



# **T**opografía agraria

Consulte nuestra página web: [www.sintesis.com](http://www.sintesis.com)  
En ella encontrará el catálogo completo y comentado



Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs. Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos ([www.oedro.org](http://www.oedro.org)) vela por el respeto de los citados derechos.

**T**

# opografía agraria

Yolanda Bordón Ferré

Roberto Martín Villanueva

© Yolanda Bordón Ferré  
Roberto Martín Villanueva

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.  
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid  
Teléfono 91 593 20 98  
<http://www.sintesis.com>

ISBN: 978-84-907713-5-8  
Depósito Legal: M-21.503-2015

Impreso en España - Printed in Spain

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

# Índice

<b>PRÓLOGO</b> .....	11
<b>1. INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA</b> .....	13
Objetivos.....	13
Mapa conceptual.....	14
Glosario.....	15
1.1. Introducción.....	15
1.2. ¿Qué estudia la topografía?.....	16
1.3. Magnitudes que se miden en topografía.....	16
1.3.1. Magnitudes lineales.....	17
1.3.2. Magnitudes de superficie.....	18
1.3.3. Magnitudes angulares.....	19
1.4. Mapas y planos.....	22
1.4.1. Mapas.....	22
1.4.2. Planos.....	23
1.4.3. Croquis.....	23
1.5. Escalas.....	24
1.5.1. Escalas gráficas.....	24
1.5.2. Escalas numéricas.....	24
1.6. Las curvas de nivel.....	25
1.6.1. Concepto de curva de nivel.....	25
1.6.2. Características de las curvas de nivel.....	27
1.7. Nociones básicas de trigonometría.....	28
1.7.1. El triángulo rectángulo.....	28
1.7.2. Funciones trigonométricas: seno, coseno y tangente.....	29
1.7.3. Funciones trigonométricas inversas: arcoseno, arcocoseno y arcotangente.....	30

1.8. Pendientes.....	31
1.8.1. Distancia natural, distancia reducida y distancia geométrica. Desnivel.....	31
1.8.2. Cálculo de pendientes.....	32
Resumen.....	35
Actividades de autoevaluación.....	36
Supuesto práctico.....	37
<b>2. INTERPRETACIÓN DE MAPAS Y PLANOS TOPOGRÁFICOS.....</b>	<b>39</b>
Objetivos.....	39
Mapa conceptual.....	40
Glosario.....	41
2.1. Introducción a la cartografía.....	41
2.2. Clasificación de los mapas.....	42
2.3. El sistema cartográfico nacional.....	43
2.3.1. Cartografía civil producida por el IGN.....	44
2.3.2. Cartografía militar producida por las Fuerzas Armadas.....	45
2.3.3. Cartografía producida por organismos regionales o locales.....	46
2.4. Orientación del plano o mapa.....	47
2.4.1. Norte geográfico y norte magnético.....	47
2.4.2. Acimut, rumbo y declinación magnética.....	48
2.5. Símbolos cartográficos convencionales.....	49
2.6. Características formales de mapas y planos topográficos.....	51
2.7. Interpretación de las curvas de nivel.....	53
2.7.1. Geomorfología.....	53
2.7.2. Formas del terreno.....	53
2.8. Perfiles longitudinales.....	56
2.9. El curvímetro.....	58
2.10. Determinación y caracterización de cuencas hidrográficas.....	60
Resumen.....	63
Actividades de autoevaluación.....	63
Supuesto práctico.....	65
<b>3. SISTEMAS DE COORDENADAS. PRINCIPIOS DE GEODESIA.....</b>	<b>67</b>
Objetivos.....	67
Mapa conceptual.....	68
Glosario.....	69
3.1. Introducción.....	69
3.2. Coordenadas cartesianas.....	70
3.3. Coordenadas polares.....	71
3.4. Sistema de coordenadas geodésicas.....	76
3.4.1. Ejes y planos geodésicos.....	76
3.4.2. Latitud y longitud geográficas.....	77
3.5. Sistema de coordenadas UTM.....	79
3.5.1. Proyecciones cartográficas.....	79
3.5.2. Proyección UTM. Husos y bandas UTM.....	81
3.5.3. Designación y resolución de coordenadas UTM.....	84

3.5.4. Distribución de husos y bandas para España.....	85
3.5.5. Designación de coordenadas UTM mediante cuadrículas de 10 km x 10 km.....	86
<b>3.6. Sistemas de referencia geodésicos.....</b>	<b>89</b>
3.6.1. Las formas de la Tierra.....	89
3.6.2. El datum geodésico.....	90
3.6.3. Redes geodésicas.....	91
Resumen.....	93
Actividades de autoevaluación.....	93
Supuesto práctico.....	95
Ejercicios propuestos.....	95
<b>4. MÉTODOS Y EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.....</b>	<b>97</b>
Objetivos.....	97
Mapa conceptual.....	98
Glosario.....	99
4.1. Introducción a los instrumentos topográficos.....	99
4.2. Medida de distancias.....	101
4.2.1. Cinta métrica.....	101
4.2.2. Rueda de medir (odómetro).....	101
4.2.3. Distanciómetro láser de mano.....	101
4.2.4. Cinta sónica.....	102
4.2.5. Instrumentos accesorios.....	102
4.3. Medida de ángulos: goniómetros.....	102
4.4. Tipos de aparatos topográficos y partes principales.....	103
4.4.1. Elementos para la puesta en estación.....	105
4.4.2. Elementos para observar y medir.....	106
4.5. Uso de los aparatos topográficos.....	108
4.5.1. Puesta en estación.....	108
4.5.2. Orientación del aparato.....	109
4.5.3. Medida de ángulos y distancias.....	109
4.6. Errores en los trabajos topográficos.....	112
4.7. Introducción a los métodos topográficos.....	113
4.8. Métodos planimétricos.....	113
4.8.1. Método de radiación.....	114
4.8.2. Método itinerario.....	115
4.8.3. Intersección.....	117
4.9. Métodos alimétricos.....	119
4.9.1. Nivelación geométrica.....	119
4.9.2. Nivelación trigonométrica.....	124
Resumen.....	126
Actividades de autoevaluación.....	126
Supuesto práctico.....	128
Ejercicios propuestos.....	130
<b>5. PRINCIPIOS DE GEOMÁTICA.....</b>	<b>135</b>
Objetivos.....	135

Mapa conceptual.....	136
Glosario.....	137
<b>5.1. Geomática</b> .....	137
<b>5.2. Fotogrametría</b> .....	137
5.2.1. Definición y características de la fotogrametría.....	137
5.2.2. Tipos de fotogrametría.....	138
5.2.3. Tipos de fotografías.....	139
5.2.4. Ortofotos.....	140
5.2.5. Visión estereoscópica.....	140
<b>5.3. Teledetección espacial</b> .....	141
5.3.1. Definición y bases del proceso de teledetección.....	141
5.3.2. Radiaciones utilizadas en teledetección.....	142
5.3.3. Sensores usados en teledetección.....	143
5.3.4. La teledetección y sus aplicaciones.....	144
<b>5.4. Sistemas de posicionamiento y navegación por satélite</b> .....	145
5.4.1. Sistema global de navegación por satélite (GNSS).....	145
5.4.2. Sistema de posicionamiento global (GPS).....	145
5.4.3. Aplicaciones de los GPS.....	146
<b>5.5. Introducción a los sistemas de información geográfica (SIG)</b> .....	147
5.5.1. Definición y aplicaciones de los SIG.....	147
5.5.2. Naturaleza de los datos en SIG.....	147
5.5.3. Operaciones realizadas con un SIG.....	148
5.5.4. Aplicaciones SIG libres.....	149
Resumen.....	150
Actividades de autoevaluación.....	150
Supuesto práctico.....	152
Ejercicios propuestos.....	152
<b>6. REPLANTEO. RASANTES. MOVIMIENTOS DE TIERRA</b> .....	153
Objetivos.....	153
Mapa conceptual.....	154
Glosario.....	155
<b>6.1. Replanteo. Tipos de replanteo</b> .....	155
<b>6.2. Replanteo planimétrico</b> .....	156
6.2.1. Replanteo de puntos.....	156
6.2.2. Replanteo de alineaciones rectas paralelas y perpendiculares.....	158
6.2.3. Replanteo de curvas.....	159
<b>6.3. Replanteo altimétrico</b> .....	160
6.3.1. Conceptos previos.....	160
6.3.2. Replanteo de la cota roja.....	165
6.3.3. Cálculo del movimiento de tierras.....	165
<b>6.4. Agrimensura</b> .....	172
6.4.1. Medición de superficies agrarias.....	172
6.4.2. Agrupación y segregación de parcelas.....	181
Resumen.....	181
Actividades de autoevaluación.....	182
Supuesto práctico.....	183



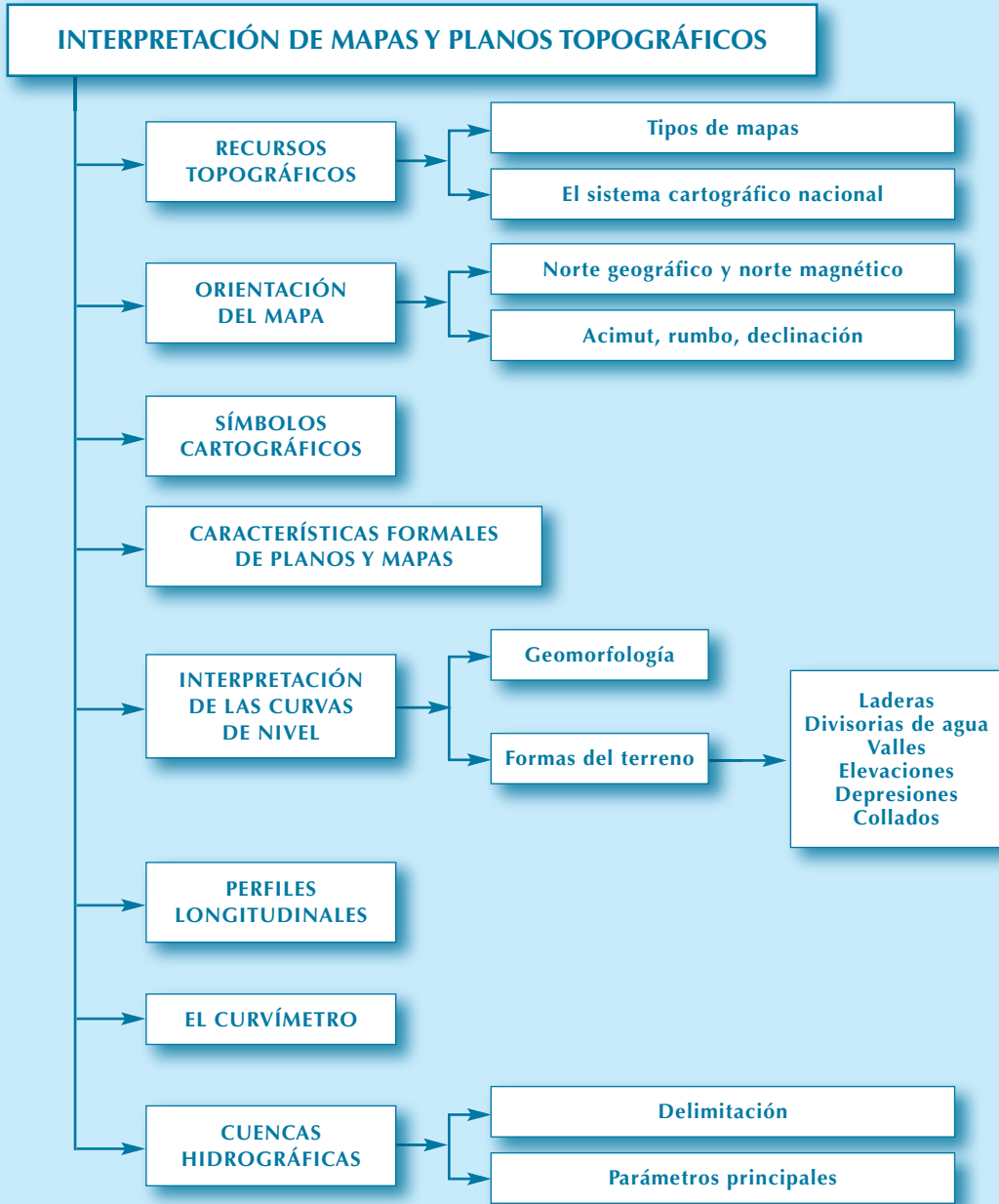
<b>7. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y PROTECCIÓN AMBIENTAL EN TRABAJOS TOPOGRÁFICOS</b> .....	185
Objetivos .....	185
Mapa conceptual .....	186
Glosario .....	186
<b>7.1. Prevención de riesgos en trabajos topográficos</b> .....	187
7.1.1. Introducción.....	187
7.1.2. Evaluación de riesgos laborales en trabajos topográficos .....	188
7.1.3. Acciones preventivas.....	190
7.1.4. Protecciones colectivas e individuales para trabajos topográficos .....	191
7.1.5. Plan de seguridad y salud para trabajos de topografía.....	193
<b>7.2. Protección ambiental en trabajos topográficos</b> .....	194
Resumen .....	196
Actividades de autoevaluación.....	196
Supuesto práctico .....	198
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	199

# Interpretación de mapas y planos topográficos

## Objetivos

1. Aprender nociones básicas de cartografía.
2. Conocer los organismos de producción cartográfica de nuestro territorio y los principales recursos cartográficos disponibles.
3. Interpretar planos y mapas, analizando las curvas de nivel y los símbolos topográficos.
4. Identificar las principales formas del terreno a través de las curvas de nivel.
5. Delimitar y caracterizar cuencas hidrográficas.

## Mapa conceptual



## Glosario

**Atlas.** Compendio o colección de mapas de diferente naturaleza (políticos, físicos, económicos, históricos, etc.) de un territorio concreto.

**Carta náutica.** Representación a escala de las aguas y regiones terrestres cercanas que contiene información topográfica y de otro tipo, de interés para la navegación.

**Collado.** Punto de menor cota de una divisoria de aguas, comprendido entre dos elevaciones.

**Cuenca hidrográfica.** Superficie de tierra drenada por un río y delimitada por una divisoria de aguas.

**Divisoria de aguas.** Línea imaginaria que separa dos cuencas hidrográficas contiguas.

**Mapamundi.** Mapa que representa la superficie de la Tierra en un globo terráqueo (de forma esférica) o en un planisferio terrestre (de forma plana).

**Precisión de un mapa.** Mínima medida apreciable por el ojo humano en una representación. Depende de la escala.

**Red de drenaje.** Referido a una cuenca hidrográfica, es el conjunto de caminos que sigue el agua de escorrentía de forma natural debido a la fuerza de la gravedad.

**Sistema cartográfico nacional.** Sistema de actuación cuya finalidad es organizar las diferentes administraciones con competencias en el ámbito de la cartografía y garantizar la calidad y accesibilidad de los recursos cartográficos oficiales.

**Vértice geodésico.** Punto señalado que indica una posición geográfica exacta y que forma parte de la red geodésica nacional.

## 2.1. Introducción a la cartografía

La *cartografía* (del latín *cartha*: mapa, y del griego *graphos*: escritura) es la ciencia que tiene como objetivo el estudio y el trazado de mapas. Se apoya en diferentes disciplinas de las matemáticas, como la geometría y la estadística, de la física, etc.

La cartografía tiene orígenes prehistóricos, ya que el hombre en su origen era un ser nómada que pronto aprendió a utilizar representaciones del terreno para sus desplazamientos.

La cartografía ha ido evolucionando al compás de los diferentes avances científicos y técnicos de la humanidad. En las últimas décadas, debido al desarrollo de nuevas tecnologías como los satélites y los SIG (sistemas de información geográfica), la cartografía está multiplicando sus posibles aplicaciones.

Por otra parte, se denomina cartografía de un territorio al conjunto de recursos cartográficos disponibles sobre el mismo. En la actualidad existen diferentes fuentes de estos recursos cartográficos, elaborados por diferentes organismos y entidades que los ponen a disposición de los usuarios con diferentes finalidades.

## PARA SABER MÁS



El mapa del mundo más antiguo que se conoce data de entre el año 700 y el 500 a. C. Es una representación de la antigua Mesopotamia realizada sobre una lámina de arcilla que se encuentra en el *British Museum*. Representa el mundo conocido en el momento con forma circular, y Babilonia en su centro. Está orientado hacia el noroeste, la dirección del viento predominante. Tanto por delante como por detrás de la tablilla hay un texto explicativo que ayuda a interpretar lo representado.

**Figura 2.1**  
Mapa del mundo mesopotámico realizado sobre una lámina de arcilla. *British Museum*



## 2.2. Clasificación de los mapas

- Según la escala:
  - Mapas de escala grande: hasta 1:50.000.
  - Mapas de escala mediana: entre 1:50.000 y 1:250.000.
  - Mapas de escala pequeña: 1:250.000 y menores.
- Según el sistema de producción:
  - Mapas realizados a partir de levantamientos topográficos, utilizando datos de campo.
  - Mapas fotogramétricos, realizados a partir de fotografías.
- Según la forma de presentación:
  - Mapas analógicos: son los más conocidos normalmente, impresos en papel o representados en cualquier medio físico.
  - Mapas digitales: bases de datos que son procesados con diferentes tipos de programas, como visores o aplicaciones SIG.

- Según la extensión del área representada:
  - De superficies grandes: (Escala grandes y medianas)
    - Topográficos: contienen curvas de nivel.
    - Planimétricos: no contienen información altimétrica.
  - De superficies muy grandes: (Escala pequeñas)
    - Regionales.
    - Nacionales.
    - Continental.
    - Atlas.
    - Mapamundis.
  
- Según la información contenida:
  - Mapas generales: con información topográfica básica.
  - Mapas temáticos: contienen información específica sobre temas concretos. Ejemplo de ellos son:
    - ✓ Mapas políticos: límites territoriales artificiales.
    - ✓ Mapas turísticos: servicios, hoteles y lugares de interés turístico.
    - ✓ Mapas catastrales: información catastral de parcelas, polígonos, etc.
    - ✓ Mapas geológicos: información sobre la naturaleza de las rocas y del suelo.
    - ✓ Mapas de vegetación: especies o asociaciones vegetales presentes.



**Figura 2.2**  
 Mapa geológico de España, elaborado por el Instituto Geológico Nacional. Original a escala 1:1.000.000  
 Fuente: IGN

### 2.3. El sistema cartográfico nacional

El Real Decreto 1545/2007, de Ordenación de la Cartografía, establece el sistema cartográfico nacional (SCN). El SCN es un modelo de actuación para el desarrollo de la cartografía oficial en España y organiza el papel de las distintas administraciones públicas con competencia en materia cartográfica para evitar duplicidades y asegurar la coordinación y la fiabilidad de la información generada. Regula las actividades de recogida, almacenamiento, tratamiento y difusión de información geográfica sobre el territorio nacional y su mar territorial, así como de la zona contigua, la plataforma continental y la zona económica exclusiva.

El SCN establece las siguientes competencias:

- a) La Administración General del Estado debe producir la cartografía náutica, la cartografía topográfica de series nacionales a escalas 1:25.000, 1:50.000 y menores y cualquier cartografía temática que precise en el ejercicio de sus competencias.
- b) Las Comunidades Autónomas son responsables de la cartografía topográfica a escalas mayores de 1:25.000 y de cualquier cartografía temática que precisen en el ejercicio de sus competencias.
- c) Las entidades locales se encargan de la cartografía topográfica a escalas mayores de 1:5.000 y de cualquier cartografía temática que precisen en el ejercicio de sus competencias.

El SCN establece el Registro Central de Cartografía, que recoge todos los recursos cartográficos oficiales y que es de carácter público, accesible a través de Internet.

El Nomenclátor Geográfico Nacional es un registro dinámico, integrado en el SCN, que recoge la toponimia que debe utilizarse en la cartografía oficial (denominaciones oficiales de comunidades autónomas, provincias, islas, municipios, etc., así como los nombres de la orografía, hidrografía, vías de comunicación, comarcas naturales y otras formaciones georreferenciadas).

### 2.3.1. Cartografía civil producida por el IGN

La serie cartográfica principal producida por el IGN (Instituto Geográfico Nacional) es el mapa topográfico nacional a escala 1:25.000 (MTN25), que constituye por ley, junto con el mapa topográfico nacional a escala 1:50.000 (MTN50), la cartografía básica oficial nacional, y que junto con las redes geodésicas y de nivelaciones supone la infraestructura básica del SCN.

El territorio nacional está dividido en más de 1.100 mapas a escala 1:50.000. Cada uno de ellos se divide en cuatro mapas de 1:25.000 distribuidos de la siguiente forma:

I	II
III	IV

El IGN produce, además, una cartografía derivada, que comprende el resto de series como el mapa provincial 1:200.000, mapas autonómicos, el mapa de España 1:500.000, 1:1.000.000, 1:1.250.000 y 1:2.000.000, y cartografía en relieve.

La cartografía en relieve se realiza sobre resina mediante una fresadora accionada por un sistema informático que utiliza modelos digitales del terreno. La maqueta permite construir un molde sobre el que se construirá el mapa previamente impreso sobre una lámina de PVC. La producción de esta serie es muy variada, desde el mapa de la península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1:1.250.000 a mapas provinciales 1:200.000 y mapas autonómicos, así como diversas hojas de zonas de sistemas montañosos del MTN 1:50.000 y mapas especiales.



**Figura 2.3**  
Detalle del mapa en relieve  
del Parque Natural Lago  
de Sanabria y alrededores,  
producido por el IGN  
*Fuente: IGN/CNIG*

Hay otras publicaciones del IGN, entre las que destacan los mapas temáticos (sismoestructural, sismotectónico, gravimétrico, magnético, etc.).

El IGN tiene, además, otros objetivos relacionados con la cartografía:

- Planificación y gestión de las redes geodésicas terrestres de ámbito nacional.
- Desarrollo de aplicaciones sobre sistemas de navegación y posicionamiento.
- Obtención de imágenes a través de los satélites Landsat y Spot de todo el territorio nacional.
- Realización de ortoimágenes.

Los recursos generados por el IGN están disponibles en diferentes formatos:

- Mapas convencionales impresos en papel, elaborados por la imprenta oficial del IGN.
- Bases de datos geográficos: colección de datos organizados de tal manera que sirven para el análisis y la gestión del territorio dentro de aplicaciones de sistemas de información geográfica (SIG), como la base topográfica nacional 1:25.000 (BTN25) y la base cartográfica numérica a escala 1:200.000 (BCN200).
- Recursos *online*, como el visor Iberpix.
- Otros recursos descargables.

### 2.3.2. Cartografía militar producida por las Fuerzas Armadas

La documentación cartográfica ha estado desde siempre directamente vinculada a la actividad de los ejércitos, hasta el punto de que es en el ámbito militar en el que se han desarrollado fundamentalmente los principales proyectos cartográficos a lo largo de la historia.

En la actualidad, la cartografía militar está muy relacionada con la civil y la mayoría de sus recursos son de libre difusión. Entre sus producciones cartográficas, destacan:

A) *Cartografía terrestre*: producida por el Centro Geográfico del Ejército (CEGET).

- Mapas serie 5V a escala 1:25.000.
- Mapas serie L a escala 1:50.000.
- Mapas serie C a escala 1:100.000.
- Mapas serie 2C a escala 1:200.000.

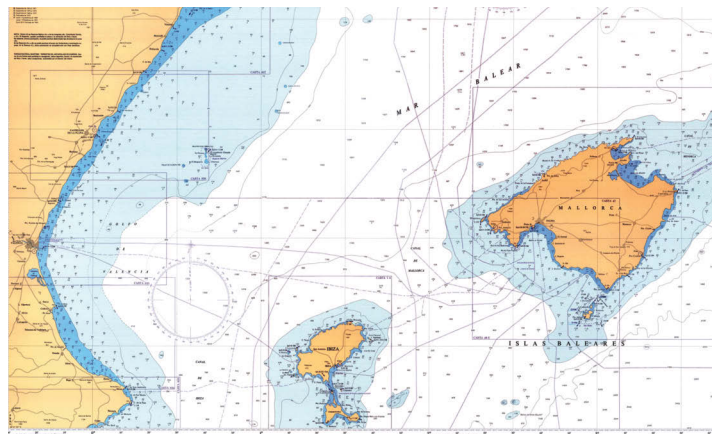


B) *Cartas marinas*: producidas por el Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM), responsable de la cartografía náutica.

Las cartas marinas contienen la información náutica necesaria para facilitar y hacer más segura la navegación por mar. Muestran la profundidad del agua, la naturaleza del fondo, las características de la costa y los peligros destacables. Actualmente, las cartas están disponibles en papel y en formato digital (cartas electrónicas).

Las cartas de mayor interés, clasificadas según su propósito y escala, son:

- Cartas deportivas, a escala 1:10.000, destinadas a la navegación costera.
- Cartas de aproches, a escala 1:25.000.
- Portulanos o cartas de puertos, a escalas superiores a 1:25.000.
- Cartas de navegación costera, a escalas entre 1:50.000 y 1:200.000.
- Cartas de arrumbamiento, a escalas entre 1:200.000 y 1:300.000.



**Figura 2.4**  
Fragmento de carta náutica  
realizada por el IHM. Original  
a escala 1:425.000  
Fuente: IHM

C) *Mapas aeronáuticos*: producidos por el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF).

Entre las responsabilidades del CECAF se encuentra la elaboración de la cartografía de grandes escalas para ingeniería aeronáutica e infraestructura aeroportuaria de las bases, aeródromos y acuartelamientos del Ejército del Aire. Las cartas aeronáuticas representan el terreno y sus construcciones y contienen información de interés para la navegación. La principal obra cartográfica del CECAF es la carta visual, a escala 1:1.000.000.

### 2.3.3. Cartografía producida por organismos regionales o locales

Cada comunidad autónoma tiene las competencias cartográficas dentro de su territorio. En la Comunidad Valenciana, por ejemplo, el organismo que tiene esta competencia es el Institut Cartogràfic Valencià. Sus series cartográficas son las realizadas a escala 1:25.000, 1:10.000 y 1:5.000.

En los ámbitos provincial o municipal, cada Diputación o Ayuntamiento se encarga de generar la cartografía de su territorio, provincia o municipio.

La principal fuente de datos que utilizan estos organismos es el catastro, tanto en la cartografía de terreno rústico como en la del urbano. Las escalas que utilizan son: 1:5.000, 1:2.000, 1:1.000 y 1:500.

PARA SABER MÁS



### Precisión de un mapa o plano

La mínima medida apreciable por el ojo humano en una medición es de 0,25 mm, por lo que la máxima precisión que se puede obtener en la medición sobre un mapa topográfico dependerá de la escala utilizada, y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$\text{Precisión (en mm)} = 0,25 \cdot \text{Denominador de escala}$$

Ejemplos:

- Para un mapa con escala 1:250.000, la precisión es de  $0,25 \cdot 250.000 = 62.500 \text{ mm} = 62,5 \text{ m}$
- Para un mapa con escala 1:10.000, la precisión es de  $0,25 \cdot 10.000 = 2.500 \text{ mm} = 2,5 \text{ m}$
- Para un plano con escala 1:500, la precisión es de  $0,25 \cdot 500 = 125 \text{ mm} = 12,5 \text{ cm}$

### Actividad propuesta 2.1



La página web del Instituto Geográfico Nacional ([www.ign.es](http://www.ign.es)) es un portal con carácter divulgativo y orientativo que pone a disposición de los usuarios información y diferentes productos cartográficos descargables.

Consulta en Internet la página web del IGN y busca las de los otros organismos que elaboran recursos cartográficos y los ponen a disposición de los usuarios.

## 2.4. Orientación del plano o mapa

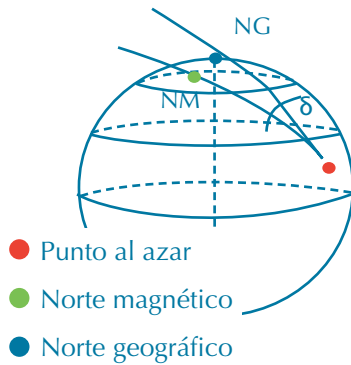
### 2.4.1. Norte geográfico y norte magnético

El símbolo de orientación es un elemento importante del mapa topográfico, por lo que se recomienda que se coloque en un lugar visible, indicando si se trata del *norte geográfico* o del *norte magnético*.

Los polos magnéticos se definen como los puntos en la superficie de la Tierra donde las líneas del campo magnético son perpendiculares a la superficie terrestre. En el hemisferio norte, las brújulas señalan el polo norte magnético, que actualmente se ubica sobre territorio canadiense, cerca de 1.800 km al sur del polo norte geográfico.



Figura 2.5



**Figura 2.6.** Declinación magnética

Orientar un mapa o plano es hacer coincidir sus direcciones con las homólogas en el terreno. Se puede hacer alineando los cantos verticales del mapa con la dirección de la aguja magnética de una brújula, de modo que el borde superior del plano coincida con el sentido norte, ya que salvo indicación en contra los planos y mapas tienen el norte en la parte superior.

El campo magnético de la Tierra está sujeto a variaciones en el tiempo, anuales e incluso diarias (también se producen inversiones magnéticas que consisten en un cambio diametral de la posición de los polos magnéticos), razón por la cual en la actualidad no se utiliza extensamente el norte magnético como referencia.

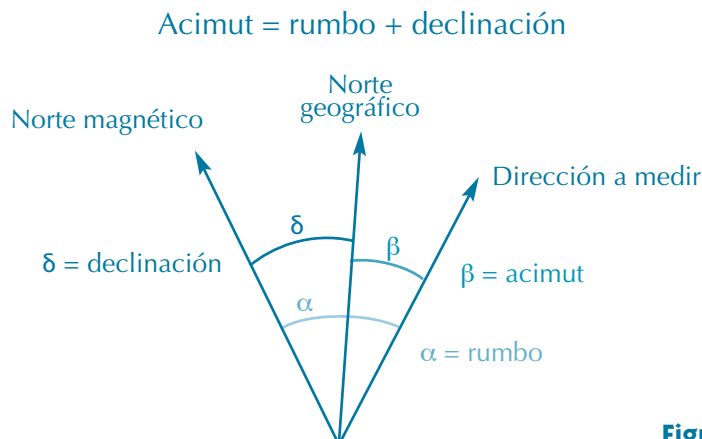
Los polos geográficos de la Tierra se definen como los puntos en su superficie que se cortan con el eje de rotación. El norte geográfico es usado con más frecuencia en la actualidad como referencia para medir ángulos, pues no presenta variaciones como las de los polos magnéticos. El polo norte geográfico también se denomina en los mapas polo norte verdadero.

### 2.4.2. Acimut, rumbo y declinación magnética

La *declinación magnética* en un punto de la Tierra es el ángulo comprendido entre la dirección hacia el norte magnético y la dirección hacia el norte verdadero (o norte geográfico). Por convención, la declinación se considera de valor positivo si el norte magnético se encuentra al este del norte verdadero, y negativa si se ubica al oeste.

- El *rumbo* es el ángulo formado entre una dirección cualquiera y el norte magnético, siempre medido en el sentido de las agujas del reloj.
- El *acimut* o *rumbo geográfico* es el ángulo formado por una dirección cualquiera y el norte geográfico.
- El *ángulo acimutal* es el ángulo formado por dos direcciones cualesquiera.

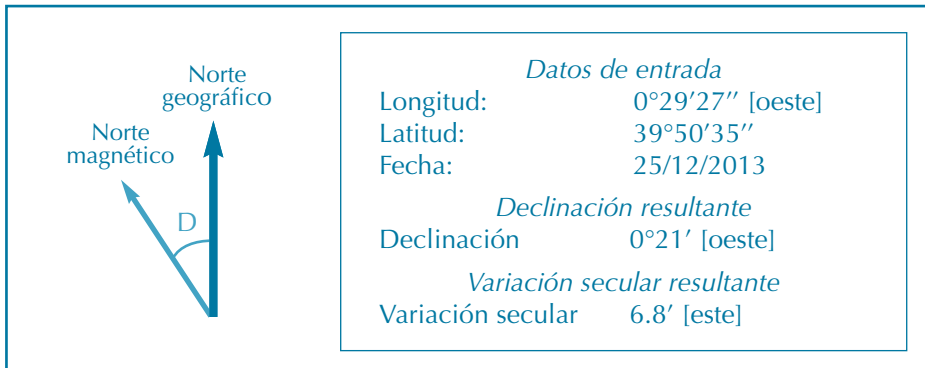
Como se ve en el esquema, la relación entre acimut, rumbo y declinación es la siguiente:



**Figura 2.7**

La declinación magnética varía con el tiempo. Su valor para una fecha determinada puede consultarse en los servicios *online* del IGN. En los mapas, se indica la variación anual de la declinación para que pueda calcularse.

Así, la declinación magnética en el I.E.S. Alto Palancia de Segorbe a fecha de 25 de diciembre de 2013, según la página web del IGN, es de  $0^{\circ} 21'$  oeste, es decir,  $-0^{\circ} 21'$ .



Esto indica que para convertir los ángulos medidos en la brújula (rumbos) en acimutes, se debe restar  $0^{\circ} 21'$  a cada valor.

**Actividad propuesta 2.2**



La lectura de la brújula hacia un punto es de  $25^{\circ}$ . Si la declinación magnética en ese lugar es de  $1^{\circ} 23'$  hacia el oeste, ¿cuál será el acimut?

**2.5. Símbolos cartográficos convencionales**

Para poder plasmar la máxima información posible y complementar la información métrica incluida en todo plano, en las representaciones topográficas se hace imprescindible el uso de símbolos, sobre todo en aquellas elaboradas a escalas pequeñas.

En los mapas o planos realizados por administraciones locales o regionales, se utilizan símbolos y colores preestablecidos y definidos. Sin embargo, en los planos elaborados por entidades privadas y organismos no oficiales hay bastante heterogeneidad en la simbología.

En cualquier caso, la descripción de todos los símbolos empleados debe aparecer en el mapa o plano, lo que constituye la *leyenda* del mismo.

Los símbolos a los que se recurre pueden ser puntuales (población, cota máxima), lineales (carretera, río, vía férrea) o zonales (pantano, área con vegetación, etc.).

Los principales símbolos o grafismos que se pueden encontrar en un mapa son los siguientes:

- Símbolos para asentamientos urbanos, jerarquizados en función de su importancia.
- Símbolos para la separación de las diversas divisiones administrativas (nación, región, provincia, etc.).

- Símbolos para infraestructuras importantes (aeropuertos, puertos, etc.).
- Símbolos para vías de comunicación, también jerarquizadas (vía férrea, carreteras, vías asfaltadas y caminos, sendas, etc.).
- Símbolos de corrientes naturales de agua (ríos, arroyos, torrentes, ramblas...) y corrientes artificiales (canales, acequias) o manantiales, pozos, fuentes, estanques, albercas, abrevaderos, salinas, etc.
- Símbolos para curvas de nivel y cotas máximas y mínimas.

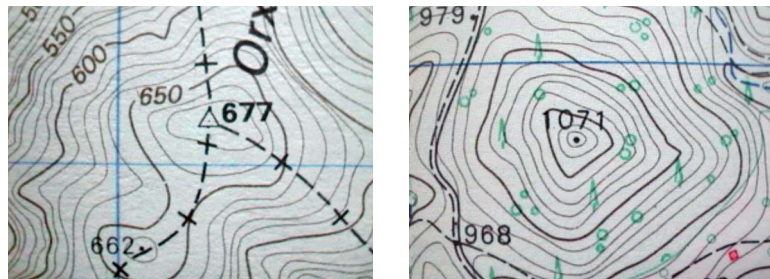
También suelen utilizarse grafismos para indicar otro tipo de información adicional de diferente naturaleza:

- Vértices geodésicos.
- Iglesias, ermitas, cementerios.
- Centrales y líneas eléctricas.
- Canteras y minas.
- Torres, castillos y faros.

Algunos ejemplos de colores utilizados convencionalmente son:

- *Negro*: detalles artificiales como caminos, edificios, linderos y toponímicos.
- *Azul*: hidrografía (ríos, pantanos, etc.).
- *Verde*: vegetación (montes, malezas, huertos, cultivos, etc.).
- *Rojo*: caminos importantes, divisiones administrativas y zonas urbanas o asentamientos con construcciones.
- *Marrón*: curvas de nivel.

**Figura 2.8**  
Símbolo de vértice geodésico (izda.) y de cumbre (dcha.)



<b>Carreteras</b>		
Autopista. Autovía.	AP-6	A-6
Nacional. Autonómica 1 <sup>er</sup> orden.	N-340	LR-111
Autonómica 2 <sup>o</sup> orden. 3 <sup>er</sup> orden y locales.	C-634	CR-326
En construcción. Pistas.		
Vial eje. Estación de servicio.		
Camino. Senda. Vía Verde.		
Vía pecuaria. Sendero de Gran Recorrido.		
<b>Ferrocarriles</b>		
Alta velocidad. Electrificado.		
Vía ancho normal: doble, sencilla.		
Vía estrecha: doble, sencilla.		
En construcción. Abandonado.		
Estación. Túnel.		
<b>Límites de divisiones administrativas</b>		
Nación. Comunidad Autónoma.	++++	+++++
Provincia. Municipio.	-+ -+ -+ -+	-+ -+ -+
Línea límite pendiente de acuerdo.	-----	-----
Parque Nacional. Parque Natural.	-----	-----
<b>Hidrografía</b>		
Curso de agua: permanente, intermitente.		
Canales, acequias: >5 m, 1-5 m, <1 m.		
Conducción subterránea. Drenaje.		
Ramblas o aluviones. Curva batimétrica.		
<b>Altimetría</b>		
Curvas de nivel. Intercaladas. Depresión.		
Desmonte. Terraplén. Vertedero, escombrera.		
<b>Signos especiales</b>		
Conducción de combustible: superf., subter.		
Teleférico. Cinta transportadora.		
Línea eléctrica: >100 kV y <100 kV.		
Acueducto. Sifón.		

**Figura 2.9**  
Signos convencionales utilizados por la serie MTN25  
Fuente: IGN