

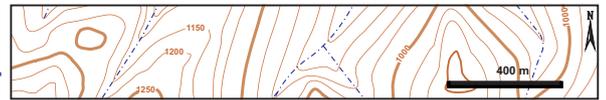
Serie Cartografía

Mapas topográficos Práctica 6

Jorge L. Giner Robles
Emilio Rodríguez Escudero



MAPAS TOPOGRÁFICOS



Un **mapa topográfico** es la representación en dos dimensiones (en un plano) y a escala de una zona de la superficie terrestre.

El sistema de representación más utilizado es el **sistema UTM** (*Universal Transversal Mercator*), es una proyección *tipo mercator*, en la que la superficie de la tierra se proyecta sobre la superficie de un cilindro.

La representación es por tanto la proyección planar de una esfera.

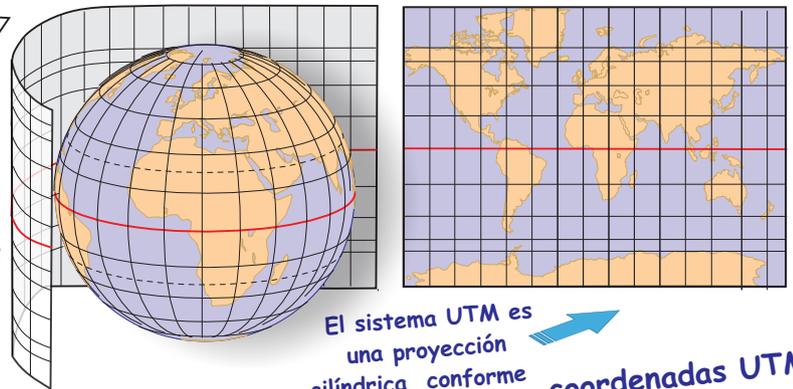
El sistema de coordenadas utilizado en esta proyección, recibe el nombre de **coordenadas UTM**, y vienen expresadas en metros.

Diferentes sistemas de proyección:

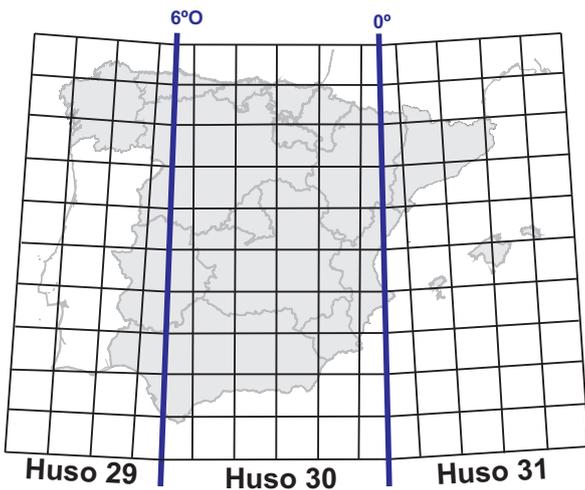
- conservación de áreas
sistemas **equivalentes**

- conservación de distancia
sistemas **automecóicos**

- conservación de ángulos
sistemas **conformes**



El sistema UTM es una proyección cilíndrica conforme **coordenadas UTM**



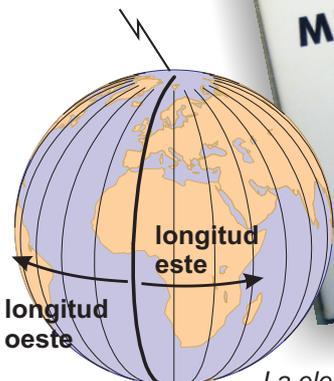
Con las **coordenadas UTM** (*), debemos tener en cuenta el **huso** en el que se encuentre la zona de nuestro mapa. El huso es el área situada entre dos meridianos de la Tierra, que comprenden 6° de longitud.

(* Las coordenadas UTM, tienen un sistema de referencia completamente distinto en cada huso, con esto se minimizan las distorsiones producidas en este tipo de representación.

España se encuentra en el huso 30, (de 6° oeste a 0°) pero también tiene zonas en el huso 31 (de 0° a 6° este), en el huso 29 (de 6° oeste a 12° oeste) y en los husos 27 y 28 (Islas Canarias).

En muchos mapas topográficos también se incluyen las **coordenadas geográficas**, estas coordenadas están referidas a los paralelos y meridianos en los que se divide la superficie de la Tierra.

Meridiano de Greenwich

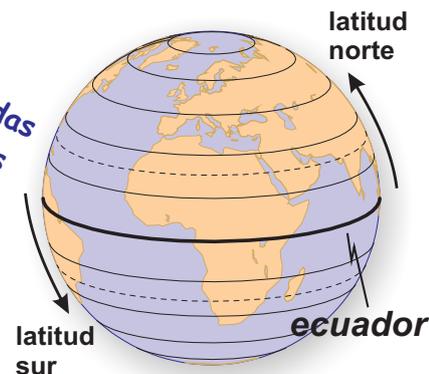


longitud oeste

longitud este

La elección de este meridiano como meridiano 0, fue una decisión arbitraria adoptada en 1884... había otros candidatos: el meridiano de Madrid, el de París...

coordenadas geográficas

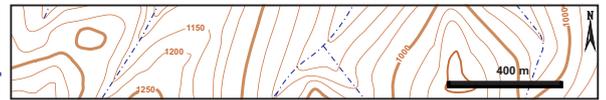


El paralelo 0 es el **Ecuador**, aumentando la latitud hacia el norte y hacia el sur hasta los polos (90°).

Y el meridiano 0 es el **meridiano de Greenwich**, que pasa por la localidad inglesa de este mismo nombre (y por las provincias de Castellón, Alicante, Teruel, Zaragoza y Huesca).

La longitud aumenta progresivamente desde el meridiano 0 hacia el este y el oeste (de 0-180°). Normalmente este tipo de coordenadas se suele utilizar en mapas que representan una gran superficie.

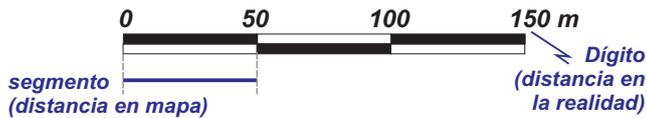
MAPAS TOPOGRÁFICOS



Información Planimétrica

El elemento planimétrico más importante es la **escala**. La **escala en un mapa topográfico** es la relación entre una distancia cualquiera medida en el mapa y su equivalente en la realidad. Podemos definir dos tipos de escalas utilizadas en cualquier mapa:

escala gráfica, es la representación mediante un segmento de una distancia real dada. Los segmentos representan las distancias en el mapa y los dígitos su equivalencia en la realidad.



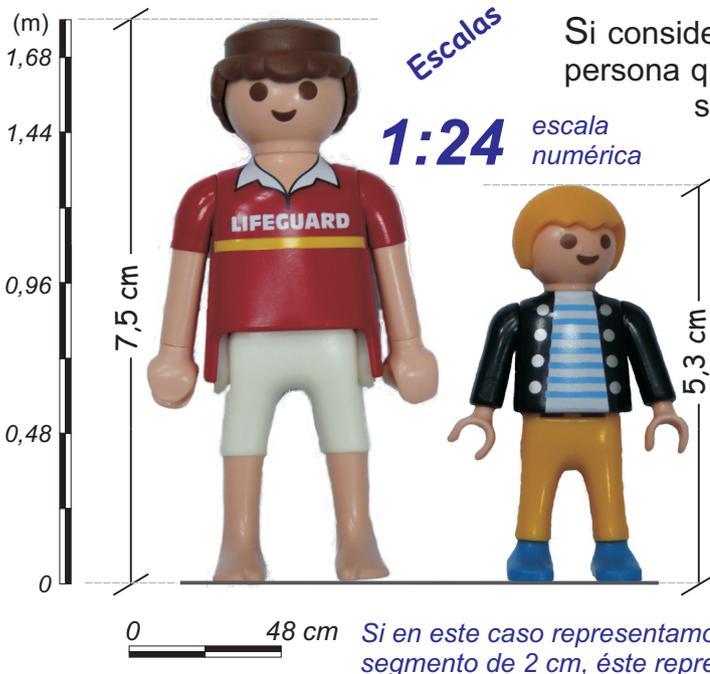
La escala en cualquier tipo de representación (mapa, imagen, esquema, foto,...) es fundamental para poder interpretarla adecuadamente.



el rotulador nos permite escalar la imagen

Puede utilizarse una escala numérica y/o gráfica, o cualquier referencia que nos permita escalar esa representación (un boli, una moneda, una persona,...)

escala numérica, representación mediante un quebrado, en el que el numerador es el valor de la distancia en el mapa (se consigna siempre la unidad), y el denominador es el valor de la distancia representada en la realidad. Tanto el numerador como el denominador deben estar en las mismas unidades (mm, cm, m, ...). Las escalas más comunes de mapas topográficos en España son 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 y 1:200.000.



Si consideramos que el playmobil (adulto) representa a una persona que mide 1,80 m en la realidad (en este caso es un socorrista, y suelen ser altos), la escala a la que esta representado el playmobil será la razón entre la altura del muñeco y la altura que tendría en la realidad:

$$7,5 \text{ cm} / 180 \text{ cm}$$

(es importante recordar que las unidades de esta razón siempre deben ser las mismas)

Las escalas numéricas se representan como razones (1:1000, 1:100, etc...) en las que el numerador es la unidad, por lo tanto la escala numérica a la que está representado este muñeco es **1:24**.

(no hace falta poner las unidades porque siempre serán las mismas para los dos factores de esta razón)



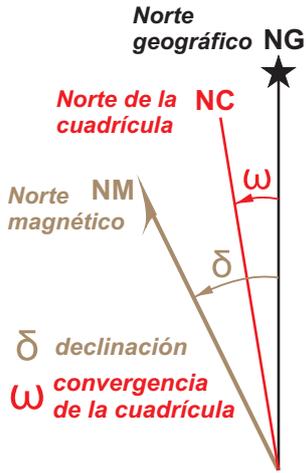
norte geográfico

Todos los mapas topográficos tienen una **referencia al norte geográfico (NG)** para poder orientar la zona representada en el mapa. Normalmente se representa con una línea o gráfico que define la posición en la que se encuentra el norte geográfico. En algunos mapas se representa también el **norte magnético (NM)** y el **norte de la cuadrícula (NC)**.



Importante: en la mayoría de los mapas el norte se encuentra en la parte superior del mapa, y aunque es una convención aceptada, no es absolutamente obligatorio situarlo en esa posición. Por necesidades de representación, el mapa puede estar orientado de diferentes maneras con respecto al norte geográfico.

¡¡No pierdas el norte!!

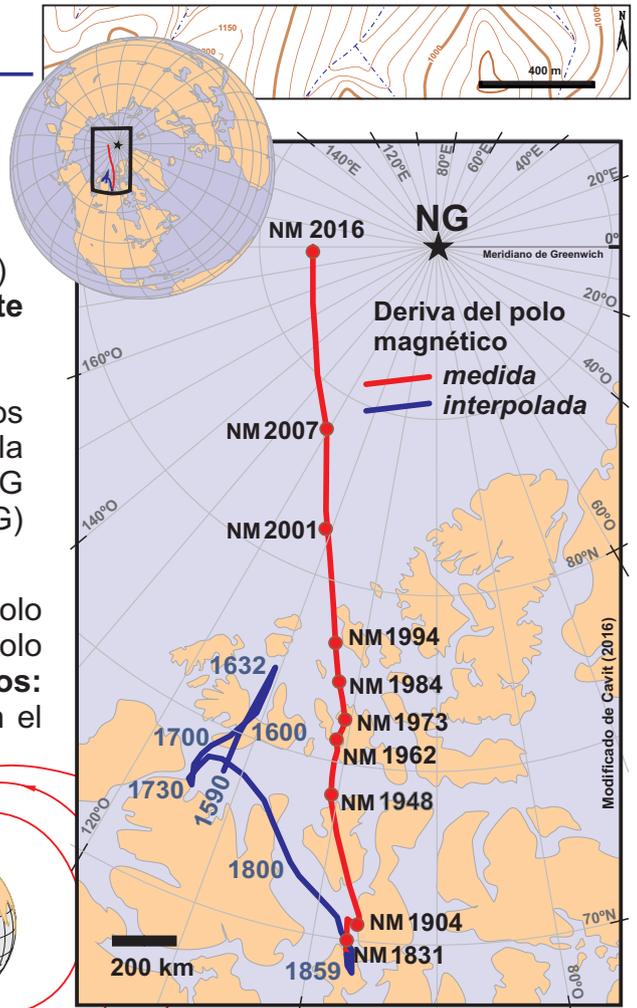
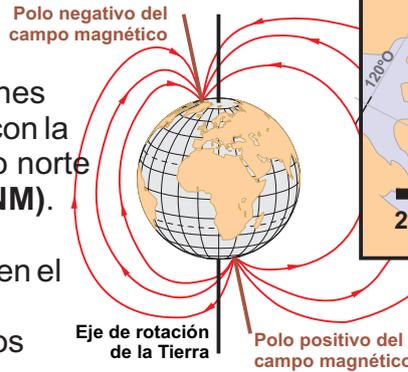


En un mapa las orientaciones se refieren al norte geográfico. En los mapas se suele incluir la referencia angular entre el **norte geográfico (NG)** y el **norte magnético (NM)** y/o el **norte de la cuadrícula (NC)**.

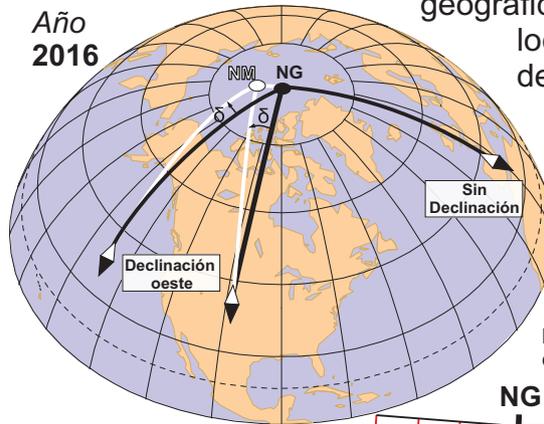
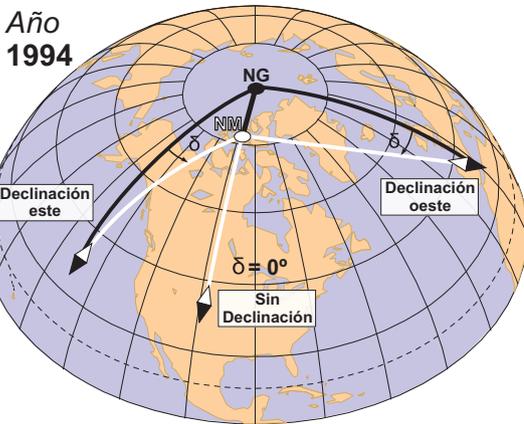
Los **polos geográficos** son los puntos de intersección del eje de rotación de la Tierra con la superficie terrestre: NG hemisferio norte, y sur geográfico (SG) en el hemisferio sur.

El campo magnético terrestre se puede asimilar a dipolo magnético, la intersección del eje magnético de ese dipolo con la superficie terrestre define los **polos magnéticos**: en el **hemisferio norte**, el **sur magnético (SM)** y en el **hemisferio sur** el **norte magnético (NM)**.

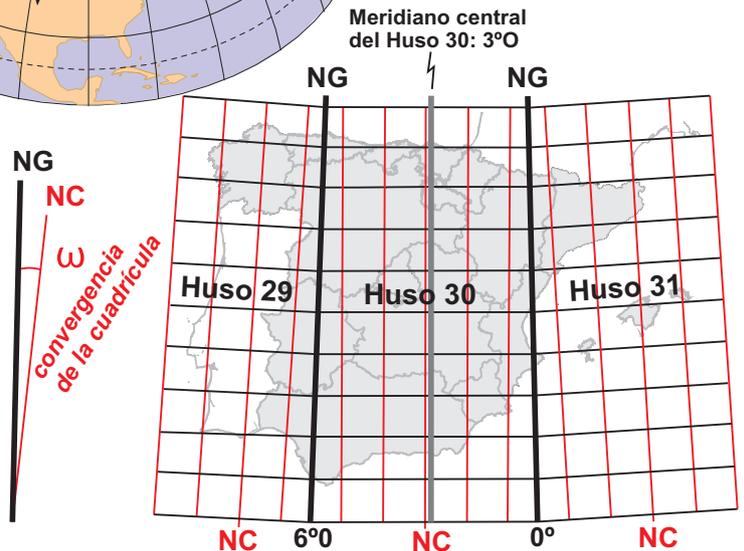
En la práctica y para evitar confusiones a la intersección del eje magnético con la superficie terrestre en el hemisferio norte se le denomina **norte magnético (NM)**. El campo magnético también sufre variaciones temporales que producen el movimiento del eje magnético y por tanto también varía la situación de los polos magnéticos (deriva).



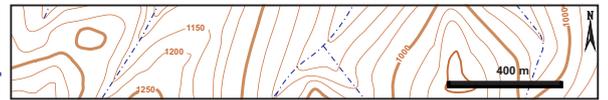
La **declinación magnética** en un punto es el **ángulo** que forma el norte magnético (NM) con el norte geográfico (NG) (depende de la localización de ese punto y del tiempo). En pocos años la localización de eje magnético, y por tanto la localización de los polos magnéticos, puede variar de forma importante.



El **norte de la cuadrícula (NC)** viene definido por el sistema de proyección utilizado para representar una zona. En cualquier proyección esférica sobre una superficie plana es inevitable que existan ciertas deformaciones. El **NC** define el **eje** y de la **cuadrícula** utilizada, en el caso de España la **cuadrícula UTM**. En cada zona y dependiendo de su posición con respecto al meridiano central de cada huso, **el NC formará un ángulo con el NG**, que se denomina **convergencia de la cuadrícula**.



MAPAS TOPOGRÁFICOS



Información Planimétrica (continuación)

En una mapa topográfico se pueden representar diferentes elementos naturales y artificiales, desde cursos de agua, hasta carreteras o autopistas, construcciones,...

Al igual que en los elementos toponímicos, en la representación planimétrica de algunos elementos, el color aporta información adicional

elementos planimétricos referidos al agua en tonos azules

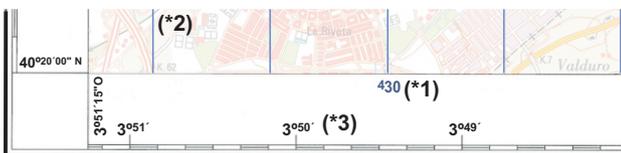
Los elementos representados pueden variar de un mapa a otro dependiendo de la función con la que se ha desarrollado cada uno de los mapas topográficos.

La leyenda *tipo* que utiliza el *Instituto Geográfico Nacional (IGN)* en la mayor parte de los mapas topográficos a escala 1:25000 y 1:50000 que publica, representa numerosos elementos de diverso tipo (límites y divisiones administrativas, carreteras, ferrocarriles, etc..).

Como estos mapas pretenden ser una base cartográfica para multitud de aplicaciones, presenta una gran variedad de elementos planimétricos representados.

Independientemente de los elementos que estén representados en el mapa es imprescindible la inclusión de la **leyenda** para poder identificar los símbolos representados en el mapa

En una mapa topográfico aparecen también los **sistemas de coordenadas** que nos permiten localizar cualquier punto en el mapa. En los mapas topográficos en España se suelen representar las **coordenadas UTM (*1)** con una cuadrícula (*2). En algunos casos también se consignan las **coordenadas geográficas (*3)** (expresadas en grados y minutos).

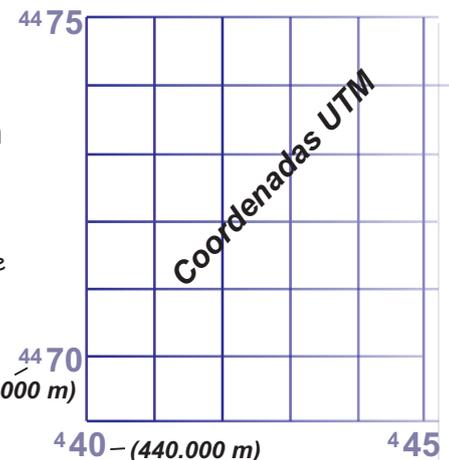


Leyenda

Límites de divisiones administrativas	
Nación. Comunidad Autónoma.	+++++ · +·+·+·+·+·
Provincia. Municipio.	- + - - + · - + - - + ·
Línea límite pendiente de acuerdo.	-----
Parque Nacional. Parque Natural.	-----
Hidrografía	
Curso de agua: permanente, intermitente.	
Canales, acequias: > 5 m, 1- 5 m, < 1 m.	
Conducción subterránea. Drenaje.	
Ramblas o aluviones. Curva batimétrica.	
Signos especiales	
Conducción de combustible: superf., subter.	
Teléferico. Cinta transportadora	
Línea eléctrica: >100 kV y <100 kV.	
Acueducto. Sifón.	
Carreteras	
Autopista. Autovía.	
Nacional. Autonómica 1er orden.	
Autonómica 2º orden. 3er orden y locales.	
En construcción. Pistas.	
Vial eje. Estación de servicio.	
Camino. Senda. Vía Verde.	
Vía pecuaria. Sendero de Gran Recorrido.	
Ferrocarriles	
Alta velocidad. Electrificado.	
Vía ancho normal: doble, sencilla.	
Vía estrecha: doble, sencilla.	
En construcción. Abandonado.	
Estación. Túnel.	

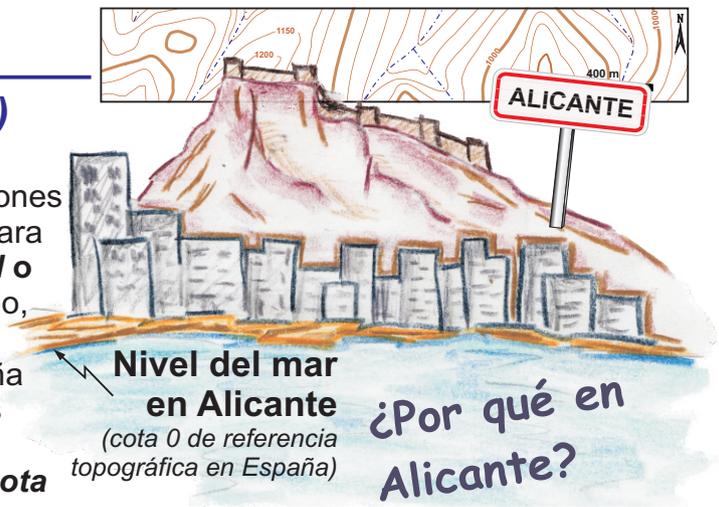
Sistema de coordenadas

Las coordenadas UTM se expresan en metros. En los mapas del IGN suelen consignarse en miles de metros (4.470.000 m)



Información Altimétrica (topografía)

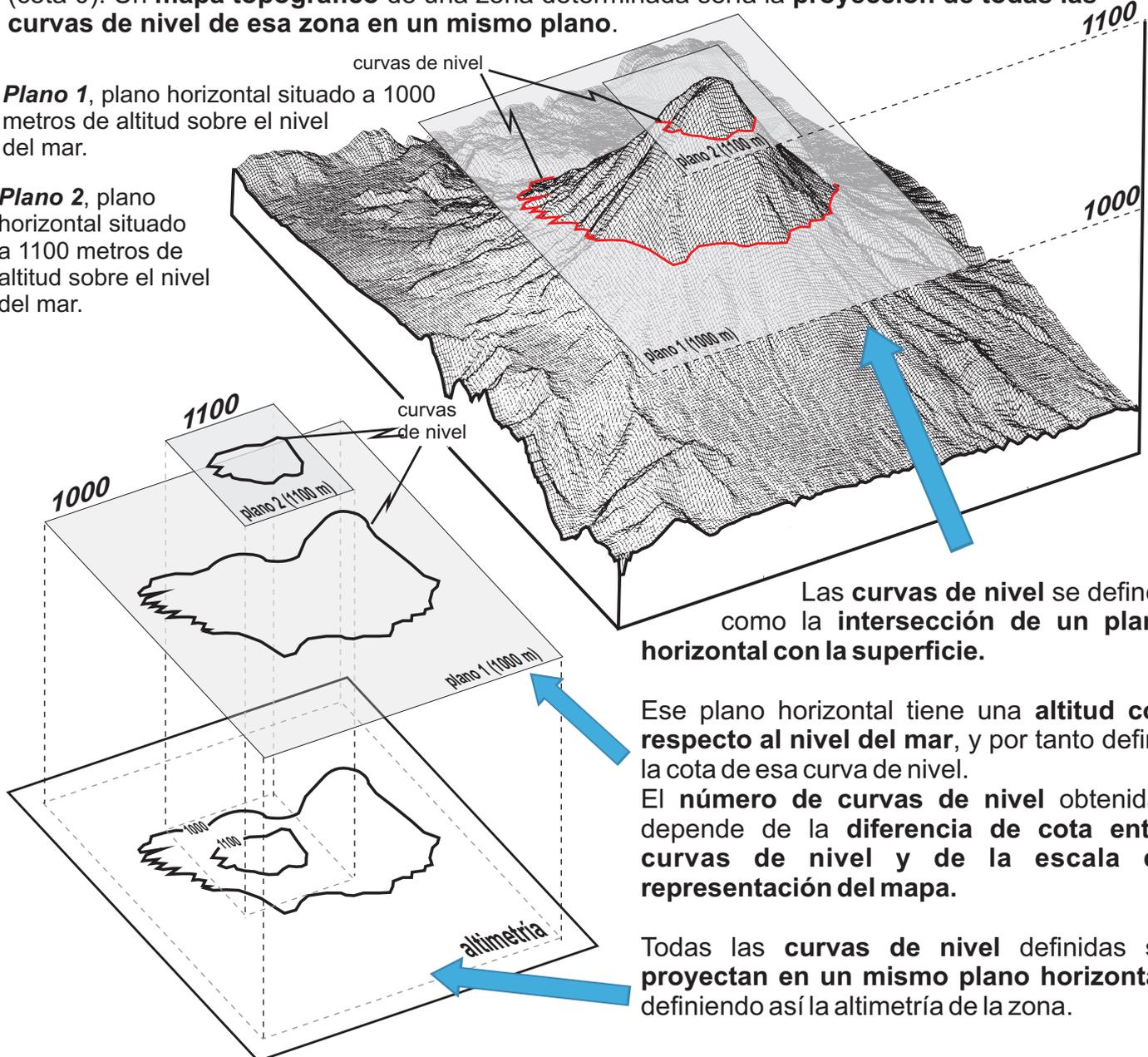
La **altimetría** es la representación en dos dimensiones de una superficie en relieve (tres dimensiones). Para representar un relieve se usan los datos de **altitud o cota**, referidos siempre a un nivel de base arbitrario, normalmente el nivel de base que se utiliza es el nivel del mar. En la España peninsular y en Baleares, para toda determinar los datos de altitud, se utiliza el **nivel medio del Mar Mediterráneo en Alicante** como **nivel de base (cota 0)**. En **Canarias** se utiliza el **nivel medio del mar en cada una de las islas**.



Para representar las diferentes alturas, se utilizan las **curvas de nivel**. Las curvas de nivel son **isolinneas de altitud**; es decir, líneas que unen puntos con igual altitud. Por lo tanto, una curva de nivel estaría definida por la **intersección de un plano horizontal con la superficie de una zona**, y la cota de esa curva de nivel vendrá definida por la altitud de ese plano con respecto al nivel del mar (cota 0). Un **mapa topográfico** de una zona determinada sería la **proyección de todas las curvas de nivel de esa zona en un mismo plano**.

Plano 1, plano horizontal situado a 1000 metros de altitud sobre el nivel del mar.

Plano 2, plano horizontal situado a 1100 metros de altitud sobre el nivel del mar.



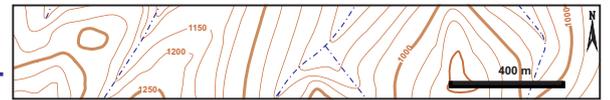
Las **curvas de nivel** se definen como la **intersección de un plano horizontal con la superficie**.

Ese plano horizontal tiene una **altitud con respecto al nivel del mar**, y por tanto define la cota de esa curva de nivel.

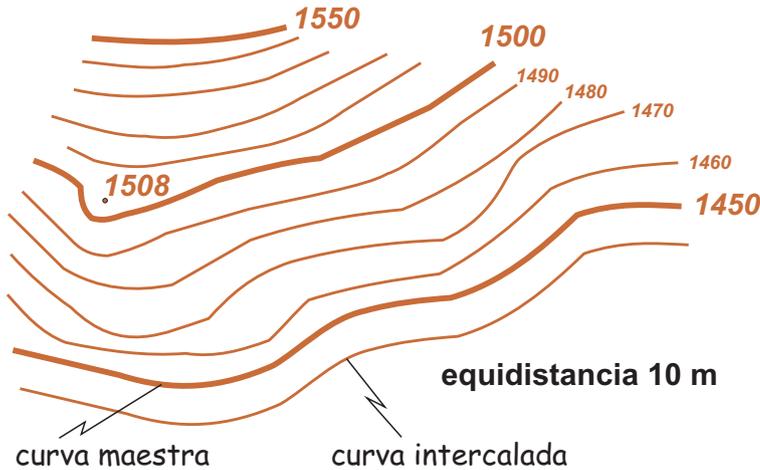
El **número de curvas de nivel** obtenidas depende de la **diferencia de cota entre curvas de nivel** y de la **escala de representación del mapa**.

Todas las **curvas de nivel** definidas se **proyectan en un mismo plano horizontal**, definiendo así la **altimetría de la zona**.

MAPAS TOPOGRÁFICOS



En un mapa topográfico, no se representan todas las curvas de nivel, se representan únicamente las que corresponden a unas altitudes determinadas. Esas altitudes son arbitrarias y vienen definidas por el tipo y *escala* del mapa que vayamos a utilizar. A la diferencia de altitud de una curva de nivel con respecto a otra le denominamos **equidistancia**.

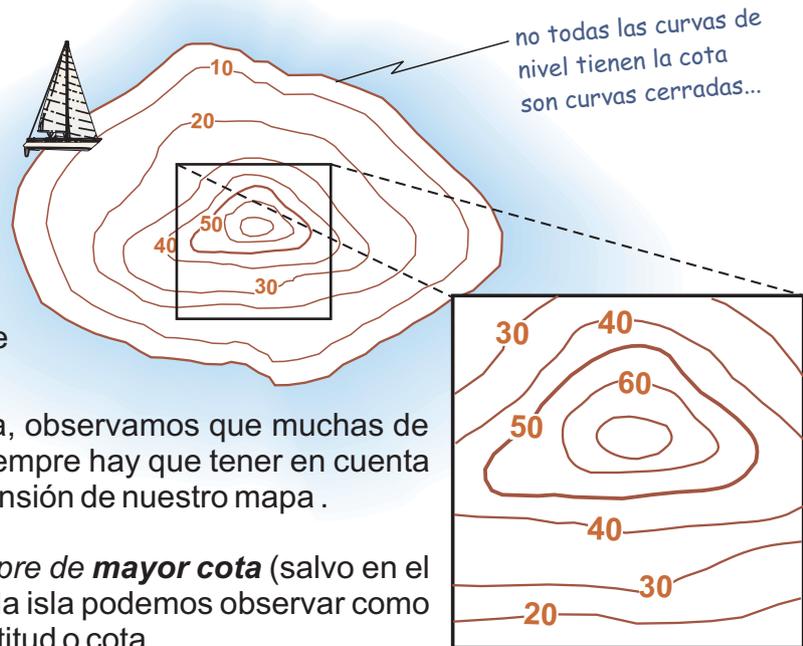


La *equidistancia* en este mapa es de 10 metros, es decir que están representadas todas las curvas de nivel cuyas altitudes son múltiplos de 10.

Hay que tener en cuenta que, independientemente que aparezca la curva de nivel 0 (nivel del mar) en el mapa, las curvas de nivel siempre aparecen, en función de la equidistancia, contando a partir de 0. Es decir, en un mapa con equidistancia por ejemplo de 100 m, nunca puede aparecer una curva de nivel que tenga una altitud que no sea múltiplo de 100.

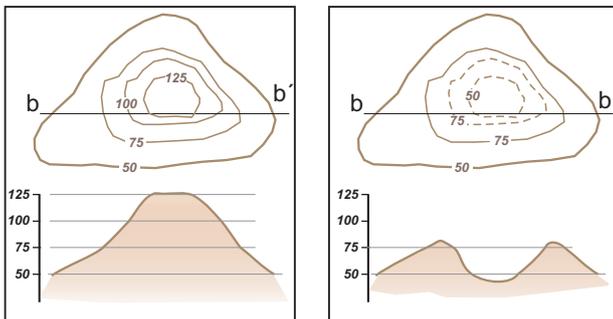
Existen dos tipos de curvas de nivel: las **curvas maestras** y las **curvas intercaladas**. Las **curvas maestras** son curvas que aparecen con un trazo de mayor grosor, cada cinco curvas de nivel. Estas curvas nos permiten visualizar la información rápidamente, ya que, al resaltar sobre el resto de las curvas de nivel, nos permiten filtrar la información, sobre todo en zonas en las que aparecen pendientes muy altas, y las curvas de nivel aparecen muy próximas. Las **curvas intercaladas**, son las curvas de nivel que aparecen entre las curvas de nivel maestras, presentan un trazado de menor grosor.

Las curvas de nivel **siempre se cierran**. Las curvas de nivel siempre representan la intersección de un plano horizontal con la superficie terrestre, y por tanto definen un polígono cerrado. Aunque normalmente, y debido a la escala del mapa, encontramos curvas de nivel que no llegan a cerrarse en nuestro mapa. Si observamos el mapa completo de una isla, podemos comprobar que todas las curvas de nivel deben cerrarse.



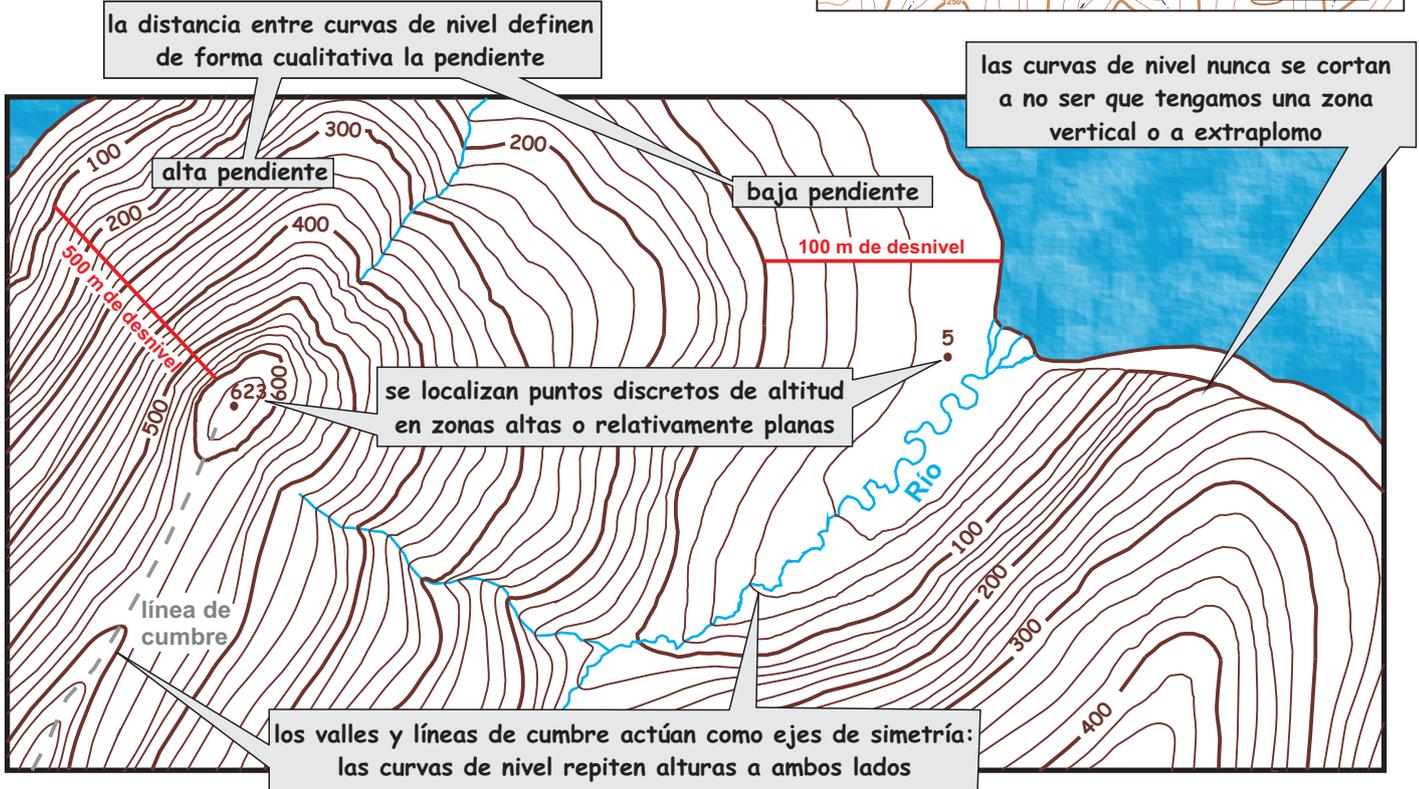
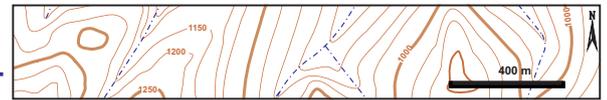
Si tomamos una pequeña porción de ese mapa, observamos que muchas de las curvas de nivel no llegan a cerrarse, pero siempre hay que tener en cuenta que esto es debido a que hemos limitado la extensión de nuestro mapa.

La curva que queda encerrada por otra es siempre de **mayor cota** (salvo en el caso de cuencas deprimidas). En el ejemplo de la isla podemos observar como las curvas englobadas por otras son de mayor altitud o cota.



En el caso en el que tengamos una cuenca deprimida, las curvas de nivel se ponen en trazo discontinuo. De todas formas, para evitar equívocos, normalmente se acotan, es decir se coloca encima de la curva el valor de altitud que presenta.

En el ejemplo, se observa como serían las curvas de nivel en función de la topografía de la zona.

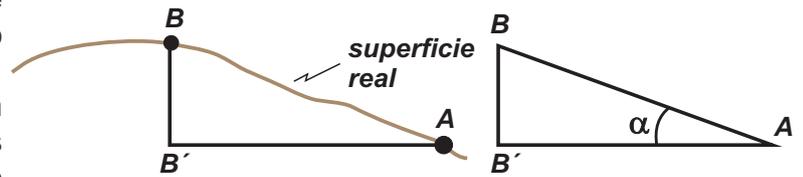


Cálculo de pendientes

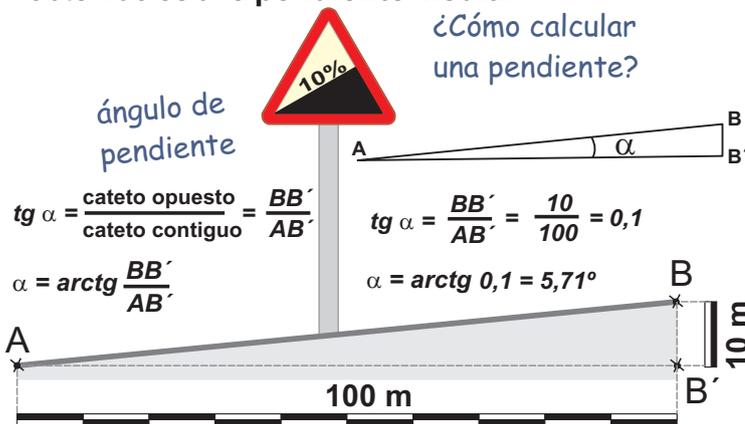
La **pendiente topográfica** es el ángulo que forma una superficie con respecto a un plano horizontal.

Suele definirse como un **ángulo** o como un **porcentaje**, y para calcularla necesitamos conocer la distancia existente en el plano horizontal entre dos puntos y la diferencia en altura entre ellos. Siempre que calculamos una pendiente entre dos puntos el valor obtenido es una **pendiente media**.

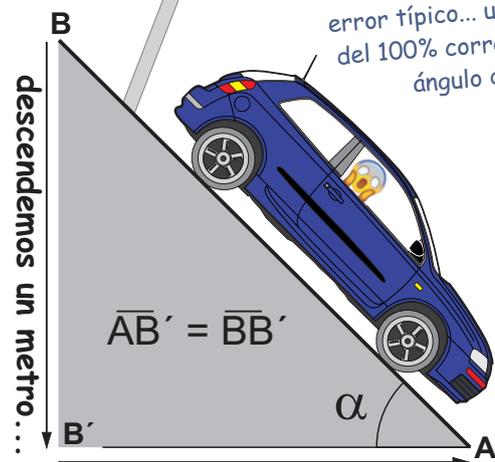
la pendiente obtenida es una pendiente media ya que suponemos que la superficie analizada es completamente plana



la distancia entre los dos puntos considerados siempre se mide con respecto a un plano horizontal (AB') nunca en la superficie analizada (AB)



ii Atención!! Este es un error típico... una pendiente del 100% corresponde a un ángulo de 45°



... por cada metro recorrido

$Pendiente (\%) = tg \alpha * 100 = tg 45^\circ * 100 = 100\%$

$\alpha = \arctg \frac{BB'}{AB'} = \arctg 1 = 45^\circ$

pendiente en porcentaje

$tg \alpha = \frac{BB'}{AB'}$

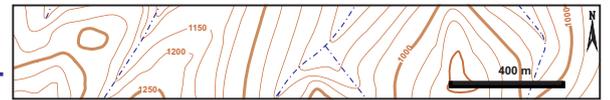
$tg \alpha = \frac{BB'}{AB'} = \frac{10}{100} = 0,1$



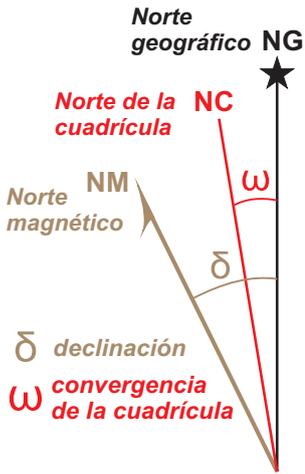
$Pendiente (\%) = tg \alpha * 100$

$Pendiente (\%) = 0,1 * 100 = 10 \%$

MAPAS TOPOGRÁFICOS



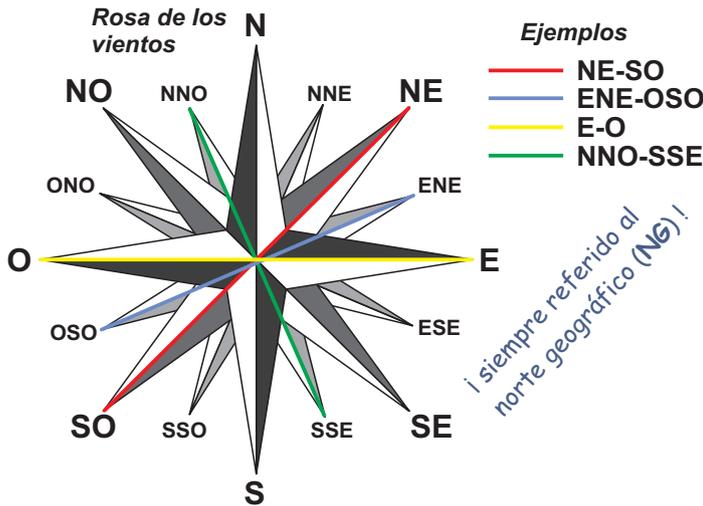
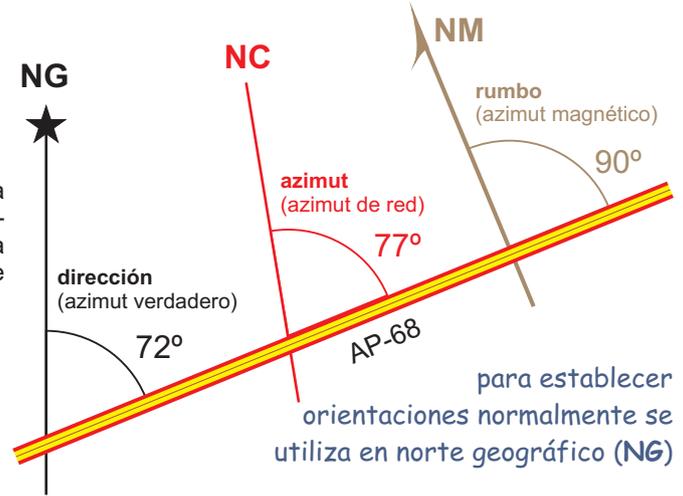
La orientación de un objeto lineal (alineación montañosa, río, carretera, ruta,...) en una mapa topográfico se define con el ángulo que forma dicho objeto con el sistema de referencia elegido: el ángulo con respecto al **norte geográfico (NG)** se denomina **dirección o azimut verdadero**; el ángulo con respecto al **norte magnético (NM)** se denomina **rumbo o azimut magnético**, y el ángulo con respecto al **norte de la cuadrícula (NC)** se denomina **azimut o azimut de red**.



orientaciones en un mapa topográfico

Supongamos que en nuestro mapa aparece una autopista de peaje (la AP-68), el ángulo que forma esa autopista con respecto a los tres nortes se denominan:

con el **NG**: **dirección** o azimut verdadero
 con el **NC**: **azimut** o azimut de red
 con el **NM**: **rumbo** o azimut magnético



Para definir una orientación con respecto al norte geográfico podemos utilizar diferentes **tipos de notaciones**.

La primera de ellas se utiliza como referencia cualitativa la **rosa de los vientos**, utilizamos los puntos cardinales sin definir el ángulo exacto: NE-SE, ENE-OSO, NO-SE, E-O, N-S

Siempre se deben incluir los **dos puntos cardinales opuestos** en la rosa (ej. NE-SO), y se debe consignar **en primer lugar los puntos cardinales situados en el cuadrante norte** (N, NE, NO, NNE, NNO, ENE y ONO). En el caso de la dirección E-O se suele consignar en primer lugar el este (E).

La segunda forma de definir una orientación es consignar el ángulo exacto que forma el elemento medido con respecto al **NG**. Existen **diferentes notaciones**, las más comunes son:

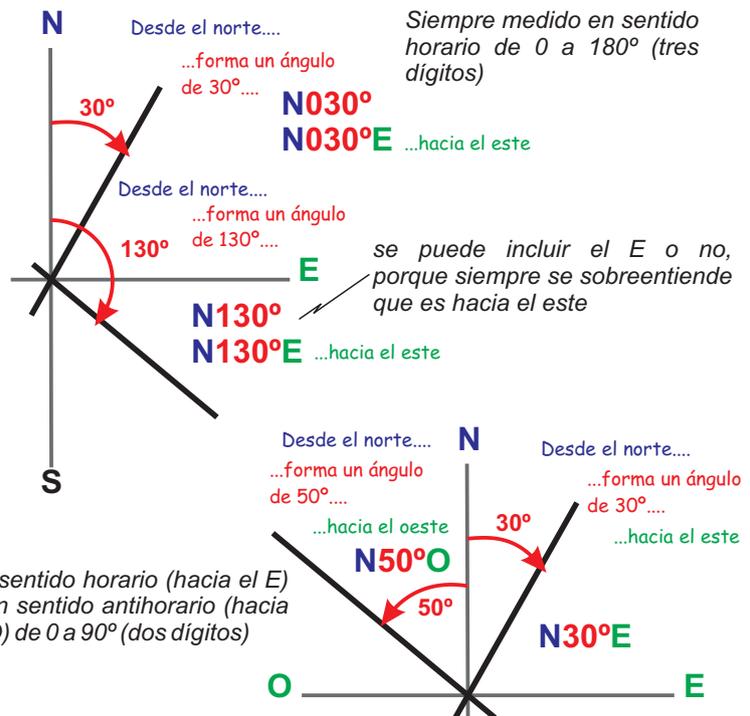
- la que se consigna el **ángulo** (de **0 a 180°**) que forma el objeto considerado con respecto al NG, **siempre hacia el E** (en **sentido de las agujas del reloj**).

NXXX° (XXX de 0° a 180°, siempre con tres dígitos)

- la que se consigna el **ángulo** (de **0 a 90°**) que forma el objeto considerado con respecto al NG, hacia el **E** (**sentido horario**), o hacia el **O** (**sentido antihorario**).

NXX° (XX de 0° a 90°)
 E (este) sentido horario
 O (oeste) sentido antihorario

N030° = N30°E
N130°E = N50°O
 Misma dirección diferente notación



TRAMONTANA

OCEANVS OCCIDENTALIS



EO DOCENTE

<https://formacion.uam.es>



POINTE



MAU ★★★★★

...o el estudiante de la UAM a través del espejo

UAM
moodle

UAM X

