

Notas sobre Sistema de Referencia de Coordenadas

Apéndice

Sergio A. Barona
Laboratorio de Economía Aplicada
Departamento de Economía y Finanzas

Pontificia Universidad Javeriana de Cali

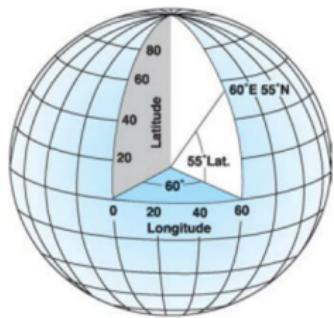
21-04-2025

Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS)

Un **CRS** es un marco de referencia que define la posición de entidades geográficas en un espacio (bidimensional o tridimensional).

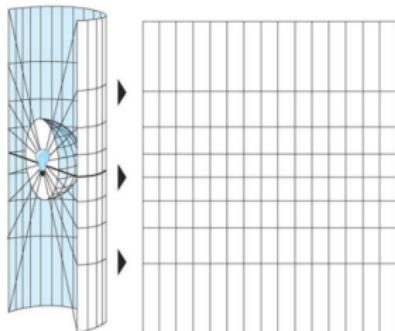
1 Sistemas de coordenadas geográficas

Usan **latitud** y **longitud**, expresadas en grados sexagesimales o decimales.



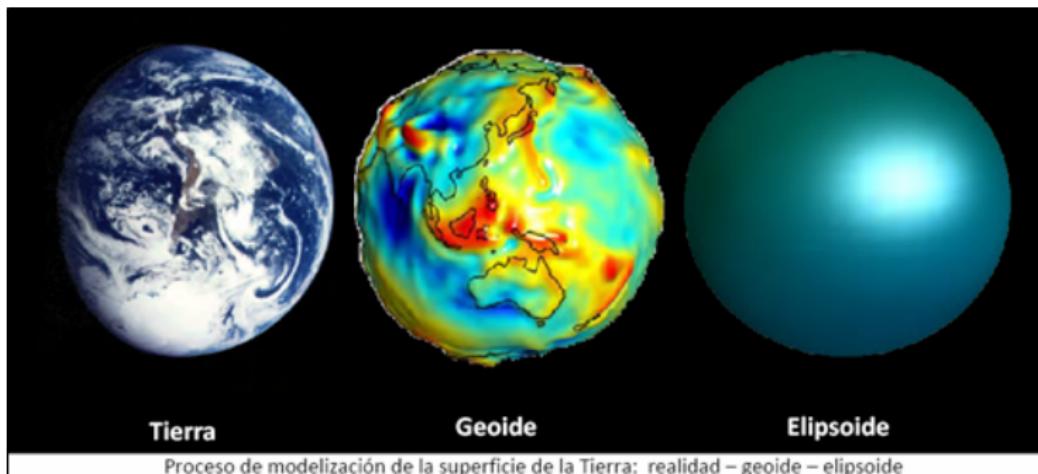
2 Sistemas de coordenadas geográficas

Usan **coordenadas cartesianas (X, Y, Z)**, normalmente en metros.



Modelización de la superficie de la tierra

- Dado que el geóide es computacionalmente muy complejo, se opta por aproximararlo con una superficie matemática (regular).



Elipsoide de referencia: WGS 84

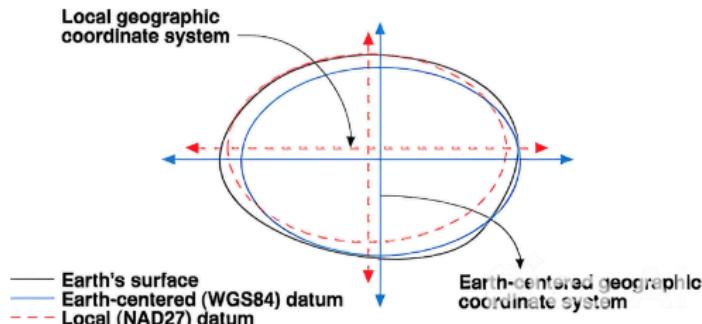
- El Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 84) se basa en el elipsoide WGS 84, que es prácticamente idéntico al elipsoide GRS 80, con diferencias mínimas en sus parámetros.
- Ambos elipsoides son **geocéntricos**, cuyo origen coincide con el centro de masa de la Tierra, incluyendo océanos y atmósfera.



Parámetro	GRS 80	WGS 84
Semieje mayor (a)	6 378 137,0 m	6 378 137,0 m
Semieje menor (b)	≈ 6 356 752,314140 m	≈ 6 356 752,314245 m
Achatamiento inverso (1/f)	298,257222100882711...	298,257223563

Datum

- El datum no es un CRS; es un componente del CRS
- El datum define cómo se relaciona el CRS con la Tierra (posición del origen, escala y orientación del sistema).



- **Datum geocéntrico:** centro de masa de la Tierra como origen (global).
- **Datum local:** ajusta el elipsode a la superficie de la Tierra en un área determinada.

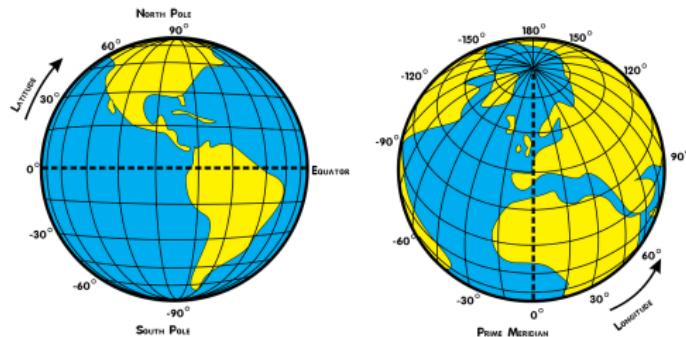
Sistema de eje geodésicos

Expresan posiciones mediante coordenadas angulares.

- **Paralelos:** líneas de igual latitud (este–oeste). El paralelo 0 es el ecuador.
- **Meridianos:** líneas de igual longitud (norte–sur). El meridiano 0 es el de Greenwich.
- **Formatos:**

DMS: $75^{\circ} 34' 27''$

DD: 75.5742



Proyecciones cartográficas

Una **proyección cartográfica** transforma puntos del sistema geodésico en posiciones sobre una superficie plana.

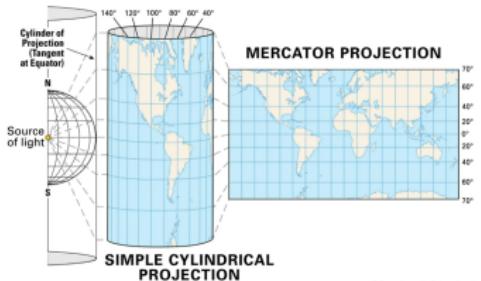
Sistema de coordenadas proyectadas, comúnmente un sistema bidimensional (X, Y) expresado en metros.



- Al proyectar un elipsoide en un plano, se introduce algún tipo de distorsión.
- Algunas proyecciones se diseñan para preservar ciertas propiedades como la forma local (**conformes**), área de las entidades mostradas (**equivalentes**), distancia entre ciertos puntos (**equidistantes**).
- Cuando se trabaja con datos de un sistema de coordenadas geográficas, a veces resulta útil asignar X e Y a la longitud y latitud, respect.

Ejemplo 1: Proyección Mercator

- Proyección **cilíndrica conforme** diseñada originalmente para la navegación marítima.
- Adecuada para la representación cartográfica a gran escala de las áreas cercanas al ecuador, donde la distorsión es mínima.
- Los **paralelos** son líneas rectas horizontales, cuya separación aumenta progresivamente conforme se acercan a los polos.
- **Limitaciones:** Los polos no se pueden representar en la proyección de Mercator. En la práctica, límites superior e inferior de la latitud: 89°N y 89°S . La distorsión de área aumenta con la latitud.



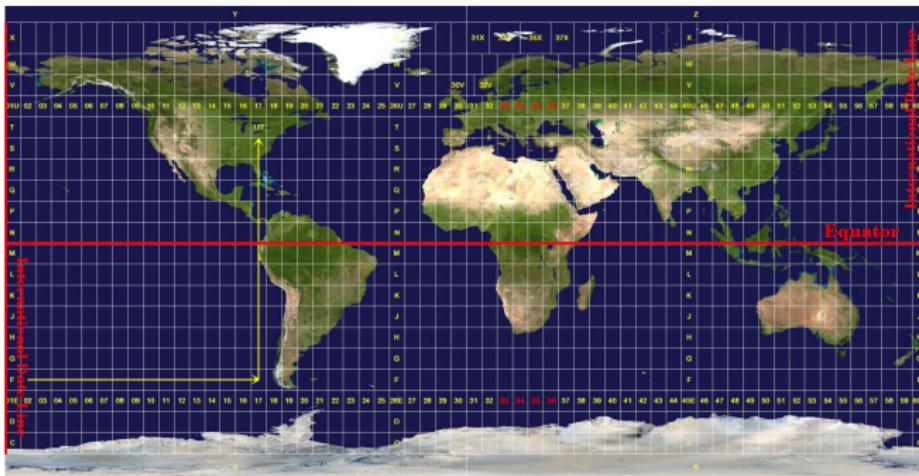
© Encyclopædia Britannica, Inc.

Greenland vs. Africa
in the Mercator Projection



Ejemplo 2: Sistema UTM

- El sistema **UTM** se basa en la proyección **Mercator transversa**, que es una proyección cilíndrica transversa y conforme.
 - El sistema UTM divide la Tierra en 60 zonas iguales, cada una de 6° de longitud geográfica (zonas o husos).
 - Cada una de las zonas UTM tiene su propio meridiano central único.



Sintaxis PROJ.4

- La sintaxis PROJ.4 usa el formato **etiqueta = valor** con la etiqueta comenzando con +, representando un CRS.
- Usando la etiqueta **+init = ...** con el código EPSG, el CRS se define automáticamente usando los parámetros correspondientes.

```
st_transform(shp.data,
            "+proj=longlat
             +datum=WGS84
             +no_defs
             +type=crs")
```

Parameter	Description
+a	Semimajor radius of the ellipsoid axis (always in meters)
+axis	Axis orientation
+b	Seminor radius of the ellipsoid axis (always in meters)
+ellps	Ellipsoid name (see proj -le)
+k	Scaling factor (deprecated)
+k_0	Scaling factor
+lat_0	Latitude of origin (in degree if no angular unit specified)
+lon_0	Central meridian (in degree if no angular unit specified)
+lon_wrap	Center longitude to use for wrapping (see below)
+over	Allow longitude output outside -180 to 180 range, disables wrapping (see below)
+pm	Alternate prime meridian (typically a city name, see below)
+proj	Projection name (see proj -l)
+units	Horizontal coordinate system units (meters, US survey feet, etc.)
+vunits	Vertical coordinate system units.
+x_0	False easting (always in meters)
+y_0	False northing (always in meters)

Consultar: [EPSG database](#)