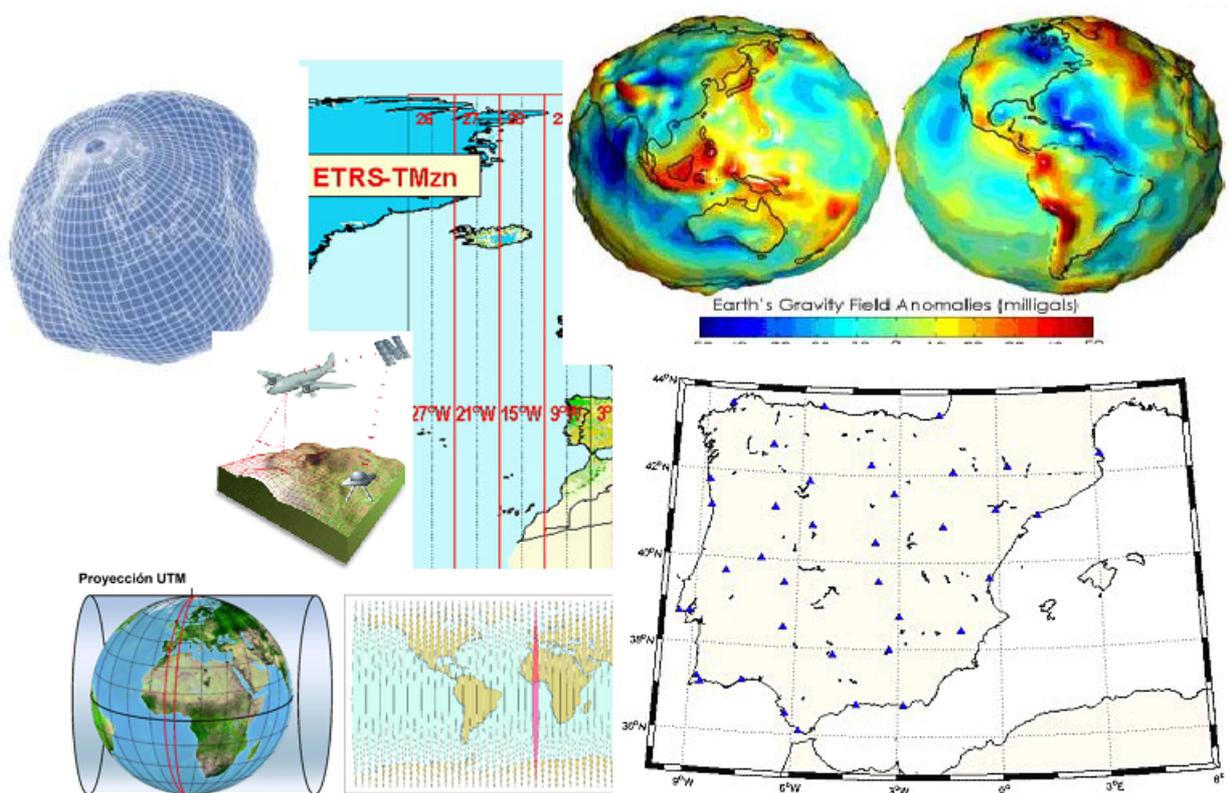


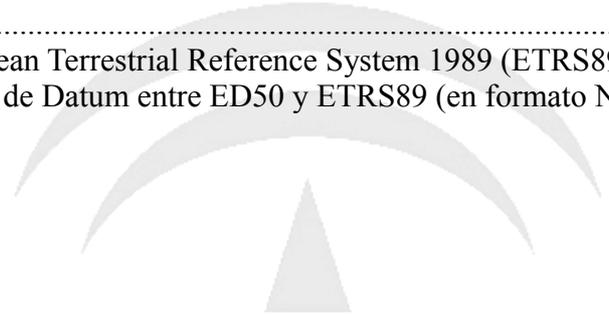
# SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERENCIA

## -CONCEPTOS BÁSICOS-



## ÍNDICE

SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERENCIA .....	3
La figura de la Tierra.....	3
Sistemas elipsoidales de referencia.....	3
El European Datum 1950 (ED50).....	4
El World Geodetic System 1984 (WGS84).....	4
Marcos y Sistemas de Referencia Terrestres: el International Terrestrial Reference Frame (ITRF).....	5
Los sistemas European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) y REGCAN95.....	6
Rejilla para cambio de Datum entre ED50 y ETRS89 (en formato NTV2).....	6



JUNTA DE ANDALUCÍA



JUNTA DE ANDALUCÍA



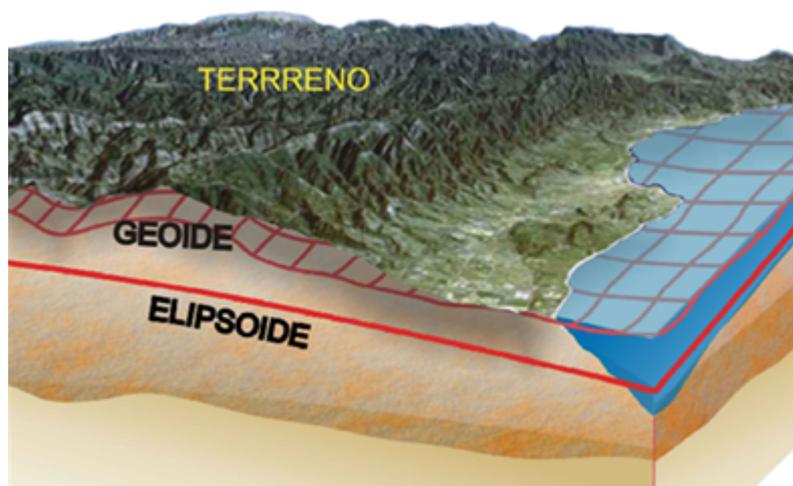
JUNTA DE ANDALUCÍA

## **SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERENCIA**

### **-CONCEPTOS BASICOS-**

#### **La figura de la Tierra.**

La figura "natural" de la Tierra, excluyendo la topografía o forma externa, se asemeja a la definición de **geoide**, definida como una superficie de nivel equipotencial del campo gravitatorio terrestre.

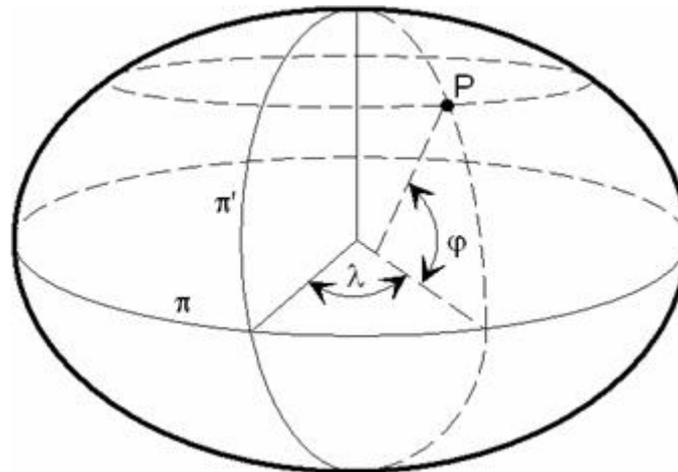


Esta superficie equipotencial o de nivel materializado por los océanos cuando se prescinde del efecto perturbador de las mareas (casi la superficie del nivel medio de los mares) es la superficie de referencia para la altitud.

#### **Sistemas elipsoidales de referencia.**

Como la definición matemática del geoide presenta gran complejidad, así como su definición, la superficie de la Tierra puede representarse con mucha aproximación mediante un elipsoide de revolución, definiéndose este sistema con:

- Superficie de referencia: dimensiones (semiejes  $a$ ,  $b$ ).
  - Semieje ecuatorial ( $a$ ) o semieje mayor: Longitud del semieje correspondiente al ecuador, desde el centro de masas de la Tierra hasta la superficie terrestre.
  - Semieje polar ( $b$ ) o semieje menor: Longitud del semieje desde el centro de masas de la Tierra hasta uno de los polos. El elipsoide se genera por la revolución de una elipse alrededor de éste.
- Ejes o líneas de referencia en la superficie.  
Sentidos de medida.



Coordenadas geodésicas en el elipsoide

Sobre esta superficie se definen las **coordenadas geodésicas**:

- Latitud geográfica ( $\phi$ ): ángulo medido sobre el plano meridiano que contiene al punto entre el plano ecuatorial y la normal al elipsoide en P.
- Longitud geográfica ( $\lambda$ ): ángulo medido sobre el plano ecuatorial entre el meridiano origen y el plano meridiano que pasa por P.

El elipsoide de revolución que mejor se adapte al geoide en la zona con un punto donde ambos coinciden o bien la normal a ambos es la solución adoptada, constituyendo el concepto de Sistema Geodésico de Referencia. A lo largo de la historia diversos elipsoides se han utilizado para definir el Sistema de Referencia de cada país, de tal forma que se define aquel que mejor se ajuste al geoide.

En geodesia existirán dos Datum: horizontal y el vertical, que es la superficie de referencia respecto a la que se definen las altitudes. En este caso, lo más normal es que sea el geoide.

### **El European Datum 1950 (ED50).**

Hayford propuso en 1924 en la Asamblea Internacional de Geodesia y Geofísica (Madrid) un Elipsoide Internacional de Referencia, con  $a = 6378388$  y  $\alpha = 1/297$ .

Este elipsoide fue utilizado ampliamente por la mayoría de países, no siendo perfeccionado hasta 1964, donde la Unión Astronómica Internacional en Hamburgo estableció unos nuevos valores de  $a = 6378160$  y  $\alpha = 1/298,25$ . En la orientación de este sistema se estipula:

- El eje menor del elipsoide de referencia es paralelo a la dirección definida por el origen internacional convencional (O.I.C.) para el movimiento del polo.
- El meridiano de referencia es paralelo al meridiano cero adoptado por el BIH para las longitudes (Greenwich).

En España se adoptó en 1970 el Sistema ED50 como sistema oficial, sustituyendo al antiguo con elipsoide de Struve y datum Madrid (Observatorio del Retiro), tomando como parámetros del elipsoide de Hayford los definidos en 1924 ( $a = 6378388$  y  $\alpha = 1/297$ ).

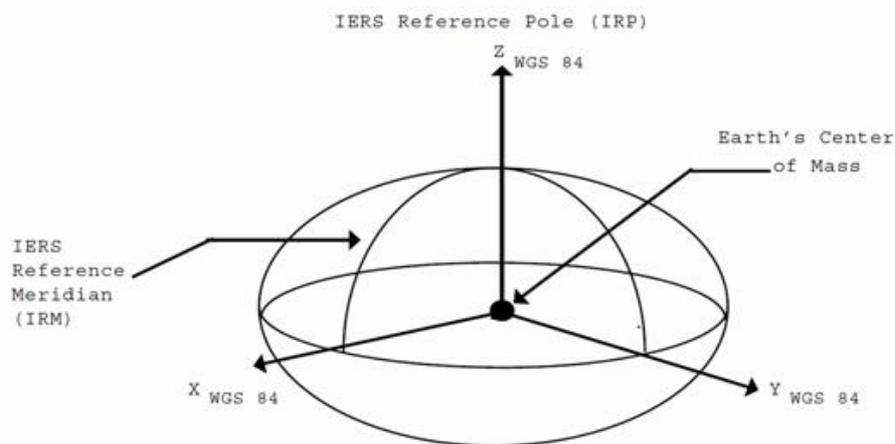
### **El World Geodetic System 1984 (WGS84).**

Desde 1987, el GPS utiliza el World Geodetic System WGS-84, que es un sistema de referencia

terrestre único para referenciar las posiciones y vectores. Se estableció este sistema utilizando observaciones Doppler al sistema de satélites de navegación NNSS o Transit, de tal forma que se adaptara lo mejor posible a toda la Tierra.

Se define como un sistema cartesiano geocéntrico del siguiente modo:

- Origen, centro de masas de la Tierra, incluyendo océanos y atmósfera.
- Eje Z paralelo a la dirección del polo CIO o polo medio definido por el BIH, época 1984.0 con una precisión de 0,005".
- El eje X la intersección del meridiano origen, Greenwich, y el plano que pasa por el origen y es perpendicular al eje Z, el meridiano de referencia coincide con el meridiano cero del BIH en la época 1984.0 con una precisión de 0,005". Realmente el meridiano origen se define como el IERS Reference Meridian (IRM).
- El eje Y ortogonal a los anteriores, pasando por el origen.
- Terna rectangular dextrosom.



Definición de WGS84 (Fuente: NIMA)

## **Marcos y Sistemas de Referencia Terrestres: el International Terrestrial Reference Frame (ITRF).**

Para conseguir una realización práctica de un marco geodésico global de referencia se tienen que establecer una serie de puntos con un conjunto de coordenadas. Un conjunto de puntos consistentes infieren:

- La localización de un origen.
- La orientación del sistema de ejes cartesianos ortogonales.
- Una escala.

En términos modernos, un conjunto de estaciones con coordenadas bien determinadas constituyen o representan una realización de un Marco de Referencia Terrestre (TRF, Terrestrial Reference Frame).

Como consecuencia de estos efectos temporales se definen los sistemas y marcos de referencia terrestres. El International Terrestrial Reference Frame (ITRF)

Hasta ahora existen 11 realizaciones del ITRF publicadas por el IERS: ITRF88, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, combinada 96+97, ITRF2000 e ITRF2005. Los ITRFyy consisten por tanto en una lista de estaciones con sus coordenadas en una época de referencia (definición del ITRFyy) y velocidades anuales.

## Los sistemas European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) y REGCAN95.

La Subcomisión de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) para el marco de referencia europeo (EUREF), recomendó que el Sistema de Referencia Terrestre para Europa que debía ser adoptado (Florencia, 1990), denominado European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89).

ETRS89 está definido en origen por la campaña IBERIA95 y BALEAR98 las cuales se calcularon a partir del ITRF96 época 1995,4 y época 1998,3 respectivamente.

El Real Decreto 1071/2007 establece ETRS89 como sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares.

En el caso de las Islas Canarias, se adopta el sistema REGCAN95, ya que ETRS89 sólo afecta a la parte estable de la placa eurasiática. La definición de REGCAN95 se hizo a partir de la estación ITRF de Maspalomas, con las coordenadas publicadas en el ITRF93 y trasladadas a la época de observación de REGENTE en Canarias, 1994,8.

Ambos sistemas tienen asociado el elipsoide GRS80 y están materializados por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE y sus densificaciones.

### Rejilla para cambio de Datum entre ED50 y ETRS89 (en formato NTV2)

La rejilla de transformación de datum constituye la herramienta oficial para la transformación de datum entre ED50 y ETRS89 en España. Fue avalada por el Grupo de Trabajo para la transición a ETRS89 compuesto por todas las Comunidades Autónomas y los Ministerios de Fomento (IGN) y Defensa. Consta de dos rejillas, una para la península (PENR2009.gsb, anteriormente llamada R2009v9.gsb siendo idéntica a ésta) y otra para Baleares denominada BALR2009.gsb. Ambas rejillas están en formato NTV2 y contienen los incrementos en longitud y latitud entre estos dos datums. Esta transformación no destruye topología alguna, es eficiente y continua con un grado de acuerdo de solo algunos centímetros sobre todo el territorio.

La rejilla NTV2 (National Transformation Version 2), es un fichero binario que emplea como técnica para transformar de un sistema a otro el método de superficies de mínima curvatura. Esta transformación se ha calculado a partir de datos conocidos en ambos sistemas de referencia (por ejemplo red geodésica REGENTE y red de cuarto orden).

#### Bibliografía:



Página web del IGN

<http://www.ign.es/ign/layoutIn/herramientas.do#DATUM>

Página Web de Fomento

[http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/CSG/ETRS89/](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/CSG/ETRS89/)