

**NTCA\_01008**  
**Modelos**

# Modelo Geodésico de Referencia y Altitudes

Tipo de documento	<b>Norma Técnica Cartográfica</b>
Fecha del documento	<b>2012-12-20</b>
Número de páginas	<b>53</b>
Fase	<b>F8_Aprobación Comisión Intedepartamental Estadística y Cartográfica</b>
Versión	<b>F8_20130313</b>
Sustituye a	<b>F8_20121220 y F8_20110923</b>
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Este documento ha completado el proceso de tramitación incorporando las sugerencias en los periodos de consultas.</b></li><li>▪ <b>Este documento ha sido adaptado totalmente a la <i>Guía para la redacción de Normas Técnicas Cartográficas de Andalucía</i>, y verificadas las pruebas de conformidad establecidas.</b></li><li>▪ <b>Este documento ha sido revisado en cuanto a su coherencia interna y externa con otras normas y documentos propios del SECA.</b></li><li>▪ <b>La Comisión Interdepartamental Estadística y Cartográfica de Andalucía aprobó, en la sesión de 20 de diciembre de 2012, una serie de añadidos a la norma relativos a la forma de expresión de las coordenadas (arts. 10 y 26, Anexos A y E)</b></li><li>▪ <b>La nueva versión F8_20130313 únicamente incluye correcciones de errores con respecto a la anterior versión.</b></li></ul>
Antecedentes	<b>Ninguno</b>



Los contenidos de este documento están sujetos a una [licencia Creative Commons 3.0](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.es) (Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia) si no se indica lo contrario. Sigue el enlace <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.es>

---

Editado por la Junta de Andalucía  
© Junta de Andalucía 2011  
Depósito Legal: XXXXX  
ISBN:

---

**Comisión Interdepartamental Estadística y Cartográfica. Secretaría**

Pabellón de Nueva Zelanda.  
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21  
Isla de La Cartuja. 41071  
Sevilla, España

Teléfono: +34 900 101 407 - 955 033 800  
Fax: +34 955 033 816  
Correo-e: [cartografia@juntadeandalucia.es](mailto:cartografia@juntadeandalucia.es)  
[www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/)

# ÍNDICE

<a href="#">0. INTRODUCCIÓN.....</a>	<a href="#">4</a>
<a href="#">1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</a>	<a href="#">5</a>
<a href="#">2. CONFORMIDAD.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">3. NORMAS PARA LA CONSULTA.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">4. DEFINICIONES Y TÉRMINOS ABREVIADOS.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">5. SISTEMAS DE REFERENCIA COORDENADOS.....</a>	<a href="#">10</a>
<a href="#">5.1 CRS geodésico.....</a>	<a href="#">10</a>
<a href="#">5.2 CRS ETRS89 Transversa de Mercator.....</a>	<a href="#">12</a>
<a href="#">5.3 CRS ETRS89 Cónica conforme de Lambert.....</a>	<a href="#">17</a>
<a href="#">5.4 CRS ETRS89 Azimutal equivalente de Lambert.....</a>	<a href="#">18</a>
<a href="#">5.5 CRS vertical.....</a>	<a href="#">20</a>
<a href="#">5.6 Identificadores.....</a>	<a href="#">20</a>
<a href="#">6. TRANSFORMACIÓN SISTEMAS DE REFERENCIA.....</a>	<a href="#">21</a>
<a href="#">7. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA CONCEPTUAL PARA SISTEMAS DE REFERENCIA DE COORDENADAS.....</a>	<a href="#">21</a>
<a href="#">7.1 Sistemas de referencia de coordenadas.....</a>	<a href="#">22</a>
<a href="#">7.2 Datum.....</a>	<a href="#">23</a>
<a href="#">7.3 Sistemas de coordenadas.....</a>	<a href="#">25</a>
<a href="#">7.4 Operación de coordenadas: Conversión y transformación de coordenadas.....</a>	<a href="#">25</a>
<a href="#">7.5 Atributos para describir un sistema de referencia de coordenadas.....</a>	<a href="#">30</a>
<a href="#">8. BIBLIOGRAFÍA.....</a>	<a href="#">32</a>
<a href="#">ANEXO A (Normativo).....</a>	<a href="#">33</a>
<a href="#">CONFORMIDAD.....</a>	<a href="#">33</a>
<a href="#">ANEXO B (Normativo).....</a>	<a href="#">36</a>
<a href="#">REDACCIÓN DE PLIEGOS DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS .....</a>	<a href="#">36</a>
<a href="#">ANEXO C (Informativo).....</a>	<a href="#">38</a>
<a href="#">MÉTODOS TRANSFORMACIÓN SISTEMA DE REFENCIA DE COORDENADAS.....</a>	<a href="#">38</a>
<a href="#">ANEXO D (Informativo).....</a>	<a href="#">42</a>
<a href="#">CONCEPTOS GEODÉSICOS GENERALES.....</a>	<a href="#">42</a>
<a href="#">ANEXO E (Informativo).....</a>	<a href="#">53</a>
<a href="#">SERVICIO GEOGRÁFICO TELEGEO.....</a>	<a href="#">53</a>

## 0. INTRODUCCIÓN

El Decreto 141/2006, de 18 de julio, por el que se ordena la actividad cartográfica en la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA de 9/08/2006) tiene por objeto la ordenación de la actividad cartográfica de las Administraciones Públicas de Andalucía, entre otras, en su vertiente de producción. En su artículo 9 establece que la actividad de planificación en materia cartográfica de la Administración de la Junta de Andalucía tiene como instrumento fundamental el Plan Cartográfico de Andalucía (PCA) entendido como el marco para la ordenación y desarrollo de la actividad cartográfica, conteniendo los objetivos, y sus estrategias relacionadas, y las principales líneas de actuación en materia cartográfica a llevar a cabo durante su período de vigencia. Dicho Plan está en consonancia con la Directiva 2007/2/CE por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Unión Europea (Inspire), y su desarrollo igualmente en línea con sus reglas de implementación.

Entre las determinaciones del Plan se encuentran, por una parte, la necesidad de normalización técnica de los procesos de producción y gestión de la Información Geográfica (disposición 22), y por otra, la calidad como un requisito fundamental para asegurar los mayores niveles posibles de precisión, interoperabilidad y cualidades para ser usada (disposición 24).

Esta Norma (NTCA 01-008: **Modelo Geodésico de Referencia y Altitudes**) ha sido elaborada, dentro del Grupo de Trabajo 01\_Coordinación, siguiendo las directrices establecidas en el documento *Guía para la elaboración de las Normas Técnicas Cartográficas de Andalucía*, aprobado por la Comisión Cartográfica de Andalucía (CCA-0904-04).

El procedimiento de elaboración y tramitación de esta NTCA se ha ajustado a la *Guía para la elaboración de las Normas Técnicas Cartográficas de Andalucía* conforme a la siguiente secuencia:

<b>A) FASES DE PROPUESTA</b>		
F 1. Propuesta	GT01_Coordinación	2009-03-06
F 2. Aprobación de la propuesta	Comisión de Cartografía de Andalucía	2009-04-02
<b>B) FASES DE BORRADOR Y REVISIÓN INTERNA</b>		
F 3. Borrador inicial	Equipo técnico	2010-11-23
F 4. Revisión interna	Equipo asesor	2010-12-20
F 5. Borrador del SCA	Grupos de Trabajo SCA	2011-03-20
<b>C) FASES DE REVISIÓN EXTERNA</b>		
F 6. Información pública	Resolución	2011-04-04
F 7. Incorporación sugerencias	Comisión Técnica Estadística y Cartográfica	2011-09-20
<b>D) FASE FINAL DE APROBACIÓN</b>		
F 8. Aprobación	Comisión Interdepartamental Estadística y Cartográfica	2011-09-23

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1. La Norma **NTCA 01-008: Modelo Geodésico de Referencia y Altitudes** (en adelante: NTCA 01-008: Modelo geodésico, o simplemente, en este contexto, la Norma) forma parte del Sistema de Normas Técnicas Cartográficas de Andalucía aprobado por la Comisión de Cartografía de Andalucía, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 141/2006, y su aplicación y desarrollo a través del Plan Cartográfico de Andalucía 2009-2012.
2. La NTCA 01-008 pertenece al conjunto de normas “Modelo” entendidas como base, o marco, que condicionan el desarrollo de todos o gran parte de los productos de Información Geográfica (en adelante IG) contemplados en el Plan Cartográfico. Estos Modelos es posible que sean perfiles de otras Normas de carácter más general que se acomodan a las necesidades de normalización técnica de productos y servicios del Sistema Cartográfico de Andalucía.
3. El objetivo particular de esta Norma es especificar y definir los Sistemas de Referencia de Coordenadas (CRS) con los que producir y difundir la IG permitiendo la interoperabilidad con otros Conjunto de Datos Geográficos (en adelante CDG).
4. Basado en ISO se identifican un conjunto de pruebas de conformidad cuya especificación y cumplimiento permitan el cumplimiento de lo determinado en la presente Norma.
5. Esta Norma permite la innovación y mejora continua dentro del contexto de las Normas internacionales UNE-EN ISO y sus propuestas de modificación.
6. Esta Norma es de aplicación a productos y establece pruebas de conformidad para su verificación.
7. La presente Norma tiene por objeto específico:
  - a) Definir unas especificaciones técnicas en lo referente a CRS.
  - b) Establecer las especificaciones técnicas de las proyecciones cartográficas a emplear.
  - c) Definir las conversiones y establecer las transformaciones entre CRS.
  - d) Lo establecido en la Norma será de aplicación en cualquier tipo de IG independientemente de la información, calidad o resolución de la misma.
8. La Norma es de aplicación por todos los organismos regionales productores de IG sobre aquellos nuevos productos que vayan a ser integrados en el Sistema Cartográfico de Andalucía.
9. La Norma no es aplicable a productos históricos, a productos heredados de otras organizaciones o a productos que no vayan a ser mantenidos a lo largo del tiempo.
10. La Norma debe ser aplicada en la elaboración de los informes preceptivos establecidos en apartado h) del artículo 30 de la Ley 4/1989, de 12 de diciembre, de Estadística de la Comunidad Autónoma de Andalucía, modificada por la disposición final sexta de la Ley 4/2011, que atribuye al Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía la competencia para “informar preceptivamente los proyectos de normas por las que se creen, modifiquen o supriman registros administrativos”. Estos informes, en lo referente a la localización de entidades a registrar, se realizarán conforme a las especificaciones técnicas establecidas en el artículo 26.

11. La Norma tiene que ser aplicada en la redacción de Pliegos de Prescripciones Técnicas, (en adelante PPT) donde se lleven a cabo procesos de producción o difusión de CDG.
12. Esta Norma está basada en los principios de la calidad de la IG (UNE-EN ISO 19113), de la evaluación de la calidad de la IG (UNE-EN ISO 19114), de las medidas de la calidad de la IG (UNE-EN ISO 19138), y de las recomendaciones del Sistema Internacional para unidades (ISO 1000). Esta norma se centra en productos de IG por lo que no afecta al resto de cometidos que pueda tener la organización que la adopte.

## 2. CONFORMIDAD

13. La conformidad entendida como cumplimiento de uno o varios requisitos será referida a productos de IG concretos.
14. Para cualquier producto que pretenda la conformidad respecto a esta Norma será deberán superar todos y cada uno de los requisitos descritos en el conjunto de pruebas genéricas que se presenta en el Anexo A.
15. La redacción de un PPT que pretenda la conformidad respecto a la definición CRS tendrá que cumplir los requisitos establecidos en el Anexo B.

## 3. NORMAS PARA LA CONSULTA

16. Las normas que se relacionan a continuación tienen disposiciones válidas para la NTCA 01-008: Modelo Geodésico de Referencia y Altitudes. Todas las normas están sujetas a revisión por lo que se indican las fechas correspondientes a los documentos vigentes en el momento de publicación de esta Norma.
  - a) UNE-EN ISO 19111:2007: *Información geográfica. Sistemas de referencia espaciales por coordenadas.*
  - b) [UNE-EN ISO 19113:2005: Información geográfica. Principios de calidad.](#)
  - c) [UNE-EN ISO 19114:2005: Información geográfica. Procedimientos de evaluación de la calidad.](#)
  - d) ISO 1000:1992: *Unidades SI y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y de otras ciertas unidades.*

## 4. DEFINICIONES Y TÉRMINOS ABREVIADOS.

17. Para los fines de este documento, son de aplicación los términos y definiciones siguientes:

**Altitud; h, H:** distancia a un punto desde una superficie de referencia elegida a lo largo de una normal a esa superficie. NOTA 1.- Véase altitud elipsoidal y altitud relacionada con la gravedad. NOTA 2.- La altitud de un punto de fuera de la superficie se trata como positiva, a la altitud negativa también se le llama profundidad [UNE-EN ISO 19111]

**Altitud elipsoidal:** 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.- Solo se usa como parte de un sistema de coordenadas geodésicas tridimensional y nunca en sí misma [UNE-EN ISO 19111]

**Altitud ortométrica:** distancia medida a lo largo de la línea de fuerza entre el punto considerado y el geoide

**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 [UNE-EN ISO 19111]

**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 proporciona la inversa del aplanamiento  $1/f = a/(a-b)$  en lugar del aplanamiento;  $1/f$  es también conocida como aplanamiento recíproco [UNE-EN ISO 19111]

**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 [UNE-EN ISO 19111]

**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 valores numéricos tienen que cuantificarse a partir de unas unidades establecidas. NOTA 2.- Una operación con coordenadas se realiza con las coordenadas en un sistema fuente que produce las coordenadas en el sistema objetivo [UNE-EN ISO 19111]

**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 de un sistema de coordenadas [UNE-EN ISO 19111]

**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 [UNE-EN ISO 19111]

**Datum para ingeniería; datum local:** datum que describe la relación de un sistema de coordenadas con una referencia local. NOTA.- Los datum para ingeniería excluyen tanto los datum geodésicos como los verticales.

EJEMPLO.- Un sistema para identificar posiciones relativas a pocos kilómetros del punto de referencia, por ejemplo, de una obra civil [UNE-EN ISO 19111]

**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 datum verticales estarán referidos a un nivel medio del mar basado en observaciones del nivel de agua en un largo periodo de tiempo. Las altitudes elipsoidales son tratadas como relativas a un sistema de coordenadas elipsoidal tridimensional referido a un datum geodésico. Los datum verticales incluyen datum de sondeos (usados para fines hidrográficos), en cuyo caso las altitudes pueden ser negativas denominándose profundidades [UNE-EN ISO 19111]

**Elipsoide:** superficie engendrada por la rotación de una elipse alrededor de un eje principal. NOTA.- En esta norma internacional, los elipsoides son siempre achatados en el polo, esto significa que el eje de rotación es siempre el eje menor [UNE-EN ISO 19111]

**Este; E:** distancia en un sistema de coordenadas, hacia el este (positivo) o hacia el oeste (negativo) desde una línea norte-sur de referencia [UNE-EN ISO 19111]

**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 [UNE-EN ISO 19111]

**Latitud geodésica; latitud elipsoidal;  $\varphi$ :** ángulo que forma el plano ecuatorial con la perpendicular al elipsoide desde un punto dado, se toma positiva hacia el norte [UNE-EN ISO 19111]

**Longitud geodésica; longitud elipsoidal;  $\lambda$ :** ángulo que forma el plano meridiano principal con el plano meridiano de un punto dado, se toma positiva hacia el este [UNE-EN ISO 19111]

**Marco de referencia geodésico:** materialización de un sistema de referencia

**Meridiano:** intersección de un elipsoide por un plano que contiene el semieje menor del elipsoide. NOTA.- Este término se utiliza generalmente para identificar el semimeridiano en lugar del meridiano completo [UNE-EN ISO 19111]

**Meridiano de Greenwich:** meridiano que pasa por la posición del Círculo Meridiano de Airy en el Real Observatorio de Greenwich, Reino Unido. NOTA.- Muchos datum geodésicos usan el meridiano de Greenwich como meridiano principal. Su posición precisa difiere poco entre distintos datum [UNE-EN ISO 19111]

**Meridiano principal; meridiano cero:** meridiano desde el cual se cuantifican las longitudes de los otros meridianos [UNE-EN ISO 19111]

**Nivel medio del mar:** cota establecida a partir de los periodos medios de marea y las variaciones estacionales medias de la superficie del mar. NOTA.- En un contexto local el nivel medio del mar se establece mediante observaciones realizadas en uno o varios puntos de una determinada región y con un periodo de tiempo dado. En general, el nivel medio del mar difiere del geoide global en no más de 2 metros [UNE-EN ISO 19111]

**Norte; N:** distancia en un sistema de coordenadas, hacia el norte (positivo) o hacia el sur (negativo) desde una línea de referencia este-oeste [UNE-EN ISO 19111]

**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 [UNE-EN ISO 19111]

**Proyección cartográfica:** conversión de coordenadas desde un sistema de coordenadas geodésicas a un plano [UNE-EN ISO 19111]

**Referencia espacial:** descripción de la posición en el mundo real. NOTA.- Es posible tomar la forma de una etiqueta, código o conjunto de coordenadas [UNE-EN ISO 19111]

**Semieje mayor; a:** radio más largo de un elipsoide de revolución de dos ejes. NOTA.- Para un elipsoide que represente a la Tierra, este es el radio del ecuador [UNE-EN ISO 19111]

**Semieje menor; b:** radio más corto de un elipsoide de revolución de dos ejes. NOTA.- Para un elipsoide que represente a la Tierra, es la distancia desde el centro del elipsoide a cualquiera de los polos. [UNE-EN ISO 19111]

**Sistema de coordenadas:** Conjunto de reglas matemáticas que especifican cómo las coordenadas tienen que asignarse a los puntos [UNE-EN ISO 19111]



**Sistema de coordenadas cartesianas:** sistema de coordenadas que da la posición de puntos respecto de n ejes mutuamente perpendiculares. NOTA.- n es 1, 2 ó 3 para los fines de esta norma internacional [UNE-EN ISO 19111]

**Sistema de coordenadas de una proyección:** sistema de coordenadas bidimensional resultante de una proyección cartográfica [UNE-EN ISO 19111]

**Sistema de coordenadas geodésicas; sistema de coordenadas elipsoidales:** sistema de coordenadas en el que la posición es especificada, por la latitud geodésica, la longitud geodésica y (en los casos tridimensionales) la altitud elipsoidal [UNE-EN ISO 19111]

**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 [UNE-EN ISO 19111]

**Sistema de referencia de coordenadas:** sistema de coordenadas que está referido al mundo real a través de un datum. NOTA.- Para datum geodésicos y verticales, estarán referidos a la Tierra [UNE-EN ISO 19111]

**Sistema de referencia de coordenadas compuesto:** sistema de referencia de coordenadas que usa 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 [UNE-EN ISO 19111]

**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 [UNE-EN ISO 19111]

18. En esta Norma se utilizan habitualmente las siguientes abreviaciones:

CCRS	Compound Coordinate Reference System (Sistema de Referencia de Coordenadas Compuesto)
CDG	Conjunto de Datos Geográficos
CRS	Coordinate Reference System (Sistema de Referencia de Coordenadas)
ED50	European Datum 1950 (Datum Europeo 1950)
ERGPS	Estaciones de Referencia GPS
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989 (Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989)
LAEA	Proyección Azimutal Equivalente de Lambert
LCC	Proyección Cónica Conforme de Lambert
TMzn	Proyección Transversa de Mercator
GNSS	Global Navigation Satellite System (Sistemas Globales de Navegación por Satélite)
GRS	Geodetic Reference System (Sistema de Referencia Geodésico)

GRS80	Geodetic Reference System 1980 (Sistema de Referencia Geodésico 1980)
IG	Información Geográfica
MTN50	Mapa Topográfico Nacional 1:50.000
PPT	Pliego de Prescripciones Técnicas
RAP	Red Andaluza de Posicionamiento
REGENTE	Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales.
REDNAP	Red de Nivelación de Alta Precisión
UTM	Universal Transversa Mercator (Proyección Transversa de Mercator Universal)
WGS84	World Geodetic System 84 (Sistema Geodésico Global 1984)

## 5. SISTEMAS DE REFERENCIA COORDENADOS

### 5.1 CRS geodésico

19. La Norma adopta como GRS geodésico el sistema ETRS89 (European Terrestrial Referente System 1989) para toda la IG producida, actualizada y/o mantenida que se integre en el Sistema Cartográfico de Andalucía.
20. La descripción del GRS elipsoidal ETRS89 se corresponde con lo establecido en la Tabla 1.
21. Para el cálculo de la latitud, longitud y altura elipsoidal, así como para el cálculo de coordenadas planas empleando una proyección cartográfica se emplearán los parámetros del elipsoide GRS80 definido en la Tabla 1.
22. El GRS queda materializado sobre el territorio andaluz mediante el marco geodésico definido por la Red Andaluza de Posicionamiento (en adelante RAP), la Red de Estaciones de Referencia GPS (en adelante ERGPS), la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (en adelante REGENTE) así como todas sus posibles densificaciones.
23. La representación planimétrica de todo CDG se realizará atendiendo a los siguientes criterios:
  - a) Para escalas iguales o menores a 1:500.000 se empleará el CRS ETRS89-Cónica Conforme de Lambert. (en adelante ETRS89-LCC).
  - b) Para escalas mayores a 1:500.000 se empleará el CRS ETRS89-Transversa de Mercator (en adelante ETRS89-TMzn, siendo zn el número del huso).
  - c) Para análisis donde se necesiten valores superficiales reales se empleará el CRS ETR89S-Equivalente Acimutal Lambert (en adelante ETRS89-LAEA).
24. Para regiones fuera del continente europeo se definirá la proyección cartográfica que se considere mas adecuada según los objetivos y funciones del producto.
25. Para la visualización de CDG a través de un servicio de visualización se implementará como mínimo el sistema de coordenadas geodésico bidimensional.

26. La localización espacial por coordenadas de un elemento para su inscripción en registros oficiales de la Junta de Andalucía seguirá los siguientes criterios:

- a) Debe expresarse, al menos, en grados sexagesimales en formato decimal, en el CRS geodésico ETRS89 bidimensional latitud / longitud con una precisión mínima de cinco decimales, utilizando el carácter punto como separador. La dirección Oeste quedará expresada mediante signo negativo.
- b) Este formato de expresión se considerará preferente para la inclusión de coordenadas en todas las bases de datos espaciales de carácter puntual del Sistema Estadístico y Cartográfico de Andalucía.
- c) El Sistema Estadístico y Cartográfico de Andalucía pone a disposición de los usuarios el servicio TELEGEO (Anexo C), herramienta web de captura de coordenadas de elementos espaciales conforme a lo establecido en el presente artículo.

27. En el caso de emplear una proyección cartográfica esta quedará documentada de tal forma que permita realizar una conversión de coordenadas geodésicas acorde a ISO 19111.

<b>Tabla 1 Descripción del CRS geodésico ETRS89</b>	
Entidad	Valor
Identificador CRS	ETRS89
Alias CRS	CRS elipsoidal ETRS89
Área Valida CRS	Europa
Propósito CRS	Geodesia, Cartografía, Sistema de Información Geográfica.
Identificador datum	ETRS89
Alias datum	European Terrestrial Reference System 1989
Tipo datum	Geodésico
Época realización del datum	1989
Área válida datum	Europa / EUREF
Propósito datum	Datum europeo consistente con ITRS en la época 1989.0 y fijado a la parte estable de la placa continental euroasiática.
Comentarios	Ver Boucher C., Altamimi Z. (1992): The EUREF Terrestrial Reference System and its First Realizations. Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung, Heft 52, München 1992, pp 205-213.
Identificador meridiano cero	Greenwich
Longitud del meridiano origen	0°
Identificador elipsoide	GRS80
Alias elipsoide	New International
Semieje mayor elipsoide	6378137 m
Forma elipsoide	Verdadero
Inverso del aplanamiento	298.257222101
Comentarios elipsoide	Ver Moritz, H. (1988): Geodetic Reference System 1980. Bulletin Geodesique, The Geodesists Handbook, 1988, Internat. Union of Geodesy and Geophysics.

<b>Tabla 1 (Continuación)</b>	
Identificador sistema de coordenadas	Sistema de coordenadas elipsoidal
Tipo sistema de coordenadas	Geodésico
Dimensiones del sistema de coordenadas	3
Nombre del eje del sistema de coordenadas	Latitud geodésica
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Norte
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Grados sexagesimales
Nombre del eje del sistema de coordenadas	Longitud geodésica
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Este
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Grados sexagesimales
Nombre del eje del sistema de coordenadas	Altura elipsoidal
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Hacia arriba
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	metro

## 5.2 CRS ETRS89 Transversa de Mercator

28. La IG se producirá en el huso que le corresponda por su localización.
29. En el caso de pertenecer al huso 29 de la proyección UTM la IG se levantará en dicho huso; en el caso que dicha IG pertenezca a un CDG más amplio que abarque a todo el territorio andaluz además se convertirá a UTM huso 30.
30. El cambio del huso 29 a 30 en la proyección UTM corresponderá con las hojas de la serie MTN50 correspondientes a la columna 12, filas de la 35 a la 48 de la serie del Servicio Geográfico del Ejército, ver Figura 1.
31. La producción de IG que se encuentre en la columna 12, filas de la 35 a la 48 de la serie MTN50 se producirá en los dos husos.
32. El cambio de huso 29 a 30 queda detallado en la Figura 2.

<b>Tabla 2 Descripción del CRS ETRS-TMzn</b>	
Entidad	Valor
Identificador CRS	ETRS TMzn
Alias CRS	CRS ETRS89 Transversa de Mercator
Área Valida CRS	Europa
Propósito CRS	CRS para representaciones cartográficas conformes para escalas mayores a 1:500.000
Comentarios CRS	Zn se corresponde con el número del huso de la proyección.
Identificador datum	ETRS89
Alias datum	European Terrestrial Reference System 1989
Tipo datum	Geodésico
Época realización del datum	1989
Área válida datum	Europa / EUREF
Propósito datum	Datum europeo consistente con ITRS en la época 1989.0 y fijado a la parte estable de la placa continental euroasiática.
Comentarios	Ver Boucher C., Altamimi Z. (1992): The EUREF Terrestrial Reference System and its First Realizations. Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung, Heft 52, München 1992, pp 205-213.

<b>Tabla 2 (Continuación)</b>	
Identificador meridiano cero	Greenwich
Longitud del meridiano origen	0°
Identificador elipsoide	GRS80
Alias elipsoide	New International
Semieje mayor elipsoide	6 378 137 m
Forma elipsoide	Verdadero
Inverso del aplanamiento	298.257222101
Comentarios elipsoide	Ver Moritz, H. (1988): Geodetic Reference System 1980. Bulletin Geodesique, The Geodesists Handbook, 1988, Internat. Union of Geodesy and Geophysics.
Identificador sistema de coordenadas	TMzn
Tipo sistema de coordenadas	Proyectado
Dimensiones del sistema de coordenadas	2
Comentarios sistema de coordenadas	Proyección: Transversa Mercator en husos de 6 grados de anchura.
Nombre del eje del sistema de coordenadas	N
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Norte
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Metro
Nombre del eje del sistema de coordenadas	E
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Este
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Metro
Identificador Operación	TMzn
Área valida de operación	Europa
Propósito operación	Para cartografías conformes a escalas mayores que 1:500.000
Nombre método operación	Proyección Transversa de Mercator
Alias nombre método operación	TMzn
Fórmulas método operación	Transverse Mercator Mapping Equations, in Hooijberg, Practical Geodesy, 1997, pp 81-84, 111-114.
Número parámetros método operación	7
Nombre parámetro	Origen latitud
Valor parámetro	0°
Comentarios parámetro	0° en el Ecuador
Nombre parámetro	Origen longitud
Valor parámetro	Meridiano central de cada huso
Comentarios parámetro	Meridiano central huso 30 es 3° W, meridiano central huso 29 es 9° W.
Nombre parámetro	Falso Norte
Valor parámetro	0 m
Comentarios parámetro	
Nombre parámetro	Falso Este
Valor parámetro	500 000 m
Comentarios parámetro	
Nombre parámetro	Anchura huso
Valor parámetro	6°
Comentarios parámetro	
Nombre parámetro	Límites latitud
Valor parámetro	0° N y 84° N

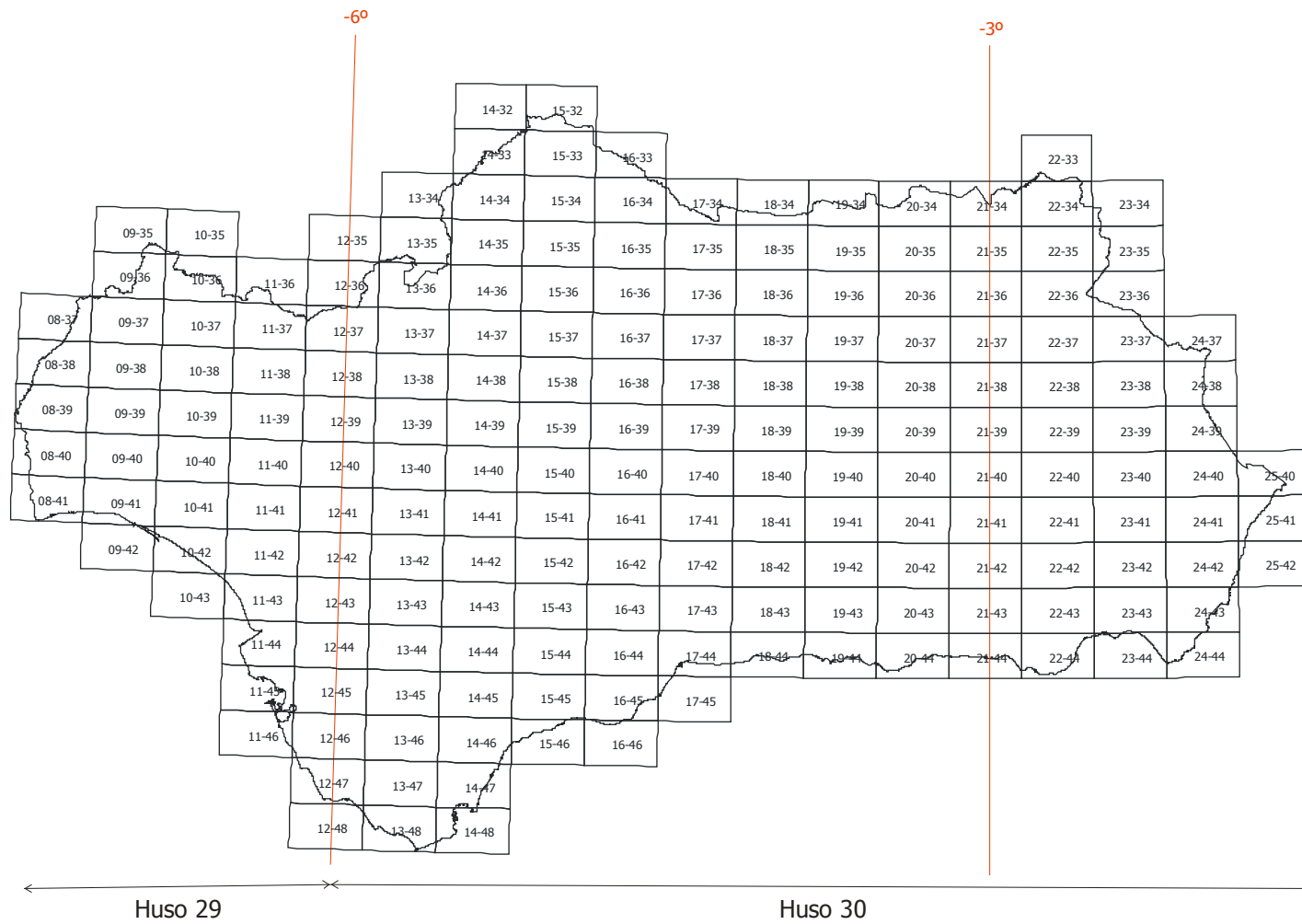
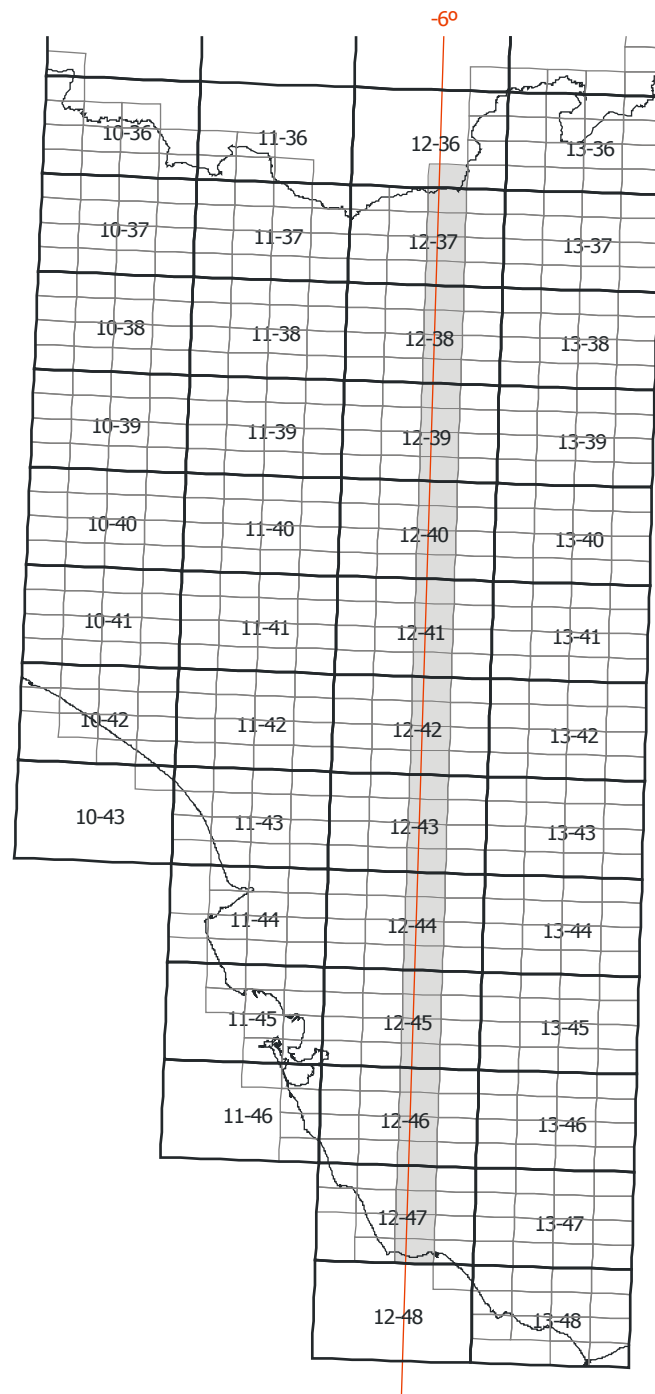


Figura 1 Ámbito de husos proyección UTM



Huso 29

Huso 30

Figura 2 Cambio de huso 29 / 30 sobre la proyección UTM

### 5.3 CRS ETRS89 Cónica conforme de Lambert

<b>Tabla 3 Descripción del CRS ETRS-LCC</b>	
Entidad	Valor
Identificador CRS	ETRS_LCC
Alias CRS	CRS ETRS89 Cónica Conforme de Lambert
Área Valida CRS	Europa
Propósito CRS	CRS para representaciones cartográficas conformes para escalas menores a 1:500.000
Identificador datum	ETRS89
Alias datum	European Terrestrial Reference System 1989
Tipo datum	Geodésico
Época realización del datum	1989
Área válida datum	Europa / EUREF
Propósito datum	Datum europeo consistente con ITRS en la época 1989.0 y fijado a la parte estable de la placa continental euroasiática.
Comentarios	Ver Boucher C., Altamimi Z. (1992): The EUREF Terrestrial Reference System and its First Realizations. Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung, Heft 52, München 1992, pp 205-213.
Identificador meridiano cero	Greenwich
Longitud del meridiano origen	0°
Identificador elipsoide	GRS80
Alias elipsoide	New International
Semieje mayor elipsoide	6378137 m
Forma elipsoide	Verdadero
Inverso del aplanamiento	298.257222101
Comentarios elipsoide	Ver Moritz, H. (1988): Geodetic Reference System 1980. Bulletin Geodesique, The Geodesists Handbook, 1988, Internat. Union of Geodesy and Geophysics.
Identificador sistema de coordenadas	LCC
Tipo sistema de coordenadas	Proyectado
Dimensiones del sistema de coordenadas	2
Nombre del eje del sistema de coordenadas	N
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Norte
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Metro
Nombre del eje del sistema de coordenadas	E
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Este
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Metro
Identificador Operación	LCC
Área valida de operación	Europa
Propósito operación	Para cartografías conformes a escalas menores que 1:500.000



<b>Tabla 3 (Continuación)</b>	
Nombre método operación	Proyección Cónica Conforme de Lambert con dos paralelos automecoicos.
Fórmulas método operación	Lambert Conformal Conic Projection, in Hooijberg, Practical Geodesy, 1997, pp 133-139.
Número parámetros método operación	6
Nombre parámetro	Paralelo inferior
Valor parámetro	35° N
Nombre parámetro	Paralelo superior
Valor parámetro	65° N
Nombre parámetro	Origen cuadrícula en latitud
Valor parámetro	52° N
Nombre parámetro	Origen cuadrícula en longitud
Valor parámetro	10° E
Nombre parámetro	Falso Norte
Valor parámetro	2 800 000 m
Nombre parámetro	Falso Este
Valor parámetro	4 000 000 m

#### 5.4 CRS ETRS89 Azimutal equivalente de Lambert

<b>Tabla 4 Descripción del CRS ETRS-LAEA</b>	
Entidad	Valor
Identificador CRS	ETRS LAEA
Alias CRS	CRS ETRS89 Azimutal Equivalente de Lambert
Área Valida CRS	Europa
Propósito CRS	CRS para representaciones cartográficas donde se deba representar sin deformación la variable superficie.
Comentarios CRS	Zn se corresponde con el número del huso de la proyección.
Identificador datum	ETRS89
Alias datum	European Terrestrial Reference System 1989
Tipo datum	Geodésico
Época realización del datum	1989
Área válida datum	Europa / EUREF
Propósito datum	Datum europeo consistente con ITRS en la época 1989.0 y fijado a la parte estable de la placa continental euroasiática.
Comentarios	Ver Boucher C., Altamimi Z. (1992): The EUREF Terrestrial Reference System and its First Realizations. Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung, Heft 52, München 1992, pp 205-213.
Identificador meridiano cero	Greenwich
Longitud del meridiano origen	0°

<b>Tabla 4 (Continuación)</b>	
Identificador elipsoide	GRS80
Alias elipsoide	New International
Semieje mayor elipsoide	6378137 m
Forma elipsoide	Verdadero
Inverso del aplanamiento	298.257222101
Comentarios elipsoide	Ver Moritz, H. (1988): Geodetic Reference System 1980. Bulletin Geodesique, The Geodesists Handbook, 1988, Internat. Union of Geodesy and Geophysics.
Identificador sistema de coordenadas	LAEA
Tipo sistema de coordenadas	Proyectado
Dimensiones del sistema de coordenadas	2
Nombre del eje del sistema de coordenadas	Y
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Norte
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Metro
Nombre del eje del sistema de coordenadas	X
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Este
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Metro
Identificador Operación	LAEA
Área válida de operación	Europa
Propósito operación	CRS para representaciones cartográficas donde se deba representar sin deformación la variable superficie.
Nombre método operación	Proyección Azimutal Equivalente de Lambert
Fórmulas método operación	US Geological Survey Professional Publication 1395, "Map Projection – A Working Manual" by John P. Snyder
Número parámetros método operación	4
Nombre parámetro	Origen latitud
Valor parámetro	52° N
Nombre parámetro	Origen longitudud
Valor parámetro	10° E
Nombre parámetro	Falso Norte
Valor parámetro	3 210 000 m
Nombre parámetro	Falso Este
Valor parámetro	4 321 000 m

### 5.5 CRS vertical

33. La Norma adopta como CRS vertical los registros del nivel medio del mar en Alicante cuya definición aparece recogida en la Tabla 5.
34. El CRS vertical queda materializado por las señales de las líneas de la Red de Nivelación de Alta Precisión, en adelante REDNAP.

35. La transformación de alturas elipsoidales a cotas ortométricas podrá realizarse mediante el empleo de un modelo de geoide siempre y cuando quede definido el modelo de geoide en dicha transformación.
36. Caso de emplear un modelo de geoide para la transformación de alturas elipsoidales a cotas ortométricas el modelo de geoide a emplear será el EGM08\_RED NAP resultado de la adaptación del geoide mundial EGM2008 al marco de referencia vertical oficial en España materializado por la red RED NAP. Para más información referente a dicho modelo consultar <ftp://ftp.geodesia.ign.es/geoide/>.

<b>Tabla 5 Descripción del CRS vertical</b>	
Entidad	Valor
Identificador CRS	RENAP
Alias CRS	CRS vertical RENAP
Área Valida CRS	España
Propósito CRS	Geodesia, Cartografía, Sistema de Información Geográfica.
Identificador datum	VCRS
Alias datum	CRS vertical RENAP
Tipo datum	Vertical
Área válida datum	España
Comentario datum	Consistente con los registros medios del nivel medio del mar en Alicante.
Identificador sistema de coordenadas	Cota ortométrica
Tipo sistema de coordenadas	Relacionado con la gravedad
Dimensiones del sistema de coordenadas	1
Nombre del eje del sistema de coordenadas	Cota ortométrica
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Hacia arriba
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	metro

## 5.6 Identificadores

37. Los tipos de coordenadas y sus combinaciones contempladas para cumplir las exigencias de la Norma junto con su identificador son:

a) En 3 dimensiones (3D):

- ETRS89-XYZ: Coordenadas cartesianas referidas a ETRS89 (X,Y,Z).
- ETRS89-GRS80h: Coordenadas geodésicas y altura elipsoidal referidas a ETRS89 sobre el elipsoide GRS80 (latitud, longitud, altura elipsoidal).

b) En 2 dimensiones (2D):

- i. ETRS89-GRS80: Coordenadas geodésicas referidas a ETRS89 sobre el elipsoide GRS80 (latitud, longitud).
- Coordenadas planas convertidas a partir de coordenadas geodésicas referidas a ETRS89 empleando una proyección cartográfica (N,E) o (X,Y).
    - ETRS89-LAEA: Coordenadas proyectadas empleando la proyección Equivalente Azimutal de Lambert referidas a ETRS89.

- ETRS89-LCC: Coordenadas proyectadas empleando la proyección Cónica Conforme de Lambert referidas a ETRS89.
  - ETRS89-TMzn: Coordenadas proyectadas empleando la proyección Transversa de Mercator huso zn.
- c) Sistema de referencia compuesto (2D+1D); uno de los tipos 2D del apartado anterior junto con el sistema 1D definido en el apartado 6.5.

## 6. TRANSFORMACIÓN SISTEMAS DE REFERENCIA

38. Se establecen diferentes métodos de transformación entre el sistema ED50 y ETRS89 en función de las necesidades de exactitud del proceso a realizar. En cualquiera de los casos quedará descrito y detallado el número y valor de los parámetros empleados siguiendo lo establecido en el Anexo C.
39. Los tipos de transformación a aplicar, precisiones y aplicación son:
- a) Método de traslación, a emplear solo en cartografía impresa.
  - b) Método de cinco parámetros, exactitud  $\pm 9$  metros, a emplear en sistemas GNSS de bajo costo o en productos donde no sea necesaria una elevada exactitud posicional.
  - c) Método de 7 parámetros, exactitud  $\pm 2$  metros, a emplear en sistemas GNSS y productos próximos al error máximo permitido sobre una escala 1:10.000. Se recomienda el análisis de los resultados obtenidos.
  - d) Método de mínima curvatura, exactitud  $\pm 1$  metro, a emplear en sistemas GNSS y productos próximos al error máximo permitido sobre una escala 1:5.000. Será de aplicación este tipo de transformación para CDG a escalas medias empleando para ello los datos contenidos en la rejilla NTv2 publicado por el Instituto Geográfico Nacional (<http://www.cnig.es>) para la transformación entre los GRS ED50 y ETRS89.
40. La Norma no establece la necesidad de almacenamiento o no de las coordenadas transformadas. Tal condición quedará supeditada al uso y capacidades de almacenamiento de la organización.
41. En el Anexo C de la Norma se detallan los métodos de transformación entre distintos CRS.

## 7. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA CONCEPTUAL PARA SISTEMAS DE REFERENCIA DE COORDENADAS

42. En los siguientes apartados la obligatoriedad de cada uno de los elementos podrá ser:
- |    |             |  |
|----|-------------|--|
| O  | Obligatorio | Se debe suministrar el atributo.   |
| Op | Opcional    | Es posible suministrar el atributo.  |
| C  | Condicional | El atributo será suministrado si la condición es verdadera.<br>Es posible suministrar el atributo la condición es falsa. |

43. La columna de máximo ocurrencias indica el número de ocurrencias de valores de atributos que son permitidos. En el Anexo D de la Norma se recogen conceptos generales para una mejor comprensión de esta.

## 7.1 Sistemas de referencia de coordenadas

### 7.1.1 Tipos de sistemas de referencia de coordenadas

44. Un sistema de referencia es posible que sea de tipo simple o compuesto. Los requerimientos para describir el tipo de sistema de coordenadas serán:

<b>Tabla 6 Requisitos para la descripción del tipo de CRS</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Código tipo sistema de referencia de coordenadas	Codificado	O	1	Código que define el tipo de sistema de referencia de coordenadas. 1 – Sistema simple. 2 – Sistema compuesto.
Comentario	Cadena	Op	1	Comentarios sobre el sistema de referencia de coordenadas

### 7.1.2 Sistemas de referencia de coordenadas simples

45. Un sistema de referencia de coordenadas queda definido por un datum y por un sistema de coordenadas tal y como refleja la Figura 3. Los requerimientos para describir correctamente un sistema de referencia de coordenadas quedan establecidos en la Tabla 7.



Figura 3 Sistema de referencia de coordenadas

<b>Tabla 7 Requisitos para la descripción de un CRS</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Identificador CRS	Identificador	O	1	Identificador del CRS.
Alias CRS	Cadena	Op	N	Nombre alternativo o identificador por el que se conoce al CRS.
Área válida CRS	Extensión	Op	1	Área para la que el CRS es válido
Propósito CRS	Cadena	Op	N	Aplicación para las que el CRS es válido

### 7.1.3 Sistema de referencia de coordenadas compuesto

46. En la mayoría de los casos las componentes horizontal y vertical para describir la posición aparecen referidas a distintos sistemas de referencia. Tal ocurrencia siempre aparecerá cuando la componente vertical este referida al nivel medio del mar.
47. Un sistema de referencia de coordenadas compuesto (CCRS) identificará los dos sistemas de referencia empleados, Figura 2.
48. El identificador de un CCRS se realizará mediante la concatenación de los identificadores de los sistemas de referencia de coordenadas para cada una de las componentes.
49. Los requerimientos para la descripción de un CCRS se recogen en la Tabla 8.

Figura 4 Sistema de referencia de coordenadas compuesto

<b>Tabla 8 Requisitos para la descripción de un CCRS</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Identificador CCRS	Identificador	O	1	Identificador del CCRS.
Alias CCRS	Cadena	Op	N	Nombre alternativo o identificador por el que se conoce al CCRS.
Área válida CCRS	Extensión	Op	1	Área para la que el CCRS es válido
Propósito CCRS	Cadena	Op	N	Aplicación para las que el CCRS es válido

## 7.2 Datum

### 7.2.1 Tipos de datum

50. Se consideran dos tipos posibles de datum: geodésico y vertical. Un datum geodésico establece la relación entre un CRS y la Tierra tanto para dos y/o tres dimensiones. Un datum vertical establece la relación entre la gravedad y el geoide.
51. Toda IG necesitará de la identificación del datum, pero la propia definición del datum como tal es opcional.

### 7.2.2 Descripción del datum

52. Si no se suministra la información del CRS se suministrará la información del datum al que esta referida la información siguiendo los requerimientos establecidos en la Tabla 9. En el caso de que el tipo de datum sea geodésico el meridiano origen y los atributos de elipsoide se tendrán que especificar.

<b>Tabla 9 Requisitos para la descripción del datum</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Identificador datum	Identificador	O	1	Identificador del datum.
Alias datum	Cadena	Op	N	Nombre alternativo o identificador por el que se conoce al datum.
Tipo datum	Cadena	Op	1	Tipo de datum: Geodésico o Vertical
Punto de anclaje del datum	Cadena	Op	1	Descripción que incluye coordenadas de los puntos usados para fijar el datum a la Tierra.
Época realización del datum	Fecha	Op	1	Época de realización del datum.
Área válida datum	Extensión	Op	1	Área válida para el datum
Propósito datum	Cadena	Op	N	Aplicación válida del datum
Comentarios	Cadena	Op	1	Comentarios del datum

### 7.2.3 Meridiano origen

53. El meridiano origen define el origen a partir del cual se medirán los valores de longitud. Como norma general se empleará el meridiano de Greenwich como meridiano origen. El establecimiento del meridiano será siempre de obligatorio cumplimiento siendo los requisitos para la descripción del meridiano origen los que se establecen en Tabla 10.

<b>Tabla 10 Requisitos para la descripción del meridiano origen</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Identificador meridiano origen	Identificador	O	1	Identificador del meridiano origen
Longitud del meridiano origen	Ángulo	O	1	Longitud del meridiano origen a partir del meridiano de Greenwich, siendo positivo hacia el Este. Si el datum es geodésico y no se especifica el meridiano origen se considerará el meridiano de Greenwich como meridiano origen con longitud cero.
Comentarios meridiano origen	Cadena	Op	1	Comentarios del meridiano origen incluyendo la fuente de información.

## 7.2.4 Elipsoide

54. La descripción del elipsoide no es necesaria en los siguientes supuesto:

- a) El CRS es definido.
- b) El datum es definido.
- c) El tipo de sistema de coordenadas es cartesiano.

55. Los requisitos para la descripción del elipsoide son los detallados en la Tabla 11.

<b>Tabla 11 Requisitos para la descripción del elipsoide</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Identificador elipsoide	Identificador	O	1	Identificador del elipsoide
Alias elipsoide	Cadena	Op	N	Nombre alternativo del elipsoide.
Semieje mayor elipsoide	Longitud	O	1	Longitud del semieje mayor del elipsoide
Forma elipsoide	Lógico	O	1	La forma podrá ser: Verdadero: Superficie de referencia es un elipsoide. Falso: Superficie de referencia es una esfera.
Inverso del aplanamiento	Inverso aplanamiento	C	1	Será obligatorio si la forma del elipsoide es 1.
Comentarios elipsoide	Cadena	Op	1	Comentarios o información sobre el elipsoide

## 7.3 Sistemas de coordenadas

56. Un sistema de coordenadas quedará definido mediante el nombre, unidades, dirección y secuencia de sus ejes. Las coordenadas de un punto quedarán definidas siguiendo la secuencia establecida anteriormente. Los requisitos para la descripción del sistema de coordenadas quedan recogidos en las Tabla 12 y Tabla 13.

## 7.4 Operación de coordenadas: Conversión y transformación de coordenadas

57. Se entiende una operación de coordenadas al cambio de los valores de las coordenadas al pasar de un CRS a otro CRS diferente. Se distinguen dos tipos de operaciones.

58. Conversión de coordenadas: Una conversión de coordenadas se realiza al cambiar de un CRS a otro CRS manteniéndose el mismo datum. En una conversión de coordenadas los valores de los parámetros serán exactos.

59. Transformación de coordenadas: Una transformación de coordenadas se realiza cuando pasamos de un CRS basado en un datum a otro CRS con otro datum diferente. En este caso los parámetros serán empíricos y por tanto habrá distintas estimaciones o realizaciones.



<b>Tabla 12 Requisitos para la descripción de un sistema coordenado</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Identificador sistema de coordenadas	Identificador	O	1	Identificador del sistema de coordenadas
Tipo sistema de coordenadas	Tipo sistema coordenado	O	1	Los tipos de coordenadas a emplear serán: Cartesiano. Geodésico. Proyectado. Relacionado con la gravedad.
Dimensiones del sistema de coordenadas	Entero	O	1	Número de coordenadas {3, 2,1}.
Comentarios sistema de coordenadas	Cadena	Op	1	Comentarios o información sobre el sistema de coordenadas.

<b>Tabla 13 Requisitos para la descripción de los ejes de un sistema de coordenadas</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Nombre del eje del sistema de coordenadas	Cadena	O	1	Nombre del eje del sistema de coordenadas
Dirección del eje del sistema de coordenadas	Cadena	O	1	Dirección del eje del sistema de coordenadas.
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	Unidad de medida	O	1	Identificador de la unidad del eje del sistema de coordenadas.

#### 7.4.1 Conversión de coordenadas

60. El esquema general de una conversión de coordenadas queda reflejado en la Figura 5.

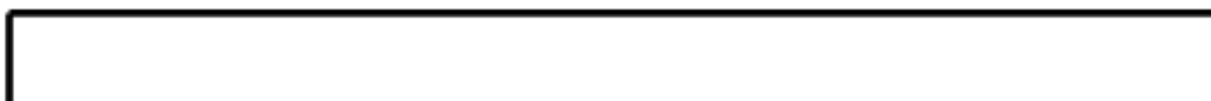


Figura 5 Conversión de coordenadas

61. La conversión de coordenadas incluye:

- d) Proyecciones cartográficas, la cual es la aplicación de una formulación matemática para convertir coordenadas elipsoidales (excluyendo la altimetría) en un sistema de coordenadas cartesiano bidimensional, o viceversa.
- e) Conversión de coordenadas elipsoidales (incluyendo la altura elipsoidal) a un sistema cartesiano tridimensional.

- f) Cambio de unidades por la aplicación de un factor (por ejemplo de metros a pies)
  - g) Translación del origen de un plano para generar un sistema local.
62. Una proyección cartográfica es una conversión de coordenadas especial. Para describir las coordenadas pertenecientes a un determinado CRS del tipo proyectado será obligatorio aportar la descripción de tal operación.

#### 7.4.2 Transformación de coordenadas

63. El esquema general de una transformación queda reflejado en la Figura 6.

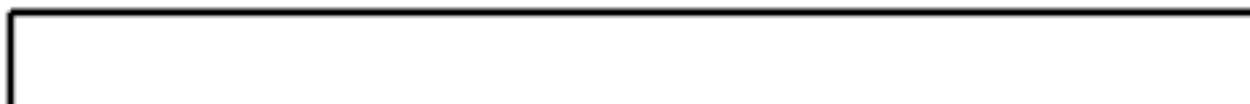


Figura 6 Transformación de coordenadas

64. Una transformación de coordenadas se realiza aplicando una metodología con un conjunto de parámetros. Tales parámetros se han determinado de forma empírica a partir de un conjunto de medidas y por tanto con unos determinados errores.
65. Una descripción de una transformación de coordenadas no es necesaria para describir un CRS. Sin embargo es de gran utilidad para describir una transformación aplicada a un conjunto de coordenadas.

#### 7.4.3 Requisitos para describir una operación de coordenadas

66. La descripción de una operación con coordenadas debe ser informada en el caso que el tipo de sistema de coordenadas sea proyectado y no se aporte ningún tipo de información respecto del CRS.
67. Cuando se deban describir varios parámetros, los elementos de cada parámetro aparecerán formando un bloque.

<b>Tabla 14 Requisitos para la descripción de operación con coordenadas</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Identificador Operación Coordenadas	Identificador	O	1	Identificador de la operación de coordenadas
Área válida operación de coordenadas	Extensión	Op	1	Área para la que la operación de coordenadas es válida
Propósito operación de coordenadas	Cadena	Op	N	Aplicación para la que la operación de coordenadas es válida
Identificador CRS origen	Identificador	C	1	Identificador del CRS origen. Condición 2 (CD 2): Será obligatorio si se corresponde con una transformación de coordenadas.
Identificador CRS destino	Identificador	C	1	Identificador del CRS destino. CD 2.

<b>Tabla 14 (Continuación)</b>				
Versión operación coordenadas	Cadena	C	1	Versión de la operación de coordenadas entre el CRS origen y destino. CD 2.
Nombre método operación de coordenadas	Cadena	C	1	Nombre del algoritmo empleado en la operación de coordenadas. Condición 3 (CD 3): Será obligatorio tanto si describe un sistema de coordenadas proyectado y no se cita el CRS o si describe una transformación.
Alias nombre método de coordenadas	Cadena	Op	N	Nombre o nombres alternativos para el identificador del método de operación de coordenadas
Formula(s) del método de operación de coordenadas	Cadena	O	1	Formula(s) empleadas en el método de operación de coordenadas. Tendrá que ser una referencia a una publicación.
Número de parámetros en el método de operación de coordenadas	Entero	O	1	Número de parámetros necesarios por el método de operación de coordenadas
Comentarios método de operación de coordenadas	Cadena	Op	1	Comentarios o información sobre el método de operación de coordenadas. Es de utilidad incluir un ejemplo

<b>Tabla 15 Requisitos para la descripción de parámetros en la operación de coordenadas.</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Nombre parámetro operación coordenadas	Cadena	O	1	Identificador del parámetro en la operación de coordenadas definido o empleado en la operación. Los parámetros son diferentes entre los distintos métodos a usar.
Valor del parámetro operación coordenadas	Medida	O	1	Valor del parámetro de la operación de coordenadas
Comentarios parámetro operación coordenadas	Cadena	Op	1	Comentarios o información sobre el parámetro de la operación de coordenadas.

#### 7.4.4 Concatenación de operaciones de coordenadas

68. El cambio de coordenadas de un CRS a otro CRS se realiza a partir de un conjunto de operaciones de coordenadas de una o mas transformaciones y/o conversiones, denominándose tal operación de coordenadas concatenada. No existe un límite máximo de concatenaciones, siendo cada paso descrito siguiendo las pautas descritas en los apartados anteriores. En la Figura 7 se muestra un caso de dos operaciones concatenadas.

Figura 7 Operación de coordenadas concatenada

69. Los requisitos para describir una operación concatenada de operaciones queda recogida en la Tabla 16. Las operaciones individuales se describen según lo especificado en la Tabla 14 y los parámetros según Tabla 15. El orden de cada operación es de suma importancia de modo que se documentará según el mismo orden se desarrolla. El número de operaciones individuales de coordenadas descritas será exactamente el mismo que el valor de operación de coordenadas en el proceso.

<b>Tabla 16 Requisitos para describir una operación concatenada de coordenadas</b>				
Nombre elemento	Tipo de dato	Obligatoriedad	Máximo ocurrencias	Descripción
Identificador operación concatenada de coordenadas	Identificador	O	1	Identificador operación concatenada de coordenadas
Numero de pasos en la operación concatenada de coordenadas	Entero	O	1	Número de pasos en la operación concatenada de coordenadas
Secuencia de operación concatenadas de coordenadas	Secuencial (identificador )	O	1	Identificador de cada uno de los pasos a realizar en la operación concatenada de coordenadas. El orden es importante y refleja el orden en el que se desarrolla cada paso. El numero será consistente con el valor del campo número de pasos en la operación concatenada de coordenadas.
Área válida operación concatenada de coordenadas	Extensión	Op	1	Área para la que la operación de coordenadas es válida
Propósito operación concatenada de coordenadas	Cadena	Op	N	Aplicaciones para la que la operación de coordenadas es válida
Comentarios operación concatenada de coordenadas	Cadena	Op	1	Comentarios o información sobre la operación concatenada de coordenadas

### 7.5 Atributos para describir un sistema de referencia de coordenadas

70. En el presente apartado se resumen los elementos que necesitan aportarse para describir un CDG inequívocamente.

**Tabla 17 Resumen requisitos para describir un CRS**

Elemento	Obligación <sup>1</sup>	EN	$\varphi \lambda h$ $\varphi \lambda$	X Y Z	H
		Tipo de datum			
		Geodésico	Geodésico	Geodésico	Vertical
		Tipo sistema de coordenadas			
		Proyectado	Geodésico	Cartesiano	Relación con gravedad
Identificador CRS	O	Si	Si	Si	Si
Alias CRS	Op				
Área válida CRS	Op				
Propósito CRS	Op				
Identificador datum	O	Si	Si	Si	Si
Alias datum	Op				
Tipo datum	Op				
Punto de anclaje del datum	Op				
Época realización del datum	Op				
Área válida datum	Op				
Propósito datum	Op				
Comentarios	Op				
Identificador meridiano origen	O	Si	Si	Si	
Longitud del meridiano origen	O	Si	Si	Si	
Comentarios meridiano origen	Op				
Identificador elipsoide	O	Si	Si		
Alias elipsoide	Op				
Semieje mayor elipsoide	O	Si	Si		
Forma elipsoide	O	Si	Si		
Inverso del aplanamiento	CD 1	Si	Si		
Comentarios elipsoide	Op				
Identificador sistema de coordenadas	O	Si	Si	Si	Si
Tipo sistema de coordenadas	O	Si	Si	Si	Si
Dimensiones del sistema de coordenadas	O	Si	Si	Si	Si
Comentarios sistema de coordenadas	Op				
Nombre del eje del sistema de coordenadas	O	Si	Si	Si	Si
Dirección del eje del sistema de coordenadas	O	Si	Si	Si	Si
Identificador unidad del eje del sistema de coordenadas	O	Si	Si	Si	Si
Identificador Operación Coordenadas	O	Si			
Área válida operación de coordenadas	Op				
Propósito operación de coordenadas	Op				
Identificador CRS origen	CD 2				
Identificador CRS destino	CD 2				
Versión operación coordenadas	CD 2				
Nombre método operación de coordenadas	CD 3	Si			
Alias del nombre del método de coordenadas	Op				
Formula(s) del método de operación de coordenadas	O	Si			
Número de parámetros en el método de operación de coordenadas	O	Si			

<b>Tabla 17 (Continuación)</b>					
Comentarios método de operación de coordenadas	Op				
Nombre parámetro operación coordenadas	O	Si			
Valor del parámetro operación coordenadas	O	Si			
Comentarios parámetro operación coordenadas	Op				
<p>(1) Las condiciones quedan establecidas como:</p> <p>CD 1: Será obligatorio si la forma del elipsoide es verdadero (superficie elipsoidal).</p> <p>CD 2: Será obligatorio si se describe una transformación de coordenadas.</p> <p>CD 3: Obligatorio si describe (i) un sistema de coordenadas proyectadas y no se menciona el sistema de referencia de coordenadas, el sistema de coordenadas o la operación de coordenadas o (ii) una simple conversión de coordenadas o una transformación de coordenadas.</p>					

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (2005). *UNE-EN ISO 19113:2005. Información geográfica. Principios de calidad*. Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid.
- AENOR (2005). *UNE-EN ISO 19114:2005. Información geográfica. Procedimientos de evaluación de la calidad*. Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid.
- AENOR (2007). *UNE-EN ISO 19111:2007. Información geográfica. Sistemas de referencia espaciales por coordenadas*. Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid.
- BOJA nº 215. Plan Cartográfico de Andalucía 2009-2012. Junta de Andalucía, Sevilla.
- D2.8.I.1 INSPIRE Specification on Coordinate Reference Systems – Guidelines
- Decreto 141/2006, de 18 de julio, por el que se ordena la actividad cartográfica en la Comunidad Autónoma de Andalucía. BOJA nº 154, de 9 de agosto de 2006.
- Map Projections, a working manual. Snyder, John P. U.S. Geological Survey, 1987.
- Map Projections for Europe -EUR 20120 EN. European Commission, Joint Research Centre. December 2000.
- Real Decreto 1071/2007, de 27 de Julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España. BOE nº 207, de 29 de Agosto de 2007.
- Development of the ED50-ETRS89 transition. González-Matesanz, F.J., Dalda-Mourón, A. EUREF 2002 Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF) Ponta Delgada, Azores.

## ANEXO A (Normativo)

### CONFORMIDAD

#### A.1. Clase A: Conjunto de pruebas genéricas de un CRS

Para comprobar que un CRS es acorde con la Norma se verificará que se satisface lo establecido en las pruebas de conformidad de la NTCA\_01008\_PR01 a NTCA\_01008\_PR04. La conformidad será evaluada en los elementos obligatorios y condicionales (en el caso que la condición sea verdadera) en lo que respecta a CRS, Datum, Sistema de Coordenadas y atributos para la descripción de un CRS.

En el caso de que el sistema de coordenadas sea de tipo proyectado, el test se ampliará a los elementos obligatorios y condicionales (en el caso de que la condición sea verdadera) que se refieren a las operaciones de coordenadas.

<b>PRUEBA DE CONFORMIDAD</b>	<b>NTCA_01008_01 &gt; CRS: Test de completión</b>
a) Propósito	Verificar si los elementos obligatorios y los elementos condicionales bajo ciertas condiciones aparecen en la descripción.
b) Método	Comprobar el CRS para asegurar que la descripción del CRS incluye como mínimo los elementos indicados como obligatorios para el tipo de sistema en Tablas 6-13, en el caso de ser el CRS de tipo proyectado incluir las tablas 14-15.
c) Referencia	De 7.1 a 7.3 y en el caso de ser CRS proyectado además el 7.4.
d) Tipo	Básica

<b>PRUEBA DE CONFORMIDAD</b>	<b>NTCA_01008_02 &gt; CRS: Test de máxima ocurrencia CRS</b>
a) Propósito	Verificar que cada elemento de un CRS no aparece mas veces que las especificadas en la Norma.
b) Método	Comprobar que el número de ocurrencias de entidades y elementos aportados en un CRS cumple con el valor del atributo “numero de ocurrencias” especificados en 7.1 a 7.3, en el caso de ser el CRS de tipo proyectado incluir adicionalmente 7.4.
c) Referencia	De 7.1 a 7.3 y en el caso de ser CRS proyectado además el 7.4.
d) Tipo	Básica

<b>PRUEBA DE CONFORMIDAD</b>	<b>NTCA_01008_03 &gt; CRS: Test tipo de dato CRS</b>
a) Propósito	Verificar si el CRS de un CDG use el tipo de datos definido.
b) Método	Comprobar el tipo de dato de cada elemento en la descripción de un CRS par asegurar que cumple con los tipos especificados en 7.1 a 7.3, en el caso de ser el CRS de tipo proyectado incluir adicionalmente 7.4.
c) Referencia	De 7.1 a 7.3 y en el caso de ser CRS proyectado además el 7.4.
d) Tipo	Básica



<b>PRUEBA DE CONFORMIDAD</b>	<b>NTCA_01008_04 &gt; CRS: Test unidades</b>
a) Propósito	Verificar si las unidades cumplen con ISO 1000.
b) Método	Comprobar si las unidades de todos los elementos cumplen con ISO 1000.
c) Referencia	De 7.1 a 7.3 y en el caso de ser CRS proyectado además el 7.4.
d) Tipo	Básica

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

Para verificar que una operación de coordenadas cumple la Norma se comprobará si satisface los test definidos las pruebas de conformidad de la NTCA\_01008\_PR05 a NTCA\_01008\_PR07.

<b>PRUEBA DE CONFORMIDAD</b>	<b>NTCA_01008_05 &gt; CRS: Test de completitud</b>
a) Propósito	Verificar si los elementos obligatorios y los elementos condicionales bajo ciertas condiciones aparecen en la descripción.
b) Método	Comprobar que la descripción de la operación de coordenadas incluye todos los elementos indicados como obligatorios en Tablas 14 a 16.
c) Referencia	7.4
d) Tipo	Básica

<b>PRUEBA DE CONFORMIDAD</b>	<b>NTCA_01008_06 &gt; CRS: Test de máxima ocurrencia operación coordenadas</b>
a) Propósito	Verificar que cada elemento de una operación de coordenadas no aparece mas veces que las especificadas en la Norma.
b) Método	Comprobar que el número de ocurrencias de entidades y elementos aportados en una operación de coordenadas cumple con el valor del atributo “numero de ocurrencias” especificados en las Tablas 14 a 16.
c) Referencia	7.4
d) Tipo	Básica

<b>PRUEBA DE CONFORMIDAD</b>	<b>NTCA_01008_07 &gt; CRS: Test tipo de dato operación coordenadas</b>
a) Propósito	Verificar si los elementos de una operación de coordenadas usa el tipo de datos definido.
b) Método	Comprobar el tipo de dato de cada elemento en la descripción de una operación de coordenadas cumple con los tipos especificados en las Tablas 14 a 16.
c) Referencia	7.4
d) Tipo	Básica

<b>PRUEBA DE CONFORMIDAD</b>	<b>NTCA_01009_08 &gt; CRS: Registro inscripción de coordenadas puntuales</b>
a) Propósito	Verificar si la inscripción de las coordenadas puntuales de un fenómeno aparecen expresadas según el formato definido.
b) Método	Comprobar que las coordenadas son expresadas según artículo 26
c) Referencia	5.1
d) Tipo	Básica

## ANEXO B (Normativo)

### REDACCIÓN DE PLIEGOS DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Al igual que un CDG tiene que presentar perfectamente definido y detallado el CRS al que están referidos los datos un PPT tiene que definir de forma inequívoca dicha información base tanto para la producción como para la difusión de IG, recogiendo todas las disposiciones en cuanto a CRS se refiere.

En el caso de producción de IG habrá que definir el marco de referencia geodésico a emplear para la densificación y/o levantamiento de información.

En el caso de ser necesario la realización de una transformación de CRS se detallará y definirá el método y parámetros a emplear para realizar dicha transformación de coordenadas.

En el caso que el CRS del producto a entregar sea diferente del CRS empleado para la producción de la IG este tendrá que quedar igualmente descrito.

Se entiende la información referente a CRS como parte indivisible del producto tal que esta quede definida en el apartado de productos a entregar teniendo en cuenta lo establecido en la NTCA 01-004: Modelo de metadatos para información geográfica de Andalucía.

En el siguiente texto se muestra un ejemplo de la definición del CRS y el marco de referencia para la producción de IG.

Ln	
1	El trabajo será realizado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el <i>R.D. 1071/2007</i> , de 27 de julio,
2	por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.
3	Para todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía el sistema de referencia de coordenadas
4	será el ETRS-Transversa de Mercator constituido por el elipsoide GRS80 con dimensiones de eje mayor
5	6.378.137 metros y aplanamiento 1:298.257222101 con latitudes referidas al Ecuador y positivas hacia el
6	Norte y longitudes referidas al meridiano de Greenwich y positivas hacia el Este.
7	El sistema de coordenadas será la proyección Universal Transversa de Mercator huso 30.
8	El marco de referencia para todo el ámbito territorial estará materializado por la Red REGENTE y la Red
9	Andaluza de Posicionamiento.
10	Para la componente altimétrica se trabajará con cotas ortométricas con origen de altitudes estará referido al
11	nivel medio del mar en el mareógrafo de Alicante. El marco de referencia altimétrico queda materializado
12	por los clavos pertenecientes a Red de Nivelación de Alta Precisión. La transformación de altitudes
13	elipsoidales a ortométricas se realizará empleando el modelo de geoide EGM08_RED NAP.

Se observa como en la primera línea se describe el marco legal en cuanto a geodesia se refiere del CDG que se va a levantar. Mas adelante entre las líneas 3 y 7 se describe el CRS de tal modo que describe el tipo de coordenadas (en este caso será de tipo proyectadas empleando a tal efecto la proyección ETRS-TM) junto con el GRS, en este caso el elipsoide GRS80.

Para terminar con la definición del CRS para la representación de la planimetría establece el marco geodésico de referencia sobre el que apoyarse para la realización del trabajo.

De este modo entre la línea 3 y 9 se han definido todos los puntos necesarios para el levantamiento planimétrico de IG.

Entre las líneas 10 a la 13 se definen todos los parámetros necesarios para el levantamiento de la componente altimétrica de la IG; en este punto al igual que en planimetría definimos el

modelo CRS, en nuestro caso será el geoide, materializado a partir de los clavos de nivelación de la red RENAP. Al mismo tiempo al emplear sistemas GNSS la altura elipsoidal se transformará en ortométrica mediante el modelo de geoide EGM08\_RED NAP.

## ANEXO C (INFORMATIVO)

### MÉTODOS TRANSFORMACIÓN SISTEMA DE REFERENCIA DE COORDENADAS

En el presente Anexo se detallan las características de cada uno de los posibles métodos de transformación de coordenadas así como unas recomendaciones de uso de cada uno de ellos. Se detallan de menor a mayor exactitud en la transformación.

#### C.1 Método de traslación

Es el método de traslación más sencillo de todos consistiendo en trasladar las coordenadas un determinado  $\Delta\phi, \Delta\lambda$  o  $\Delta e, \Delta n$  si son proyectadas.

Tal método es de aplicación sola y exclusivamente para cartografía impresa.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo informar sobre dicha transformación aplicando esquema ISO 19111.

Entidad	Valor
Identificador Operación Coordenadas	ETRS89 to ED50
Área válida operación de coordenadas	Valores medios para Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Italia, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Suecia y Suiza
Identificador CRS origen	ETRS89/(x,y,z)
Identificador CRS destino	ED50/(x,y,z)
Versión operación coordenadas	NIMA 1993
Nombre método operación de coordenadas	Traslación geocéntrica
Formula(s) del método de operación de coordenadas	NIMA TR8350.2
Número de parámetros en el método de operación de coordenadas	3
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje X
Valor del parámetro operación coordenadas	87 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje Y
Valor del parámetro operación coordenadas	98 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje Z
Valor del parámetro operación coordenadas	121 m

#### C.2 Método de 5 parámetros

Tal método de transformación considera los dos sistemas de referencia paralelos de tal modo que la transformación de uno a otro se realiza mediante un desplazamiento en cada uno de los ejes respectivos, es decir,  $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ ; correspondiendo los dos parámetros que faltan los correspondientes a la diferencia en el eje mayor y en el aplanamiento entre ambos elipsoides ( $\Delta a, \Delta f$ ).

Este método de transformación se empleará en equipos GPS de bajo coste cuando se quiera obtener posiciones sobre cartografía referida a ED50.

La exactitud de este tipo de transformación es de aproximadamente 9 metros.

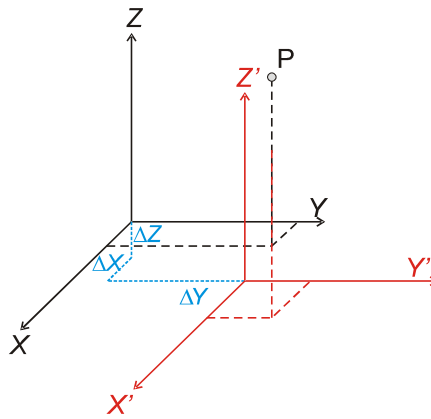


Figura C.1 Transformación cinco parámetros

Las expresiones para obtener los incrementos en latitud, longitud y altura elipsoidal son las siguientes:

A modo de ejemplo se presenta la siguiente tabla con la descripción de una transformación de

$$(R_M + h) \cdot \Delta\phi = \text{sen } \phi \cdot \cos \lambda \cdot \Delta X_0 + \text{sen } \phi \cdot \text{sen } \lambda \cdot \Delta Y_0 - \cos \phi \cdot \Delta Z_0 - \left( R_M \cdot \frac{a}{b} + R_N \cdot \frac{b}{a} \right) \cdot \text{sen } \phi \cdot \cos \phi \cdot \Delta f - \left( R_N \cdot e^2 \cdot \text{sen } \phi \cdot \cos \phi \right) \cdot \Delta a$$

$$(R_N + h) \cdot \cos \phi \cdot \Delta\lambda = \text{sen } \lambda \cdot \Delta X_0 - \cos \lambda \cdot \Delta Y_0$$

$$\Delta h = -\cos \phi \cdot \cos \lambda \cdot \Delta X_0 - \cos \phi \cdot \text{sen } \lambda \cdot \Delta Y_0 - \text{sen } \phi \cdot \Delta Z_0 + \frac{a}{R_N} \cdot \Delta a - R_N \cdot \frac{b}{a} \cdot \text{sen}^2 \phi \cdot \Delta f$$

este tipo.

Entidad	Valor
Identificador Operación Coordenadas	ETRS89 to ED50
Área válida operación de coordenadas	Península Ibérica
Propósito operación de coordenadas	Transformación 5 parámetros para la península ibérica
Identificador CRS origen	ETRS89/(x,y,z)
Identificador CRS destino	ED50/(x,y,z)
Versión operación coordenadas	IGN 2007
Nombre método operación de coordenadas	Transformación cinco parámetros.
Formula(s) del método de operación de coordenadas	IGN 2007
Número de parámetros en el método de operación de coordenadas	5
Comentarios método de operación de coordenadas	Residuos de la transformación de hasta nueve metros
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje X
Valor del parámetro operación coordenadas	87.835 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje Y
Valor del parámetro operación coordenadas	105.771 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje Z
Valor del parámetro operación coordenadas	122.500 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Variación semieje mayor
Valor del parámetro operación coordenadas	251 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Variación aplanamiento
Valor del parámetro operación coordenadas	$1,41927 \times 10^{-5}$

### C.3 Método de 7 parámetros

Tal método de transformación considera tres componentes de traslación, tres componentes de rotación y un factor de escala.

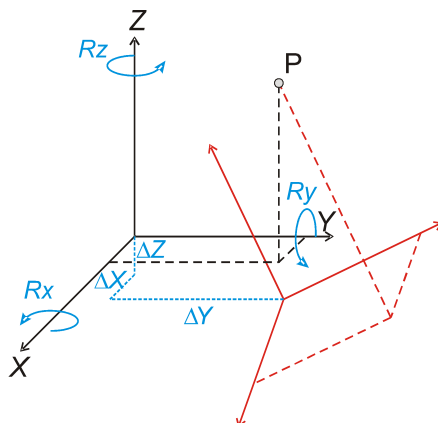


Figura C.2 Transformación siete parámetros

La formulación para transformar las coordenadas referidas al sistema B al sistema A se corresponde con:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{Sistema A}} = \begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \end{bmatrix} + (1 + \mu) \cdot \begin{bmatrix} 1 & \Omega_z & -\Omega_y \\ -\Omega_z & 1 & \Omega_x \\ \Omega_y & -\Omega_x & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{Sistema B}}$$

Los residuos obtenidos empleando parámetros oficiales están por debajo de 2 metros.

La transformación queda descrita de la forma:

Entidad	Valor
Identificador Operación Coordenadas	ETRS89 to ED50
Área válida operación de coordenadas	Península Ibérica
Propósito operación de coordenadas	Transformación 7 parámetros para la península ibérica
Identificador CRS origen	ETRS89/(x,y,z)
Identificador CRS destino	ED50/(x,y,z)
Versión operación coordenadas	IGN 2007
Nombre método operación de coordenadas	Transformación siete parámetros.
Formula(s) del método de operación de coordenadas	IGN 2007
Número de parámetros en el método de operación de coordenadas	7
Comentarios método de operación de coordenadas	Residuos de la transformación de hasta 2 metros.
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje X
Valor del parámetro operación coordenadas	131.032 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje Y
Valor del parámetro operación coordenadas	100.251 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Traslación eje Z
Valor del parámetro operación coordenadas	163.354 m
Nombre parámetro operación coordenadas	Giro eje X
Valor del parámetro operación coordenadas	-1.2438''

(Continuación)	
Nombre parámetro operación coordenadas	Giro eje Y
Valor del parámetro operación coordenadas	-0.0195''
Nombre parámetro operación coordenadas	Giro eje Z
Valor del parámetro operación coordenadas	-1.1436''
Nombre parámetro operación coordenadas	Factor de escala
Valor del parámetro operación coordenadas	-9.39

#### C.4 Modelado de distorsión. Método de mínima curvatura

Mediante el método de transformación de 7 parámetros teóricamente la transformación de datum podría realizarse mediante translación, rotación y cambio de escala. En la realidad este planteamiento teórico no se ajusta a la información geográfica que disponemos hoy día pues partimos de una materialización de un sistema de referencia geodésico clásico como es ED50 donde se agrupan metodologías de observación y criterios de ajuste variables, errores de medida, etc.

Tal tipo de transformación se basa en el empleo de los mejores parámetros de transformación entre un sistema y otro así como unas correcciones a estos parámetros obtenidos de la modelización de los residuos obtenidos entre la transformación de sendos sistemas.

A tal efecto tales correcciones se distribuirán en forma matricial tal que en cada posición se almacenará el valor de la corrección a la longitud y a la latitud para un punto concreto. Dado que la coordenada de un punto no coincidirá con la posición concreta de la malla se procederá a realizar una interpolación de los valores de las cuatro posiciones más cercanas de la malla.

Malla de transformación

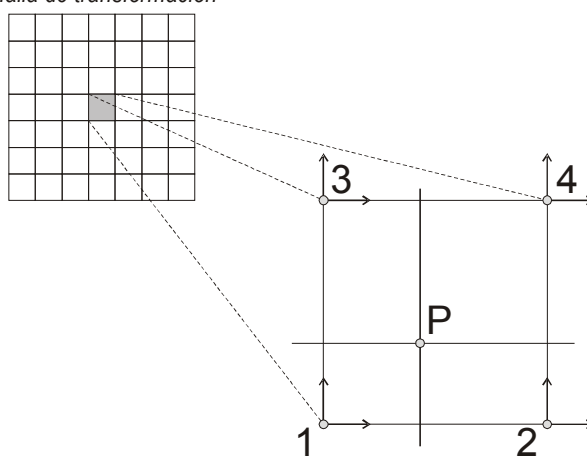


Figura C.3 Interpolación parámetros rejilla

Este tipo de transformación se realizará punto a punto de tal modo que para cada punto presente en un CDG (puntos individuales, cada uno de los vértices de una polilínea o cada uno de los vértices de los arcos que forman un polígono) se procederá a la obtención de dichas correcciones antes de realizar la transformación.



## ANEXO D (INFORMATIVO)

### CONCEPTOS GEODÉSICOS GENERALES

#### D.1 Geometría del elipsoide

Un elipsoide de revolución es la superficie generada por una elipse al girar alrededor de uno de sus dos ejes de simetría, en el caso que nos ocupa dicha elipse girará alrededor del semieje menor  $b$ .

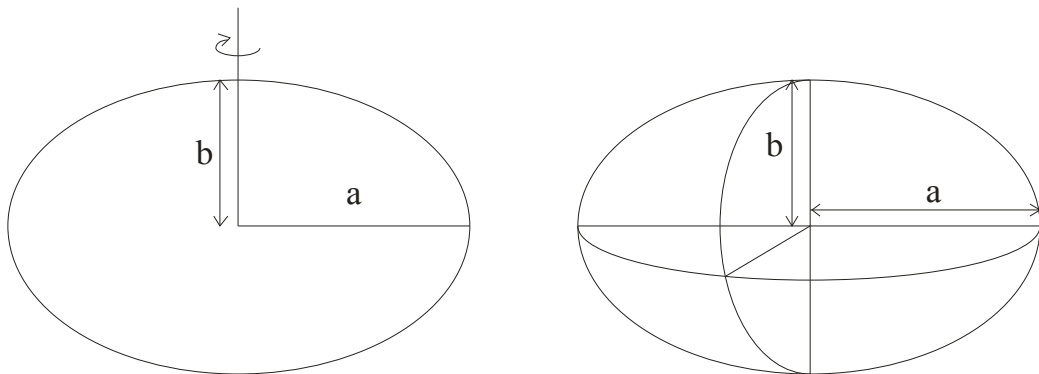


Figura D.1. Conversión de coordenadas y Transformación de coordenadas

Los parámetros que definen a un elipsoide de revolución son el semieje mayor  $a$  y el semieje menor  $b$  siendo el resto de magnitudes obtenidas a partir de ellas.

- Aplanamiento o achatamiento  $f = \frac{a - b}{a}$
- Primera excentricidad  $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$
- Segunda excentricidad  $e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$

#### D.2 Sistema de Referencia de Coordenadas: Conversión de coordenadas y Transformación de coordenadas

La figura D.2 muestra tres CRS diferentes:

- CRS 1: Datum 1, sistema de coordenadas A.
- CRS 2: Datum 1, sistema de coordenadas B.
- CRS 3: Datum 2, sistema de coordenadas A.

Se realiza una conversión de coordenadas cuando cambiamos de un CRS1 a un CRS2 ambos basados en el mismo datum. Se realiza una transformación de coordenadas cuando cambiamos de un CRS1 a un CRS3 ambos con el mismo sistema de coordenadas pero basados en diferentes datum. Una transformación también se realiza al pasar de un CRS2 a un CRS3 con la particularidad que realizamos una operación concatenada al realizar una transformación mas una conversión.



Figura D.2. Conversión de coordenadas y Transformación de coordenadas

### D.3 Conversión de coordenadas: Relaciones entre coordenadas elipsoidales y coordenadas cartesianas.

Un sistema cartesiano tridimensional aparece definido por tres ejes coordenados ortogonales que siguen el criterio del sistema de la mano izquierda. Los ejes coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  intersecan en un punto común que será el origen del sistema de coordenadas, ver Figura D.3 y D.4.

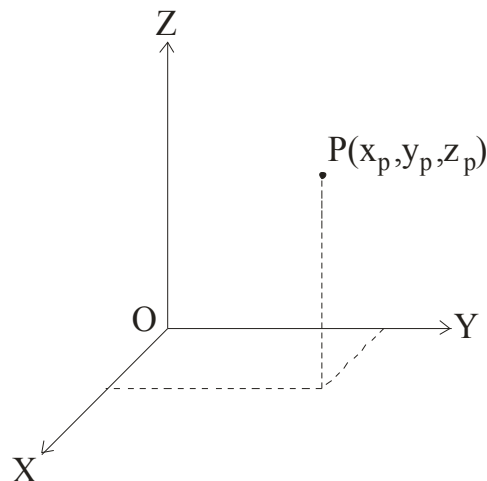


Figura D.3. Coordenadas cartesianas

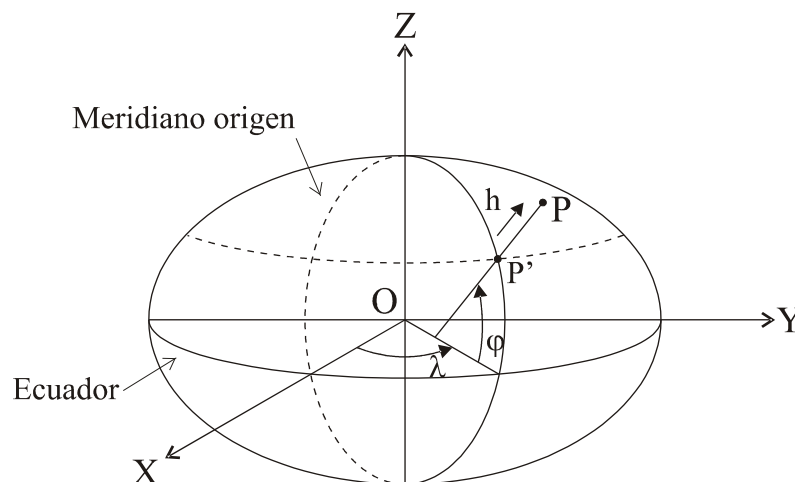


Figura D.4. Coordenadas cartesianas y coordenadas elipsoidales

Las formulas para convertir coordenadas elipsoidales en coordenadas cartesianas son:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (N + h) \cdot \cos \varphi \cdot \cos \lambda \\ (N + h) \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{sen} \lambda \\ (N \cdot (1 - e^2) + h) \cdot \operatorname{sen} \varphi \end{bmatrix}$$

Siendo:

- N la gran normal o normal principal:  $N = a \cdot (1 - e^2 \cdot \operatorname{sen}^2 \varphi)^{-1/2}$
- e el valor de la primera excentricidad:  $e = (2 \cdot f - f^2)^{1/2}$
- f el aplanamiento:  $f = \frac{a - b}{b}$

La conversión de coordenadas cartesianas a elipsoidales se realiza de la siguiente manera para cada componente:

- Longitud:  $\lambda = \arctan \frac{y}{x}$
- Latitud: El calculo se realiza siguiendo un proceso iterativo de tal manera que primero se determinará  $\varphi_0$  igual a:

$$\varphi_0 = \arctan \frac{z}{(1 - e^2) \cdot (x^2 + y^2)^{1/2}}$$

Para obtener  $\varphi$  y h se seguirá un proceso iterativo tal que

$$N_i = a \cdot (1 - e^2 \cdot \operatorname{sen}^2 \varphi_{i-1})^{-1/2}$$

$$h_i = \frac{(x^2 + y^2)^{1/2}}{\cos \varphi_{i-1}} - N_i \text{ para } |\varphi_0| < 45^\circ \text{ y } h_i = \frac{z}{\operatorname{sen} \varphi_{i-1}} - (1 - e^2) \cdot N_i \text{ para } |\varphi_0| > 45^\circ$$

$$\varphi_i = \arctan \left[ \frac{z}{(x^2 + y^2)^{1/2}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{e^2 \cdot N_i}{N_i + h_i}} \right]$$

Ejemplo de conversión de coordenadas elipsoidales a cartesianas:

Sean  $\varphi = 36^\circ 15' 25.528352''$   $\lambda = -3^\circ 16' 40.52789''$   $h = 420.123m$ . las coordenadas elipsoidales de un punto referidas al elipsoide GRS80 cuyos parámetros son semieje mayor 6378137 m., e inverso del aplanamiento 1/298.257222101. Para determinar las coordenadas cartesianas se procederá de la siguiente forma:

- Calculo de la excentricidad  $e = (2 \cdot f - f^2)^{1/2} = 0.0818191910428158$
- La normal principal es  $N = a \cdot (1 - e^2 \cdot \operatorname{sen}^2 \varphi)^{-1/2} = 6385617.2173 m$ .

De esta forma y aplicando las formulas descritas se obtiene que las coordenadas cartesianas del punto referidas a GRS80 son:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (N+h) \cdot \cos \phi \cdot \cos \lambda \\ (N+h) \cdot \cos \phi \cdot \operatorname{sen} \lambda \\ (N \cdot (1-e^2) + h) \cdot \operatorname{sen} \phi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5141092.948 \\ -294446.192 \\ 3751481.430 \end{bmatrix}$$

Ejemplo de conversión de coordenadas cartesianas a elipsoidales:

A partir de las coordenadas cartesianas referidas al elipsoide GRS80 anteriores se procederá a calcular la conversión a coordenadas elipsoidales referidas al elipsoide GRS80.

El cálculo de la longitud es igual a  $\lambda = \arctan \frac{y}{x} = -3,2779244139 = -3^\circ 16' 40.52789''$

Para determinar la latitud se determina en primer lugar  $\phi_0$  tal que:

$$\phi_0 = \arctan \frac{z}{(1-e^2) \cdot (x^2 + y^2)^{1/2}} = 36,25710332 = 36^\circ 15' 25.5719655''$$

El siguiente paso es determinar  $N_i$ ,  $h_i$  y  $\phi_i$  de tal manera que el proceso iterativo finaliza cuando entre dos iteraciones consecutivas no haya variación.

Iteración	$N_i = a \cdot \left(1 - e^2 \cdot \operatorname{sen}^2 \phi_i\right)^{-1/2}$	$h_i = \frac{(x^2 + y^2)^{1/2}}{\cos \phi_{i-1}}$	$\phi_i = \arctan \left[ \frac{z}{(x^2 + y^2)^{1/2}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{e^2 \cdot N_i}{N_i + h_i}} \right]$
1	6385617,222	421,109	36,25709118046
2	6385617,217	420,120	36,25709120896
3	6385617,217	420,123	36,25709120889
4	6385617,217	420,123	36,25709120889

#### D.4 Conversión de coordenadas: Relaciones entre coordenadas elipsoidales y coordenadas proyectadas UTM.

Existen diferentes fórmulas para convertir coordenadas elipsoidales en coordenadas proyectadas UTM diferenciándose unas de otras de la precisión en el resultado final. Las fórmulas que se documentan en el presente anexo así como los ejemplos de cálculo que se muestran se encuentran en Hooijberg, Marten: Practical Geodesy, Springer Verlag Berlín Heidelberg New Cork 1997, paginas 81-84.

Los símbolos empleados se corresponde con:

- $a$  Semieje mayor del elipsoide
- $b$  Semieje menor del elipsoide
- $f$  Aplanamiento
- $k_0$  Factor de escala del meridiano central del huso
- $\phi_0$  Latitud del paralelo origen del sistema de coordenadas proyectadas
- $\lambda_0$  Longitud del meridiano central
- $E_0$  Falto Este, valor constante para la coordenada E asignada al meridiano central
- $N_0$  Falso Norte, valor constante para la latitud origen.

$\varphi$	Latitud del paralelo del punto, positivo hacia el Norte
$\lambda$	Longitud del meridiano del punto, positivo hacia el Este
$X$	Coordenada X de la proyección
$Y$	Coordenada Y de la proyección
$\gamma$	Convergencia de meridianos
$k$	Factor de escala sobre el punto
$\bar{\sigma}$	Rectificación del arco de meridiano
$S$	Distancia sobre el meridiano
$S_0$	Distancia meridional sobre $\varphi_0$ por el factor de escala del meridiano central
$\Delta N$	Diferencia de coordenadas Y, $N_2 - N_1$
$\Delta E$	Diferencia de coordenadas X, $X_2 - X_1$
$E'$	$E - E_0$
$e^2$	Primera excentricidad al cuadrado, $e^2 = 2 \cdot f - f^2$
$e'^2$	Segunda excentricidad al cuadrado, $e'^2 = \frac{e^2}{1 - e^2}$
$n$	Segundo aplanamiento, $n = \frac{f}{2 - f}$
$R$	Radio de curvatura primera normal
$r_0$	Radio de curvatura primera normal escalado
$r$	Radio rectificado a la esfera
$t$	Tangente de la latitud del punto, $\tan \varphi$
$t_f$	Tangente del azimut sobre la proyección
$\eta^2$	$e'^2 \cdot \cos^2 \varphi$
$\eta_f^2$	$e'^2 \cdot \cos^2 \varphi_f$

Todos los ángulos estarán expresados en radianes.

- Constante para el arco de meridiano

$$c = \frac{a}{(1-e^2)^{1/2}}$$

$$r = \frac{a \cdot \left(1 + \frac{n^2}{4}\right)}{(1+n)}$$

$$U_0 = c \cdot \left( \left( \left( \left( -\frac{86625}{8} \cdot e'^2 + 11025 \right) \cdot \frac{e'^2}{64} - 175 \right) \cdot \frac{e'^2}{4} + 45 \right) \cdot \frac{e'^2}{16} - 3 \right) \cdot \frac{e'^2}{4}$$

$$U_2 = c \cdot \left( \left( \left( \left( -\frac{17325}{4} \cdot e'^2 + 3675 \right) \cdot \frac{e'^2}{256} - \frac{175}{12} \right) \cdot e'^2 + 15 \right) \cdot \frac{e'^4}{32} \right)$$

$$U_4 = c \cdot \left( -\frac{1493}{2} + 735 \cdot e'^2 \right) \cdot \frac{e'^6}{2048}$$

$$U_6 = c \cdot \left( \left( -\frac{3465}{4} \cdot e'^2 + 315 \right) \cdot \frac{e'^8}{1024} \right)$$

$$V_0 = \left( \left( \left( \left( 16384 \cdot e'^2 - 11025 \right) \cdot \frac{e'^2}{64} + 175 \right) \cdot \frac{e'^2}{4} - 45 \right) \cdot \frac{e'^2}{16} + 3 \right) \cdot \frac{e'^2}{4}$$

$$V_2 = \left( \left( \left( \left( -\frac{20464721}{120} \cdot e'^2 + 19413 \right) \cdot \frac{e'^2}{8} - 1477 \right) \cdot \frac{e'^2}{32} + 21 \right) \cdot \frac{e'^4}{32} \right)$$

$$V_4 = \left( \left( \left( \frac{4737141}{28} \cdot e'^2 - 17121 \right) \cdot \frac{e'^2}{32} + 151 \right) \cdot \frac{e'^6}{192} \right)$$

$$V_6 = \left( \left( -\frac{427277}{35} \cdot e'^2 + 1097 \right) \cdot \frac{e'^8}{1024} \right)$$

$$\omega = \varphi \cdot r + \operatorname{sen} \varphi \cdot \cos \varphi \cdot (U_0 + U_2 \cdot \cos^2 \varphi + U_4 \cdot \cos^4 \varphi + U_6 \cdot \cos^6 \varphi)$$

$$S = k_0 \cdot \omega$$

- Conversión de coordenadas elipsoidales a coordenadas proyectadas UTM ( Problema directo)

$$L = (\lambda - \lambda_0) \cdot \cos \varphi$$

$$R = \frac{k_0 \cdot a}{(1 - e^2 \cdot \text{sen}^2 \varphi)^{1/2}}$$

$$A_1 = R$$

$$A_3 = \frac{1}{6} \cdot (1 - t^2 + \eta^2)$$

$$A_5 = \frac{1}{120} (5 - 18 \cdot t^2 + t^4 + \eta^2 \cdot (14 - 58 \cdot t^2))$$

$$A_7 = \frac{1}{5040} (61 - 479 \cdot t^2 + 179 \cdot t^4 - t^6)$$

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot R \cdot t$$

$$A_4 = \frac{1}{12} \cdot (5 - t^2 + \eta^2 \cdot (9 + 4 \cdot \eta^2))$$

$$A_6 = \frac{1}{360} \cdot (61 - 58 \cdot t^2 + t^4 + \eta^2 \cdot (270 - 330 \cdot t^2))$$

$$E = E_0 + A_1 \cdot L \cdot (1 + L^2 \cdot (A_3 + L^2 \cdot (A_5 + A_7 \cdot L^2)))$$

$$N = S - S_0 + N_0 + A_2 \cdot L^2 \cdot (1 + L^2 \cdot (A_4 + A_6 \cdot L^2))$$

- Conversión de coordenadas proyectadas UTM a coordenadas elipsoidales (Problema inverso)

$$\bar{\omega} = \frac{N - N_0 + S_0}{k_0 \cdot r}$$

$$\varphi_f = \bar{\omega} + \text{sen}\bar{\omega} \cdot \text{cos}\bar{\omega} \cdot (V_0 + V_2 \cdot \text{cos}^2\bar{\omega} + V_4 \cdot \text{cos}^4\bar{\omega} + V_6 \cdot \text{cos}^6\bar{\omega})$$

$$R_f = \frac{k_0 \cdot a}{(1 - e^2 \cdot \text{sen}^2\varphi)^{1/2}}$$

$$Q = \frac{E'}{R_f}$$

$$B_2 = -\frac{1}{12} t_f \cdot (1 + \eta_f^2)$$

$$B_4 = -\frac{1}{12} (5 + 3 \cdot t_f^2 + \eta_f^2 \cdot (1 - 9 \cdot t_f^2)) - 4 \cdot \eta_f^4$$

$$B_6 = \frac{1}{360} \cdot (61 + 90 \cdot t_f^2 + 45 \cdot t_f^4 + \eta_f^2 \cdot (46 - 252 \cdot t_f^2 - 90 \cdot t_f^4))$$

$$B_3 = -\frac{1}{6} \cdot (1 + 2 \cdot t_f^2 + \eta_f^2)$$

$$B_5 = \frac{1}{120} \cdot (5 + 28 \cdot t_f^2 + 24 \cdot t_f^4 + \eta_f^2 (6 + 8 \cdot t_f^2))$$

$$B_7 = -\frac{1}{5040} \cdot (61 + 662 \cdot t_f^2 + 1320 \cdot t_f^4 + 720 \cdot t_f^6)$$

$$\varphi = \varphi_f + B_2 \cdot Q^2 \cdot (1 + Q^2 \cdot (B_4 + B_6 \cdot Q^2))$$

$$L = Q \cdot (1 + Q^2 \cdot (B_3 + Q^2 \cdot (B_5 + B_7 \cdot Q^2)))$$

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{L}{\text{cos}\varphi_f}$$

A continuación se muestra un ejemplo del problema directo y el problema inverso mostrando todos los resultados parciales. Se tendrá en cuenta el elipsoide GRS80 definido por:

$$a = 6.378.137m$$

$$\frac{1}{f} = 298.257222101$$

$$e^2 = 0.006694380023$$

$$e'^2 = 0.006739496775$$

Y la proyección UTM huso 30 de modo que:

$$\varphi_0 = 0^\circ \quad E_0 = 500.000m \quad k_0 = 0.9996 \quad S_0 = 0$$

$$\lambda_0 = -3^\circ \quad N_0 = 0m \quad \omega_0 = 0$$

Con estos valores se calcularán las constantes para el arco del meridiano

$$c = 6399593.625864020 \quad U_0 = -32144.48009289930 \quad V_0 = 0.005022893953$$

$$r = 6367449.145770260 \quad U_2 = 135.366899836125 \quad V_2 = 0.000029370478$$

$$U_4 = -0.709321667290 \quad V_4 = 0.000000235379$$

$$U_6 = 0.003986101039 \quad V_6 = 0.000000002044$$



Ejemplo problema directo:

El punto de coordenadas elipsoidales  $\varphi = 37^{\circ}46'2.38''N$ ,  $\lambda = -3^{\circ}47'24.36''$  referidas a GRS80 presentará unas coordenadas proyectadas UTM huso 30 iguales a:

$$\begin{aligned} L &= -0.010900934087 & A_1 &= 6383605.6577918 & A_2 &= 2472902.15200501 \\ \omega &= 4181672.73405324 & A_3 &= 0.067324707304 & A_4 &= 0.369809260919 \\ S &= 4180000.06495962 & A_5 &= -0.046100715481 & A_6 &= 0.074577525401 \\ R &= 6383605.6577918 & A_7 &= -0.032191631418 \\ X &= 430.412,178m \\ Y &= 4.180.293,933m. \end{aligned}$$

Ejemplo problema inverso:

El punto de coordenadas proyectadas UTM huso 30 referidas a ETRS80  $X=430.412,178$  m;  $Y=4.180.293,933$  m tiene unas coordenadas convertidas a elipsoidales iguales a:

$$\begin{aligned} \varpi &= 0.656772692594 & B_2 &= -0.389051779658 & B_3 &= -0.367494495164 \\ \varphi_f &= 0.659210448194 & B_4 &= -0.565215842226 & B_5 &= 0.254224676455 \\ R_f &= 6383606.61667477 & B_6 &= 0.362984416061 & B_7 &= -0.216282333723 \\ Q &= -0.010901019652 & L &= -0.010900543642 \end{aligned}$$

$$\phi = 0.659164219409 \text{ rad} = 37^{\circ}46'2.37998'' \quad \lambda = -0.066149723980 \text{ rad} = -3^{\circ}47'24.36''$$

## D.5 Geoide y alturas

La altura se corresponderá con la distancia existente entre un punto y una superficie de referencia a lo largo de la trayectoria definida por la dirección ortogonal de la misma. Si la superficie de referencia es el elipsoide la altura de un punto sobre el elipsoide será la distancia entre el punto y el elipsoide medida a lo largo de la normal al elipsoide trazada desde el punto; denominándose altura elipsoidal. Si la superficie de referencia es el geoide, o superficie equipotencial que coincide con el nivel medio de los mares en calma, la altura de un punto es la medida a lo largo de la línea de la plomada entre dicho punto y su intersección con el geoide; denominándose altura ortométrica.

Aunque estas direcciones no son en general coincidentes, se asumirá en una primera aproximación que ambas tienen la misma dirección de manera que la separación entre el elipsoide y el geoide se denominará ondulación del geoide, siendo igual a la diferencia entre las alturas elipsoidal y ortométrica.

Sobre la Figura D.5 podemos ver como en base a la definición de altura elipsoidal,  $h$ , la superficie de referencia es el elipsoide y la altura ortométrica,  $H$ , toma como referencia el nivel medio del mar.

Esta permitido obtener el valor de la ondulación del geoide a partir de un modelo de geoide calculado previamente por alguna institución competente. Dado la actualización de estos modelos de geoide la transformación quedará perfectamente definida.

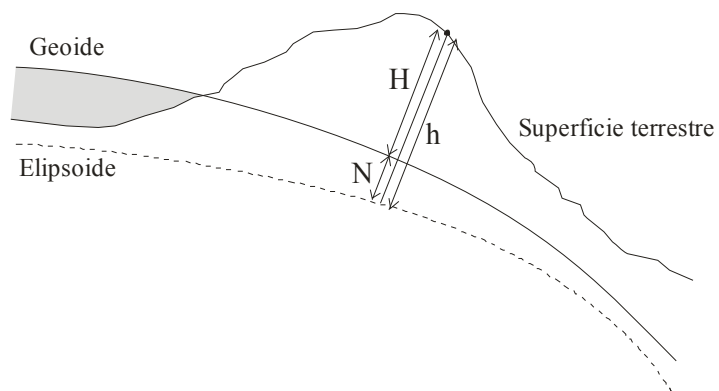


Figura E.5. Alturas elipsoidales y alturas ortométricas

Un ejemplo de descripción de la transformación entre alturas elipsoidales y cotas ortométricas es:

Entidad	Valor
Identificador Operación Coordenadas	EGM08 – REDNAP
Área válida operación de coordenadas	España
Identificador CRS origen	ETRS89
Identificador CRS destino	REDNAP
Nombre método operación de coordenadas	Alturas elipsoidales a ortométricas
Formula(s) del método de operación de coordenadas	$h^{ETRS89} = H^{REDNAP} + N^{EGM08}$
Número de parámetros en el método de operación de coordenadas	1

## ANEXO E (Informativo)

### SERVICIO GEOGRÁFICO TELEGEO

Servicio geográfico accesible a través del Portal de la Junta de Andalucía ([www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es)), en la sección de servicios y trámites/mapas, y del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía ([www.ideandalucia.es](http://www.ideandalucia.es)), que tiene como objetivo facilitar a usuarios no especializados, de forma interactiva, la captura de coordenadas de elementos espaciales conforme a lo establecido en el artículo 24 Bis de esta norma.

La versión primera de Telegeo, realizada a partir de desarrollos del proyecto SIG Corporativo, facilita al usuario obtener las coordenadas normalizadas de un punto mediante un procedimiento en dos fases. En la primera fase se lleva a cabo la aproximación al punto de interés por cuatro vías opcionales: mediante la señalización interactiva sobre mapas u ortofotografía de la Comunidad Autónoma, mediante topónimos, mediante referencias catastrales o mediante inclusión de coordenadas en distintos formatos. Cualquiera de estas vías llevará al usuario a una segunda pantalla en la que, a escala de detalle, y sobre la Ortofotografía Digital de Andalucía más reciente, se ubique el punto aproximado señalado en la primera pantalla, el cual, mediante herramientas de edición, podrá ser desplazado por el usuario hasta la localización exacta. Una vez hecho esto, la herramienta generará diferentes salidas, entre las que se encuentra un fichero de texto con las coordenadas normalizadas según la Norma. Adicionalmente la herramienta permite la generación de salidas gráficas a en forma de mapas a escala 1:2.500 en formato pdf, con inclusión de estas coordenadas y otras informaciones, y su publicación vía servicio web accesible mediante una URL.

En las próximas versiones de Telegeo se permitirá llevar a cabo este proceso, no sólo con puntos, sino también con líneas y polígonos, facilitando la inclusión normalizada de elementos de geometría y topología más compleja en procesos administrativos que así lo requieran.

## METADATOS

<b>Título</b>	<b>NTCA 01-008: Modelos: Modelo Geodésico de Referencia y Altitudes</b>
<b>Creador</b>	Comisión de Cartografía de Andalucía
<b>Materia</b>	Información Geográfica, Normalización, Cartografía, Producción Cartográfica, Geodesia, Sistema de Referencia de Coordenadas
<b>Descripción</b>	Norma Técnica Cartográfica de Andalucía. Documento normativo perteneciente al núcleo de normas que se centran en los modelos que ha de seguir toda la Información Geográfica producida en y para el Sistema Cartográfico de Andalucía. Esta Norma establece un modelo para el uso y empleo de sistemas de referencia de coordenadas
<b>Editor</b>	Comisión Interdepartamental Estadística y Cartográfica
<b>Colaboradores</b>	Francisco Javier Mesas Carrascosa
<b>Fecha</b>	Creado: 2011-05-16
<b>Tipo de recurso</b>	Texto
<b>Formato</b>	PDF
<b>Identificador</b>	NTCA_01008
<b>Fuente</b>	Elaboración propia
<b>Idioma</b>	spa
<b>Relación</b>	
<b>Cobertura</b>	Andalucía
<b>Derechos</b>	Junta de Andalucía
<b>Audiencia</b>	Personal Técnico en Información Geográfica Información Pública