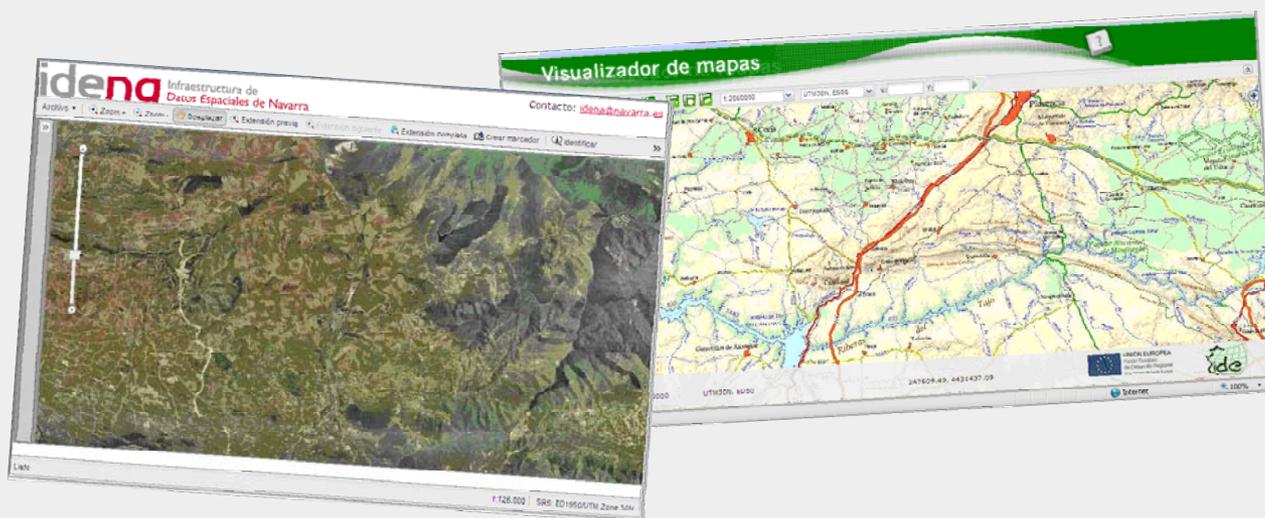


# REAL DECRETO 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.



[ali.gomez@juntaextremadura.net](mailto:ali.gomez@juntaextremadura.net)

# Índice



## 1. Conceptos Previos

- ✓ La forma de la tierra
- ✓ El Geoide
- ✓ El Elipsoide
- ✓ Datum

## 2. Sistemas de Referencia

- ✓ Sistema de Referencia ED50
- ✓ Sistema de Referencia ETRS89
- ✓ Cambio entre Sistemas de Referencia

## 3. Representación del mapa

- ✓ La proyección U.T.M.
- ✓ Sistemas de coordenadas de referencia



# Conceptos previos



## LA FORMA DE LA TIERRA

La forma real de la Tierra es irregular y enormemente compleja. Si se desea determinar o etiquetar la situación de cualquier objeto se hace necesario utilizar un *modelo* de la forma de la Tierra.

La primera cuestión que se plantea en geodesia es cuál es el mejor modelo de la Tierra, entendiendo como mejor el más simple y el más útil para los objetivos de la geodesia. Una vez que este modelo se defina, su superficie puede ser usada para medir las formas topográficas.

Las respuestas a la cuestión anterior se basan en dos conceptos:

### *geoide y elipsoide*

# Conceptos previos

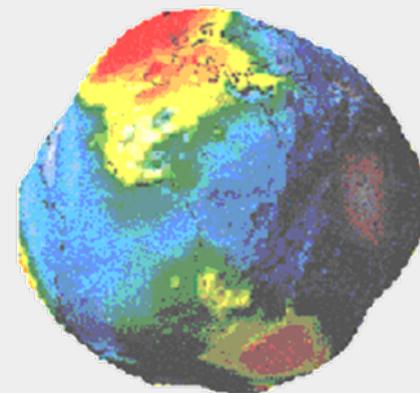
## EL GEOIDE

- Geoide: significa “forma de la tierra” (*palabra introducida por Listing en 1873*)

El geode se define como la superficie equipotencial del campo gravitatorio coincidente, de forma aproximada, con el nivel medio de los océanos.

Dicha coincidencia no es exacta debido a factores como: corrientes marinas, vientos dominantes y variaciones de salinidad y de la temperatura del agua del mar, etc.

Tiene en cuenta las anomalías gravimétricas y el achatamiento de los polos: es una superficie irregular con protuberancias y depresiones.



# Conceptos previos

## EL ELIPSOIDE

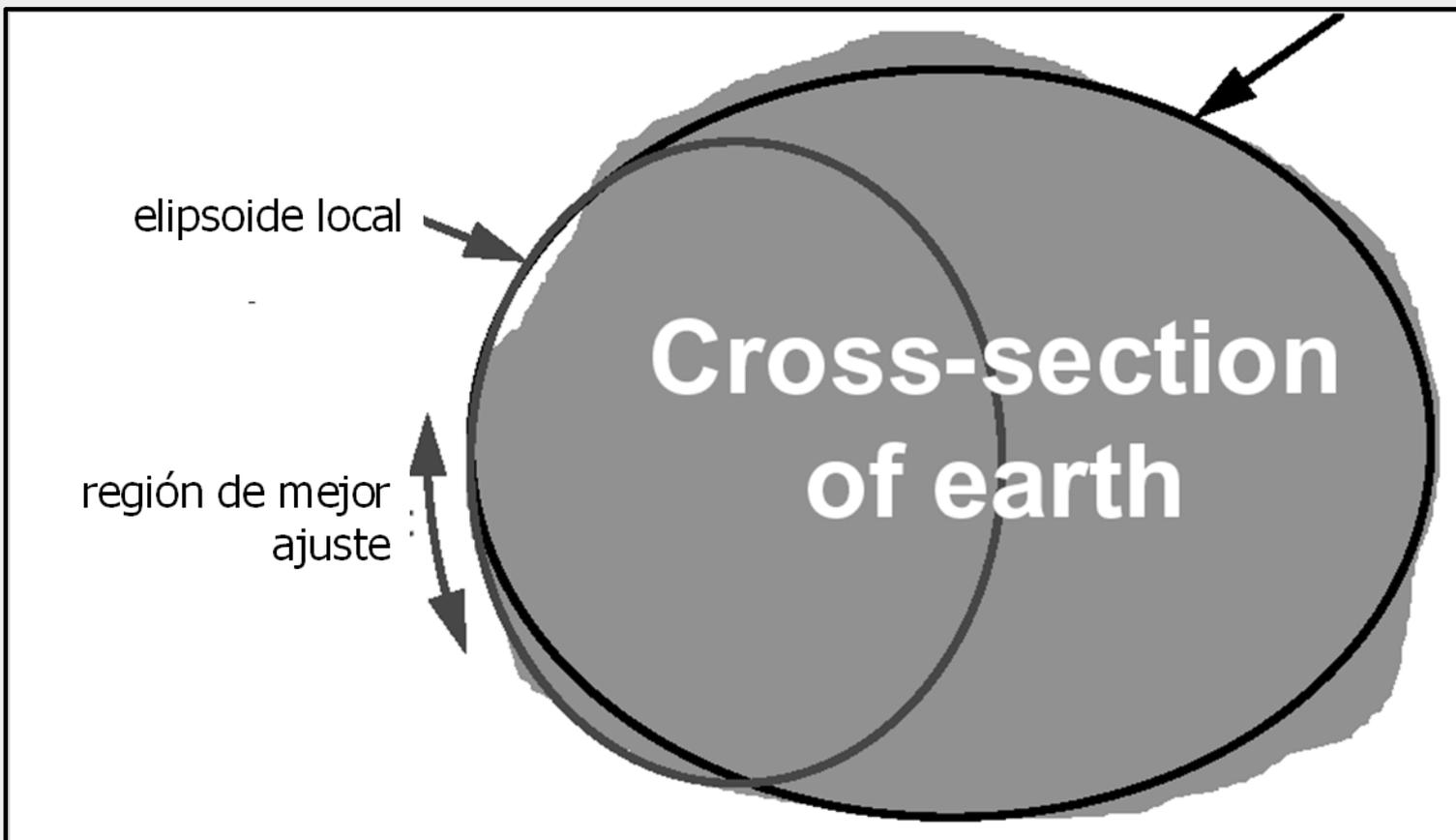
- La figura geométrica más simple que se ajusta a la forma de la Tierra es un elipsoide biaxial, una figura tridimensional generada por rotación de una elipse sobre su eje más corto. Este eje coincide aproximadamente con el eje de rotación de la Tierra.

Los parámetros que lo definen son:

Semieje mayor .....	$a$
Semieje menor .....	$b$
Aplanamiento .....	$\alpha = \frac{a-b}{a}$
Excentricidad .....	$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$
2ª Excentricidad ....	$e' = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b}$

# Conceptos previos

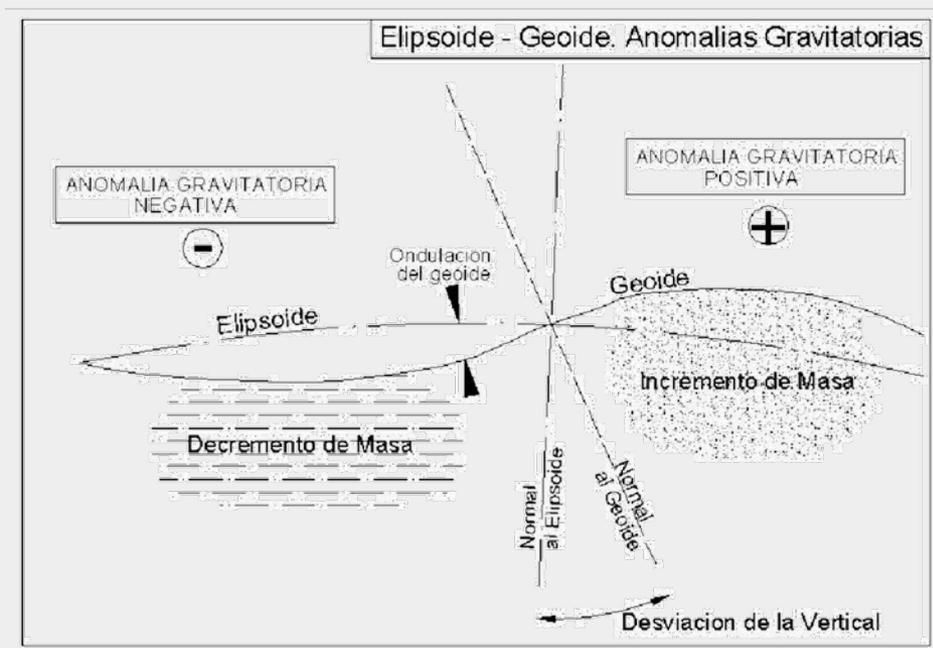
## EL ELIPSOIDE



# Conceptos previos

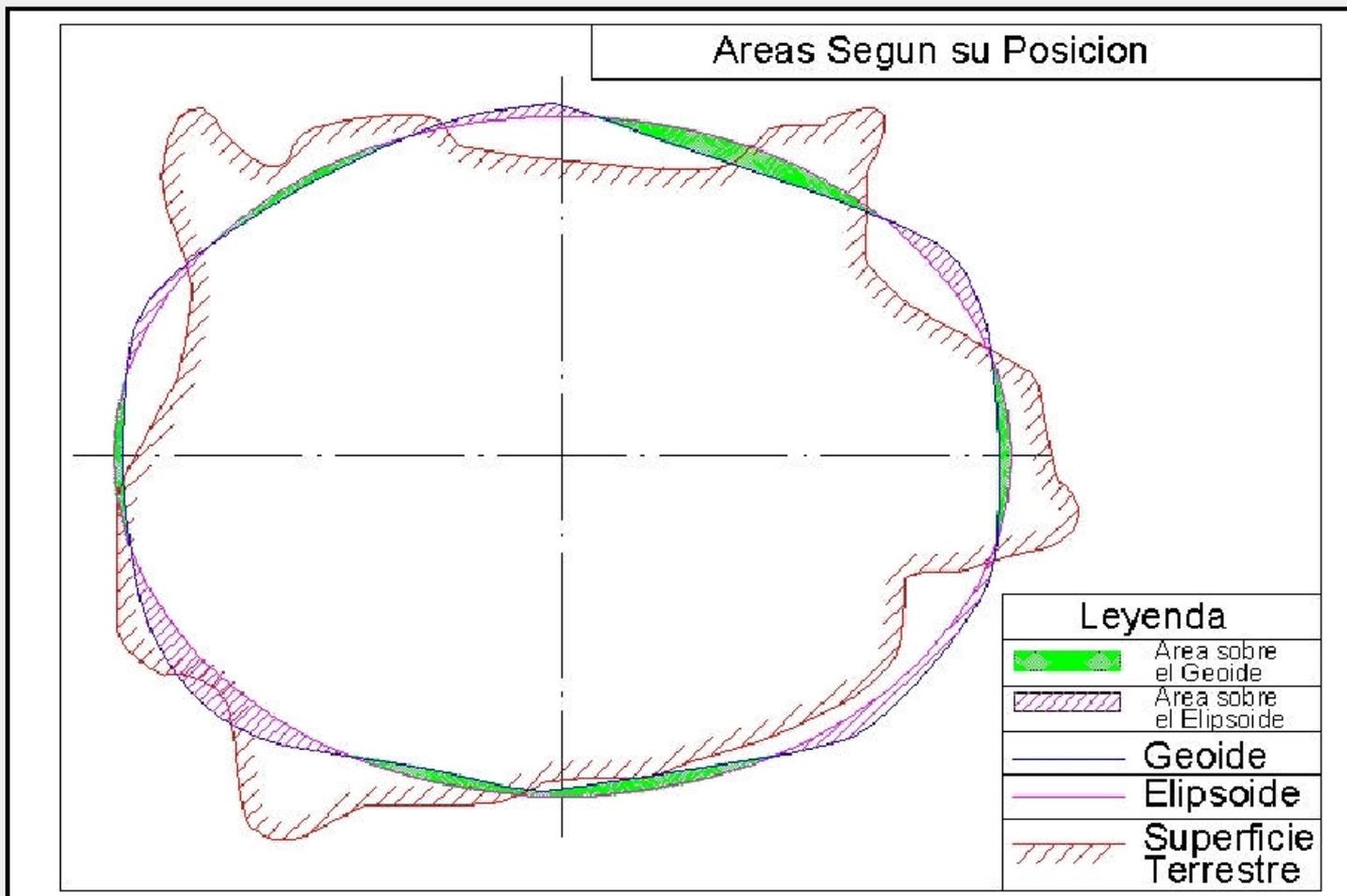
## DATUM

Para realizar los cálculos geodésicos, se elige un punto fundamental (DATUM), en el que la normal al geoide coincide con la normal al elipsoide. En este punto las dos superficies son tangentes. En cualquier otro punto, la normal al geoide y al elipsoide forman un ángulo denominado desviación relativa de la vertical.



# Conceptos previos

## DATUM



# Conceptos previos

## SISTEMA DE REFERENCIA



- **SISTEMA DE REFERENCIA:** conjunto de parámetros cuyos valores, una vez definidos, permiten la referenciación precisa de localizaciones en el espacio.
- A este conjunto de parámetros también se le suele llamar DATUM GEODÉSICO; el término aislado “datum” se refiere a un punto concreto, localizado sobre la superficie terrestre y que, determinado mediante observaciones astronómicas, sirve de origen al sistema de coordenadas que se utilice; este punto se denomina “punto fundamental” o “punto astronómico fundamental”.
- Los sistemas de referencia geodésicos definen la forma y dimensión de la Tierra, así como el origen y orientación de los sistemas de coordenadas.

# Sistema de Referencia ED-50



Sistema establecido como reglamentario en el Decreto 2303/1970. ED50 es un sistema de referencia local basado en el elipsoide internacional de Hayford de 1924. El sistema de representación plano es la proyección conforme Transversa de Mercator (UTM)

Parámetros:

- ⇒ Datum o Punto fundamental: Torre de Helmert (Potsdam).
- ⇒ Elipsoide Internacional Hayford: elipsoide de revolución definido por:

Semieje mayor (a) = 6 378 388 m

Semieje menor (b) = 6.366.992 m

⇒ Coordenadas: Origen de coordenadas se sitúa en el Ecuador para las latitudes (positivas hacia el norte) y en el meridiano de Greenwich para las longitudes (positivas hacia el este). Cotas están referidas al nivel medio del mar en Alicante.

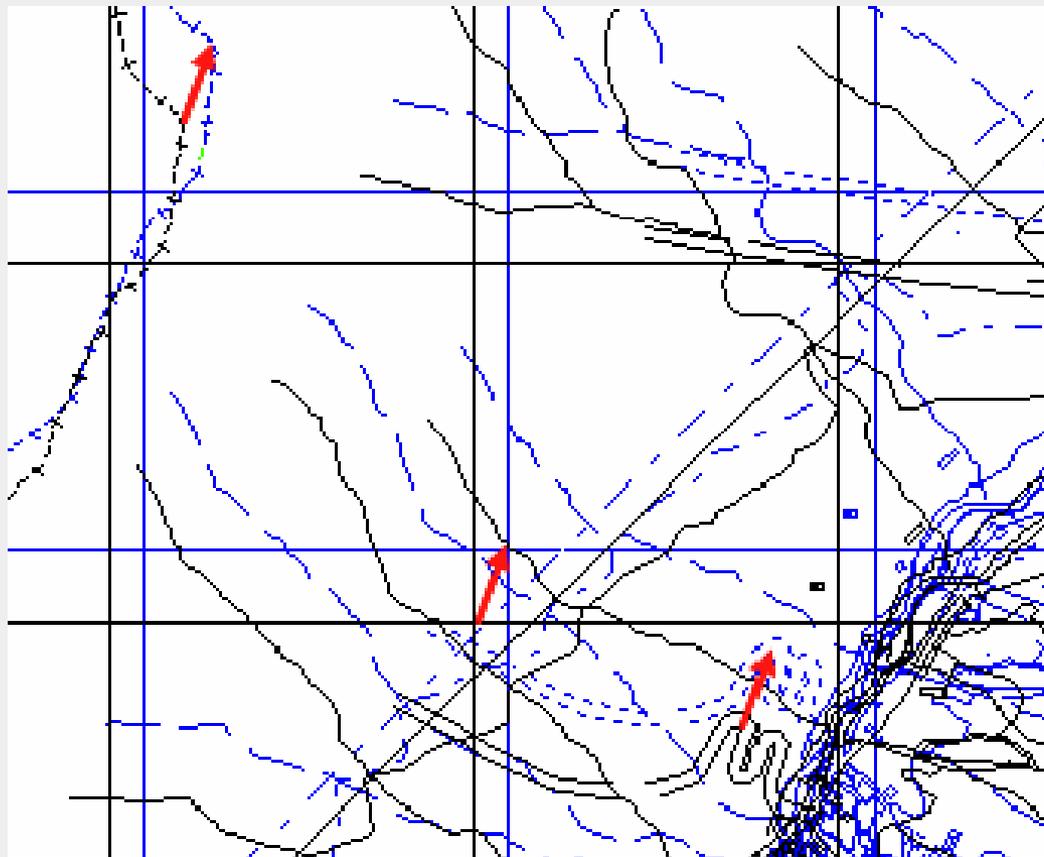
# Sistema de Referencia ETRS-89



- Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, regula la adopción del sistema geodésico global ETRS89 en España (para Península Ibérica y Baleares, para Canarias sistema REGCAN50), sustituyendo al sistema geodésico de referencia regional ED50, oficial hasta entonces.
- Periodo para transición de ED50 a ETRS89 hasta el año 2015.
- Sistema de referencia geodésico europeo. Fue propuesto por la IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF). El elipsoide es el GRS80 (prácticamente equiparable al elipsoide WGS84). El marco de referencia es el llamado ETRF89 (European Terrestrial Reference Frame).
- En España, este sistema está materializado sobre el terreno mediante los vértices REGENTE (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales) (proyecto finalizado en el año 2001 con la asignación de coordenadas a unos 1200 vértices de la red ED50). REGENTE tuvo como finalidad cubrir todo el territorio español con una red geodésica tridimensional de alta precisión.

([www.crs-geo.eu](http://www.crs-geo.eu))

# ETRS89 vs ED50



Negro: ED50  
Azul: ETRS89  
Rojo: desplazamiento

# SISTEMAS DE REFERENCIA



## CAMBIO DE SISTEMA DE REFERENCIA

7 parámetros

$$\begin{bmatrix} X_c \\ y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix} + K \quad R(\theta \quad \varphi \quad \omega) \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

traslación:  $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$

parámetros de rotación:  $(\theta, \varphi, \omega)$

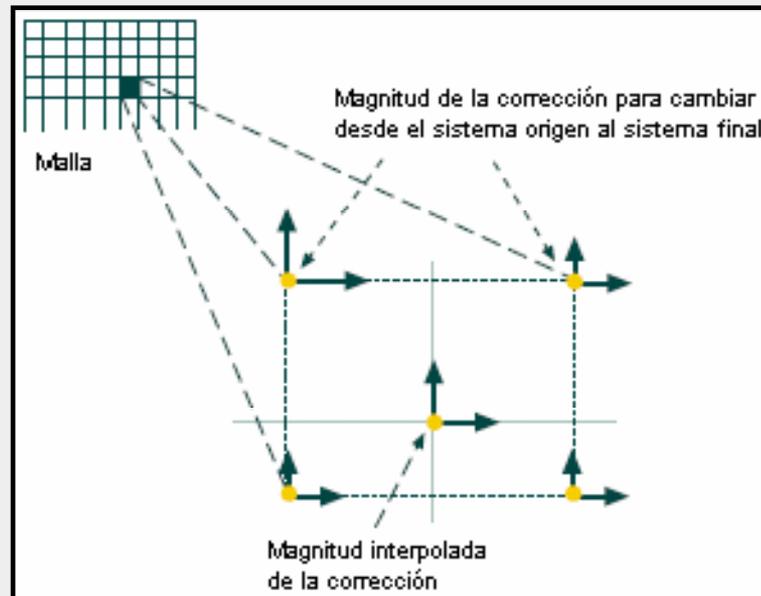
y un factor de escala: K

# SISTEMAS DE REFERENCIA

## CAMBIO DE SISTEMA DE REFERENCIA

rejilla

Una malla de transformación es la herramienta que permite modelar las distorsiones de la transformación. Esta malla almacena las distorsiones a través de correcciones a la longitud y la latitud definidas para los nodos de la malla, que permiten transformar desde el GRS origen al GRS destino. El cambio que sufren las coordenadas de cualquier posición no coincidente con los citados nodos de la malla se puede determinar por simple interpolación; y es después cuando se añade la variación calculada a las coordenadas en el GRS origen para obtener las coordenadas en el GRS destino.



# REPRESENTACIÓN DEL MAPA



A la hora de representar la Superficie Terrestre aparecen varios problemas:

Las dimensiones de la zona a representar son muy extensas

SOLUCIÓN

ESCALA

La Superficie que queremos representar no es plana

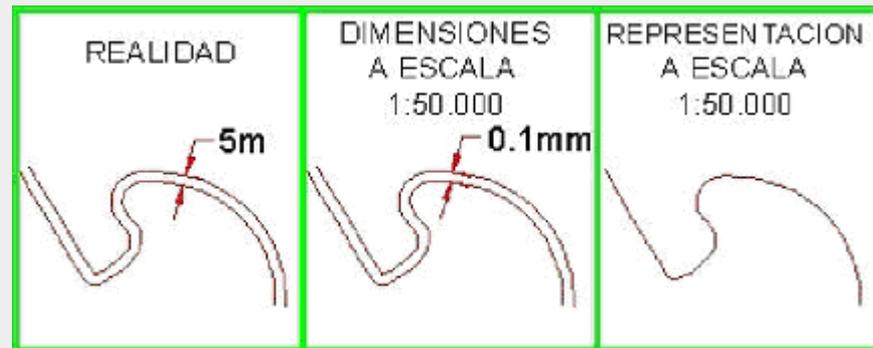
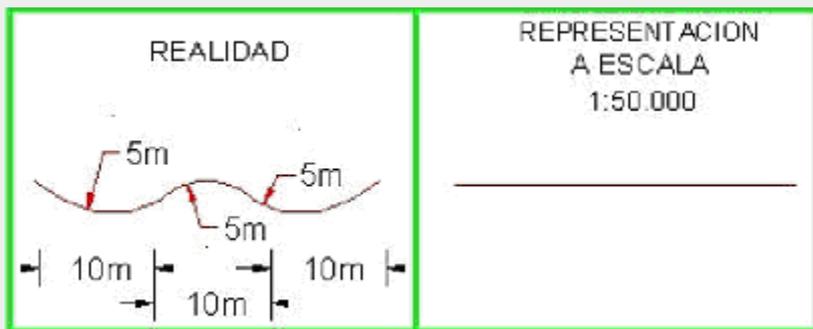
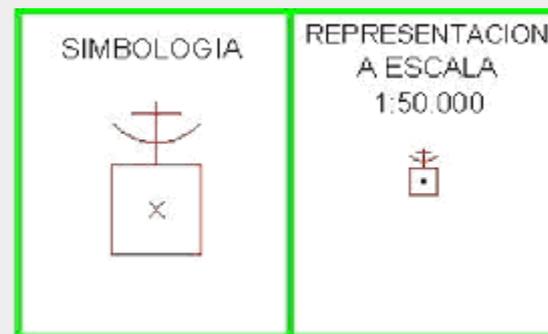
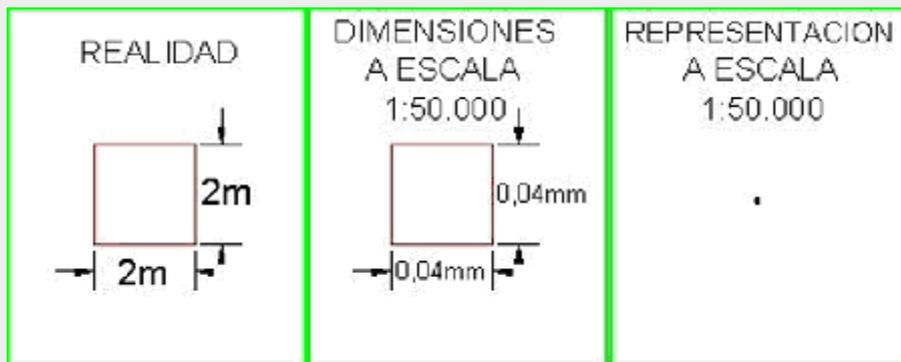
SOLUCIÓN

PROYECCIÓN

# REPRESENTACIÓN DEL MAPA



## LÍMITE DE PERCEPCIÓN VISUAL

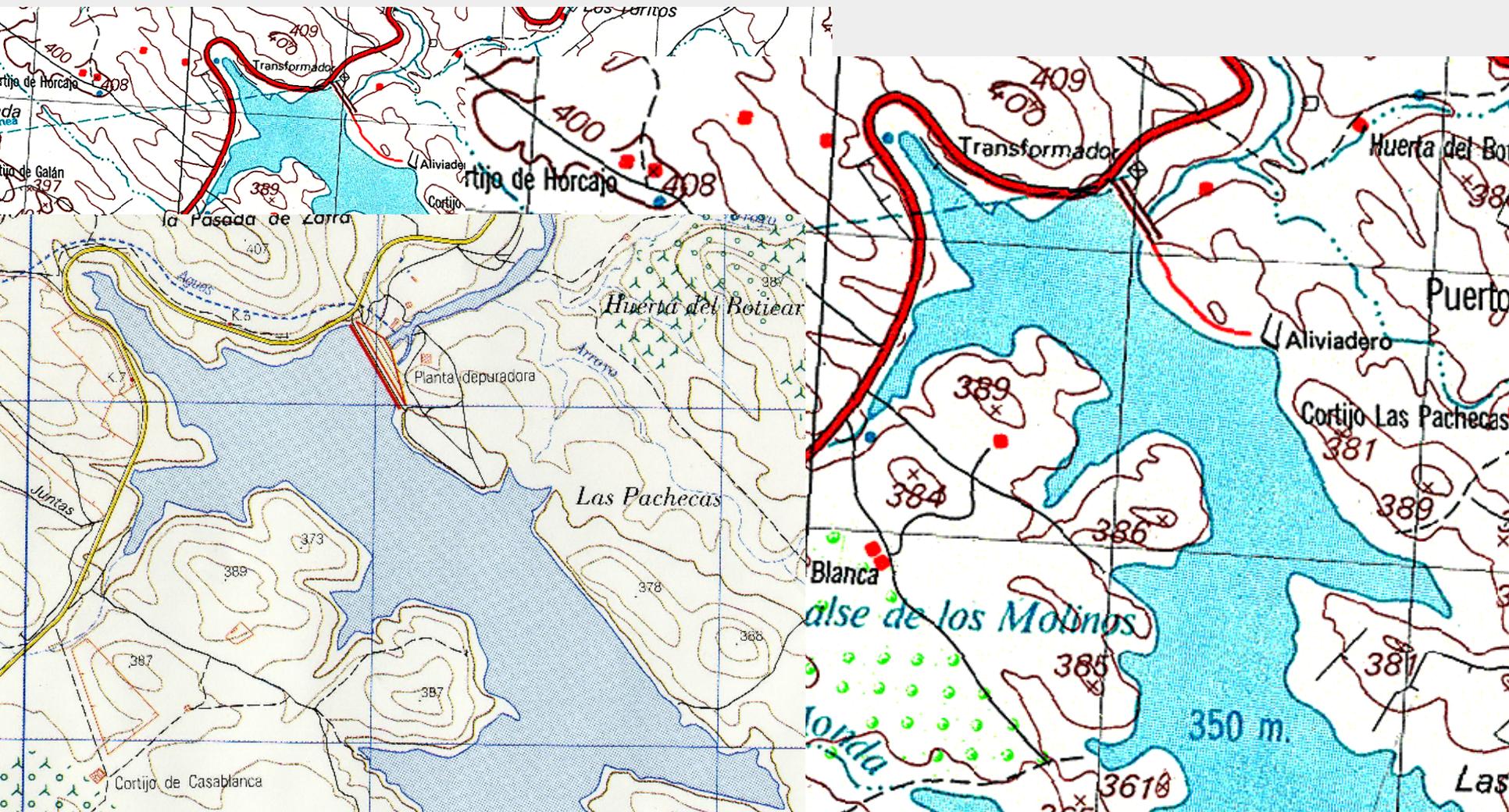


# REPRESENTACIÓN DEL MAPA



## GENERALIZACIÓN

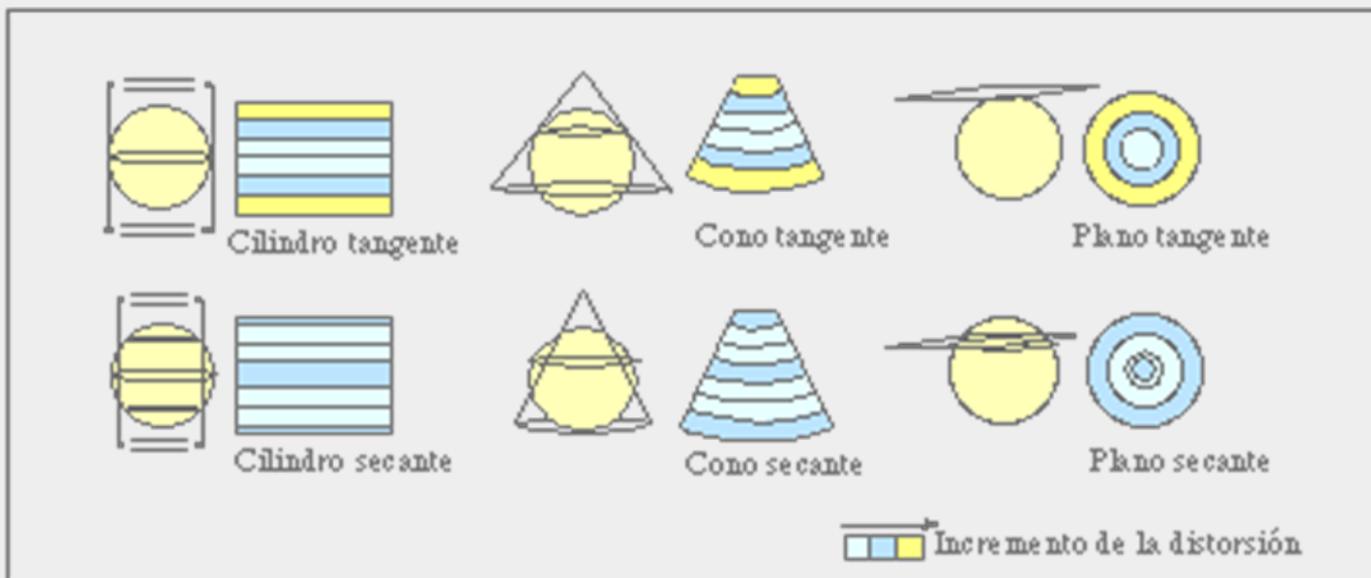
*a. Escala*



# REPRESENTACIÓN DEL MAPA



## PROYECCIONES



# REPRESENTACIÓN DEL MAPA



## PROYECCIONES

**PROYECCIÓN CONFORME:** La proyección conserva el ángulo entre dos puntos medidos en la superficie de referencia y en el mapa. Si no lo conserva se dice que la proyección tiene anamorfosis angular.

**PROYECCIÓN EQUIDISTANTE:** La proyección conserva las distancias; en todo el mapa no se cumple esta propiedad, pero debido a la escala, se puede considerar que las deformaciones son tan pequeñas que se admiten como tolerables. Si existe alguna línea o dirección que cumpla esta propiedad recibe el nombre de línea automecónica. Cuando la proyección no cumple esta propiedad tiene anamorfosis lineal.

**PROYECCIÓN EQUIVALENTE:** Son las proyecciones que conservan las superficies. Cuando no lo cumplen tienen anamorfosis superficial.

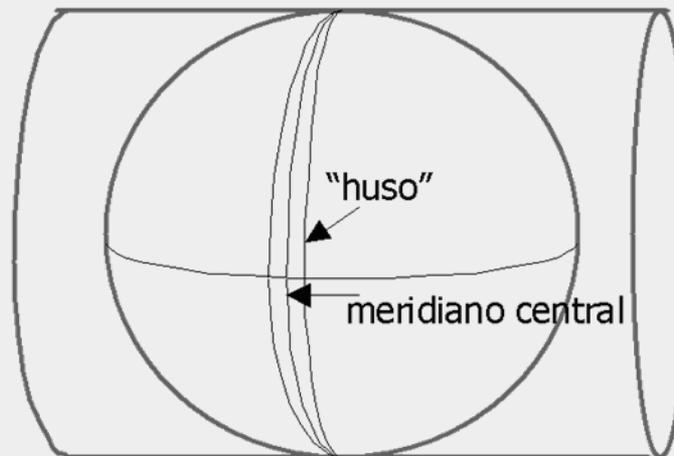
**PROYECCIÓN AFILÁCTICA:** Son proyecciones que no conservan ninguna de las propiedades anteriores pero tienen valores tolerables para determinadas zonas.

# REPRESENTACIÓN DEL MAPA

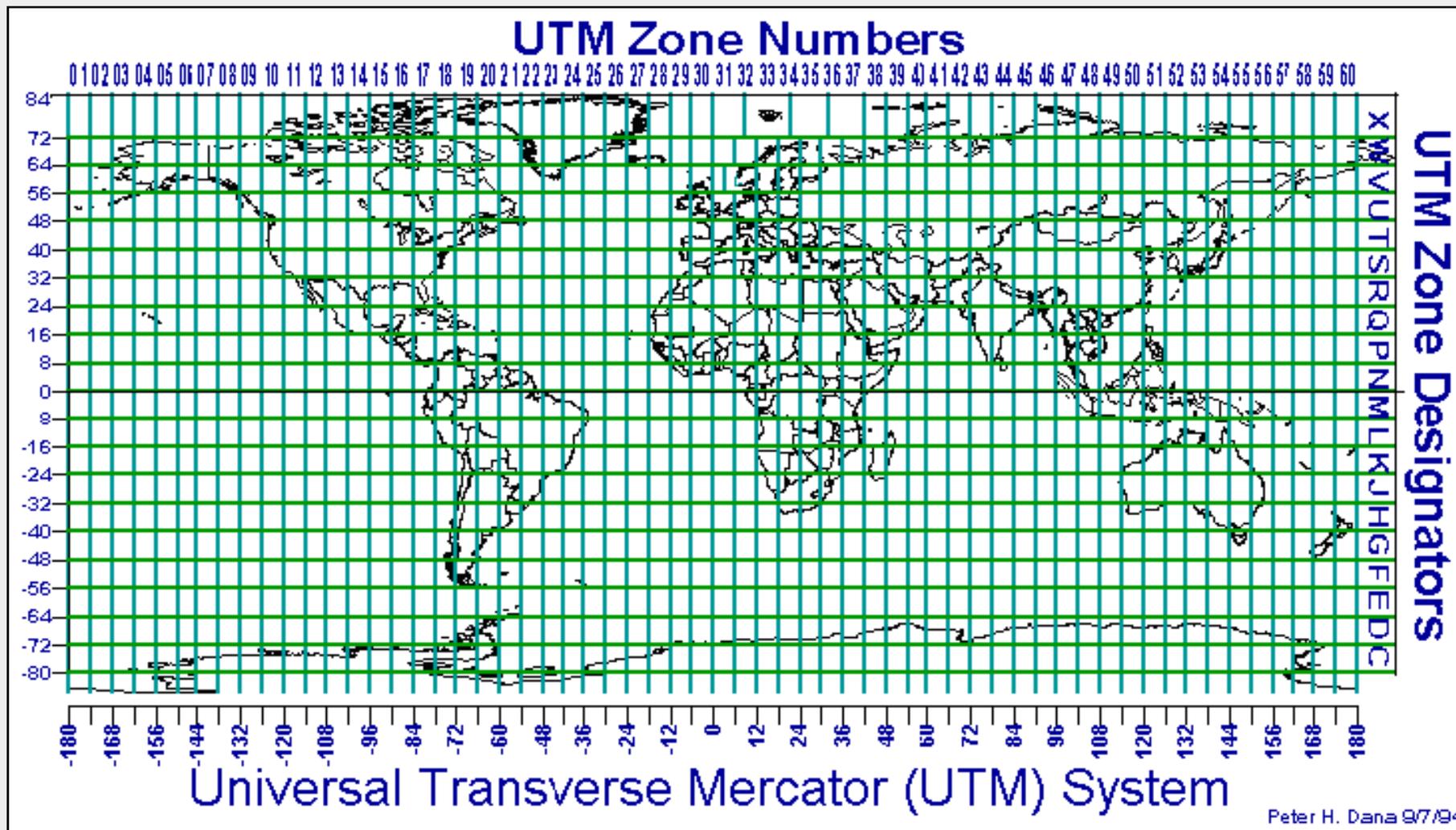


## “Universal Transverse Mercator”

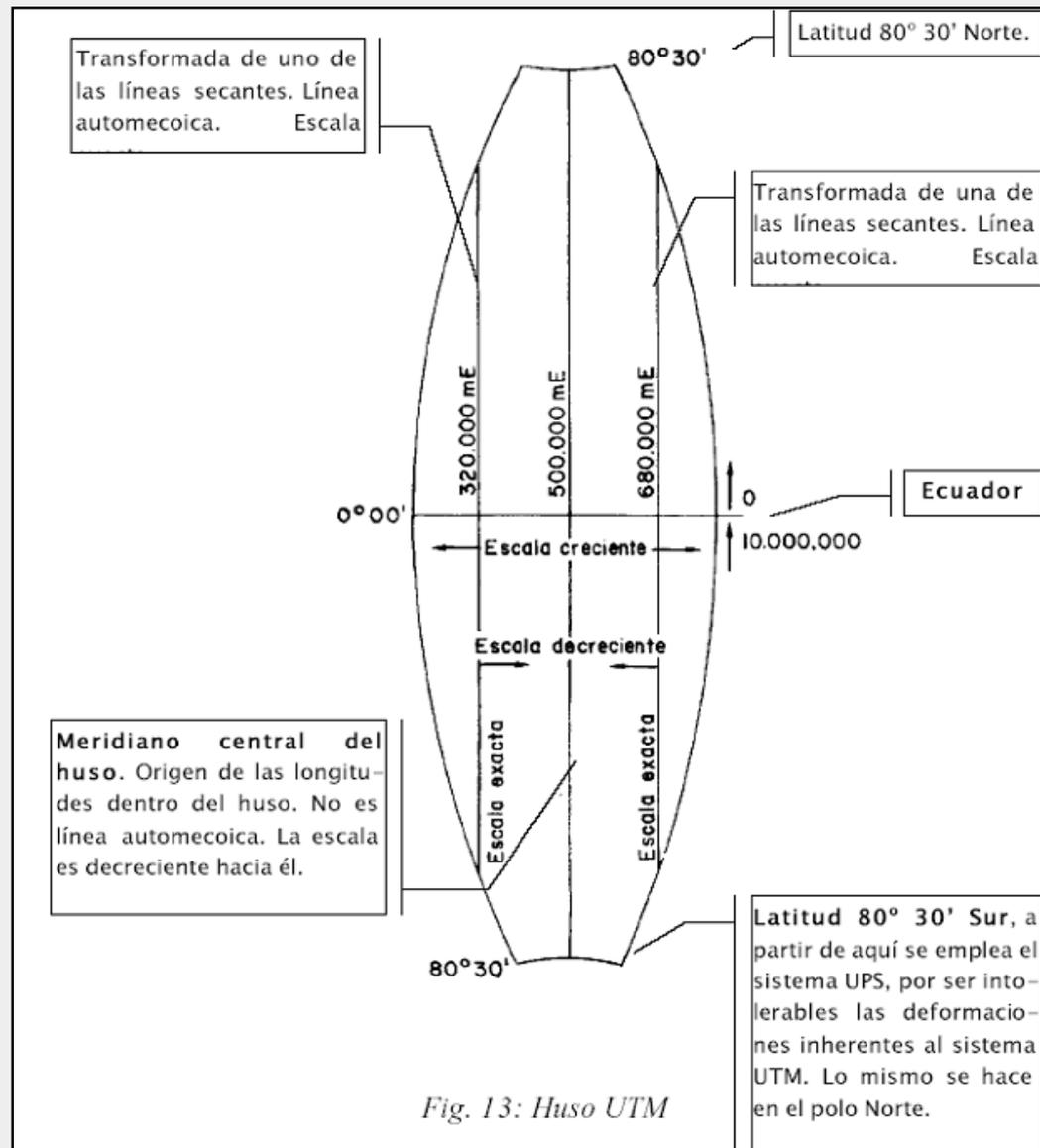
Se toma como superficie desarrollable un cilindro (es una proyección cilíndrica) que se coloca tangente al elipsoide de referencia, de forma que el eje del cilindro está dentro del plano del ecuador, es decir, que el cilindro es tangente al elipsoide a lo largo de una línea que define un meridiano tomado como origen.



# REPRESENTACIÓN DEL MAPA



# REPRESENTACIÓN DEL MAPA



# CRS (Coordinate Reference System)

Sistema Geodésico de Referencia + Proyección Cartográfica

Se suele identificar mediante un código EPSG (European Petroleum Survey Group) ([www.epsg.org](http://www.epsg.org)). Los más utilizados:

SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA	}	<b>ED50</b> (230)
		<b>ETRS89</b> (258)
		<b>WGS84</b> (326)
PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA	}	<b>UTM</b> (se especifica el huso numéricamente después de la proyección)
		<b>Coordenadas Geográficas</b> (nº4 antes del sistema geodésico de referencia)

Ejemplos: ED50-huso30: 23030

ETRS89 coords.geográficas: 4258