

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	11
Tema 1. CONCEPTO Y OBJETO DE LA CARTOGRAFÍA	
<i>Ramón Pellitero Ondicol</i>	13
1. La cartografía y el mapa	15
2. Objeto de la cartografía.....	15
2.1. Mapas para localizar(nos)	16
2.2. Mapas para describir.....	17
2.3. Mapas para medir.....	18
2.4. Mapas para comprender	18
2.5. Mapas para gestionar	18
3. Perspectivas de la cartografía en la era digital.....	19
Práctica	21
Autoevaluación	21
Referencias bibliográficas.....	22
Tema 2. HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA	
<i>María Luisa de Lázaro Torres</i>	23
1. Introducción general	25
2. Primeras representaciones cartográficas	26
3. La cartografía en Grecia y Roma.....	27
3.1. La cartografía en Grecia.....	28
3.2. La cartografía en Roma	30
4. Los mapas en la Edad Media.....	31
4.1. Mundo cristiano.....	32
4.2. Mundo musulmán	34
4.3. Portulanos	35
5. Los grandes descubrimientos geográficos en la Edad Moderna impulsan la cartografía.....	38
5.1. La escuela española.....	38
5.1.1. Primeros mapas con el nuevo continente	39
5.1.2. Casa de Contratación de las Indias.....	40
5.1.3. El Padrón Real	40
5.1.4. La preparación de la circunnavegación de Magallanes	42
5.1.5. Otros cartógrafos de la época.....	42
5.2. La escuela holandesa.....	43

5.3. La escuela inglesa	45
5.4. La escuela francesa	45
5.5. La escuela italiana	47
5.6. La escuela alemana	48
5.7. La escuela portuguesa	48
5.8. La especialización cartográfica del siglo XVIII	48
6. El auge de los mapas nacionales (siglo XIX) y los mapas internacionales posteriores	50
7. Los inicios de la cartografía oficial española	52
7.1. Instituciones creadas por el Estado español	52
7.2. Legislación destacada	53
7.3. Origen y evolución del Mapa Topográfico Nacional	54
7.4. Toponimia	55
7.5. Situación actual	56
Conclusiones	57
Práctica: comentario de un mapa histórico	57
1. Guía para el comentario de un mapa histórico	57
2. Ejemplos	59
2.1. Comentario de una tablilla babilónica	59
2.2. Mapamundi atribuido al cartógrafo italiano, Battista Agnese (hacia 1500-1564)	60
Autoevaluación	61
Anexo: recursos de cartografía histórica en línea	62
Referencias bibliográficas	62

Tema 3. FUNDAMENTOS DE GEODESIA Y PROYECCIONES

CARTOGRAFICAS

<i>Ramón Pellitero Ondicol</i>	65
1. Introducción general	67
2. Fundamentos de geodesia	67
2.1. La forma de la Tierra: el geoide y el elipsoide	68
2.2. Sistemas de coordenadas	69
2.3. El datum geodésico	72
2.4. El datum vertical	74
2.5. El sistema WGS-84	75
2.6. Un ejemplo: el datum ED50	76
3. Proyecciones	78
3.1. Tipos de proyecciones	80
3.2. La proyección UTM	85
Prácticas	87
Autoevaluación	87
Referencias bibliográficas	88

Tema 4. **LOS MAPAS TOPOGRÁFICOS Y LOS MAPAS TEMÁTICOS**

<i>Marta Gallardo Beltrán</i>	89
1. Introducción general	91
2. Características y contenido de los mapas	91
2.1. Tipos de información geográfica	92
2.2. Componentes básicos de un mapa.....	93
2.3. La escala.....	93
2.4. Generalización cartográfica: la unidad mínima cartografiable ...	95
3. Los símbolos: el lenguaje cartográfico	96
3.1. Tipos de símbolos: puntos, líneas y polígonos	96
3.1.1. Isopletas.....	100
3.1.2. Coropletas y mapas dasimétricos.....	101
3.2. Las propiedades de los símbolos	104
3.3. La leyenda	107
3.4. Las anotaciones.....	108
3.5 La retícula de coordenadas	109
4. El mapa topográfico	110
4.1. La representación del relieve: las curvas de nivel	111
4.2. La planimetría	112
4.3. La toponimia y líneas de división administrativa	113
4.4. Otros datos que nos ofrece el Mapa Topográfico Nacional	113
4.5. Producción de mapas topográficos	115
5. Los mapas temáticos	116
5.1. Su representación	117
5.2. Ejemplos de tipos de mapas temáticos	119
5.3. Los mapas que reflejan datos cuantitativos.....	121
6. Cartografía en 3D	123
7. Práctica	125
7.1. Análisis de un fragmento del Mapa Topográfico Nacional	125
7.2. Realización de un corte topográfico.....	126
Autoevaluación	128
Referencias bibliográficas.....	129
Recursos electrónicos.....	129

Tema 5. **LAS IMÁGENES DE LA TIERRA DESDE EL ESPACIO**

<i>Marta Gallardo Beltrán</i>	131
1. Introducción general	133
2. Fotogrametría y fotografías aéreas	133
3. Teledetección: características y técnicas.....	136
3.1. Espectro electromagnético y firma espectral.....	140
3.2. Análisis y tratamiento de imágenes.....	142
3.2.1. Interpretación visual	143
3.2.2. Interpretación y tratamiento digital: realces y correcciones .	146
3.2.3. Interpretación y tratamiento digital: transformaciones....	149

4. Satélites de observación terrestre	150
4.1. Plataformas de teledetección espacial	150
4.1.1. Programa Landsat	151
4.1.2. Programa Copernicus.....	152
4.1.3. Programa Modis	153
4.1.4. Programa SPOT.....	153
4.1.5. Programa IRS	153
4.1.6. Meteosat	154
4.1.7. Satélites comerciales.....	154
5. Radar y LiDAR.....	155
5.1. Radar.....	155
5.2. LiDAR.....	156
Ejemplo de un análisis de interpretación de una ortofotografía	157
Autoevaluación	159
Referencias bibliográficas.....	160
Recursos electrónicos.....	161

Tema 6. **APLICACIONES CARTOGRÁFICAS EN EL SIGLO XXI.**

LA CARTOGRAFÍA EN LÍNEA

<i>María Luisa de Lázaro Torres</i>	163
1. Introducción.....	165
2. Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).....	167
3. Otras fuentes de datos geolocalizados	172
3.1. Plataformas y aplicaciones que facilitan datos en la nube.....	172
3.2. Creación de datos propios empleando un Sistema Global de Posicionamiento por Satélite	173
3.3. Fuentes estadísticas: datos.....	174
3.4. Big data	175
4. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)	176
4.1. Recopilación y gestión de datos espaciales: modelos vectorial y ráster.....	178
4.1.1. Modelo vectorial	178
4.1.2. Modelo ráster.....	179
4.2. Análisis de datos.....	180
4.3. Generación de resultados y aplicaciones.....	181
5. Problemas de la representación cartográfica.....	181
5.1. La generalización cartográfica.....	181
5.2. El Problema de la Unidad de Área Modificable (PUAM).....	182
5.3. La calidad del dato.....	183
6. La cartografía oficial en España.....	184
6.1. Las aplicaciones de las Infraestructuras de Datos Espaciales de España (IDEE).....	184
6.1.1. SignA	184
6.1.2. Iberpix.....	185

6.1.3. CartoCiudad.....	185
6.2. Las Infraestructuras Espaciales de otros organismos oficiales y de las Comunidades Autónomas	185
6.3. La cartografía del Catastro en España.....	186
6.4. La cartografía del Registro de la Propiedad.....	190
7. El futuro de la cartografía al servicio del usuario.....	191
Prácticas.....	192
1. Mi primer mapa en Google My Maps	192
2. ¿Quieres conectarte a los datos de una IDE?.....	192
Autoevaluación	195
Referencias bibliográficas.....	196
Otros vídeos	197
Legislación.....	197
RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN	199
EPÍLOGO.....	201

Tema 1

Concepto y objeto de la cartografía

Ramón Pellitero Ondicol

La cartografía es el arte de confeccionar mapas. En ellos se representa la superficie terrestre, constituyendo así un lenguaje de comunicación más. En este capítulo se muestran las características básicas que definen a un mapa, sus usos más comunes y las tendencias recientes en cartografía.

1. LA CARTOGRAFÍA Y EL MAPA

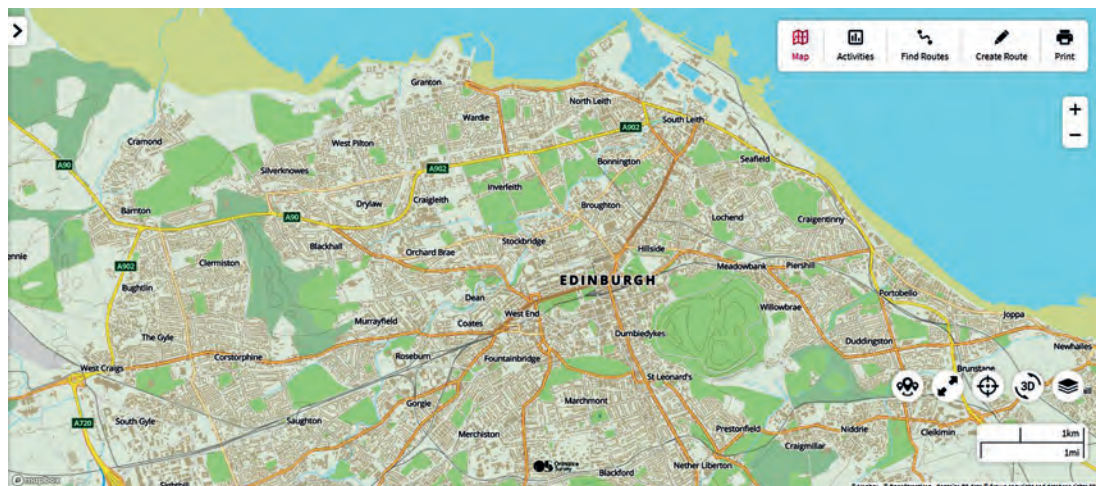
Podemos definir la **cartografía** como el arte, ciencia y técnica de confeccionar mapas. Como definición secundaria, una cartografía es también una colección de mapas sobre un tema o territorio. En todo caso, el elemento básico es el mapa. Un mapa es la expresión gráfica y geométrica de un territorio con una relación de similitud proporcionada, conocida como escala, que ofrece información simplificada de la localización de elementos en ese territorio, tales como su relieve, población, vegetación o vías de comunicación.

Tres son las características principales del mapa (Lorenzo, 2004):

- La **representación geométrica**, es decir, que guarda una relación de forma con la realidad a partir de un sistema de referencia y de una proyección.
- La **escala**, que indica una reducción constante del tamaño en el mapa con respecto a la realidad, lo cual nos permite, junto con la representación geométrica, medir distancias y elementos en el mapa.
- La **representación simplificada**. Un mapa necesariamente ha de proporcionar información incompleta del territorio, debido a la reducción de espacio con respecto a este. Ello conlleva una de las principales complicaciones del cartógrafo: elegir lo que se representa y lo que se obvia, de acuerdo con los objetivos iniciales y la escala de trabajo (figura 1.1).

2. OBJETO DE LA CARTOGRAFÍA

Conocer el territorio ha sido una necesidad de cualquier individuo o sociedad. El mapa permite transmitir este conocimiento de manera cabal y precisa, por lo que ha sido históricamente un instrumento privilegiado de poder para los Estados. Una buena cartografía es esencial para diseñar operaciones militares, trazar límites o proyectar infraestructuras, entre otros ejemplos. Además, el análisis de una serie de mapas de un mismo lugar permite conocer su evolución natural, las transformaciones antrópicas o los impactos de desastres naturales. Los mapas de un territorio contienen las claves para comprender su historia. Entre los objetivos de la cartografía, podemos destacar cinco principales (Joly, 1988).



Fuente: <https://explore.osmaps.com/>

Figura 1.1. Sección del mapa base del *Ordnance Survey* británico. Puede observarse que el mapa guarda la relación de forma y de escala con la realidad, simplificándola (por ejemplo, solamente se nombran los barrios, no las calles, ya que en esta escala espacial es imposible).

2.1. Mapas para localizar(nos)

El objetivo primordial de un mapa es conocer dónde se encuentran los elementos a representar: topografía, relieve, hidrografía, poblaciones, vías de comunicación, edificios o cualquier otro elemento. De esa particularidad puede extraerse gran cantidad de información secundaria como, por ejemplo, la relación entre distintos elementos (por ejemplo, lugares susceptibles de ser inundados por la crecida de un río), la forma o el tamaño de los mismos. Hoy en día utilizamos cotidianamente la cartografía digital en soporte móvil para encontrar la localización de personas, lugares o actividades que nos sean de interés. En este sentido, la cartografía digital ofrece un nuevo paradigma, ya que permite acumular información infinita de un determinado territorio mediante la geolocalización, sin necesidad de que esta esté presentada visualmente en el mapa. De esta manera se guardan todas las posibilidades cartográficas (localización, medición, descripción del elemento y su relación con otros) pero no es necesario llenar el mapa de símbolos que se obstruyan entre sí. Es posible consultar el dato preciso que se necesita.

Tradicionalmente, la aplicación más importante es la posibilidad de conocer nuestra situación con relación a los elementos del territorio que percibimos, y que están presentes en un mapa. Mediante el uso del mapa, identificando puntos de referencia en un territorio y en el mapa, y con la ayuda de una brújula, podemos conocer nuestra localización y saber hacia dónde dirigirnos para llegar a nuestro destino (figura 1.2). En el caso de los mapas de navegación, el uso de los mismos y de técnicas de posicionamiento permitió a los marinos alejarse de las

costas, definir rumbos y recorridos con mayor o menor precisión. Hoy en día la tecnología de localización por satélite (GPS, GLONASS, Galileo...) permite que cualquier persona con un teléfono móvil inteligente o cualquier otro dispositivo adecuado sepa en tiempo real y con una precisión métrica su situación exacta.



Fuente: Spagnolo, M. Mapping and monitoring the environment. Lecture presentation number 2.

Figura 1.2. Los mapas sirven para situarnos en nuestro entorno.

2.2. Mapas para describir

Un mapa es una abstracción de la realidad de un territorio que separa distintas cualidades del mismo y se centra solamente en la parte que se quiere destacar, obviando las demás. Una imagen aérea o de satélite permite una identificación natural de un territorio, pero existen elementos que pueden quedar ocultos, tales como arroyos o caminos, mientras que un mapa sí los puede representar, si ese es su objetivo. Mediante códigos, símbolos y colores, explicados en una leyenda, el mapa consigue que el lector se haga una idea del territorio.

En este sentido, la cartografía de base, el **mapa topográfico**, es normalmente el primer trabajo cartográfico general a realizar en un territorio (figura 1.3).

En él se representan los elementos más básicos e intuitivos para conocer un territorio, tales como el relieve, entendido como la superficie terrestre, la hidrografía, poblaciones y edificaciones, toponimia y vías de comunicación. Con ellos podemos hacernos una idea del territorio y localizar cualquier otro elemento en un contexto conocido. Una vez que este está cubierto por un mapa topográfico a una escala adecuada, generalmente 1:50 000 o superior (aunque en estados muy extensos la cartografía de referencia puede ser a escala 1:100 000), esta puede usarse como base para mapas temáticos, que se centren en un elemento particular (mapas geológicos, de vegetación, población, usos de suelo...) que, sin esta base topográfica, serían ilegibles, ya que carecen de elementos fácilmente reconocibles en la superficie.

2.3. Mapas para medir

Los mapas permiten hacer descripciones numéricas (extensión, longitud, ubicación, cota) a partir de un mapa topográfico sin necesidad de acudir al lugar a tomar mediciones, lo que flexibiliza y abarata la toma de decisiones tanto personales como colectivas.

2.4. Mapas para comprender

Los mapas son un instrumento de comprensión rápida de realidades de distribución geográfica, más intuitivos que, por ejemplo, las tablas de datos. En este sentido, actualmente los medios de comunicación utilizan los mapas para explicar la localización de dinámicas naturales y antrópicas, tales como el tiempo o el cambio climático, o geopolíticas, tales como las relaciones de poder de los países o los escenarios bélicos.

2.5. Mapas para gestionar

Los mapas permiten ubicar, describir y medir elementos. Esta posibilidad hace que los mapas sean indispensables en la gestión territorial. En una escala grande, el parcelario de cualquier territorio se describe mediante mapas catastrales, que permiten localizar las parcelas, medir su tamaño, describir sus particularidades y límites. Con ello es posible por ejemplo aplicar una fiscalidad progresiva relacionada con la superficie y el uso. En gestión urbanística los mapas permiten localizar todo tipo de infraestructuras urbanas (edificios, vías de comunicación, servidumbres, mobiliario urbano) y planificar los cambios futuros, anticipando los beneficios e impactos que dichos cambios repercutirán. En escalas menores la ordenación territorial se beneficia de conocer la distribución de población, actividades, servicios o elementos del medio natural, pudiendo distribuir los