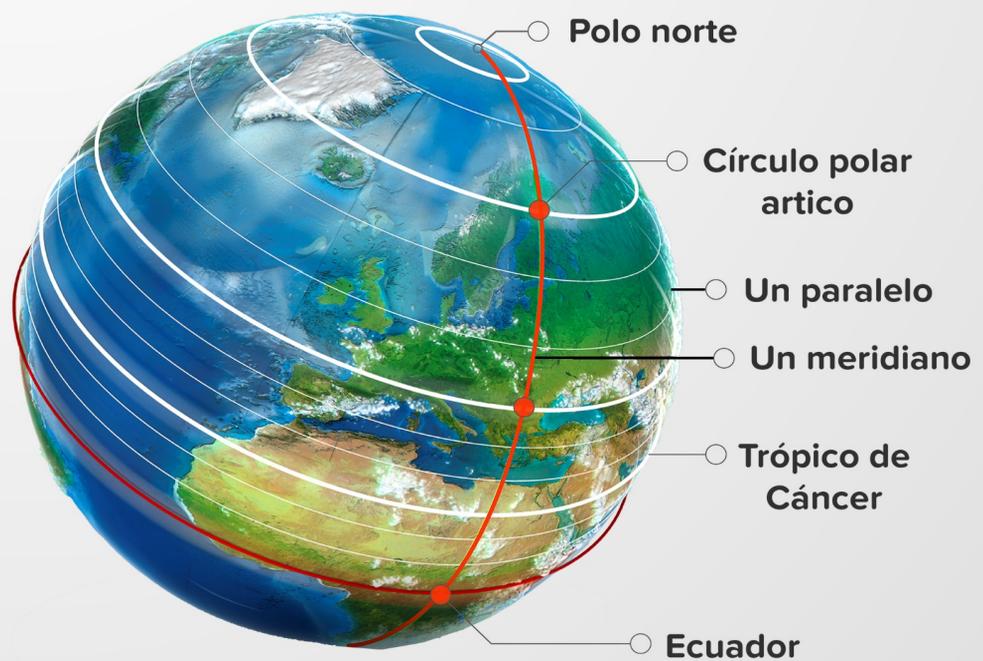


Tema 21



Topografía

ELEMENTOS GEOGRÁFICOS

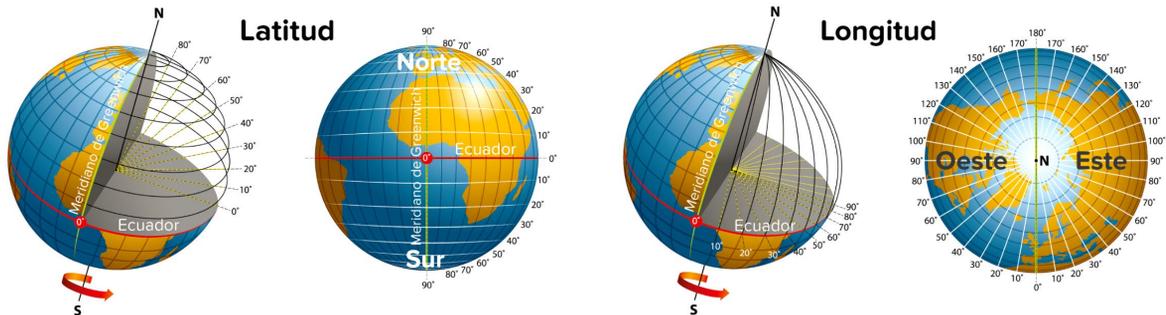
Eje terrestre y polos geográficos (Nº 1)

El **eje terrestre** es la **línea imaginaria** alrededor de la cual **gira la Tierra** en su movimiento de **rotación**. También se le denomina **línea de los polos**.

Los **extremos** de este eje son los **polos geográficos**: el **polo norte**, ubicado en el **Ártico**; y el **polo sur**, en la **Antártida**.



Paralelo (Nº 2)



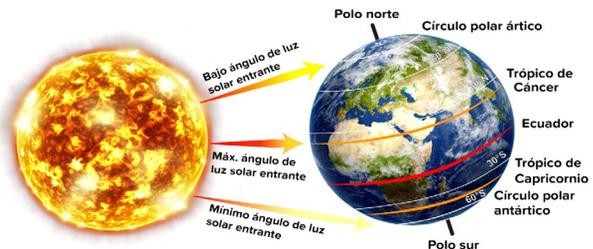
Los **paralelos** son las **líneas imaginarias circulares** que envuelven la Tierra en disposición **paralela al ecuador** y **perpendicular al eje terrestre**, marcando la **latitud**, que puede ser **norte** o **sur**.

El **ecuador** o **círculo ecuatorial** es el paralelo con **radio máximo**, con **6.378 km**. Su **longitud** es de **40.075 Km**, y divide la esfera terrestre en 2 **hemisferios**: el **norte** y el **sur**.

Existe una infinidad de **paralelos**, pero, aparte del ecuador, los más **importantes** son:

- El **trópico de Cáncer**, situado a $23^{\circ} 26' 14''$ al **norte** del **ecuador**, delimita los puntos más septentrionales (norte) en los que el **Sol** alcanza el **cénit** (la vertical del lugar a mediodía), entre el **20** y el **21** de **junio** de cada año. Este punto se denomina **solsticio de verano**.
- El **trópico de Capricornio**, situado a $23^{\circ} 26' 14''$ al **sur** del **ecuador**, delimita los puntos más meridionales (sur) en los que el **Sol** alcanza el **cénit** (la vertical del lugar a mediodía), entre el **21** y el **22** de **diciembre** de cada año. Este punto se denomina **solsticio de invierno**.
- El **Círculo polar ártico**, situado a una latitud $66^{\circ} 33' 52''$ **N**, separa el **Ártico** de la **zona templada norte**.
- El **Círculo polar antártico**, situado a una latitud $66^{\circ} 33' 46''$ **S**, separa la **Antártida** de la **zona templada sur**.

Los **equinoccios** de **primavera** (21 de marzo) y de **otoño** (23 de septiembre) ocurren cuando los **rayos solares** inciden **directamente**, de forma **perpendicular**, sobre el **ecuador**. Esto ocasiona que tanto el **día** como la **noche** tengan la **misma duración**.



En los **círculos polares**, debido a la **inclinación** del **eje terrestre**, hay, al menos, **1 día al año** en el que el **Sol** permanece **24h** seguidas por **debajo** del **horizonte**, y **otro día** en el que permanece por **encima**. Estos fenómenos son conocidos como **noche polar** y **día polar**.

Meridiano (Nº 3)

Los **meridianos** son **líneas imaginarias elípticas** que envuelven la Tierra de **norte a sur**, de **polo a polo**, y determinan la **longitud**, que puede ser **este** u **oeste**. Fueron establecidos con la **intersección** de infinitos **planos verticales** que **atravesan** el **eje terrestre** y **cortan** la **superficie** de la **Tierra**.

En cuanto a la **forma** y al **tamaño**, todos los meridianos son **iguales**, debido a que los planos que cortan al eje terrestre determinan el **mismo círculo máximo**. La **longitud** de los meridianos es de **40.008 km**, y se diferencian en su **disposición**, que abarca desde los **0°** hasta los **180°**.

El **meridiano de Greenwich**, meridiano cero o primer meridiano, pasa por **Londres** y se ha establecido a nivel internacional como **meridiano universal** para establecer **medidas angulares** y **horarias**. Es la **línea** de **0°** de **longitud** desde la cual medimos **180°** al **oeste** y **180°** al **este**. Además, divide la esfera terrestre en 2 **hemisferios**: el **occidental** y el **oriental**.

Los **husos horarios** coinciden con estos meridianos, ya que todos los puntos pertenecientes al **mismo meridiano** tienen la **misma hora**.

Ecuador (N° 4)

El **ecuador** o **ecuador terrestre** es el **plano perpendicular** al **eje de rotación** del planeta que **pasa por su centro**. Divide la superficie del **planeta** en **dos** partes: el **hemisferio norte**, **boreal** o **septentrional**; y el **hemisferio sur**, **austral** o **meridional**. Por definición, el ecuador es el paralelo de latitud **0°**.

Puntos cardinales (N° 5)

Los **puntos cardinales** son las **4 direcciones** derivadas del movimiento de **rotación** terrestre. Conforman un **sistema de referencia cartesiano** para **representar** la **orientación** en un **mapa** o en la propia **superficie terrestre**.

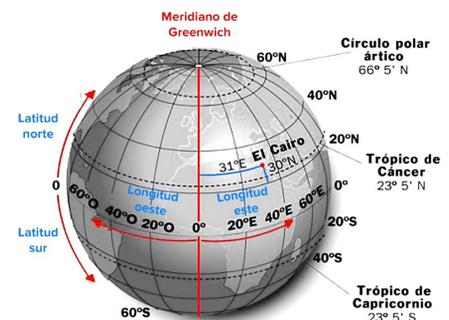


Estos puntos cardinales son: **este**, **oeste**, **norte** y **sur**. También existen **posiciones intermedias**, como observamos en la imagen.

Coordenadas geográficas (N° 6)

Las **coordenadas geográficas** son un **sistema de referencia** que permite **especificar** cada **ubicación** en la Tierra mediante un conjunto de **números**, **letras** o **símbolos**: el **sistema sexagesimal**.

Ej1: El **Cairo** está ubicado a **30°N** (latitud norte) y **31°E** (longitud este).
Ej2: Los **polos norte** y **sur** tienen una latitud **90°N** y **90°S**.



La **latitud** es el **ángulo** que forma la **intersección** entre el **plano del ecuador** y la **línea** que va del **centro de la Tierra** al **punto a considerar**. Viene **determinada** por los **paralelos**, y puede ser **norte** o **sur**, entre **0°** y **90°**.

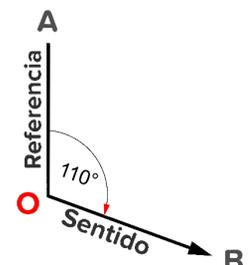
La **longitud** es el **ángulo** que forma la **intersección** de un **plano imaginario** que pasa por un **1meridiano** y el **eje terrestre** con el **2Meridiano de Greenwich**. El ángulo de la longitud puede ser **este** y **oeste**, entre **0°** y **180°**.

Ángulo (N° 7)

El **ángulo** es la **porción del plano** comprendida entre **2 semirrectas** con un **origen común** llamado **vértice (O)**.

Se necesita una **referencia** para **medir** los **ángulos** y poder **cuantificar** su **amplitud**.

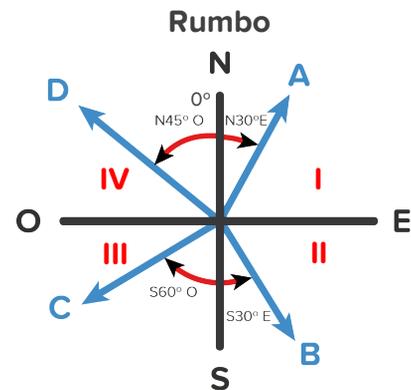
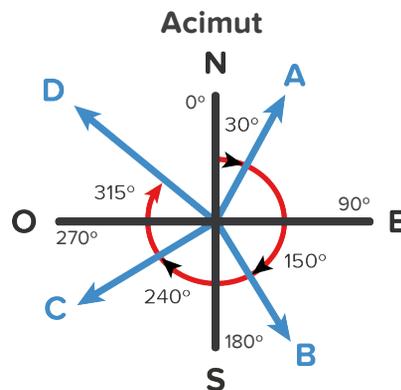
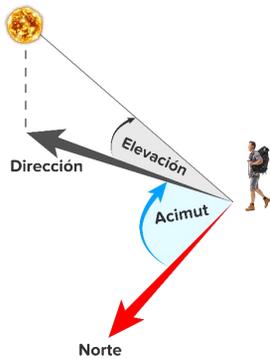
Dicha **amplitud** se expresa en **grados**, **minutos** y **segundos**, por lo que se hace uso del **sistema sexagesimal**. Ej: 40° 27' 49,2''.



Acimut (N° 8)

El **acimut** o **azimut** es el **ángulo** que forma el **norte geográfico** (punto cardinal norte) con la **dirección** que se busca, en **sentido** de las **agujas del reloj**. Sin embargo, en **observaciones astronómicas** se **parte** siempre **desde** el punto cardinal **sur**. Los azimuts **varían** desde **0°** hasta **360°**, y **no se requiere** indicar el **cuadrante** que ocupa la línea observada.

Los **cuadrantes** son las **4 porciones iguales** en las que los **ejes de coordenadas dividen un plano** con la finalidad de **medir ángulos**. Cada **cuadrante** mide un **ángulo recto**. El **1^{er} cuadrante** está comprendido entre **0° y 90°**. El **2^o**, entre **90° y 180°**. El **3^o**, entre **180° y 270°**. Finalmente, el **4^o** cuadrante está comprendido entre los **270° y los 360°**.

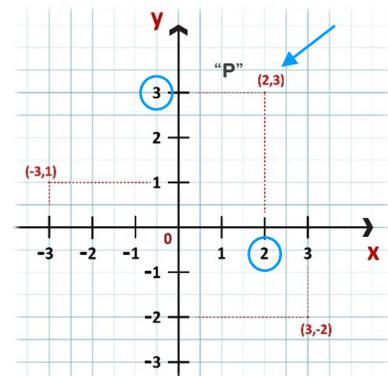


El **eje de coordenadas** lo forman **2 ejes perpendiculares** entre sí, que se **cortan** en el **origen**.

- El **eje horizontal** se llama **eje X** o **eje de abscisas**.
- El **eje vertical** se llama **eje Y** o **eje de ordenadas**.
- El **punto O**, donde se **cortan los 2 ejes**, es el **origen de coordenadas**.

Las **coordenadas** de un punto cualquiera, por ejemplo, el punto "P" se **representan** por **(x, y)**.

- La **1^a coordenada** se mide sobre el **eje de abscisas**, y se denomina **coordenada X** del punto o **abscisa** del punto. Ej: **2**.
- La **2^a coordenada** se mide sobre el **eje de ordenadas**, y se conoce como **coordenada Y** del punto u **ordenada** del punto. Ej: **3**.



Rumbo (Nº 9)

El **rumbo** es el **ángulo** que forma el **norte magnético** con la **dirección** que se busca, en **sentido** de las **agujas del reloj**. A diferencia del azimut, es un **ángulo agudo** que **abarca** desde los **0°** hasta los **90°**, por lo que es preciso **especificar** el **cuadrante**.

La **notación del rumbo** se realiza mediante el componente **N** o **S** del cuadrante, la **amplitud del ángulo**, y el componente **E** o **W**. Ej: el Azimut de **240°** correspondería con el rumbo **S60° O**.

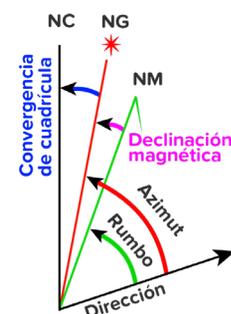
La **declinación magnética** es el **ángulo** que forma el **norte geográfico** y el **norte magnético local** (indicado en la brújula). En España es de 3° aproximadamente, pero en algunos lugares del planeta superan los 25°.

La **convergencia de cuadrícula** es el **ángulo** que forma el **norte geográfico** y el **norte de la cuadrícula**.

La **orientación** es el **ángulo** que forma el **norte de la cuadrícula** con la **dirección** que trazamos.

Como hemos visto, para poder **orientarnos** en un **mapa** o en un **terreno** y **trazar una dirección** exacta, es necesario conocer las siguientes **líneas de referencia, básicas** o **norte**:

- **Norte geográfico** o **verdadero**: es la **dirección** trazada desde cualquier **punto** de la Tierra hacia el **polo norte**. Se suele representar con una **estrella** en los mapas, y simboliza a la estrella polar.
- **Norte magnético**: es la **dirección** que la **brújula** señala hacia el **polo norte magnético**. Se suele representar mediante **media punta de flecha**. Actualmente



está situado a 1.600 km del polo norte geográfico, cerca de la isla de Bathurst, en la parte septentrional de Canadá. El polo magnético cambia continuamente de posición a lo largo del tiempo a una velocidad variable.

- **Norte de cuadrícula**, de **Lambert** o **UTM**: es el **norte** que vemos en los **mapas**. En él, **convergen** las **líneas** que marcan la **longitud** (meridianos norte-sur).

Este norte no coincide con el norte geográfico porque se produce al **proyectar** una **superficie esférica** (la Tierra) sobre una **superficie plana** (el plano) provocando de manera inevitable ciertas **deformaciones**.

Ejercicios de conversión de acimut a rumbo y viceversa

Ej₁: Convierte un **acimut** de 315° a **rumbo** (observar la ilustración de la página anterior):

1° Se debe **ubicar** el **cuadrante** del Acimut: **315°** está entre los 270° y 360°, por lo que se sitúa en el **4° cuadrante**. Esto indicaría que el rumbo es **Noroeste**.

2° Se **calcula** el **ángulo** en dirección Noroeste: 360° (de la dirección norte) – 315° (acimut) = **45°**

Con estos dos pasos obtenemos que el rumbo es **Norte 45° Oeste** o **N45° O**.

Ej₂: Convierte un **rumbo** de S60° O a **acimut**:

1° **Dibuja** los **cuadrantes** y la **dirección** aproximada del **rumbo** para facilitar la localización.

2° Sabiendo que está en el **3er cuadrante** sabemos que se localizará entre **180°** y **270°**.

3° **Partiendo** de la dirección **Sur** (180°) **restar** el ángulo del **acimut** (60°) si la dirección es **sureste** (SE) y **sumarlo** si es **suroeste** (SO). En este caso, el **acimut** sería **180° + 60° = 240°**.

UNIDADES GEOMÉTRICAS DE MEDIDA

Unidades lineales (Nº 10)

La **medida** es la **comparación** de una **magnitud** con una **unidad de referencia** de su **misma especie**.

Las **magnitudes** relevantes para la topografía son las siguientes:

- **Lineales**: la unidad de longitud de referencia es el **metro** (m). Según la definición de la **Conferencia General de Pesas y Medidas de 1983**, un metro es la **longitud recorrida** por un **rayo de luz** en el **vacío** en un tiempo de **1/299.792.458 segundos**.
- **Superficiales**: la unidad de superficie de referencia es la **hectárea** (ha), que es el **área** correspondiente a un **cuadrado** cuyo **lado** tiene una longitud de **100 m** (10.000 m²). Aunque también se emplea el **área**, que es una **centésima** parte de una **hectárea** (100 m²); y la **centiárea**, que es una **centésima** parte de un **área** (1 m²).
- **Angulares**: existen **4 sistemas de graduación** diferentes. El sistema **sexagesimal**, el **centesimal**, los **radianes** y las **milésimas artilleras**.

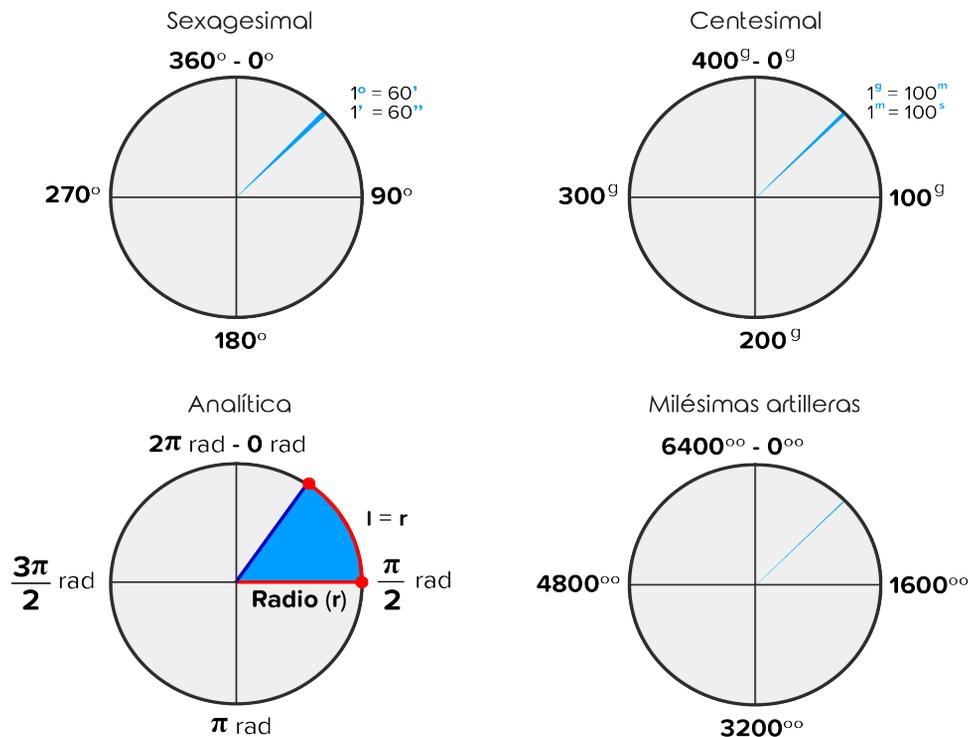
MEDIDAS DE MAGNITUDES LINEALES		
Múltiplos y submúltiplos	Equivalencias	Potencia
megámetro (Mm)	1.000.000 metros	10 ⁶
miriámetro (mam)	10.000 metros	10 ⁴
kilómetro (km)	1.000 metros	10 ³
hectómetro (hm)	100 metros	10 ²
decámetro (dam)	10 metros	10 ¹
metro (m)	Unidad	10 ⁰
decímetro (dm)	0,1 metros	10 ⁻¹
centímetro (cm)	0,01 metros	10 ⁻²
milímetro (mm)	0,001 metros	10 ⁻³
micro (µm)	0,000001 metros	10 ⁻⁶

MEDIDAS DE MAGNITUDES SUPERFICIALES		
Múltiplos y submúltiplos	Equivalencias	Potencia
miriámetro cuadrado (mam ²)	100.000.000 m ²	10 ⁸
kilómetro cuadrado (km ²)	1.000.000 m ²	10 ⁶
hectómetro cuadrado (hm ²)	10.000 m ²	10 ⁴
decámetro cuadrado (dam ²)	100 m ²	10 ²
metro cuadrado (m ²)	Unidad	10 ⁰
decímetro cuadrado (dm ²)	0,01 m ²	10 ⁻²
centímetro cuadrado (cm ²)	0,0001 m ²	10 ⁻⁴
milímetro cuadrado (mm ²)	0,000001 m ²	10 ⁻⁶

Unidades angulares (Nº 11)

En topografía, los **ángulos** son **magnitudes** susceptibles de ser medidas que, dependiendo del sistema de graduación que se emplee, pueden ser **comparados** con otros que se tomen como **unidad**.

Los 4 **sistemas de medición angular** que más se emplean son:



- **Graduación sexagesimal:** la **unidad de medida** es el **grado sexagesimal** (1°), que es cada **arco** de una **circunferencia** dividida en **360 partes iguales**.

De este modo, cada **cuadrante** está dividido en **90 grados sexagesimales**.

Además, cada **grado** está dividido en **60 minutos**, y cada **minuto** en **60 segundos**.

Se coloca de **exponente** un **cero** para indicar los **grados** ($^\circ$), **1 acento** para los **minutos** ($'$), y **2 acentos** para indicar los **segundos** ($''$). Ejemplo: $52^\circ 10' 33''$.

- **Graduación centesimal:** la **unidad de medida** es el **grado centesimal**, **gradián**, o el **gon** (1^g), que es cada **arco** de una **circunferencia** dividida en **400 partes iguales**.

De este modo, cada **cuadrante** está dividido en **100 grados centesimales**.

Además, cada **grado** está dividido en **100 minutos**, y cada **minuto**, en **100 segundos**.

Las **fracciones** de los grados centesimales se expresan en **forma decimal**, pero adoptan **2 formas de expresión** diferentes, según sean usadas para el ¹**cálculo** (ej.: $165,768456^g$) o para el empleo de ²**instrumentos de medición**. Ej: $165^g 76^m 84,56^s$.

- **Graduación analítica:** la **unidad de medida** es el **radián** (rad), que es el **ángulo** que tiene el **arco** de una **circunferencia** cuando su **longitud** (l) es **igual al radio** (r) de la misma.

La **longitud de la circunferencia** (L) equivale a **2π radianes**.

- **Milésima artillera:** la **unidad de medida** es la **milésima artillera**, **mil angular** o **mil** (1^{oo}), que es cada **arco** de una **circunferencia** dividida en **6400 partes iguales**. También se define como el ángulo con el que vemos **1 metro a 1 km de distancia**.

El **origen** de esta unidad es **militar**. Empezó a utilizarse para ganar precisión en la **artillería** frente a otras unidades angulares más grandes. Se utiliza, por ejemplo, en los visores telescópicos.