

Introducción a los Sistemas de Referencia de Coordenadas (SRC)C

Marina Álvarez

Índice

- 1. **Introducción**
- 2. **Sistema Geodésico de Referencia**
- 3. **Sistema de coordenadas geográfico**
- 4. **Sistema de coordenadas proyectado**
- 5. **Códigos EPSG**
- 6. **Transformación y conversión de coordenadas**
- 7. **Escala**

1. Introducción

Mapa:

Representación convencional, plana, geométrica, biunívoca, a escala de una parte de la superficie terrestre lo suficientemente extensa de tal forma que se han de aplicar proyecciones cartográficas.

Mapa SIG: representa la realidad, **no es real**



REALIDAD 3D



REPRESENTACIÓN 2D

1. Introducción

Localización de un elemento geográfico

Un mapa SIG tiene que **representar con precisión la localización** de los elementos.

Para la localización de un elemento en el mundo real o en un mapa, se necesita un **sistema de referencia** (un set de líneas de localización conocida)

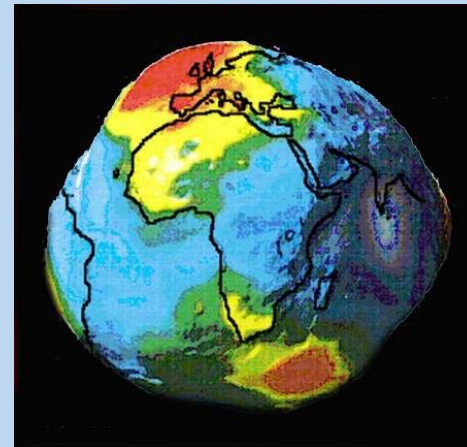
En un SIG el sistema de referencia es un **Sistema de Coordenadas**

Indice

- 1. Introducción
- 2. Sistema Geodésico de Referencia
- 3. Sistema de coordenadas geográfico
- 4. Sistema de coordenadas proyectado
- 5. Códigos EPSG
- 6. Transformación y conversión de coordenadas
- 7. Escala

2. Sistema Geodésico de Referencia

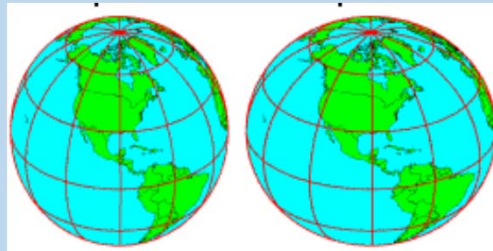
Para establecer un sistema de codificar cada una de las posiciones sobre la superficie de la tierra y asignar a estas las correspondientes coordenadas es necesario disponer de un modelo preciso para definir la forma de la Tierra.



- **GEOIDE:** forma física de la Tierra definida por la superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre, resultado de la acción de atracción de los astros más cercanos – sol y luna- y la de la fuerza centrífuga producida por la rotación terrestre.
- Coincidiría con la superficie de los mares en reposo.

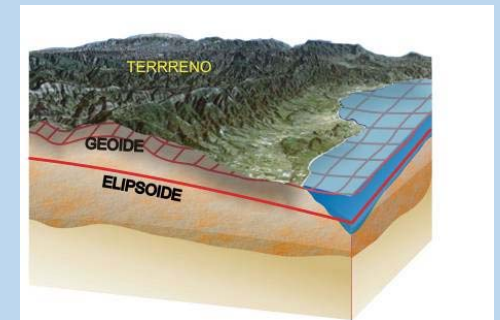
2. Sistema Geodésico de Referencia

Las formas usadas comúnmente para modelizar la forma de la tierra son:



Esfera

Elipsoide



Esfera: Mapas con escala pequeña 1: 1000000

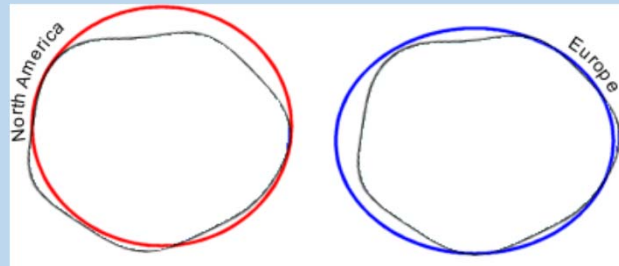
Elipsoide:

- Mapas a escala grande 1: 2000
- Definición matemática de la Tierra que mejor se adapta al Geoide

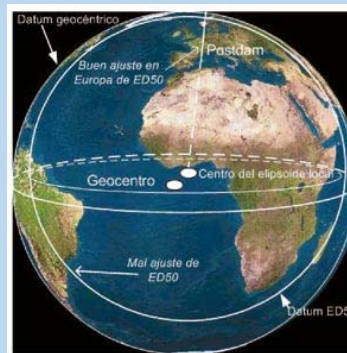
2. Sistema Geodésico de Referencia

DATUM

- Conjunto formado por una superficie de referencia (el elipsoide) y un punto en el que "enlazar" este al geoide
- El DATUM especifica qué elipsoide se usa como modelo de la tierra y en qué posición exacta se alinean



- Antes de la era espacial, los elipsoides eran locales.
- Servían para determinada área pero no para todo el planeta, Europa **elipsoide internacional** (
- Actualmente ya es posible definir elipsoides globales, **elipsoides WGS84 y GRS80**
- Porque el sistema es geocéntrico (en el centro de masas de la Tierra).



2. Sistema Geodésico de Referencia

DATUM

Compuesto por:

- El Elipsoide
- **El Punto Fundamental:** el punto donde el elipsoide concuerda perfectamente con la superficie del geoide y donde las coordenadas de longitud/latitud son verdaderas y exactas.
- El **origen** del sistema geográfico de coordenadas:
 - Origen de longitudes
 - Origen de latitudes
 - Origen de altitudes
- Sistema de proyección de 2D a 3D

El resto de los puntos en el sistema se referenciarán respecto a este origen.

OJO: Existen diferentes datums

Datum Europeos

1950 Datum Europeo de 1950 ED50

- elipsoide internacional y el datum de Potsdam (Alemania) para Europa, Altitud Alicante

2007 Datum oficial de la Union Europea ETRS89 (*European Terrestrial Reference System*)

- asociado al elipsoide GRS80, directiva europea INSPIRE

Datum	Elipsoide asociado	Ámbito de aplicación	
Datum europeo de 1950, ED50	Internacional	Europa	Oficial en España hasta agosto de 2007
WGS84	WGS84	Global	Sistema principal GPS
ETRS89	GRS80	Europa	Oficial en la Unión Europea

Datum Globales

- Los más usados para representar el planeta son
 - World Geodetic System de 1972 WGS72
 - World Geodetic System de 1984 WGS84: un sistema de referencia en coordenadas geográficas que es único para todo el mundo

2. Sistema Geodésico de Referencia

Tipos de sistemas de coordenadas

- Ahora que hemos definido un Datum, ya podemos proporcionar coordenadas para cualquier punto de la superficie terrestre.
- Podemos utilizar
 - Un Sistema de Coordenadas Geocéntrico o Geográfico
 - Un sistema de Coordenadas Plano o Proyectado

2. Sistema Geodésico de Referencia

1. Sistema de coordenadas geográfico

Localiza objetos en la superficie curva de la tierra

2. Sistema de coordenadas proyectado

Localiza objetos en una superficie plana (mapa, pantalla)

- Ambos intentan modelizar la tierra y la localización de los elementos **de manera precisa**
- Aunque **ningún sistema lo puede hacer completamente exacto**

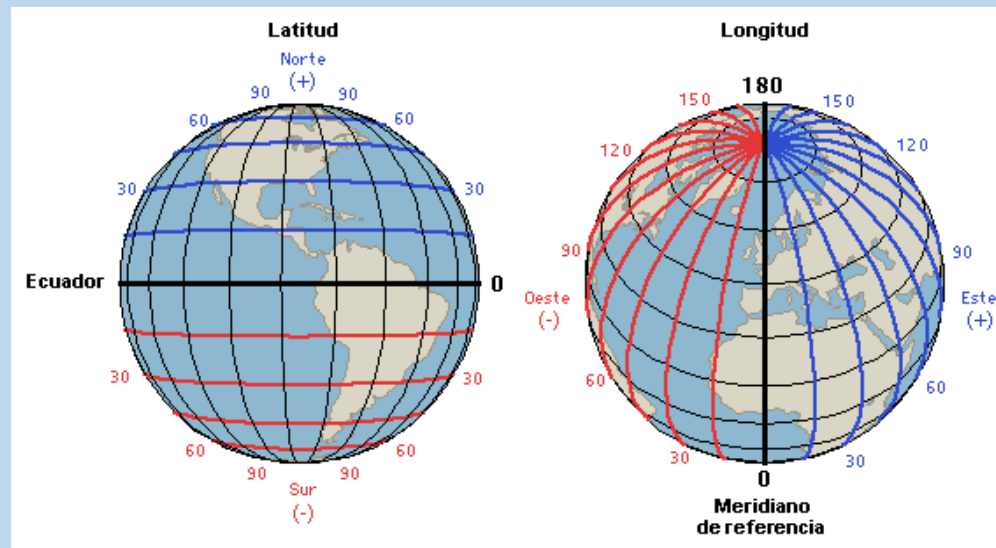
Indice

- 1. Introducción
- 2. Sistema Geodésico de Referencia
- 3. Sistema de coordenadas geográfico
- 4. Sistema de coordenadas proyectado
- 5. Códigos EPSG
- 6. Transformación y conversión de coordenadas
- 7. Escala

3. Sistemas de coordenadas Geográfico

Es un sistema universal para localizar puntos sobre la superficie de la tierra

- Se basa en la **medida de:**
 - **Latitud:** la posición respecto al Ecuador, que es el paralelo “natural”.
 - **Longitud:** la posición respecto al meridiano de Greenwich, ya que no hay posiciones especiales.
- Se usa cuando se trabaja con grandes regiones



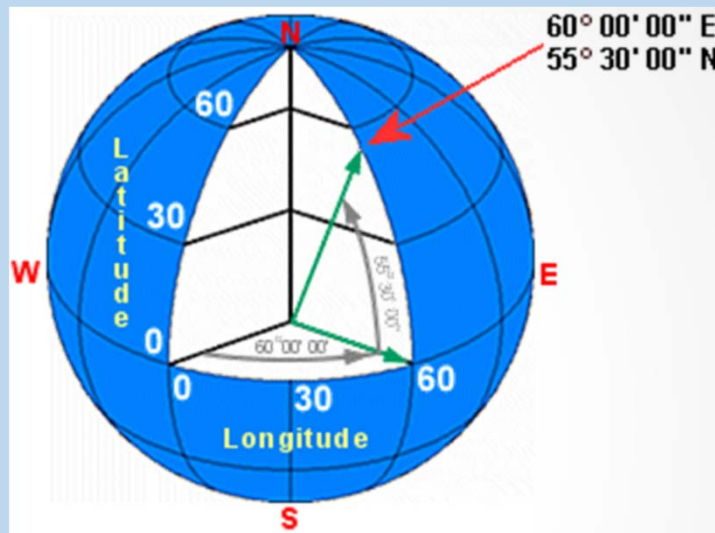
3. Sistema de coordenadas geográfico

- Las unidades de Medidas se expresan en **GRADOS**
- 1 grado es $1/360$ parte de un círculo
 - 1 grado 60 minutos
 - 1 minuto 60 segundos
- Líneas de Longitud **meridianos**
 - Primer meridiano Greenwich: 0° a 180° (E) y 0° a -180° (W)
- Líneas de Latitud **paralelos**
 - Primer paralelo pasa por el ecuador : 0° a 90° (N) y 0° a -90° (S)

3. Sistema de coordenadas geográfico

Ejemplo

- Longitud: 60 grados Este ($60^{\circ} 00' 00''$)
- Latitud: 55 grados, 30 minutos Norte ($55^{\circ} 30' 00''$)
- Longitud y latitud son realmente **ÁNGULOS** entre el centro de la tierra y un punto sobre la superficie



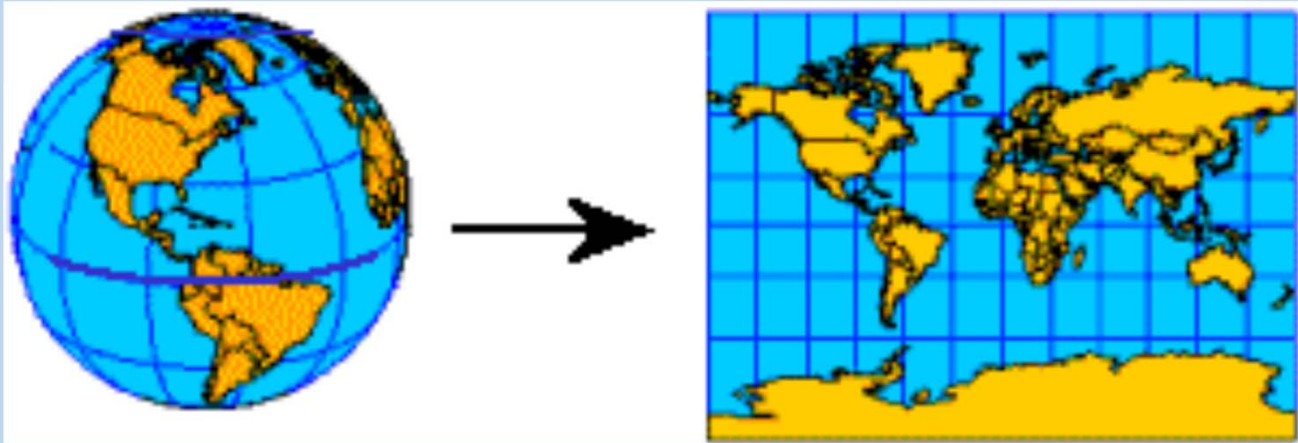
3. Sistema de coordenadas geográfico

Ciudad	Latitud	Longitud
Badajoz	38.53 N	6.58 O
Barcelona	41.23 N	2.11 E
Cadiz	36.32 N	6.18 O
Girona	41.59 N	2.49 E
Granada	37.11 N	3.35 O
Madrid	40.24 N	3.41 O
Segovia	40.57 N	4.07 O
Valencia	39.28 N	0.22 O
Zaragoza	41.39 N	0.52 O

Índice

- 1. Introducción
- 2. Sistemas Geodésico de Referencia
- 3. Sistema de coordenadas geográfico
- 4. Sistema de coordenadas proyectado
- 5. Códigos EPSG
- 6. Transformación y conversión de coordenadas
- 7. Escala

4. Sistema de coordenadas proyectado



**SUPERFICIE
TERRESTRE ES CURVA**

MAPAS SON PLANOS

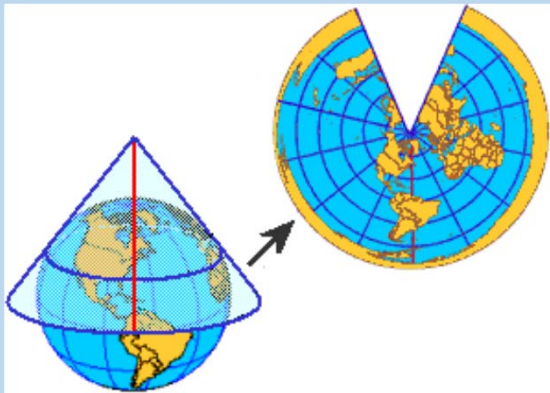
Se usa para transferir la localización de los elementos terrestres a un mapa

Longitud /Latitud  convertir  Coordenadas planas

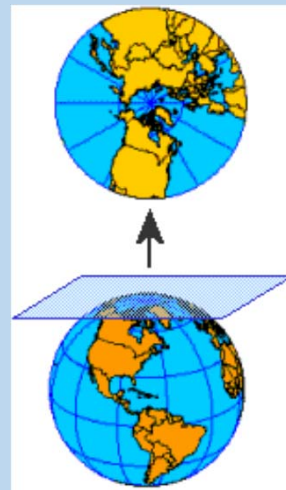
Proyecciones Cartográficas: Sistema de ecuaciones que permite obtener las coordenadas sobre el plano (2D) de un punto a partir de sus coordenadas 3D de forma biunívoca. Siempre se producen deformaciones

4. Sistema de coordenadas proyectado

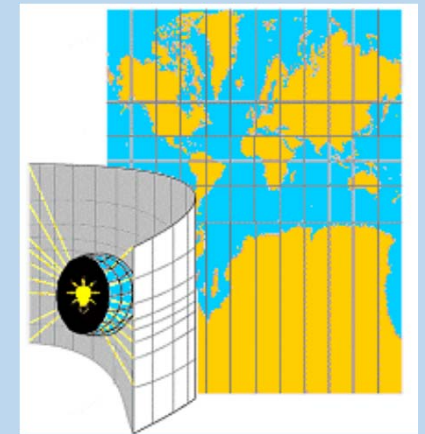
Tipos de proyecciones



tangente en latitudes medias



tangente en el polo

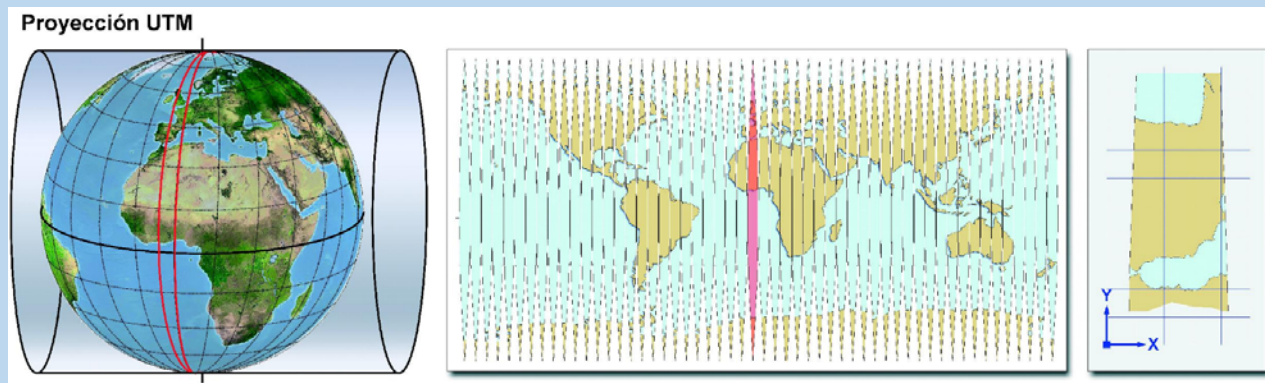


tangente en el ecuador

4. Sistema de coordenadas proyectado

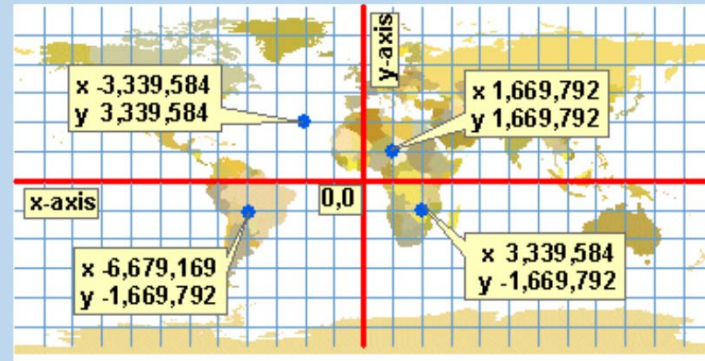
Definir la proyección del mapa (paso de una esfera a un plano)

- Se utiliza una **proyección cilíndrica**, que proporciona una superficie desarrollable sin deformaciones.
 - Las más importantes son **Mercator** y **Peters**.
- El cilindro se sitúa de forma transversal y las coordenadas mantienen su precisión en una zona estrecha de “contacto” entre cilindro y esfera, que **se define como huso**.
- Esta operación se repite cada 6 grados, con lo que **se obtienen 60 husos**,
- Cada huso tiene sus correspondientes zona norte y sur respecto al Ecuador.



4. Sistema de coordenadas proyectado

- El resultado son líneas que se intersecan formando un ángulo recto formando un grid.
- Están basados en un sistema cartesiano de coordenadas con:
 - Un origen $(0,0)$ en el centro y
 - Unidades para medir distancias



4. Coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator)

- Sistema completo para cartografiar la practica totalidad de la Tierra.
- El mas usado
- Es oficial en muchos países.
- Se emplea un único elipsoide WGS-84
- El globo esta dividido en 60 fajas al Norte y al Sur de 6° de longitud (HUSOS)
- Se aplica una proyección y unos parámetros geodésicos concretos en cada uno de los husos.

4. Coordenadas UTM

- Se numeran los Husos de 1 a 60 de Oeste a Este
- Cada huso se descompone en 20 bandas nombradas con las letras del abecedario, 10 en cada uno de los hemisferios
- Zona UTM se localiza con un numero y una letra
- Las zonas UTM se estrechan al acercarse al Polo



4. Coordenadas UTM

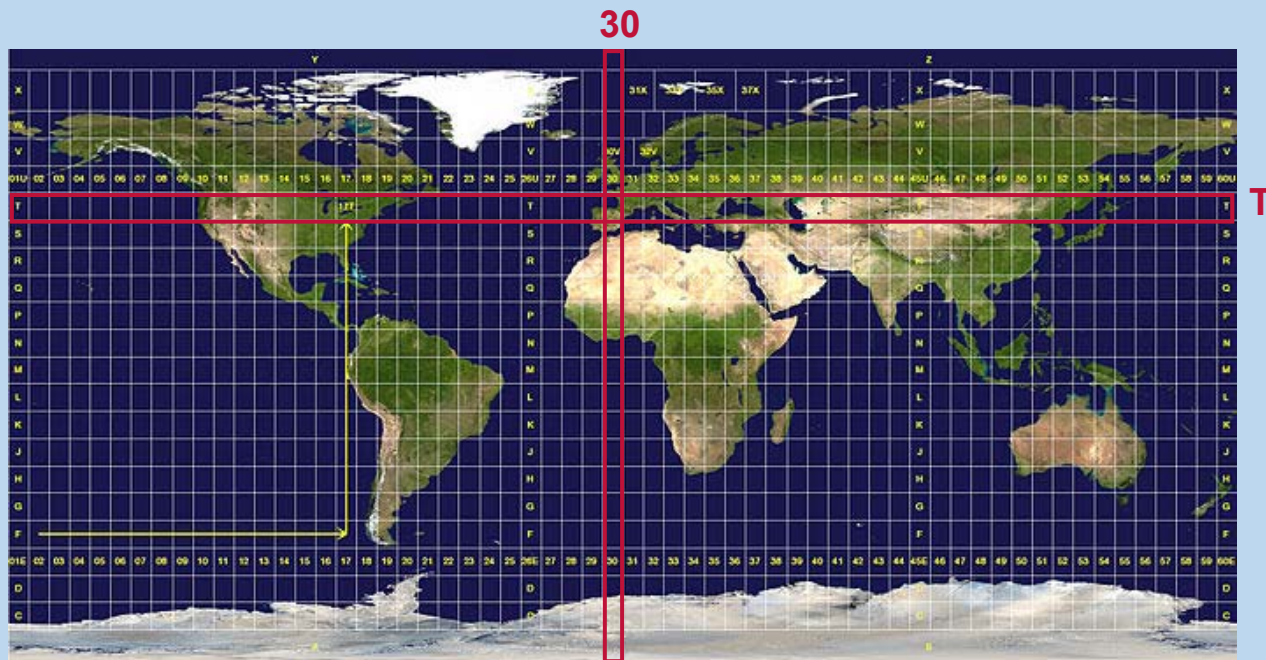
- Coordenadas se expresan en metros
- Expresan la distancia entre el punto y el origen de la zona UTM
- Para evitar la aparición de números negativos, se considera que el origen no tiene una coordenada X de 0 metros, sino de 500000
- En el hemisferio sur: el origen tiene una coordenada Y de 10000000 metros



4. Coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator)

España está entre los husos 29 y 31. Navarra está en el 30N (norte).

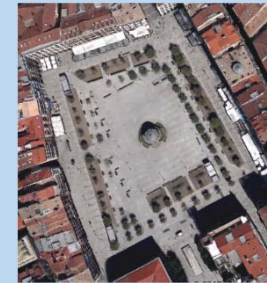
En la división respecto al Ecuador, también podemos ver el dato como 30T.



Ejemplo

¿Cómo vemos y obtenemos coordenadas?

Por ejemplo del quiosco de la Plaza del Castillo en Pamplona...



En latitud, longitud (WGS84):

en grados, minutos y segundos

42° 49' 00"N 1° 38' 34"W

en grados decimales

42.816886 -1.642808



En coordenadas UTM:

en x, y (metros)

610.950

4.741.372

Ejemplo

Problema

$x = 610.950$, $y = 4.741.372$, puede estar en otras 119 posiciones en el globo terráqueo:

- una por cada uno de los 60 husos y multiplicada por hemisferio Norte o Sur
- 120 posiciones para cada par de coordenadas.

Siempre que se de una coordenada se debe acompañar de:

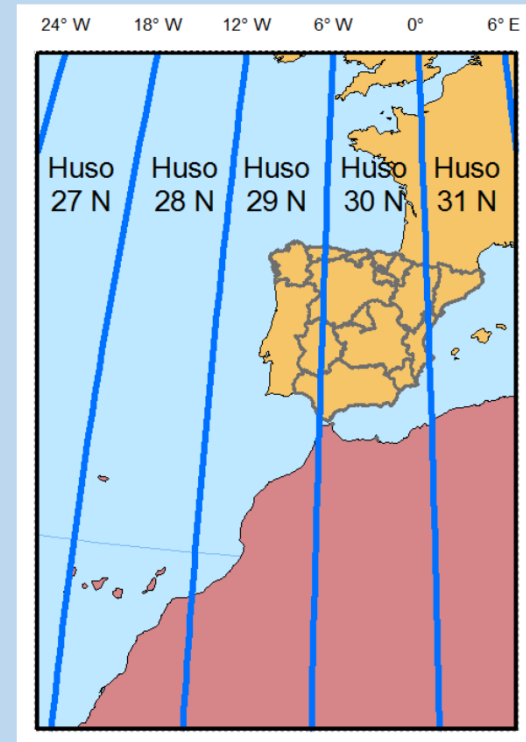
En España

- Sistema de Referencia Terrestre asociado: ETRS89
- Proyección utilizada: UTM huso 30 Norte

Y si hay altitudes: sobre el nivel medio del mar en el mareógrafo de Alicante.

Inconveniente:

La precisión de esta proyección se reduce notablemente en Galicia y Cataluña



Índice

- 1. Introducción
- 2. Sistemas Geodésico de Referencia
- 3. Sistema de coordenadas geográfico
- 4. Sistema de coordenadas proyectado
- 5. Códigos EPSG
- 6. Transformación y conversión de coordenadas
- 7. Escala

5. Códigos EPSG

Existe una nomenclatura creada por la European Petroleum Survey Group o **EPSG**, que construyó una base de datos compatible con la norma ISO 19111 y que se actualiza varias veces al año.

Hay un código EPSG por cada Sistema de Referencia de Coordenadas - CRS.

- **EPSG: 23030 ED50 / UTM 30N**
 - CRS oficial en España hasta 2011
- **EPSG: 25830 ETRS89 / UTM 30N**
 - CRS oficial en España desde 2012
- **EPSG: 04258 ETRS89 (geográficas)**
 - INSPIRE
- **EPSG: 04326 WGS84 (geográficas)**
 - ESRI, Google Earth
- **EPSG: 102113 WGS84 / Web Mercator (Google):**
 - Google Maps, Yahoo
- **EPSG: 900913 Google Maps Global Mercator**
 - Bing, OpenStreetMap

Índice

- 1. Introducción
- 2. Sistemas Geodésico de Referencia
- 3. Sistema de coordenadas geográfico
- 4. Sistema de coordenadas proyectado
- 5. Códigos EPSG
- 6. Transformación y conversión de coordenadas
- 7. Escala

6. Transformación y conversión de coordenadas

Problema

En España, se puede encontrar cartografía de algunas Comunidades Autónomas en dos husos UTM distintos, ya que la frontera entre estos cruza y divide dichas Comunidades.

6. Transformación y conversión de coordenadas

Conversión de coordenadas.

- Los sistemas de origen y destino **comparten el mismo datum**.
- Es una transformación exacta y se basa en la aplicación de formulas establecidas que relacionan ambos sistemas.

Transformación de coordenadas.

- El datum es distinto en los sistemas de origen y destino.

En SIG:

- Cambios de coordenadas
- Conversión “al vuelo”

Índice

- 1. Introducción
- 2. Sistemas Geodésico de Referencia
- 3. Sistema de coordenadas geográfico
- 4. Sistema de coordenadas proyectado
- 5. Códigos EPSG
- 6. Transformación y conversión de coordenadas
- 7. Escala

7. Escala

Es fundamental a la hora de trabajar con cartografía debido a que:
el objeto que se cartografía es un objeto de gran tamaño!: ESCALA

- La escala se expresa habitualmente como un denominador que relaciona una distancia medida en un mapa y la distancia que esta medida representa en la realidad:

escala 1:50000

7. Escala

Tamaño mínimo cartografiado:

Detalle con que han sido tomados los datos

- El tamaño mínimo que el ojo humano es capaz de diferenciar es de 0,2 mm.
- Aplicando a este valor la escala a la que queremos crear un mapa, tendremos la mínima distancia sobre el terreno que debe medirse
- Un mapa 1:50000 - mínima distancia es de 10 metros.

RESUMEN

- Todos los datos espaciales tienen un sistema de coordenadas geográfico (SCR)
- Hay diferentes esferoides para distintas regiones del mundo y diferentes datums para alinearlos.
- Un datum tiene asociado uno y solo un elipsoide y por el contrario, un elipsoide puede ser usado en la definición de muchos datums
- Las coordenadas geográficas no corresponden a ningún tipo de proyección
- Las coordenadas Geográficas no son únicas
 - $33^{\circ}20'05''S$, $72^{\circ}10'34''W$, *Elipsoide Internacional de 1909, Datum PSAD56*
 - $33^{\circ}20'05''S$, $72^{\circ}10'34''W$, *Elipsoide Internacional de 1969, Datum SAD69*

representan puntos diferentes sobre la Tierra

Resumen

Al trabajar con SIG:

- Siempre que trabajemos en un mismo sistema de coordenadas los software pueden representar distintos datos (con distintas proyecciones) en un mismo sistema de trabajo. Esto se denomina proyección “on the fly”.
- La primera capa que se añade al proyecto SIG dota al proyecto de sistema de coordenadas.
- Las unidades del mapa son las del sistema de referencia:
 - si es un sistema de coordenadas geográficas, entonces serán grados decimales
 - si es un sistema proyectado, entonces serán metros o pies

ojo: hay que trabajar con datos proyectados para realizar análisis espaciales