



# CATEDRA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL - FI-UNJU

COORDENADAS



Un sistema de coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permiten definir

**UNÍVOCAMENTE LA POSICIÓN**

de cualquier punto en el espacio tal como lo conocemos..



En la secuencia didáctica hemos establecido en el tema anterior una base fundamental al comprender la forma de la Tierra, su representación matemática a través del elipsoide de revolución, y la importancia de los datums, tanto globales y locales, como el vertical.

Esta comprensión nos responde la pregunta '**dónde**' se encuentra un dato, ahora es necesario **poder ubicarlo en ese espacio terrestre** de forma **precisa y operativa**, para ello necesitamos definir '**cómo**' lo realizamos, y esto lo resolvemos con los sistemas de coordenadas.

El sistema de referencia espacial se compone de **dos tipos de coordenadas**:

- las **coordenadas geográficas** (latitud y longitud)
- las **coordenadas cartesianas o proyectadas** –X e Y en metros, que requieren **siempre** una proyección cartográfica.



## COORDENADAS

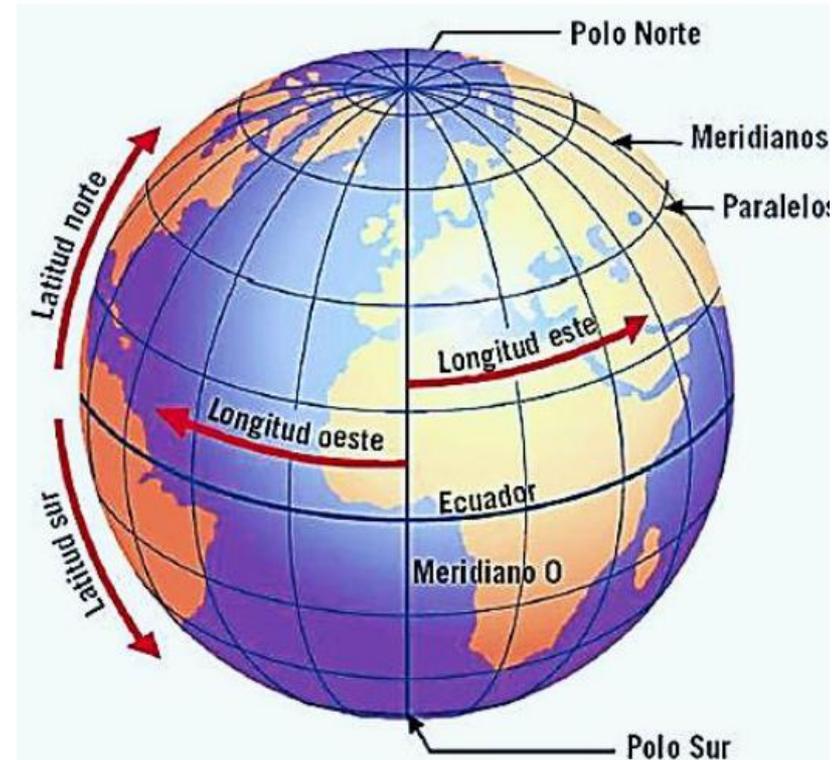
Es esencial que recordemos los elementos “**invisibles**” sobre el globo terráqueo, estos son el eje terrestre, el ecuador, los paralelos y los meridianos.

**Eje Terrestre:** Es un eje imaginario que atraviesa la Tierra de polo a polo, alrededor del cual nuestro planeta realiza su movimiento de rotación, este eje es fundamental porque define los Polos Norte y Sur, los dos puntos de referencia fijos en la superficie terrestre para cualquier sistema de coordenadas geográficas.

**Ecuador:** Es el círculo máximo imaginario que divide la Tierra en dos hemisferios iguales, el Hemisferio Norte y el Hemisferio Sur, es perpendicular al eje terrestre y se encuentra equidistante de los dos polos. El Ecuador es nuestra línea de referencia para la latitud, asignándole el valor de 0 grados.

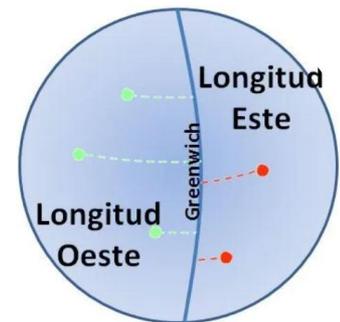
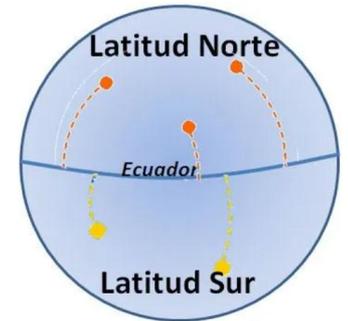
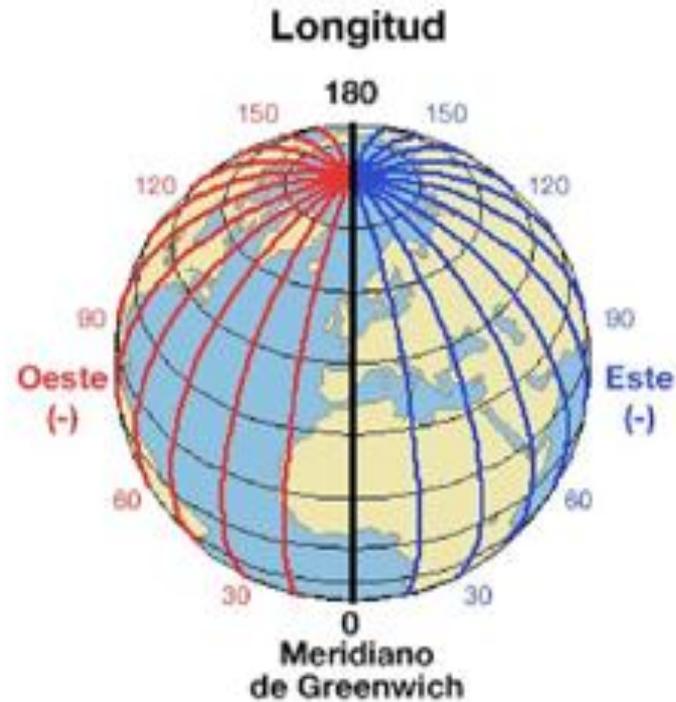
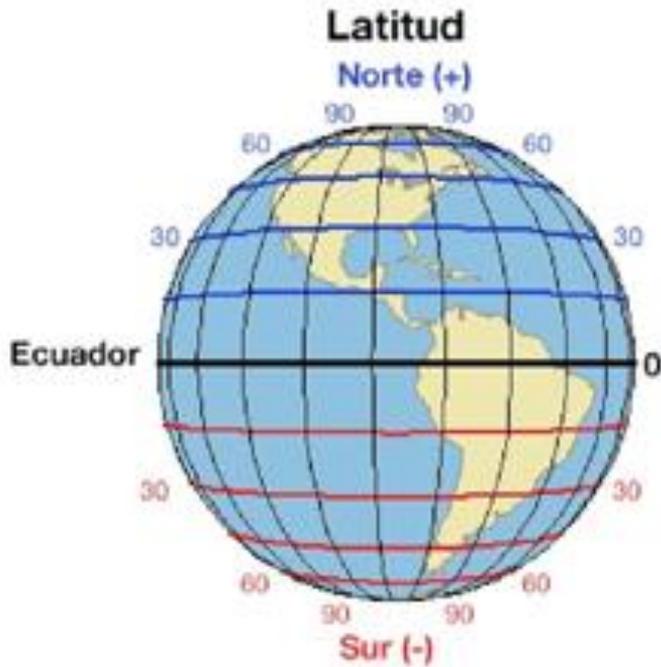
**Paralelos:** Son círculos imaginarios que discurren paralelos al Ecuador, disminuyen de tamaño a medida que se acercan a los polos, convirtiéndose en un punto en cada polo. Nos permiten medir la latitud, que es la distancia angular de cualquier punto de la Tierra al Ecuador, se expresa en grados ( $0^\circ$  a  $90^\circ$ ) al norte o al sur del Ecuador.

**Meridianos:** Son semicírculos máximos imaginarios que van de un polo a otro, es decir, son líneas que conectan el Polo Norte con el Polo Sur. Todos los meridianos tienen la misma longitud y nos permiten medir la longitud, que es la distancia angular de cualquier punto de la Tierra a un meridiano de referencia. Tradicionalmente, este meridiano de referencia es el Meridiano de Greenwich (o Meridiano Cero), al que se le asigna el valor de 0 grados. La longitud se mide en grados ( $0^\circ$  a  $180^\circ$ ) al este o al oeste de Greenwich.





## COORDENADAS GEOGRÁFICAS



La **intersección** de un **paralelo** y un **meridiano** define un **punto único en la superficie del elipsoide**.

Con **la latitud y la longitud**, podemos especificar la **posición de cualquier lugar en nuestro planeta**.





### **LATITUD ( $\phi$ o $\varphi$ ):**

Es la distancia **angular de un punto con respecto al Ecuador**. El **Ecuador** es la línea de referencia fundamental, con una latitud de  $0^\circ$ . La latitud varía desde  $0^\circ$  en el Ecuador hasta  $90^\circ$  en los polos. Los puntos situados en el **Hemisferio Norte** (entre el Ecuador y el Polo Norte) tienen latitud **Norte**. Los puntos situados en el **Hemisferio Sur** (entre el Ecuador y el Polo Sur) tienen latitud **Sur**.

**Concepto clave:** Todos los puntos sobre un mismo paralelo tienen la misma latitud.

### **LONGITUD ( $\lambda$ o $\omega$ ):**

Es la distancia **angular de un punto con respecto a un meridiano de referencia**. El **Meridiano de Greenwich** (también conocido como Meridiano Cero o Primer Meridiano) es la línea de referencia internacional, con una longitud de  $0^\circ$ . La longitud varía desde  $0^\circ$  en Greenwich hasta  $180^\circ$ , los puntos situados al **Este** del Meridiano de Greenwich tienen longitud **Este**. Los puntos situados al **Oeste** del Meridiano de Greenwich tienen longitud **Oeste**.

**Concepto clave:** Todos los puntos sobre un mismo meridiano tienen la misma longitud.

**El sistema de meridianos y paralelos nos permite definir la localización exacta de cualquier punto sobre la Tierra**





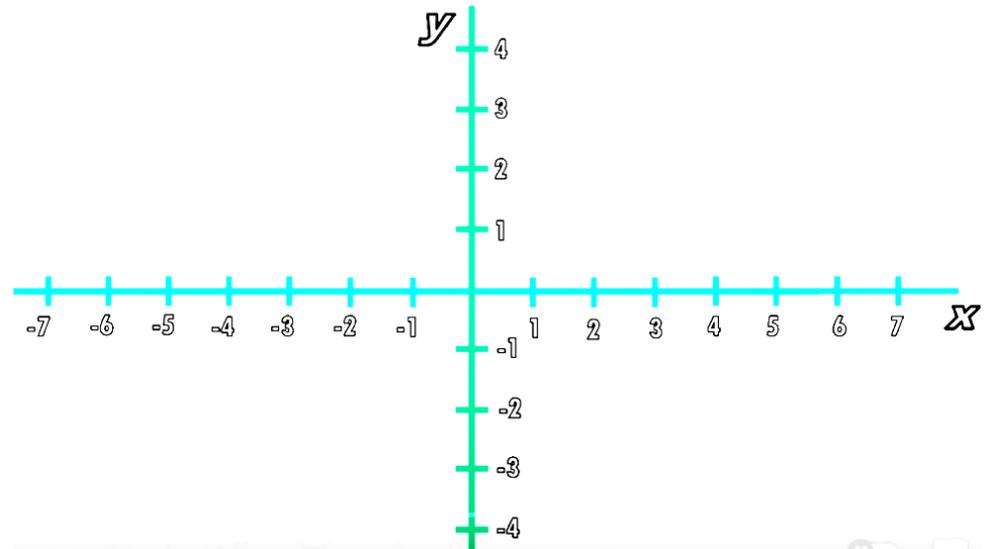
## COORDENADAS CARTESIANAS

Mientras que las coordenadas geográficas (latitud y longitud) nos dan una ubicación angular **sobre la superficie curva del elipsoide**, las **coordenadas cartesianas** nos permiten ubicar puntos en un **plano bidimensional** utilizando distancias **lineales**.

### Coordenadas Cartesianas (X, Y)

Un sistema de coordenadas cartesianas en un plano se define por dos ejes perpendiculares entre sí: el **eje X** (horizontal) y el **eje Y** (vertical).

El punto donde ambos ejes se intersecan se conoce como el **origen (0,0)**.





## COORDENADAS CARTESIANAS

Las coordenadas cartesianas son las que utilizamos para representar la superficie terrestre cuando esta ha sido proyectada **desde su forma elipsoidal a un plano**. Se miden en unidades lineales, como metros, kilómetros, pies, etc. Esto las hace ideales para cálculos de distancia, área y dirección en un mapa plano.

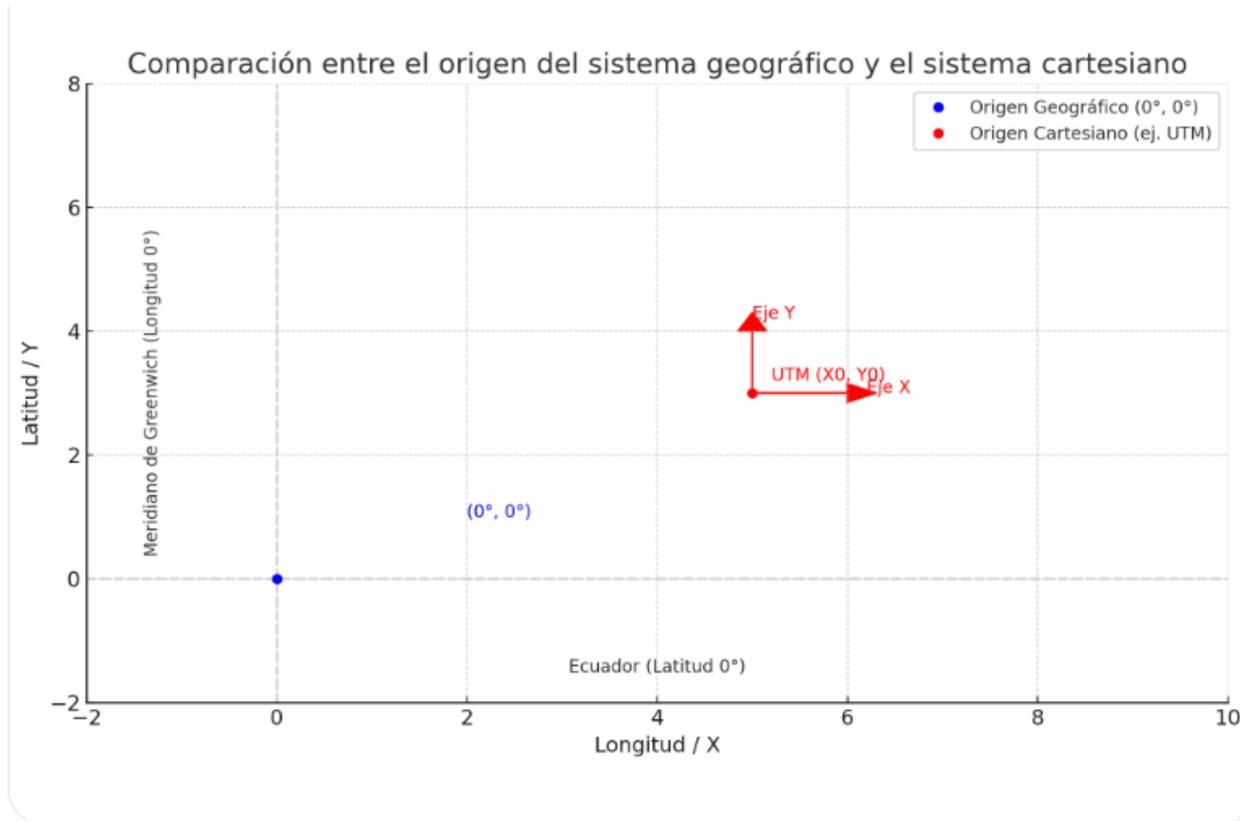
Sistemas como UTM (Universal Transverse Mercator), son ejemplos de sistemas de coordenadas proyectadas que utilizan una cuadrícula cartesiana para definir las posiciones. En UTM, por ejemplo, los valores X e Y se dan en metros desde un origen definido para cada zona.

### Necesidad de una Proyección Cartográfica:

Es crucial entender que, para obtener coordenadas cartesianas a partir de las coordenadas geográficas de un punto, siempre se requiere una **proyección cartográfica**.

**LA PROYECCIÓN ES EL MÉTODO MATEMÁTICO QUE TRANSFORMA LA SUPERFICIE CURVA DEL ELIPSOIDE EN UNA SUPERFICIE PLANA, Y EN ESTE PROCESO, LAS COORDENADAS ANGULARES (LATITUD, LONGITUD) SE CONVIERTEN EN COORDENADAS LINEALES (X, Y).**





Ei sistema geográfico usa una red de meridianos y paralelos sobre una esfera o elipsoide (la Tierra) y **su origen es fijo**: el cruce del ecuador con el meridiano de Greenwich.

El sistema cartesiano plano (como en una proyección UTM) transforma la superficie curva en un plano, y **el origen puede estar en otro lugar**.





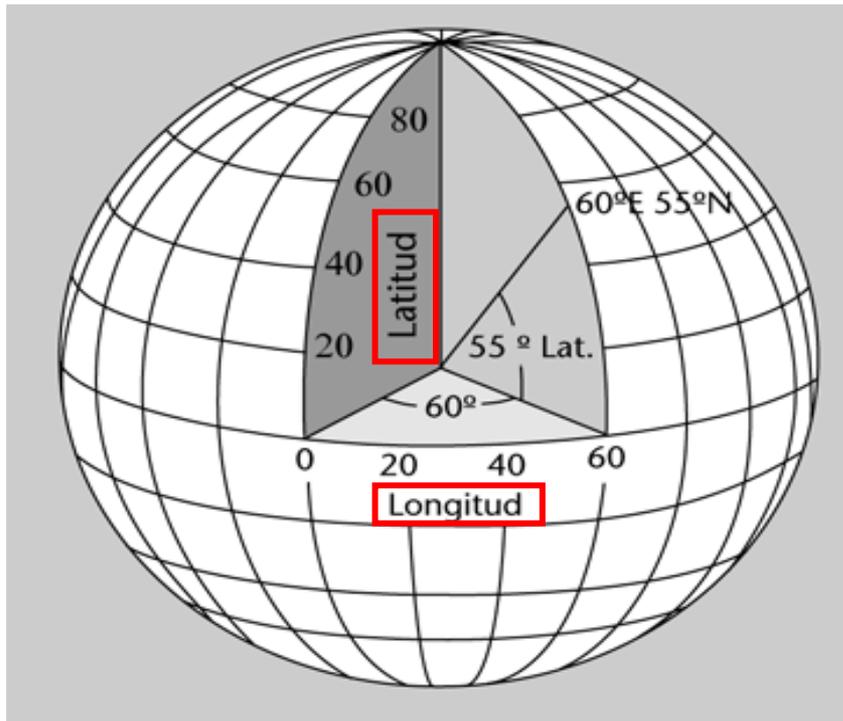
ASPECTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS CARTESIANAS
<b>Definición</b>	Utiliza una superficie esférica tridimensional para definir las localizaciones sobre la superficie terrestre.	Sistema de coordenadas basado en ejes perpendiculares en un espacio plano o tridimensional.
<b>Unidades</b>	Grados (latitud y longitud)	Unidades lineales (metros, kilómetros, etc.).
<b>Dimensiones</b>	Dos dimensiones principales: latitud (Norte-Sur) y longitud (Este-Oeste). Puede incluir altitud.	Dos dimensiones en un plano (X, Y) o tres dimensiones (X, Y, Z).
<b>Representación</b>	Basado en un sistema angular medido desde el centro de la Tierra.	Basado en distancias medidas desde un origen previamente determinado.
<b>Origen</b>	Latitud: 0° en el ecuador; Longitud: 0° en el meridiano de Greenwich.	Coordenada (0,0) en un punto arbitrario definido por el usuario.
<b>Ventajas</b>	Representación global de la Tierra.	Precisión y simplicidad en áreas pequeñas.
<b>Desventajas</b>	Cálculos más complejos, especialmente en grandes áreas.	No es adecuado para representar superficies curvas.

**Características de coordenadas geográficas y coordenadas cartesianas**



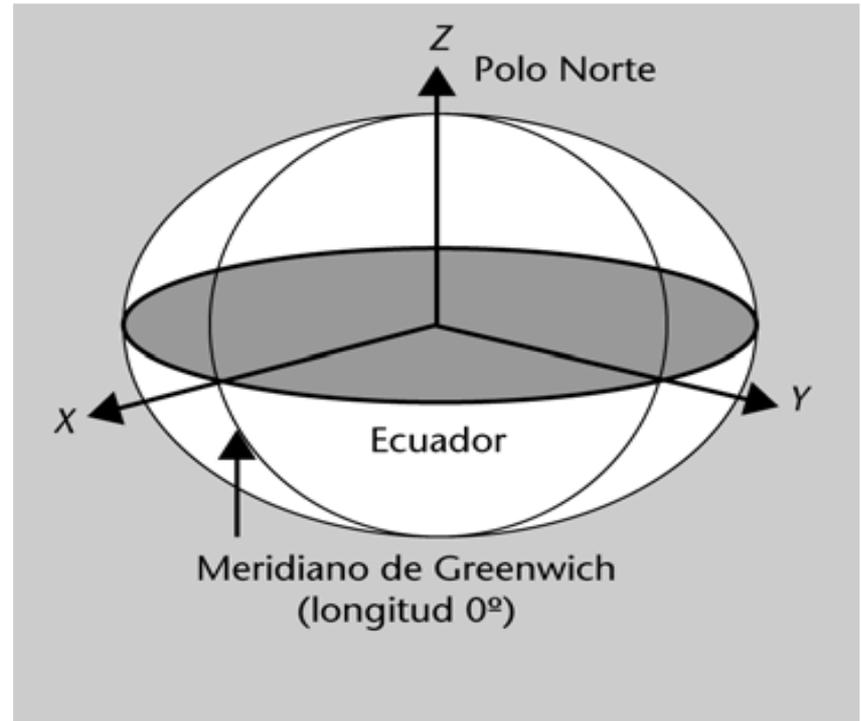
## COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Valores de longitud y latitud de un punto sobre la esfera



## COORDENADAS CARTESIANAS

Ejes X, Y, Z del sistema de coordenadas cartesianas



**Coordenadas geográficas: (ángulos medidos desde el centro de la tierra hasta un punto en la superficie terrestre) .**

**Coordenadas cartesianas: (planas u ortogonales)**





## Síntesis

Hasta aquí, vimos que, para localizar un punto específico en la superficie de la Tierra, se necesita tanto su **latitud como su longitud que son coordenadas angulares** y que se refieren a la posición de un punto sobre una **superficie tridimensional (el elipsoide)**. Nos indican su ubicación esférica o elipsoidal en **grados, minutos y segundos, o en grados decimales**.

Las **coordenadas cartesianas** son el **punto entre la forma tridimensional de la Tierra** y su representación en un **plano bidimensional**.

Al comprender las coordenadas geográficas como las cartesianas, podemos pasar a las implicaciones de trabajar con una esfera y cómo las proyecciones cartográficas desafían al pasar a un plano.

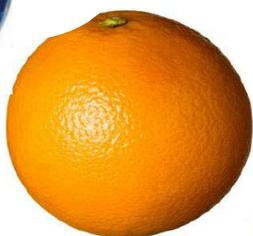
## Recordar

**LA PROYECCIÓN ES EL MÉTODO MATEMÁTICO QUE TRANSFORMA LA SUPERFICIE CURVA DEL ELIPSOIDE EN UNA SUPERFICIE PLANA, Y EN ESTE PROCESO, LAS COORDENADAS ANGULARES (LATITUD, LONGITUD) SE CONVIERTEN EN COORDENADAS LINEALES (X, Y).**





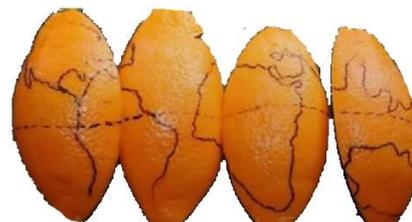
# PROYECCIONES



DE TRES DIMENSIONES



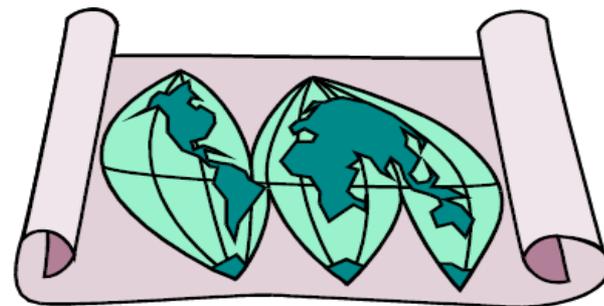
A UN PLANO



UN OBJETO UBICADO **SOBRE UNA SUPERFICIE CURVA** (LA TIERRA) SE REPRESENTA **EN UN PLANO**.

El proceso de transformar las **coordenadas geográficas** del esferoide en **coordenadas planas** para representar una parte de la superficie del elipsoide en **dos dimensiones** se conoce como **PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA**.

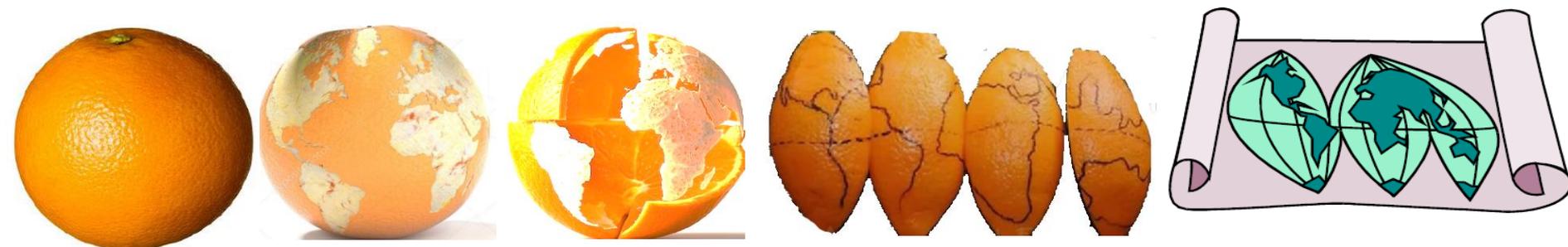
Gilliéron, P. Y., Vincent, G., & Merminod, B. (2015). Blending a MOOCs with interactive teaching. In 2015.



**La transferencia de coordenadas geográficas o geodésicas a un mapa necesita de las proyecciones cartográficas.**



DE UNA ESFERA -----> A UN PLANO



Las proyecciones estudian las **diferentes transformaciones matemáticas** destinadas a **representar la superficie esférica terrestre en una superficie plana** minimizando, **en la medida de lo posible**, las deformaciones que sufren en este proceso los datos y/o las relaciones geométricas de los objetos representados. Bolas, A. (2009)

Muñoz Bolas, A. (2009). Geodesia y cartografía: Fundamentos de los sistemas de información geográfica, septiembre 2009.

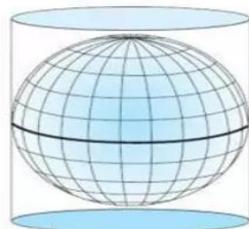
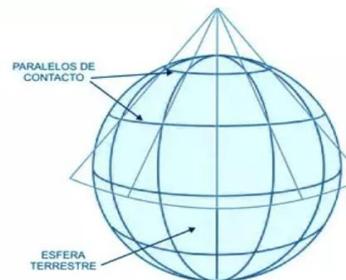
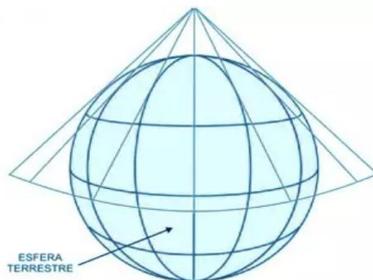
Disponible en: <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/53642>

**No hay ninguna proyección que no tenga ningún error de deformación.**

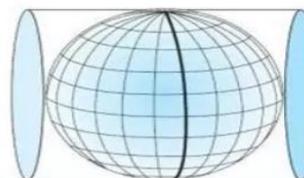
(Bolas, A. *op cit*)



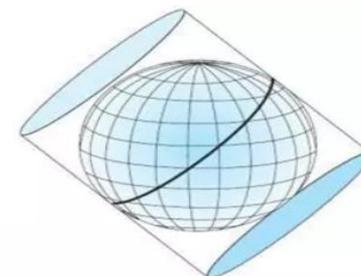
Criterio de Clasificación	Tipo de Proyección
Según la superficie de proyección	Cónica
	Cilíndrica
	Planas o Azimutales



Normal



Transverse



Oblique



Equatorial



Oblique



Polar

Disponible en <https://mettatec.com/es/las-proyecciones-cartograficas-y-sus-tipos-mettatec/>

**Imágenes comparativa de proyecciones cartográficas según superficie de proyección**



DE UNA ESFERA -----> A UN PLANO

Criterio de Clasificación	Tipo de Proyección	Descripción	Usos Comunes	Ejemplo de Proyección
Según la superficie de proyección	<b>Cónica</b>	Proyección sobre <b>un cono</b> que toca o corta el globo terrestre.	Mapas de zonas medias como regiones o países.	Lambert Cónica Conforme
	<b>Cilíndrica</b>	Proyección sobre <b>un cilindro</b> que rodea la esfera terrestre.	Mapas del mundo y áreas ecuatoriales.	Proyección de Mercator
	<b>Planas o Azimutales</b>	Proyección sobre un <b>plano tangente</b> al globo en un punto.	Mapas de áreas polares o regiones específicas vistas desde un punto central.	Proyección Estereográfica
Según las propiedades geométricas	<b>Conforme</b>	Preserva los ángulos y las formas locales, pero distorsiona las áreas.	Navegación marítima y aérea.	Proyección de Mercator
	<b>Equivalente</b>	Preserva las áreas, pero distorsiona las formas y los ángulos.	Mapas temáticos, como densidad de población.	Proyección de Mollweide
	<b>Equidistante</b>	Preserva las distancias desde un punto o a lo largo de líneas específicas.	Mapas de rutas, como mapas de aerolíneas.	Proyección Azimutal Equidistante
	<b>Compensada</b>	Compromete entre diferentes distorsiones para crear un equilibrio general.	Mapas generales del mundo.	Proyección de Robinson

**Cuadro comparativo de proyecciones cartográficas**



## ¿QUÉ PROYECCIÓN USAMOS EN ARGENTINA?

En el siguiente link encontrará el detalle de las proyecciones utilizadas en nuestro país.



<https://www.idecor.gob.ar/proyecciones-cartograficas-que-debo-saber/>



# SISTEMA DE COORDENADAS



## Recordar

UN **SISTEMA DE COORDENADAS** ES UN CONJUNTO DE VALORES Y PUNTOS QUE PERMITEN DEFINIR **UNÍVOCAMENTE LA POSICIÓN** DE CUALQUIER PUNTO EN EL ESPACIO TAL COMO LO CONOCEMOS..



El **Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC)** es concluyente y abarca y unifica todos los puntos que analizamos en este **Item 1.2** (También se usa la sigla **CRS** por sus siglas en inglés: Coordinate Reference System).



- ❑ El **Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC o CRS)** es un marco completo y explícitamente definido que nos permite **localizar de manera única y sin ambigüedad** puntos en la superficie de la Tierra.
- ❑ Define cómo las coordenadas (ya sean geográficas o proyectadas) **se interpretan en relación con la Tierra**.
- ❑ **No es solo un conjunto de números** (como una latitud y longitud), **sino el contexto que le da significado a esos números**.

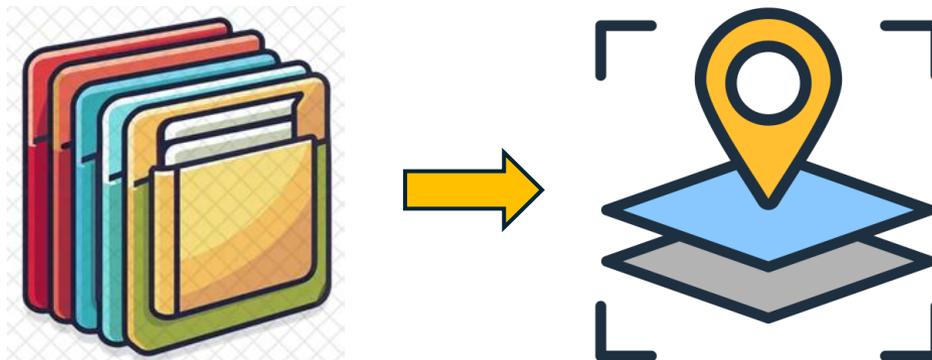
Siempre es indispensable saber a qué **Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC)** pertenecen **los datos geoespaciales** para poder interpretarlos, analizarlos y combinarlos correctamente.

Es el **"idioma"** en el que se **"hablan"** las ubicaciones en el espacio.



## POR QUÉ ES NECESARIO UN SRC?

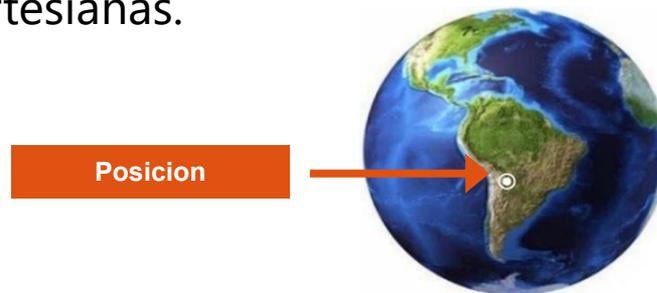
- ❑ **Evita la ambigüedad:** Asegura que un mismo par de coordenadas siempre se refiera al mismo lugar en el mundo.
- ❑ **Permite la integración de datos:** Diferentes capas de información geográfica pueden ser combinadas y analizadas si están referenciadas al mismo SRC, o si se puede transformar uno a otro.
- ❑ **Garantiza la precisión:** Define la base geodésica sobre la cual se realizan las mediciones y cálculos.





## ELEMENTOS PRINCIPALES DE UN GCS O SRC

- ✓ **Datum:** Define la posición y orientación del elipsoide respecto a la Tierra real. El Datum puede ser global o local.
- ✓ **Elipsoide:** Un modelo matemático que aproxima la forma de la Tierra. Cada elipsoide tiene valores específicos para su semi-eje mayor ( $aa$ ) y su achatamiento ( $ff$ ).
- ✓ **Sistema de Coordenadas:** Geográficas o Cartesianas
- ✓ **Unidad de Medida:** Especifica las unidades en las que se expresan las coordenadas (grados, metros, etc.).
- ✓ **Proyección:** si es un SRC Proyectado y generalmente cuando **se utilizan** coordenadas cartesianas.



**Estos parámetros, aseguran la ubicación precisa y única de un punto en la superficie terrestre.**



## CODIFICACIÓN EPSG



La Codificación EPSG es la forma estandarizada  
y universalmente reconocida de identificar  
cada SRC



## CODIFICACIÓN EPSG

El código **EPSG**, por sus siglas en inglés, se refiere a la European Petroleum Survey Group, una asociación que asigna **códigos específicos a modelos matemáticos y sistemas de referencia** en topografía.

Su objetivo **es estandarizar y unificar los códigos** para facilitar la identificación y utilización de sistemas de referencia en todo el mundo.

El código es un número entero de **4 a 5 dígitos**, por ejemplo, el código **EPSG:4326**, representa una proyección geográfica con datum **WGS84**.



## CODIFICACIÓN EPSG

Ventaja	Descripción
<b>Estandarización global</b>	Los códigos EPSG son un estándar reconocido internacionalmente, lo que permite identificar de manera única los sistemas de referencia y proyecciones.
<b>Acceso rápido a información</b>	Facilita la búsqueda y consulta de parámetros técnicos, como datum, elipsoides y proyecciones asociados a un CRS específico.
<b>Interoperabilidad entre sistemas</b>	Permite que diferentes software (GIS, CAD, bases de datos) utilicen los mismos sistemas de coordenadas sin problemas de compatibilidad.
<b>Simplicidad en las referencias</b>	En lugar de describir completamente un CRS, se puede referenciar por su código EPSG (por ejemplo, EPSG:4326 para WGS84).
<b>Transformaciones geográficas precisas</b>	Los códigos EPSG incluyen parámetros para realizar transformaciones geodésicas, garantizando precisión al convertir entre sistemas de coordenadas.
<b>Base de datos centralizada</b>	EPSG.io ofrece una base de datos accesible y actualizada con descripciones detalladas de miles de CRS, transformaciones y proyecciones.
<b>Uso en normativas y estándares</b>	Es un requisito en muchos estándares internacionales (ISO, OGC) para describir CRS en proyectos de ingeniería, cartografía y análisis espacial.
<b>Optimización del trabajo técnico</b>	Reduce la necesidad de buscar manualmente parámetros geodésicos, lo que ahorra tiempo y disminuye errores en proyectos geográficos.



El código EPSG actúa como un identificador unívoco que encapsula toda la definición de un SRC: el datum, el elipsoide, las unidades, y si es proyectado, los detalles de la proyección cartográfica.

Al usar un código, **se conoce exactamente** a qué sistema de coordenadas nos estamos refiriendo, garantizando la compatibilidad y **la precisión de la información geográfica**.



## BREVE LISTADO DE EPSG PARA ARGENTINA

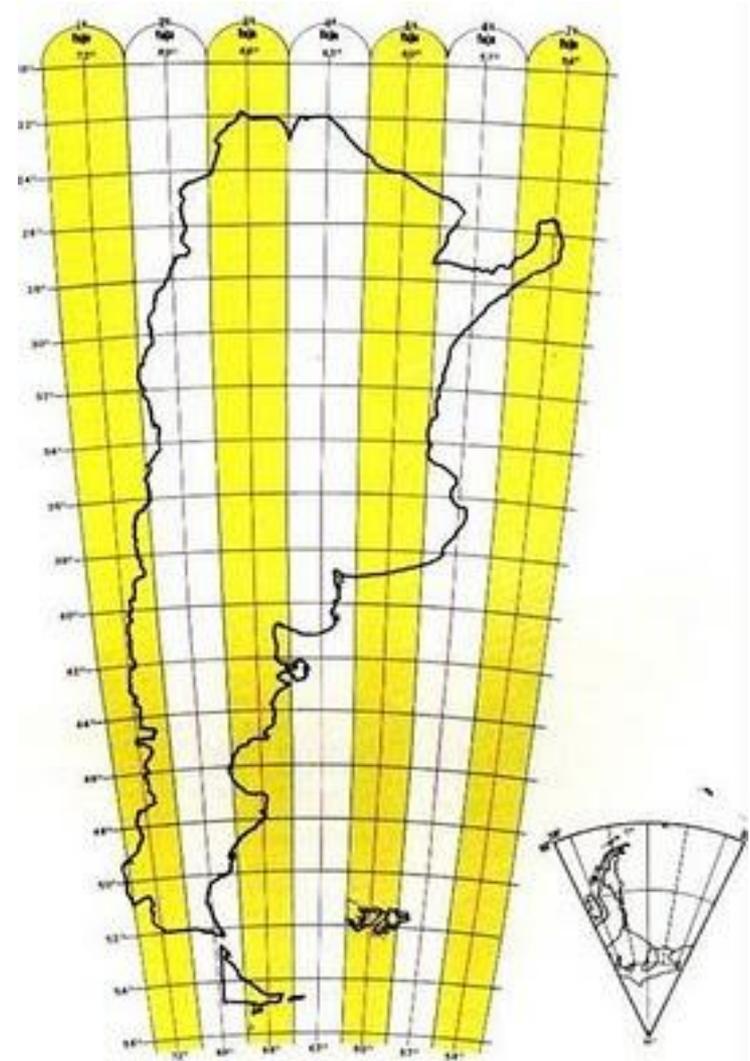
Código EPSG	Descripción	Tipo de SRC	Datum
4326	WGS 84	Geográfico	WGS 84
5340	POSGAR 2007	Geográfico	POSGAR 2007
4694	POSGAR 94	Geográfico	POSGAR 94
4221	Campo Inchauspe	Proyectado	Campo inchauspe
22193	Campo Inchauspe / Argentina 3	Proyectado	Campo inchauspe
5343	POSGAR 2007 / Argentina 1 (Gauss-Krüger Faja 1)	Proyectado	POSGAR 2007
5344	POSGAR 2007 / Argentina 2 (Gauss-Krüger Faja 2)	Proyectado	POSGAR 2007
5345	POSGAR 2007 / Argentina 6 (Gauss-Krüger Faja 3)	Proyectado	POSGAR 2007
5346	POSGAR 2007 / Argentina 7 (Gauss-Krüger Faja 4)	Proyectado	POSGAR 2007
5347	POSGAR 2007 / Argentina 5 (Gauss-Krüger Faja 5)	Proyectado	POSGAR 2007
5348	POSGAR 2007 / Argentina 6 (Gauss-Krüger Faja 6)	Proyectado	POSGAR 2007
5349	POSGAR 2007 / Argentina 7 (Gauss-Krüger Faja 7)	Proyectado	POSGAR 2007

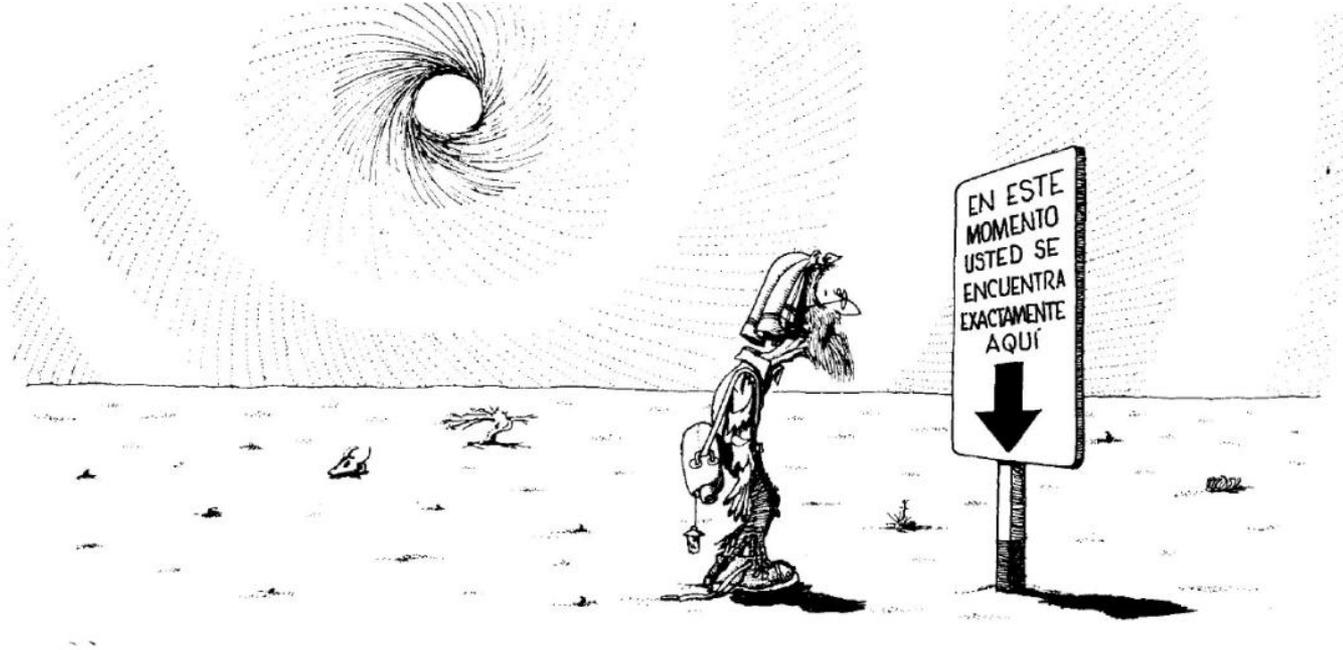


## CODIFICACIÓN EPSG MAS COMUNES PARA ARGENTINA

En Argentina, por la forma alargada del país, para utilizar la proyección Gauss-Krüger se diferencian 7 fajas (de este a oeste) en donde los cilindros transversos toman contacto con la superficie terrestre en 7 meridianos diferentes.

De acuerdo con el sitio del proyecto se selecciona la faja que corresponde.





*Donde?*

**Donde indiquen las coordenadas,  
cartesianas o geográficas en el  
marco de los SRC definidos para el  
proyecto.**

**Fuente de datos:** Basílico, Gabriel

Guía introductoria a los sistemas de información geográfica con QGIS : herramientas básicas y aplicaciones ambientales / Gabriel Basílico ; Gabriela Iglesias. - 1a ed. -Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad de Flores, 2024.

