque de datos debe ser igual al valor proporcionado para la dimensión del sistema de coordenadas en Tabla 7.

Tabla 8 – Requisitos para describir un sistema de coordenadas

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Nombre de los ejes del sistema de coordenadas	Nombre de los ejes	Cadena de caracteres	M	1	Nombre de los ejes del sistema de coordenadas.
Dirección de los ejes del sistema de	Dirección de los eje	Cadena de caracteres	M	1	Dirección de los ejes del sistema de coordenadas

coordenadas					(o, en el caso de coordenadas Cartesianas o proyectadas, dirección de los ejes del sistema de coordenadas en el origen. Ejemplos: norte, este, arriba.
Identificador de unidades de los ejes del sistema de coordenadas	Unidad del eje ID	Unidad de medida	M	1	Identificador de unidades para los ejes del sistema de referencia.

Si el tipo de sistema de referencia de coordenadas no se conoce, puede usarse el árbol de decisión 2, en el Anexo C para la determinación del tipo de sistema de coordenadas (véase Figura C.2).

6.5 Operación de coordenadas – conversión de coordenadas y transformación de coordenadas

6.5.1 General

Esta subclase describe las operaciones de coordenadas para cambiar valores de las coordenadas de un sistema de referencia de coordenadas a valores de las coordenadas en otro sistema de referencia de coordenadas. La información de operación de coordenadas puede darse si conjuntos de datos que tienen coordenadas que usan sistemas de referencia de coordenadas diferentes deben combinarse.

Generalmente la descripción de una operación de coordenadas no se requiere para la identificación inequívoca de las coordenadas. No obstante, las coordenadas proyectadas son el resultado de una conversión de coordenadas aplicada a las coordenadas geodésicas; en este caso especial, la descripción de la operación de coordenadas debe ser parte de la descripción del sistema de referencia de coordenadas.

En esta Norma Internacional, dos tipos de operación de coordenadas deben reconocerse:

- 1) Una conversión de coordenadas cambia las coordenadas de un sistema de coordenadas a otro basado en el mismo datum. En una conversión de coordenadas los valores de los parámetros son exactos.
- 2) Una transformación de coordenadas cambia las coordenadas de un sistema de referencia de coordenadas basado en un datum a un sistema de referencia de coordenadas basado en un segundo datum. Una transformación de coordenadas difiere de una conversión de coordenadas en que los valores de los parámetros de transformación de coordenadas se obtienen empíricamente: por consiguiente puede haber varias estimaciones (o realizaciones) diferentes.

Una vez que los valores de los parámetros se han obtenido, tanto la conversión de coordenadas como la transformación de coordenadas usan procesos matemáticos similares.

6.5.2 Conversión de coordenadas (incluyendo conversiones cartográficas)

Una conversión de coordenadas es una aplicación uno a uno de coordenadas basadas en un sistema de referencia de coordenadas a otro sistema de referencia de coordenadas con el mismo datum. Estas conversiones de coordenadas son muy usadas para transformar coordenadas elipsóidicas de proyecciones cartográficas en coordenadas Cartesianas bidimensionales. Otras conversiones de coordenadas incluyen la conversión de las unidades de medida o el desplazamiento del origen del sistema de coordenadas. En esta Norma Internacional, las conversiones de coordenadas (véase Figura 4) se distinguirán de las transformaciones de coordenadas (véase Figura 5). Las conversiones de coordenadas no cambian el datum subyacente puesto que usan funciones matemáticas analíticas que no alteran la exactitud fundamental de los valores de las coordenadas.

Las conversiones de coordenadas incluyen

- proyecciones cartográficas, que es un método que usa funciones matemáticas para convertir coordenadas elipsóidicas (excluyendo la altitud) en coordenadas cartesianas bidimensionales, o viceversa;
- conversiones de coordenadas elipsóidicas (incluyendo la altitud elipsóidica) en coordenadas cartesianas tridimensionales, o viceversa;
- cambios de unidad por aplicación de un factor multiplicador (por ejemplo, metros a pies) o un algoritmo (por ejemplo, radianes a grados, minutos y segundos);
- desplazamiento del origen de un plano para hacer una malla local.

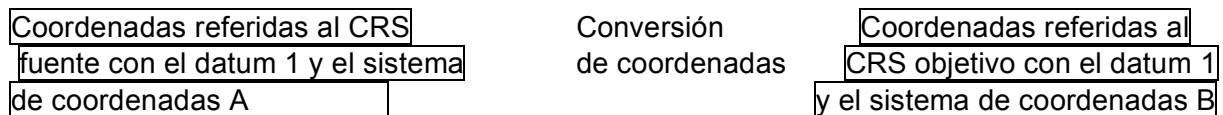
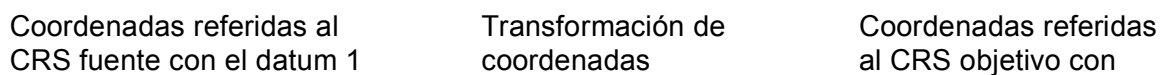


Figura 4 – Conversión de coordenadas

La proyección cartográfica es una conversión de coordenadas especial de sistemas de coordenadas del elipsoide al plano. Para la descripción de las coordenadas que pertenecen a un sistema de coordenadas proyectado, debe ser obligatorio proporcionar la descripción de la operación de coordenadas.

6.5.3 Transformación de coordenadas

Las coordenadas pueden transformarse cambiándolas a otro datum. El sistema de coordenadas deber ser del mismo tipo (por ejemplo, ambos geodésicos o ambos Cartesianos). Una transformación de coordenadas se lleva a cabo a través de un método que tiene un algoritmo. Cada algoritmo tiene un conjunto de parámetros relacionados. Puesto que sus valores son obtenidos empíricamente, dependen de las mediciones utilizadas e incluyen los errores de medida. Diferentes conjuntos de mediciones darán múltiples conjuntos de valores de parámetros de una transformación de coordenadas entre dos datums.



y el sistema de coordenadas A

el datum 2 y el sistema de coordenadas A.

Figura 5 – Transformación de coordenadas

No es necesaria una descripción de una transformación de coordenadas para describir un sistema de referencia de coordenadas. Sin embargo, a veces puede ser útil para describir una transformación de coordenadas que ya se haya aplicado a las coordenadas, o una transformación de coordenadas desde ese sistema a un sistema de referencia de coordenadas definido por el usuario.

6.5.4 Requisitos para describir una operación de coordenadas

Los requisitos para la descripción de una operación de coordenadas y los términos relacionados deben estar en concordancia con las Tablas 9 y 10.

Una descripción de un sistema de coordenadas debe también darse si el tipo de sistema de coordenadas es proyectado o si no se da mención ni del sistema de referencia de coordenadas ni del sistema de coordenadas.

Tabla 9 – Requisitos para describir una operación de coordenadas y términos relacionados

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Identificador de la operación de coordenadas	Operación de coordenadasID	Identificador_RS	M	1	Identificador de la operación de coordenadas
Área válida de la operación de coordenadas	área válida	Extensión_EX	O	1	Área para la cual la operación de coordenadas es válida.
Ámbito de la operación de coordenadas	ámbito	Cadena de caracteres	O	N	Aplicación para la cual la operación de coordenadas es válida
Identificador del sistema de referencia de coordenadas fuente	IDfuente	Identificador_RS	C	1	Identificador del sistema de referencia de coordenadas fuente. Condición 2 (cd 2): Obligatorio si describe una transformación de coordenadas.
Identificador	ObjetivoID	Identificador_RS	C	1	Identificador

del sistema de referencia de coordenadas objetivo					del sistema de referencia de coordenadas objetivo. cd 2
Versión de la operación de coordenadas	versión	Cadena de caracteres	C	1	Versión de la operación de coordenadas entre el sistema de referencia de coordenadas fuente y el sistema de referencia de coordenadas objetivo. cd 2
Nombre del método de la operación de coordenadas	Nombre del método	Cadena de caracteres	C	1	Nombre del algoritmo usado para la operación de coordenadas. Ejemplo (en el caso de transformación de coordenadas): - Molodenski reducido - Transformación de semejanza Ejemplo (en el caso de conversión de coordenadas): - Cartesianas en elipsóidicas - Universal Transversa de Mercator - Mercator - Cónica Conforme de Lambert - Equivalente de Albers -

					<p>Estereográfica - Metros a pies - Radianes a grados Condición 3 (cd3): Obligatorio si (i) describe un sistema de coordenadas proyectadas y no hay mención del sistema de referencia de coordenadas, mención del sistema de coordenadas, ni mención de la operación de coordenadas, o (ii) si describe una conversión de coordenadas simple o una transformación de coordenadas.</p>
Alias del nombre del método de operación de coordenadas	Alias del nombre del método	Cadena de caracteres	O	N	Nombre o nombres alternativos del identificador de la operación de coordenadas.
Fórmula(s) del método de la operación de coordenadas	fórmula	Cadena de caracteres	M	1	Fórmula(s) usadas por el método de la operación de coordenadas. Esto puede ser una mención a una publicación.
Número de parámetros del método de operación	Número de parámetros	entero	M	1	Número de parámetros requeridos

de coordenadas					
Notas del método de operación de coordenadas	Notas	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios o información acerca del método de operación de coordenadas. Este se usa a menudo para incluir un ejemplo. Este puede definir un parámetro dependiente del tiempo como época.

Los parámetros de la operación de coordenadas deben describirse siguiendo el orden de los parámetros de la operación de coordenadas en el conjunto de datos.

Cuando se describen varios parámetros de operación de coordenadas, los elementos de cada parámetro, como se detalla en la Tabla 10, deben mantenerse juntos en un bloque de datos, y el número de bloques de datos debe ser el mismo que el valor dado por el número de parámetros del método de operación de coordenadas.

Tabla 10. Requisitos para describir los parámetros de la operación de coordenadas.

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Nombre del parámetro de la operación de coordenadas	Nombre	Cadena de caracteres	M	1	Identificador del parámetro de la operación de coordenadas que se define o usa con este método de operación de coordenadas. Los parámetros difieren entre métodos de operación de coordenadas.
Valor del parámetro de la operación de coordenadas	valor	Medida	M	1	Valor del parámetro de la operación de coordenadas
Notas del parámetro de la operación de coordenadas	Notas	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios o información acerca del parámetro de la operación de coordenadas.

6.5.5 Operación de coordenadas concatenadas

El cambio de coordenadas de un sistema de referencia de coordenadas a otro sistema de referencia de coordenadas puede seguirse de una serie de operaciones de coordenadas que consisten en una o más transformaciones de coordenadas y/o una o más conversiones de coordenadas. Esto se llama operación de coordenadas concatenadas. La figura 6 muestra una operación de coordenadas concatenadas de dos etapas. No hay límite superior al número de pasos que puede tener una operación de coordenadas concatenadas. Cada paso es una operación de coordenadas descrita en la forma normal.

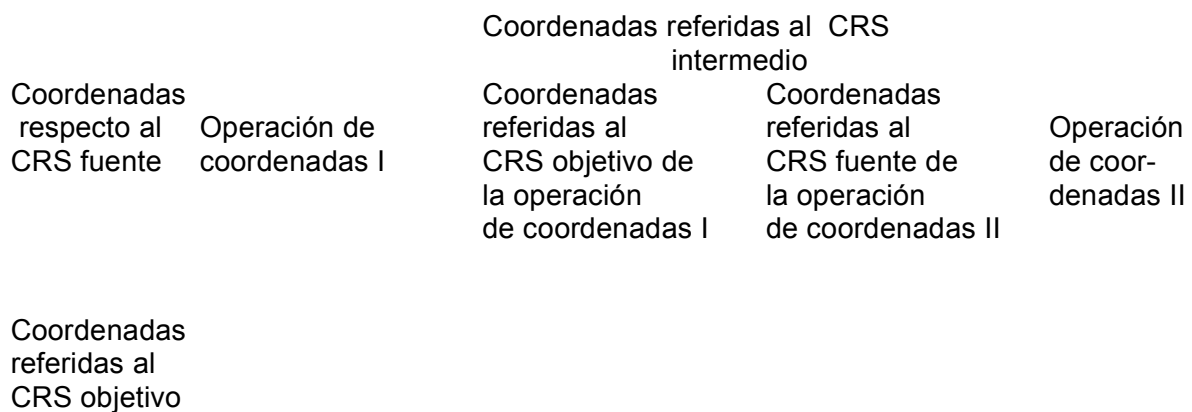


Figura 6 – Operación de coordenadas concatenadas

Los requisitos para describir una operación de coordenadas concatenadas se dan en la Tabla 11. Las operaciones de coordenadas individuales deben describirse de acuerdo con la Tabla 9, y los parámetros de la operación de coordenadas para operaciones de coordenadas individuales deben describirse de acuerdo con la Tabla 10. El orden de las operaciones de coordenadas individuales es significativo y sigue el orden en el cual se han realizado los pasos. El número de operaciones de coordenadas individuales descrito debe ser el mismo que el número de pasos de operaciones de coordenadas concatenadas.

Tabla 11 – Requisitos para describir una operación de coordenadas concatenadas

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Identificador de la operación de coordenadas concatenadas	Op Concat ID	Identificador_RS	M	1	Identificador de la operación de coordenadas concatenadas
Número de pasos de la operación de coordenadas concatenadas	Número de pasos	Entero	M	1	Número de pasos de la operación de coordenadas concatenadas
Secuencia de	PasoID	Secuencia	M	1	Identificador

pasos de la operación de coordenadas concatenadas		<Identificador_RS>			de cada uno de los pasos en esta operación de coordenadas concatenadas. El orden es significativo y debe reflejar el orden en el cual deben llevarse a cabo los pasos
Área válida de la operación de coordenadas concatenadas	Área válida	Extensión_EX	O	1	Área para la cual la operación de coordenadas es válida.
Ámbito de la operación de coordenadas concatenadas	ámbito	Cadena de caracteres	O	N	Aplicación para la cual la operación de coordenadas es válida
Notas de la operación de coordenadas concatenadas	Notas	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios o información de la operación de coordenadas concatenadas

6.6 Menciones

La descripción de los atributos de clase puede hacerse de dos maneras, la descripción directa o la mención. La descripción directa se lleva a cabo de acuerdo con los requisitos de las tablas 6.2 a 6.5. La mención se hace usando fuentes reconocidas. La clase de mención se describe en la ISO/TS 19103.

Los requisitos para describir identificadores se dan en la Tabla 12.

Tabla 12 – Requisitos para describir identificadores

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Identificador	Identificador	Cadena de caracteres	M	1	Nombre o identificador de la clase o atributo.
Mención	mención	Mención_CI	O	1	Mención

Los requisitos para describir una mención se dan en la Tabla 13.

Tabla 13 – Requisitos para describir una mención

Nombre del elemento	Identificador UML	Tipo de dato	Obligación	Máxima ocurrencia	Descripción
Título de la mención	Título	Cadena de caracteres	M	1	Nombre por el cual se conoce la información, mencionada ej. el autor o autores de la fuente mencionada, el título de la fuente o publicación mencionada.
Título alternativo de la mención	Título alternativo	Extensión_EX	O	N	Título o subtítulo alternativo de la fuente mencionada.
Fecha de la mención	Dato	Fecha	M	1	Fecha de la fuente o publicación mencionada.
Edición de la mención	edición	Cadena de caracteres	O	1	El número de la edición
Fecha de la edición de la mención	Fecha de la edición	Fecha	O	1	Fecha de la edición.
Identificador de la mención	identificador	Cadena de caracteres	O	N	Lugar de la publicación, editorial.
Tipo de identificador de la mención	Tipo de identificador	Cadena de caracteres	O	N	Forma de la referencia del identificador.
Parte responsable de la mención citada	Parte responsable citada	Parte responsable_CI	O	N	Parte responsable de la mención.
Código de la forma de la presentación de la mención	Código de la forma de la presentación	Código de la forma de la presentación_CI	O	N	Modo en el cual los datos son presentados.
Nombre de la serie de la mención	Nombre de la serie	Cadena de caracteres	O	1	Nombre de la serie de la fuente citada.
Identificación del volumen de la mención	Identificador del volumen	Cadena de caracteres	O	1	Número del volumen periódico.

Título colectivo de la mención	Título colectivo	Cadena de caracteres	O	1	Título común con notas de contenido.
Página de la mención	página	Cadena de caracteres	O	1	Detalles, en qué páginas de la publicación periódica se ha publicado el artículo.
ISBN de la mención	ISBN	Cadena de caracteres	O	1	Número del libro en la Norma Internacional.
ISSN de la mención	ISSN	Cadena de caracteres	O	1	Número de la serie en la Norma Internacional.
Otros detalles de la mención	Otros detalles de la mención	Cadena de caracteres	O	1	Comentarios sobre la fuente mencionada.

Si el identificador es una mención y la mención describe todo o partes de los atributos obligatorios, la descripción de los atributos de la clase es opcional.

6.7 Exactitud y precisión de las coordenadas, operaciones de coordenadas y parámetros

Desde el punto de vista de la exactitud, la definición de un sistema de referencia de coordenadas está libre de error. Un sistema de referencia de coordenadas queda realizado por las coordenadas de un conjunto de puntos fundamentales. La exactitud de la referenciación espacial depende de la exactitud de la realización del sistema de referencia de coordenadas así como de la exactitud de las posteriores densificaciones de coordenadas.

La exactitud de la transformación de coordenadas entre dos datums depende de la exactitud de las medidas en ambos sistemas de referencia de coordenadas. Las conversiones de coordenadas no están influidas por los errores de los sistemas de medida y los de los parámetros del datum.

La información sobre la exactitud de las coordenadas y de los parámetros de operación de coordenadas y la precisión de las operaciones de coordenadas es información de calidad y debe ser informada de acuerdo con las normas ISO 19113 e ISO 19114.

6.8 Atributos para describir un sistema de referencia de coordenadas

Este capítulo resume los elementos que deben proveerse para las descripciones de los conjuntos de datos que contienen sistemas de referencia de coordenadas para que cumplan los requisitos de esta Norma Internacional. En la Tabla 14, los atributos que se necesitan para hacer las coordenadas inequívocas están tabulados para los tipos de sistemas de referencia de coordenadas que se encuentran con mayor frecuencia. Los atributos obligatorios están señalados con un tic (√). En la mayoría de los casos, es necesario identificar el tipo de sistema de coordenadas y el tipo de datum antes de que pueda

distinguirse el conjunto de atributos relevante. En el Anejo C se da una serie de árboles de decisión para ayudar al usuario de esta Norma Internacional.

Tal información puede proporcionarse directamente o, en parte o en su totalidad, a través de una o más menciones a una referencia externa. Estas menciones deben conformarse con los requerimientos dados en 6.1 a 6.5. Algunas menciones pueden no contener todos los componentes. Cuando una mención contenga varios componentes relacionados, el usuario debe referirse sólo al nivel más alto del componente relacionado disponible. Por ejemplo, si una mención incluye los datos geodésicos y sus elipsoides relacionados, el usuario debe referirse sólo a la entidad datum geodésico, pues la información del elipsoide se obtiene a través de la información de datum geodésico. Cada mención debe incluir los elementos obligatorios para cada uno de los componentes descritos en la Tabla 14.

Tabla 14 – Atributos que deben proporcionarse para describir un sistema de referencia de coordenadas

Nombre del elemento	obligación	Tipo de datum						altitudes relacionadas con la gravedad	
		geodésico	geodésico	geodésico	geodésico	Ingeniería	Ingeniería		Vertical
		Tipo de sistema de coordenadas							
		proyectadas	geodésicas	cartesianas	Esféricas polares	cartesianas	esféricas polares		
Identificador del sistema de referencia de coordenadas									
Alias del sistema de referencia de coordenadas									
Área válida del sistema de referencia de coordenadas									
Ámbito del sistema de referencia de coordenadas									
Identificador del datum									
Alias del datum									
Tipo de datum									
Punto de anclaje del datum									
Época de realización del datum									
Área válida del datum									
Ámbito del datum									
Notas del datum									
Identificador del meridiano principal									
Longitud del meridiano principal de Greenwich									
Notas del meridiano principal									
Identificador del elipsoide									
Alias del elipsoide									
Semieje mayor del elipsoide									
Forma del elipsoide									
Inverso del aplanamiento del elipsoide									
Notas del elipsoide									
Identificador del sistema de coordenadas									
Tipo de sistema de coordenadas									
Dimensión del sistema de coordenadas									
Notas del sistema de coordenadas									
Nombre de los ejes del sistema de coordenadas (NOTA)									
Dirección de los ejes del sistema de coordenadas (NOTA)									
Identificador de las unidades de los ejes del sistema de coordenadas (NOTA)									
Identificador de la operación de coordenadas									

<p> Área válida de la operación de coordenadas Ámbito de la operación de coordenadas Identificador del sistema de referencia de coordenadas fuente Identificador del sistema de referencia de coordenadas objetivo Versión de la operación de coordenadas Nombre del método de la operación de coordenadas Alias del nombre del método de la operación de coordenadas Fórmula(s) del método de la operación de coordenadas Número de parámetros del método de la operación de coordenadas Notas del método de la operación de coordenadas Valor del parámetro de la operación de coordenadas Notas del parámetro de la operación de coordenadas </p>
<p> Cada uno de los tres elementos nombre de los ejes del sistema de coordenadas, direcciones de los ejes del sistema de coordenadas y unidades del sistema de referencia de coordenadas debe repetirse para cada eje </p> <p> NOTA Los requisitos para la operación de coordenadas listados aquí se refieren a una descripción de un sistema de referencia de coordenadas proyectadas. </p>
<p> a Las condiciones son las siguientes cd1 – Obligatorio si la forma del elipsoide es cierta cd2 – Obligatorio si describe una transformación de coordenadas cd3 – Obligatorio si describe (i) un sistema de coordenadas proyectadas y no se da mención del sistema de referencia de coordenadas, mención del sistema de coordenadas o mención de la operación de coordenadas, o (ii) una simple conversión de coordenadas o una transformación de coordenadas </p>

Anexo A

(normativo)

Conformidad

A.1 Clase A: Conformidad de un sistema de referencia de coordenadas

A.11 Conjunto de pruebas genéricas

Para comprobar que un sistema de referencia de coordenadas está en concordancia con esta Norma Internacional, se comprueba si satisface los requisitos dados en A.1.2 a A.1.5. Para las descripciones de sistemas de referencia de coordenadas, la concordancia debe ser comprobada en contraste con los elementos obligatorios y condicionales (cuando la condición es verdadera) que están enumerados en 6.2, 6.3, 6.4 y 6.8. Si el tipo de sistema de coordenadas es proyectado, la comprobación debe extenderse a los elementos obligatorios y a los atributos de los elementos condicionales (cuando la condición es verdadera), como se requiere por 6.5.

A.1.2 Caso de prueba de identificador: Prueba de integridad

- a) Propósito de la prueba: Determinar si todas las entidades relevantes y elementos que se especifica que sean obligatorios u obligatorios bajo las condiciones especificadas se han proporcionado en la descripción
- b) Método de la prueba: Comprobar el sistema de referencia de coordenadas para asegurar que la descripción del sistema de referencia de coordenadas incluye como mínimo todos los elementos indicados como obligatorios para ese tipo de sistema en las Tablas 1-8 y, en caso de sistemas de referencia de coordenadas proyectadas, adicionalmente en las Tablas 9 y 10.
- c) Referencia: 6.2 a 6.4 y, en caso de sistemas de referencia de coordenadas proyectadas, también 6.5
- d) Tipo de prueba: Básica

A.1.3 Caso de prueba de identificador: Prueba de máxima ocurrencia

- a) Propósito de la prueba: Para asegurar que cada elemento del sistema de referencia de coordenadas ocurre no más del número de veces especificado en la norma.
- b) Método de la prueba: Examinar el numero de ocurrencias del sistema de referencia de coordenadas de cada entidad y de cada elemento provisto para asegurar que el número de ocurrencias de cada uno no debe ser mayor que la "Ocurrencia Máxima" atributo especificado en 6.2 a 6.4 y, en caso de sistemas de referencia de coordenadas proyectadas, adicionalmente en 6.5.
- c) Referencia: 6,2 a 6,4 y, en caso de sistemas de referencia de coordenadas proyectadas, también 6.5.
- d) Tipo de prueba: básica.

A.1.4 Caso de prueba de identificador: prueba del tipo de dato.

- a) Propósito de la prueba: Determinar si cada sistema de referencia de coordenadas en el conjunto de datos usa el tipo especificado de datos.

- b) Método de la prueba: Comprobar el tipo de dato de cada elemento de la descripción del sistema de referencia de coordenadas para asegurar que es el tipo de dato especificado en 6.2 a 6.4 y, en el caso de sistema de referencia de coordenadas proyectadas, adicionalmente en 6.5.
- c) Referencia: 6.2 a 6.4, en el caso de sistemas de referencia de coordenadas proyectadas, también 6.5.
- d) Tipo de prueba: básico.

A.1. 5 Caso de prueba de identificador: Prueba de unidad

- a) Propósito de la prueba: Asegurar que las unidades están en concordancia con la ISO 1000.
- b) Método de la prueba: Comprobar que todas las unidades de los elementos están en concordancia con la ISO 1000.
- c) Referencia: 6.2 a 6.4 y, en el caso de sistemas de referencia de coordenadas proyectadas, también 6.5.
- d) Tipo de prueba: básica.

A.2 Clase B: Conformidad de una operación de coordenadas

A.2.1 Resumen de pruebas genéricas

Para comprobar que una operación de coordenadas está en concordancia con esta Norma Internacional, hay que comprobar que satisface los requisitos dados en A.2.2 a A.2.5.

A.2.2 Caso de prueba de identificador: Prueba de integridad

- a) Propósito de la prueba: Determinar si todas las entidades y elementos relevantes que están especificados como obligatorios o obligatorios bajo las condiciones especificadas se han provisto en la descripción.
- b) Método de la prueba: Comprobar que la operación de coordenadas incluye todos los elementos indicados como obligatorios en las Tablas 9 a 11.
- c) Referencia: 6.5.
- d) Tipo de prueba: Básica.

A.2.3 Caso de prueba de identificador: Prueba de máxima ocurrencia

- a) Propósito de la prueba: Asegurar que cada elemento de la operación de coordenadas no ocurre más veces que el número de veces especificado en la norma.
- b) Método de la prueba: Examinar en el conjunto de datos de la operación de coordenadas el número de ocurrencias de cada entidad y elemento provisto para asegurar que el número de ocurrencias de cada uno no debe ser mayor que el atributo "Máximo de Ocurrencias" especificado en las Tablas 9 a 11.
- c) Referencia: 6.5.
- d) Tipo de prueba: Básica.

A.2.4 Caso de prueba de identificador: Tipo de datos de la prueba

- a) Propósito de la prueba: Determinar si cada elemento de la operación de coordenadas en el conjunto de datos usa el tipo de datos especificado.

- b) Método de la prueba: Comprobar el tipo de dato de cada elemento de la descripción de la operación de coordenadas para asegurar que es el tipo de dato especificado en las Tablas 9 a 11.
- c) Referencia: 6.5.
- d) Tipo de prueba: Básica.

A.2.5 Caso de prueba de identificador: Prueba de unidades

- a) Propósito de la prueba: Asegurar que las unidades están en concordancia con la ISO 1000.
- b) Método de la prueba: Comprobar que todas las unidades de los elementos están conformes con la ISO 1000.
- c) Referencia: 6.5.
- d) Tipo de prueba: Básica.

Anexo B
(normativo)

Esquemas UML

B1 Esquema UML para describir sistemas de referencia de coordenadas

- a) Nombre. Es Tipo de (Mención_CI) = otro
- b) <<enumeración>> Tipo de código_SC
- c) + Caso general: Entero = 1
+ compuesto: Entero = 2
- d) Tipo de Dato
Identificador RS (del sistema de Referencia)
- e) + autoridad [0..1]: Mención_CI
+ código [0..1]: Cadena de Caracteres
+ código del espacio [0..1]: Cadena de Caracteres
+ versión [0..1]: Cadena de Caracteres
- f) <<Resumen>>
sistema de Referencia_RS (del Sistema de Referencia)
- g) + nombre: Identificador_RS
dominio de validez [0..*]: Extensión_EX
- h) <<Resumen>> SC_CRS
- i) + Tipo de código: Tipo de código_SC
notas [0..1]: Cadena de Caracteres
- j) <<Tipo de sistema de coordenadas_SC
- k) + cartesiano
+ geodésico
+ proyectado
+ polar
+ relacionado con la gravedad
- l) requiere
+ datum
- m) Datum_SC
- n) + datumID: Identificador_RS
alias [0..*]: Cadena de Caracteres
tipo [0..1]: Cadena de Caracteres
punto [0..1]: Cadena de Caracteres
época de realización [0..1]: Fecha
área válida [0..1]: Extensión_EX
ámbito [0..*]: Cadena de Caracteres
notas [0..1]: Cadena de Caracteres
- o) Sistema de Referencia de Coordenadas

- p) + CESID: Identificador_RS
 - + alias [0..*]: Cadena de Caracteres
 - + área válida [0..1]: Extensión_EX
 - + ámbito [0..*]: Cadena de Caracteres
- q) Tipo de código
- r) Sistema Compuesto_SC
- s) + CCRSID [0..1]: Identificador_RS
 - + alias [0..*]: Cadena de Caracteres
 - + área válida [0..1]: Extensión_EX
 - + ámbito [0..*]: Cadena de Caracteres
- t) requiere
 - + Sistema de coordenadas
- u) Sistema de Coordenadas_SC
- v) + CSID: Identificador_RS
 - + tipo: Tipo de Sistema de Coordenadas_SC
 - + dimensión: Entero
 - + notas [0..1]: Cadena de Caracteres
- w) ha
 - ordenado
 - + ejes
- x) Ejes del Sistema de Coordenadas_SC
- y) + nombre del eje: Cadena de Caracteres
 - + dirección del eje: Cadena de Caracteres
 - + ID_ Unidad del eje: Unidad de Medida
- z) (tipo = proyección) implica
 - (cartesiana cont= 1)
 - (tipo = geodésico) implica
 - (elipsoide cont= 1)
- aa) Datum de Ingeniería_SC Datum Vertical_SC Datum Geodésico_SC
- ab) + Meridiano Principal
- ac) + Meridiano Principal_SC
- ad) + MeridianoID: Identificador_RS
 - + Longitud de Greenwich: ángulo
 - + notas [0..1]: Cadena de Caracteres
- ae) + (meridiano principal <> "Greenwich") implica
 - (Longitud de Greenwich cont= 1)
- af) Extensión_EX
 - (from Extent)
- ag) + descripción [0..1]: Cadena de Caracteres
- ah) elipsoide
- ai) Elipsoide_SC
- aj) + elipsoidID: Identificador_RS
 - + alias [0..*]: Cadena de Caracteres
 - + Semieje mayor: Longitud

- + forma del elipsoide: booleana
- + Inversa del aplanamiento [0..1]: Inversa del aplanamiento
- + notas [0..1]: Cadena de Caracteres

- ak) Nombre es tipo de (mención_CI)
(Semieje mayor está vacío) =
(inversa del aplanamiento está vacía)

- al) <<Unión>>
Inversa del Aplanamiento_SC
- am) + inversa del aplanamiento: Real
+ es infinita: Booleana = VERDADERO

Figura B.1 Esquema UML para describir sistemas de referencia de coordenadas

B.2 Esquema UML para describir operaciones de coordenadas

- a) operación_CC es la transformaciónCC)
implica versión cont= 1)
- b) + operaciónID: Identificador_RS
+ área válida [0..1]: Extensión_EX
+ ámbito [0..*]: Cadena de Caracteres
+ fuenteID [0..1]: Identificador_RS
+ objetivoID [0..1]: Identificador_RS
+ versión [0..1]: Cadena de Caracteres
+ Nombre del método [0..1]: Cadena de Caracteres
+ Alias del nombre del método [0..*]: Cadena de Caracteres
+ fórmula: Cadena de Caracteres
+ número de parámetros: entero
+ notas [0..1]: Cadena de Caracteres
- c) c) Transformación_CC Conversión_CC
- d) d) ordenado + paso 1..*
- e) + secuencia
- f)
- g) Operación concatenada_CC
- h) + concatOpID [0..1]: Identificador_RS
+ Número de pasos: Entero
+ pasoID: Secuencia<Identificador_RS>
+ área válida [0..1]: Extensión_EX
+ ámbito [0..*]: Cadena de Caracteres
+ notas [0..1]: Cadena de Caracteres
- i) + objeto + fuente
- j) <<Resumen>>
SC_CRS
(de referenciación espacial por coordenadas)
- k) + parámetros
- l) Operación de parámetros_CC
- m) + nombre: Cadena de Caracteres
+ valor: Medida
+ notas [0..1]: Cadena de Caracteres

Figura B.2 – Esquema UML para describir operaciones de coordenadas

Anexo C
(normativo)

Árboles de decisión

C1 Árbol de decisión 1 (Clase de sistema de referencia de coordenadas)

- a) ¿Sabe si sus datos pertenecen a CRS o a CCRS?
- b) No ¿Es el sistema de coordenadas tridimensional?
- c) Sí ¿Es una de las coordenadas una altitud?
- d) Sí ¿Conoce la superficie de referencia para la altitud?
- e) No Consulte a un experto geodesta
- f) Sí ¿Está la altitud referida al elipsoide o a un datum vertical?
- g) Datum vertical Usted tiene un CCRS. El valor del código para la clase CRS es "2". Si el CCRS está en una fuente reconocida entre el id_ccrs y la mención_ccrs, de otra manera cada uno de los CRS verticales y horizontales van separadamente al árbol de decisión 2.
- h) Elipsoide Usted tiene un CRS. El valor del código para la clase CRS es "1". Si el CRS está en una fuente reconocida entre el id_crs y la mención_ccrs, de otra manera ir al árbol de decisión 2.
- i) ¿Pertenece los datos a un CRS o a un CCRS?

Figura C.1 - Árbol de decisión 1 - Clase de sistema de referencia de coordenadas

C2 Árbol de decisión 2 - Tipo de sistema de referencia de coordenadas

- a) ¿Sabe a qué tipo de CRS pertenecen sus coordenadas?
- b) No ¿Están las coordenadas referidas a un elipsoide? ^a
- c) No ¿Hay sólo un eje de coordenadas?
- d) Si ¿Incluyen las coordenadas latitud y longitud?
- e) No ¿Están todos los valores de las coordenadas en unidades lineales?
- f) Si ¿Están las coordenadas referidas al centro de la Tierra?
- g) No ¿Están las coordenadas referidas al centro de la Tierra?
- h) Si ¿Está la altitud referida a un datum vertical?

	Usted tiene un CRS de tipo proyectado	Usted tiene un CRS de tipo geodésico	Usted tiene un CRS de tipo geodésico cartesiano	Usted tiene un CRS de tipo geodésico esférico polar	Usted tiene un CRS de tipo de ingeniería cartesiano	Usted tiene un CRS de tipo de ingeniería polar	Usted tiene un CRS de tipo vertical
	E N	$\varphi \lambda h$ $\varphi \lambda$	x y z	$r \Omega \theta$ $r \Omega$	i j k i j k	$r \Omega \theta$ $r \Omega$	H
Tipo de datum	geodésico	geodésico	geodésico	geodésico	de ingeniería	de ingeniería	vertical

Tipo del sistema de coordenadas	proyectado	geodésico	cartesiano	Esférico polar	cartesiano	Esférico polar	Altitud relacionada con la gravedad
---------------------------------	------------	-----------	------------	----------------	------------	----------------	-------------------------------------

^a NOTA Esto incluye coordenadas proyectadas, por ejemplo, coordenadas UTM.

Figura C.2 - Árbol de decisión 2 - Tipo de sistema de referencia de coordenadas

Anexo D (normativo)

Relaciones geodésicas

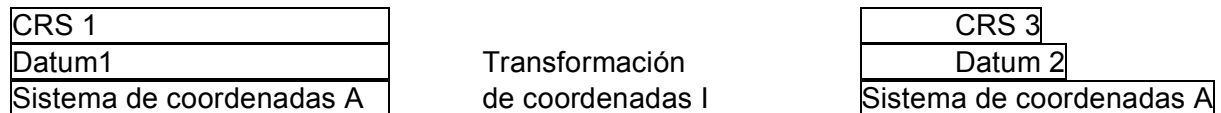
D1 Sistema de referencia de coordenadas – conversión de coordenadas y transformación de coordenadas

La figura D.1 muestra tres sistemas de referencia de coordenadas diferentes

--- Sistema de referencias de coordenadas 1 (datum 1, sistema de coordenadas A)

--- Sistema de referencias de coordenadas 2 (datum 1, sistema de coordenadas B)

--- Sistema de referencias de coordenadas 3 (datum 2, sistema de coordenadas A)



Conversión de coordenadas



Figura D.1 – Conversión de coordenadas y transformación de coordenadas

Una conversión de coordenadas se usa para cambiar de un sistema de referencia de coordenadas 1 a un sistema de referencia de coordenadas 2, ambos basados en el datum 1. Una transformación de coordenadas se usa para cambiar del sistema de referencia de coordenadas 1 al sistema de referencia de coordenadas 3 donde ambos usan el mismo sistema de coordenadas pero están basados en datums diferentes. Una transformación de coordenadas diferente se usa para cambiar directamente valores del sistema de referencia de coordenadas 2 al sistema de referencia de coordenadas 3 otra vez ambos basados en diferentes datums. El cambio del sistema de referencia de coordenadas 2 al sistema de referencia de coordenadas 3 puede también hacerse como una operación de concatenación de coordenadas que consiste en la conversión de coordenadas más la transformación de coordenadas 1.

D.2 Conversión de coordenadas – relaciones entre coordenadas elipsóidicas y Cartesianas

Para determinar la posición de un punto en el espacio, es necesario un sistema de referencia de coordenadas tridimensional. Cada sistema de referencia puede ser representado por infinitos sistemas de coordenadas curvilíneas. Los sistemas de coordenadas establecen la relación ordenada entre los puntos físicos en el espacio y los números reales (coordenadas).



Figura D.2 – Coordenadas cartesianas

En la moderna geodesia tridimensional, el sistema de coordenadas cartesianas tridimensional se utiliza en trabajos globales. Está definido por tres ejes de coordenadas ortogonales que forman un sistema dextrógiro. Los ejes de coordenadas x, y, z se cortan en el origen del sistema de coordenadas, ver figura D.2.

Las líneas coordenadas del sistema de coordenadas elipsoidal son curvilíneas sobre la superficie del elipsoide, ver Figura D.3. Se llaman paralelos de latitud constante (φ) y meridianos de longitud constante (λ).

Cuando el elipsoide está relacionado con la forma de la Tierra, las coordenadas elipsoidicas se llaman coordenadas geodésicas. Tradicionalmente una alternativa a las coordenadas geodésicas han sido la latitud astronómica y la longitud astronómica. Coordenadas geográficas es el término genérico que incluye la latitud astronómica y la longitud astronómica así como la latitud geodésica y la longitud geodésica. Puesto que las observaciones astronómicas se han sustituido por métodos basados en satélites, en la mayoría de los casos hoy día el término coordenadas geográficas implica coordenadas geodésicas.

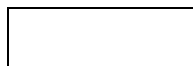


Leyenda

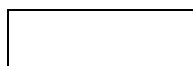
- 1 meridiano cero
- 2 meridiano local
- 3 ecuador

Figura D.3 – Coordenadas cartesianas y coordenadas elipsoidicas

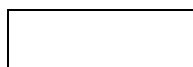
Si el origen de un sistema de coordenadas Cartesianas dextrógiro coincide con el centro del elipsoide, el eje z cartesiano coincide con el eje de rotación del elipsoide y el eje x positivo pasa por el punto $\varphi=0, \lambda=0$, entonces la siguiente fórmula convierte coordenadas elipsoidicas en coordenadas Cartesianas geocéntricas,



con el radio de curvatura en el primer vertical (perpendicular al meridiano)



y la primera excentricidad numérica del elipsoide



donde es el aplanamiento del elipsoide

El siguiente método convierte coordenadas Cartesianas geocéntricas en coordenadas elipsóidicas

$$\lambda = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

(λ está fuera del rango -90 grados a + 90 grados si x es negativo)

y

$$z = \sqrt{x^2 + y^2} \tan(\phi)$$

se resuelve en ϕ y λ por iteración por medio de

$$\phi = \arctan\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$$

D.3 Transformación de coordenadas

En general, los parámetros de las transformaciones de coordenadas se determinan a partir de las coordenadas de un conjunto de puntos que pertenecen a la realización de ambos sistemas de referencia de coordenadas. En general, son aproximadas y su validez puede restringirse a una región particular

Las transformaciones de coordenadas más generalmente usadas son las transformaciones de semejanza, donde los dos sistemas de referencia de coordenadas difieren sólo en su posición y orientación en el espacio y en su escala

La transformación de semejanza es conforme. Puede ser realizada tanto en coordenadas Cartesianas como en coordenadas elipsóidicas

Aunque algunas transformaciones de semejanza del datum fuente S al datum objetivo T usa sólo tres parámetros (T_1, T_2, T_3), la fórmula genérica de siete parámetros toma la siguiente forma

$$x_T = a + b_1 x_S + b_2 y_S + b_3 z_S + R_1 x_S + R_2 y_S + R_3 z_S + D$$

Como las ecuaciones de la transformación de coordenadas son el resultado de una aproximación de una fórmula estricta, las rotaciones R_1, R_2, R_3 deben ser pequeñas.

Los valores de las tres traslaciones T_1, T_2, T_3 a lo largo de los ejes de coordenadas x, y, z , las tres rotaciones R_1, R_2, R_3 , y la corrección de escala D se establecen minimizando los residuales entre las coordenadas de puntos idénticos en los sistemas de referencia de coordenadas (S) y (T). Puntos idénticos significa idénticos en el espacio y en el tiempo. En la transformación de semejanza, los movimientos de los puntos se desprecian; estos movimientos quedan reflejados en desviaciones residuales después del ajuste. La relación de coordenadas Cartesianas usadas en la transformación de coordenadas a coordenadas elipsóidicas viene dada por las fórmulas de la Cláusula D.2

Un caso especial de una transformación de coordenadas es un corrimiento en longitud. Esto ocurre entre datums que son idénticos excepto en sus meridianos principales. Un ejemplo es el corrimiento en longitud entre el datum Cartago con meridiano principal el de París y el datum Cartago con meridiano principal el de Greenwich

D.4 Conversión de coordenadas – proyección cartográfica

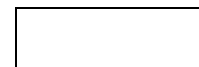
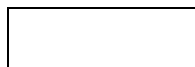
Las coordenadas geodésicas (φ, λ, h) se refieren a la superficie curvada del elipsoide. Para fines cartográficos, la proyección necesaria sobre el plano (ver Figura D.4) puede ser construida por diferentes métodos de proyección. Las superficies de doble curvatura son siempre distorsionadas cuando se aplican sobre el plano. Las proyecciones del elipsoide o esfera sobre el plano pueden ser isogonales (conformes) o equivalentes. La proyección que conserve las distancias, donde la escala es la misma en todas direcciones, no es posible. Una proyección cartográfica es una aplicación matemática de un elipsoide o una parte de un elipsoide, en un plano. Una proyección tendrá un punto de referencia asociado llamado origen de la proyección para la región cartografiada. Este será el origen "O" del marco de referencia en el plano.

Matemáticamente, si un punto P' es identificado por sus coordenadas geográficas (φ, λ) sobre el elipsoide y por sus coordenadas Cartesianas (N, E) en un marco de referencia ortogonal (O, N, E) de este plano, una proyección cartográfica se define por dos funciones f y g tales que



Puede deducirse que la posición de cualquier punto P en el espacio puede ser representada por sus coordenadas tridimensionales (N, E, h) sobre la base de un datum y una proyección cartográfica.

Consideremos N como norte y E como este; que son directamente disponibles sólo para proyecciones cartográficas directas o transversas. En el caso especial de una proyección cartográfica oblicua, existen coordenadas planas iniciales (x, y) que están relacionadas con (E, N) por rotación.



Sección del elipsoide

Plano de la proyección

Leyenda

- 1 meridiano cero
- 2 meridiano central
- 3 meridiano local
- 4 proyección del meridiano central
- 5 proyección del meridiano local

Figura D.4 – Proyección cartográfica

D.5. El geoide y las altitudes

El campo de gravedad de la Tierra se expresa por medio de su potencial gravífico W que incluye los efectos gravitatorios y los efectos centrífugos. El vector gravedad se define por

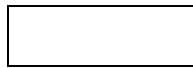
$$g = \text{grad } W$$

el módulo de g es la gravedad, g , y sus direcciones esféricas φ (latitud astronómica) y λ (longitud astronómica) son las coordenadas astronómicas con respecto al sistema de referencia terrestre convencional (CTS).

El geoide es una superficie equipotencial del campo de gravedad de la Tierra que aproxima globalmente el nivel medio del mar. En la práctica, la expresión “aproxima de cerca el nivel medio del mar” permite la consideración de diferentes superficies equipotenciales ligeramente diferentes como modelos de geoide.

Debido a múltiples fenómenos geofísicos, el geoide no es un elipsoide. No puede expresarse por una simple descripción matemática.

Sea el número geopotencial c_P la diferencia de potencial de la gravedad entre el geoide y la superficie equipotencial del punto P



donde c_P se expresa en metros cuadrados por segundos al cuadrado

La altitud es un número que expresa la distancia entre un punto P y una superficie de referencia horizontal, ver Figura D.5. En la definición de altitud elipsoidal h , la superficie de referencia es un elipsoide. Pero las altitudes en los sistemas de información geográfica sobre continentes usan el geoide como superficie de referencia. Con más precisión, las altitudes se definen usando el número geopotencial c_P de acuerdo con las tres elecciones siguientes:

-- altitud ortométrica $H_O = c_P/g$, donde g es el valor medio de la gravedad a lo largo de la línea de la plomada del campo de gravedad terrestre entre el punto y el geoide.

-- Altitud normal $H_n = c_P/\gamma$, donde γ es el valor medio de la gravedad a lo largo de la línea de la plomada del campo de gravedad normal entre el elipsoide y el punto donde el potencial normal es igual al potencial real en el punto de cálculo

-- Altitud dinámica $H_d = c_P/g_0$, donde g_0 es un valor de la gravedad arbitrariamente acordado. g_0 puede ser un valor de la gravedad normal en alguna latitud estándar (en general, de 45° o la latitud media del área considerada). Las altitudes dinámicas están estrechamente relacionadas con los números neopotenciales.

Las altitudes ortométricas y las altitudes normales son altitudes relacionadas con la gravedad.

NOTA En algunos países donde no se dispone de suficientes datos de gravedad, se usa la altitud normal ortométrica como aproximación de la altitud ortométrica.



Leyenda

- 1 geoide
- 2 elipsoide
- 3 superficie de la Tierra

h = altitud elipsoidal, medida desde el elipsoide a lo largo de la normal que pasa por el punto P: $h=H+N$

H = altitud relacionada con la gravedad, medida a lo largo de la dirección de la gravedad desde el datum vertical plano al geoide

N = altitud del geoide, altitud del geoide sobre el elipsoide

Figura D.5 – Altitudes elipsoidal y relacionadas con la gravedad

Anexo E (informativo)

Ejemplos

Seguidamente se dan varios ejemplos para ilustrar cómo puede ser aplicada esta Norma Internacional cuando se define un sistema de referencia de coordenadas al cual están referidas las coordenadas. Los datos que deben proporcionarse como mínimo para la conformidad con esta Norma Internacional se **muestran en negrita**

Se dan los siguientes ejemplos:

E.1 Sistema de referencia de coordenadas proyectadas con los valores de todos los atributos requeridos referenciados en una mención

E.2 Sistema de referencia de coordenadas proyectadas con todos los datos de definición dados al completo.

E.3 Sistema de referencia de coordenadas geodésico tridimensional (latitud, longitud y altitud elipsóidica)

E.4. Sistema de referencia de coordenadas geocéntrico tridimensional (x, y, z)

E.5 Sistema de referencia de coordenadas compuesto usando latitud, longitud y altitud relacionada con la gravedad. La descripción del datum del sistema de referencia de coordenadas horizontal es referenciado en una mención mientras que el sistema de coordenadas horizontal y el sistema de referencia de coordenadas vertical están dados al completo.

E.6 Transformación de coordenadas

E.7 Sistema de referencia de coordenadas compuesto usando coordenadas cartesianas x, y, z y altitudes relacionadas con la gravedad. El sistema de referencia de coordenadas compuesto es completamente descrito.

E.8 Un modelo de altitudes del geoide descrito por una operación de coordenadas

E.9 Creación de un estereo modelo con dos imágenes solapadas como operación de coordenadas concatenada

EJEMPLO E.1 Sistema de referencia de coordenadas proyectadas con los valores de todos los atributos requeridos referenciados en una mención

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Código de la clase del sistema de referencia de coordenadas	1	Este es un sistema de referencia de coordenadas simple
Identificados del sistema de referencia de coordenadas	26734	Este es el código para el sistema en la mención
Título de la mención del sistema de referencia de coordenadas	EPSG v4.0	Esta mención define toda la información del datum, sistema de coordenadas y conversión de coordenadas para este sistema de referencia de coordenadas
Fecha de la mención del sistema de referencia de coordenadas	1998	
Alias del sistema de referencia de coordenadas	NAD27/Alaska Zona 4	

EJEMPLO. E.2 Sistema de referencia de coordenadas proyectadas con todos los datos de definición dados al completo.

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Código de la clase del sistema de referencia de coordenadas	1	Este es el caso general de un sistema de referencia de coordenadas simple
Identificados del sistema de referencia de coordenadas	NAD27/Alaska zona4	Este es el código para el sistema en la mención
Identificador del datum	NAD27	
Alias del datum	North American datum de 1927	Entrada opcional
Tipo de datum	geodésico	Entrada opcional
Punto de anclaje del datum	Meades Ranch, Kansas	Entrada opcional
Notas sobre el datum	Consultar la documentación NGS para definición del datum	Entrada opcional
Identificador del meridiano principal	Greenwich	Puesto que el valor de este atributo es "Greenwich" no es esencial dar información
.Longitud del meridiano principal de Greenwich	0 grados	Puesto que el valor del atributo identificador del meridiano principal es "Greenwich" no es esencial dar información sobre la longitud del meridiano principal de Greenwiich.
Identificador del elipsoide	Clark 1866	
Semieje mayor del elipsoide	6378206.4 m	
Forma del elipsoide	Verdadera	
Inverso del aplanamiento	294.9786982	
Identificador del sistema de coordenadas	Mercator transverso	
Tipo de sistema de coordenadas	Proyectadas	
Dimensión del sistema de coordenadas	2	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	N	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	norte	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	Pies US	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	E	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Este	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	Pies US	
Identificador de la operación de coordenadas	Mercator Transversa	

Fórmula del método de operación de coordenadas	Documento Profesional 1398 del USGS	
Número de parámetros del método de operación de coordenadas	5	
Nombre del parámetro de operación de coordenadas	Latitud del origen	
Valor del parámetro de operación de coordenadas	54 grados	
Nombre del parámetro de operación de coordenadas	Longitud del origen	
Valor del parámetro de operación de coordenadas	- 150 grados	
Nombre del parámetro de operación de coordenadas	Factor de escala	
Valor del parámetro de operación de coordenadas	0.9999	
Nombre del parámetro de operación de coordenadas	Falso este	
Valor del parámetro de operación de coordenadas	500000 pies US levantamientos	
Nombre del parámetro de operación de coordenadas	Falso norte	
Valor del parámetro de operación de coordenadas	0 pies US levantamientos	

EJEMPLO E.3 Sistema de referencia de coordenadas geodésico tridimensional (latitud, longitud y altitud elipsoidal)

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Código de la clase del sistema de referencia de coordenadas	1	Este es un sistema de referencia de coordenadas simple
Identificados del sistema de referencia de coordenadas	WGS84(φ, λ, h)	
Identificador del datum	WGS84	Como se describe un elipsoide puede inferirse que el tipo de datum es geodésico. Puesto que el tipo de datum es geodésico y no se identifica meridiano principal, el meridiano principal se toma como el de Greenwich
Identificador del elipsoide	WGS84	
Semieje mayor del elipsoide	6378137.0 m	
Forma del elipsoide	Verdadera	
Inverso del aplanamiento	298.257223563	
Identificador del sistema de coordenadas	Sistema de coordenadas geodésicas	
Tipo de sistema de coordenadas	Geodésico	
Dimensión del sistema de coordenadas	3	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	latitud	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	norte	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	grados	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	longitud	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	este	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	grados	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	altitud elipsoidal	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	hacia arriba	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	

EJEMPLO E.4 Sistema de referencia de coordenadas geocéntrico tridimensional (x, y, z)

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Código de la clase del sistema de referencia de coordenadas	1	Este es un sistema de referencia de coordenadas simple
Identificados del sistema de referencia de coordenadas	ECR	
Identificador del datum	WGS84	Este sistema de referencia de coordenadas tiene un datum geodésico pero, como tiene un sistema de coordenadas cartesianas, la descripción de un elipsoide no es obligatoria
Tipo de datum	geodésico	
Identificador del sistema de coordenadas	Sistema de coordenadas geodésicas	
Tipo de sistema de coordenadas	Cartesiano	
Dimensión del sistema de coordenadas	3	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	x	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Desde el centro de masas de la Tierra a la intersección del ecuador con el meridiano de Greenwich	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	y	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Desde el centro de masas de la Tierra 90° hacia el este a lo largo del ecuador desde el meridiano de Greenwich	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	z	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Desde el centro de	Completa un sistema de coordenadas ortogonal

	masas de la Tierra al polo norte de rotación de la Tierra	dextrógiro
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	

EJEMPLO E.5 Sistema de referencia de coordenadas compuesto usando latitud, longitud y altitud relacionada con la gravedad. La descripción del datum del sistema de referencia de coordenadas horizontal es referenciado en una mención mientras que el sistema de coordenadas horizontal y el sistema de referencia de coordenadas vertical están dados al completo.

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Código de la clase del sistema de referencia de coordenadas	2	Este es un sistema de referencia de coordenadas compuesto
Identificador del sistema de referencia de coordenadas compuesto	OSGB36+ODN	
Identificador del sistema de referencia de coordenadas 1	OSGB36	
Identificador del sistema de coordenadas	Sistema de coordenadas geodésicas	
Tipo de sistema de coordenadas	geodésico	
Dimensión del sistema de coordenadas	2	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	latitud	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	norte	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	rad	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	longitud	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	este	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	rad	
Identificador del sistema de referencia de coordenadas 2	Datum Ordenane Newlyn	
Identificador del datum	Datum Ordenane Newlyn	
Tipo de datum	vertical	
Identificador del sistema de coordenadas	altitud ortométrica	
Tipo de sistema de coordenadas	altitud relacionada con la gravedad	
Dimensión del sistema de coordenadas	1	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	altitud	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	hacia arriba	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	

EJEMPLO E.6 Transformación de coordenadas

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Identificador de la operación de coordenadas	WGS84 a ED50 NIMA 1993 Europa media	
Área válida de la operación de coordenadas	MEDIA PARA Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania (oeste), Gibraltar, Grecia, Italia, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza	
Identificador del sistema de referencia de coordenadas fuente	WGS84/(x,y,z)	
Identificador del sistema de referencia de coordenadas objetivo	ED50/(x,y,z)	
Versión de la operación de coordenadas	NIMA 1993 Europa media	Esta es una de las diversas operaciones de coordenadas entre los sistemas de referencia de coordenadas fuente y objetivo
Identificador del método de operación de coordenadas	traslaciones geocéntricas	
Fórmula del método de operación de coordenadas	Ver NIMA TR8350.2.	
Parámetros del método de operación de coordenadas	3	
Notas sobre el método de operación de coordenadas	Ver NIMA TR8350.2.	
Identificador del parámetro de la operación de coordenadas	traslación sobre el eje x	
Valor del parámetro de la operación de coordenadas	87 m	
Identificador del parámetro de la operación de coordenadas	traslación sobre el eje y	
Valor del parámetro de la operación de coordenadas	98 m	
Identificador del parámetro de la operación de coordenadas	traslación sobre el eje z	
Valor del parámetro de la operación de coordenadas	121 m	

EJEMPLO E.7 Sistema de referencia de coordenadas compuesto usando coordenadas cartesianas x, y, z y altitudes relacionadas con la gravedad. El sistema de referencia de coordenadas compuesto es completamente descrito.

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Código de la clase del sistema de referencia de coordenadas	2	
Identificador del sistema de referencia de coordenadas compuesto	EUVN	
Notas del sistema de referencia de coordenadas compuesto	Nombre completo: Red Europea de Referencia Vertical	
Identificador del sistema de coordenadas 1	ETRS89/(x,y,z)s	
Área válida del sistema de referencia de coordenadas	Europa	
Identificador del datum	ETRS89	
Tipo de datum	geodésico	Aunque este sistema de referencia de coordenadas tiene un datum geodésico y un sistema de coordenadas Cartesiano, opcionalmente se ha dado la descripción de un elipsoide
Época de realización del datum	1997.5	
Identificador del elipsoide	GRS80	
Semieje mayor del elipsoide	6378137.0	
Forma del elipsoide	verdadera	
Inverso del aplanamiento del elipsoide	288.257222101	
Identificador del sistema de coordenadas	sistema de coordenadas cartesiano	
Tipo de sistema de coordenadas	cartesiano	
Dimensión del sistema de coordenadas	3	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	X	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Desde el centro del elipsoide a la intersección del ecuador y el meridiano de Greenwich	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	y	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Desde el centro del elipsoide a la intersección del ecuador y el	

	meridiano 90 grados este	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	z	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Desde el centro del elipsoide al polo norte geográfico	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	
Identificador del sistema de coordenadas 2	UELN-95	
Identificador del datum	UELN-95/98	
Tipo de datum	Vertical	
Punto de anclaje del datum	Amsterdam	
Área válida del sistema de referencia de coordenadas	Europa	
Identificador del sistema de coordenadas	altitud normal	
Tipo de sistema de coordenadas	relacionada con la gravedad	
Dimensión del sistema de coordenadas	1	
Nombre del eje del sistema de coordenadas	altitud	
Dirección del eje del sistema de coordenadas	hacia arriba	
Identificados de unidades del eje del sistema de coordenadas	m	

EJEMPLO E.8 Un modelo de altitudes del geoide descrito por una operación de coordenadas

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Identificador de la operación de coordenadas	EGG97	
Área válida de la operación de coordenadas	Europa	
Ámbito de la operación de coordenadas	transformación de coordenadas de altitudes relacionadas con la gravedad a altitudes elipsóidicas	
Título de la mención	Denker, H. Torge, W.: The European Gravimetric Quasigeoid EGG97 – Proyenco continental apoyado por la IAG	
Fecha de la mención	1998	o
Identificador de la mención	Springer-Verlag, Berlin Heidelberg – New York	
Título colectivo de la mención	En: R. Forsberg, M. Feissel, R. Dietrich (eds), Geodesy on the move – Gravity, Geoid, Geodynamic and Antarctica. IAG Symp. Proceedings	
Identificación del volumen de la mención	Volumen 119	
ISBN de la mención	3540-6460-1	
Otros detalles de la mención	Páginas 249-254	
Identificador del sistema de referencia de coordenadas fuente	EULN	Red Europea Unificada de Nivelación
Identificador del sistema de coordenadas objetivo	ETRS	Sistema de Referencia Terrestre Europeo
Versión de la operación de coordenadas	1997	
Fórmula del método de operación de coordenadas	$h^{ETRS} = H^{EULN} + N^{EGG97}$	

EJEMPLO E.9 Creación de un estereo modelo con dos imágenes solapadas como operación de coordenadas concatenada

Nombre del elemento	Entrada	Comentario
Identificador de la operación de coordenadas concatenadas	Operación de coordenadas de fotogrametría analítica de doble imagen	
Número de pasos de la operación de coordenadas concatenada	2	
Título de la mención	Wang Zhuzhuo: Principles of Photogrammetry (with Remote Sensing)	
Fecha de la mención	1980	
Identificador de la mención	Press of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping	
Páginas de la mención	27-48	
ISBN de la mención	7-81030-000-8	
Identificador de la operación de coordenadas	Orientación relativa de un par de imágenes	
Identificador del sistema de referencia de coordenadas fuente	Dos SRC 2-D de ingeniería	Sistemas de coordenadas imagen (x_1, y_1) , (x_2, y_2)
Identificador del sistema de referencia de coordenadas objetivo	CRS 3-D de ingeniería	Origen del sistema de coordenadas cartesianas espaciales en el centro de proyección imagen 1 (u, v, w) , dirección u desde el centro de proyección 1 al centro de proyección 2 a la distancia b_u (en la dirección u)
Nombre del método de operación de coordenadas	Ángulos fotogramétricos por ajuste y linealización de una matriz de rotación e iteración	
Nombre del parámetro de la operación de coordenadas	φ_1 , φ_2 κ_1 , κ_2 ω_2 b_u	φ : inclinación longitudinal κ_1 ángulo de balanceo ω_2 inclinación transversal b_u
Identificador de la operación de coordenadas	Orientación absoluta de un modelo	
Identificador del sistema de referencia	CRS 3-D de	Objetivo de la operación 1 de

de coordenadas fuente	ingeniería	coordenadas <i>“orientación relativa de un par de imágenes”</i>
Identificador del sistema de referencia de coordenadas objetivo	WGS84	
Nombre del método de operación de coordenadas	Traslación, rotación y escala	Desplazamiento paralelo (al punto de campo) con traslación, rotación y escala por una transformación de coordenadas de siete parámetros
Nombre del parámetro de la operación de coordenadas	Distancia focal, altitud de vuelo	distancia focal, altitud de vuelo se dan por el cálculo del ajuste de los siete parámetros