

TEMA 1: CARTOGRAFÍA BÁSICA

Cartografía: (arte de trazar cartas gráficas). Ciencia que estudia la representación plana de la superficie de la Tierra, a través de las proyecciones.

Conjunto de estudios y operaciones científicas, artísticas y técnicas que a partir de los resultados del levantamiento original o del estudio.

Podemos definirla como arte y ciencia que apoyándose en la tecnología, se ocupa de la realización de mapas que presentan información de manera útil, hay que ceñirse a lo que en realidad se quiere representar.

Objetivos

Reunir y analizar datos y medidas de las diversas regiones de la Tierra y representarlas gráficamente de modo que todos los elementos sean claramente visibles.

La expresión gráfica o resultado de la concreción de ese objetivo es el MAPA, como instrumento a utilizar a fines diversos. Según el destino del mapa a de requerir una escala que relacione el tamaño de lo representado con el tamaño real y una proyección para aprox con la mayor fidelidad posible la representación de los rasgos de la superficie curva terrestre a un plano.

Forman parte de la cartografía: los avances científicos y técnicos y los recursos empleados en la confección de mapas; desde el conocimiento astronómico y matemático hasta el huso o las aplicaciones cromáticas de la impresión y los programas informáticos utilizados para el tratamiento espacial.

Como se trabaja en cartografía; comunicación

Realidad = entorno geográfico cartógrafo especialista en CAD/SIG (debe reconocer los componentes y elementos con CAD.

Reconocer, seleccionar, clasificar, simplificar, simbolizar y elaborar un mapa. El usuario debe leer, analizar e interpretar (tiene que tener unos conceptos mínimos) (que nos muestra la imagen mental de la realidad.

El globo terrestre

- Pitágoras fue el 1º en admitir que la Tierra podría ser esférica.
- Eratóstenes propuso los datos sobre las dimensiones de esta esfera. (hasta principios d siglo XVII no se mejorarían estos resultados)
- Newton dedujo que la forma de la Tierra no era redonda sino achatada por los polos y parecida a una elipse de revolución.

Elementos geográficos

- **Eje terrestre:** diámetro alrededor del cual se efectúa el movimiento de rotación.
- **Polos:** extremidades del diámetro
- **Plano ecuatorial:** plano que pasa por el centro de la Tierra y es ⊥ al eje.
- **Ecuador:** círculo máximo que divide a la Tierra en 2 hemisferios, el N o Boreal, que contiene al polo Norte y el S o Austral o meridional, conteniendo al polo Sur. Mide 40.000km.
- **Paralelo:** todo círculo menor que el ecuador determinado por la intersección de la superficie con otros planos paralelos al ecuatorial. Son decrecientes hacia los polos y se numeran a partir del ecuador

(0°) hacia el N y hacia el S, hasta que se confunden con los polos (90°).

Destacan por razones astronómicas relacionadas con la inclinación del eje terrestre el *trópico de Cáncer* (HN), el *trópico de Capricornio* (HS) (23°27') el *círculo polar Ártico* (HN) y el *círculo polar Antártico* (HS) (66°23').

- **Meridiano:** todo plano que contiene al eje y corta la Tierra según un círculo.
- **Círculos meridianos:** círculos máximos que van de polo a polo.
- **Líneas de longitud:** a cada círculo meridiano le corresponde un nº de identificación a partir del meridiano de origen (meridiano 0°). Las demás líneas se identifican numerándolas hacia el E y O (W) desde el 0° hasta los 180°, que es la línea que completa el círculo máximo que pasa por el origen de longitud. Todos los meridianos miden 20.000km.
- **Latitud:** distancia que hay de un punto al ecuador, N S.
- **Longitud:** distancia de un punto al meridiano de referencia, EO.
- **Vertical de un punto:** trayectoria teórica de caída libre de un cuerpo puntual que parte del reposo y sin ser modificado cae sobre dicho punto.
- **Plano horizontal:** el normal a la vertical del punto
- **Plano vertical:** plano que contiene la vertical del punto.
- **Meridiana:** intersección de un plano meridiano con un plano horizontal.
- **Puntos cardinales:** puntos situados en el infinito, corresponden con las direcciones N (S de la meridiana, E (W en relación con meridiano, son direcciones _I_. E (a la derecha, teniendo el N al frente, y W (a la izquierda.
- **Centro de la Tierra:** es el punto de simetría de la Tierra. Equidista de todos los puntos de su superficie la distancia de 6.340km.
- **Polos magnéticos:** puntos en los que las líneas de fuerza del campo magnético terrestre entran y salen de la Tierra.
- Polo Norte magnético: más cercano a la Estrella Polar, y por donde entran las líneas de fuerza del campo magnético terrestre.
- Polo Sur magnético: mas alejado de la Estrella Polar, y por donde salen las líneas de fuerza del campo magnético.
- ♦ **Polos geográficos:** puntos en los que el eje de rotación de la Tierra corta a la superficie terrestre
- P.N.G: más cercano al P.N.M
- P.S.G: más cercano al P.S.M.

♦ **Declinación:** ángulo que forman el P.N.M. y P.N.G.

Solo hay 2 días al año que el sol sale por el E y no por el O. equinoccios, el sol esta sobre el ecuador, los días y las noches son iguales (duran 12h).

1. Equinoccio de primavera (20–21 marzo)

2. Equinoccio de otoño (22–23 septiembre)

En los solsticios el sol se encuentra sobre los trópicos

1. Solsticio de verano: trópico de Cáncer, en el HN; día mas largo que la noche.

2. Solsticio de invierno: trópico de Capricornio, en el HS; día más corto que la noche.

Geoide y elipsoide

Del estudio de la forma de la Tierra se encarga la GEODESIA y su representación en mapas la CARTOGRAFÍA.

GEODIESIA: ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra en un contexto territorial amplio escala global mapas.

TOPOGRAFÍA: actúa en un marco territorial reducido escala local territorio mas reducido, puede despreciarse la falta de planeidad de la Tierra. No usa proyección confecciona planos, no mapas.

GEOIDE: superficie equipotencial de gravedad. Superficie libre de océanos superpuestos con sus aguas en calma y prolongada por debajo de los continentes. Esta superficie es en cada punto normal a la dirección de la gravedad.

La expresión matemática que lo define es muy compleja para utilizarla en cartografía como superficie de referencia, por ello y para simplificar el problema se utilizan otras figuras aproximadas; esfera y elipsoide.

ELIPSOIDE: se adapta mejor a la superficie que el geoide. En España se usa el elipsoide de Struve. La Asamblea Internacional de Geodesia y Geofísica usa elipsoide Hayford. Unión Astronómica Internacional usa el elipsoide WG-S-84 (1998)

Triangulación geodésica

Es el sistema que determina la distancia entre 2 puntos y sitúa uno respecto a otro en una superficie plana.

Se mide una distancia entre 2 puntos Línea base, y a partir de ella se va formando una cadena de triángulos por adición de nuevos puntos, y determinando sus ángulos hasta completar una malla del mapa, esta malla se apoya sobre los **vértices geodésicos**. Dichos vértices están referenciados con coordenadas geodésicas, representan el soporte imprescindible para el análisis del terreno. Están protegidos por la ley sobre señales geodésicas y geofísicas. La distancia se mide con un distanciómetro, los ángulos con un teodolito (en la malla).

RED GEODÉSICA: macro estructura formada por cadenas de triángulos que cubre un amplio territorio. La red geodésica española esta formada por:

- a. Red de 1º orden; con unos 650 vértices y triángulos de 50km de lado.
- b. Red de 2º orden; 2.000 vértices y triángulos de 25km de lado.
- c. Red de 3º orden; 10.000 vértices y triángulos de 10–12km de lado.

La red de 3º orden se apoya sobre la de 2º orden, y esta a su vez en la de 1º orden.

Presenta red planimétrica, describiendo coordenadas x e y . red altimétrica donde 'h' o cota es z .

Reseña geodésica: ficha que contiene toda la información del punto; sus coordenadas. Te da información; municipio, a que red pertenece, nombre del vértice, como acceder al punto. También nos indica los vértices que de él se ven. Gráficamente se dibuja con un que depende del color en función de la orden de red.

El plano de referencia es el nivel medio del mar en Alicante. A partir de ese punto se extiende un sistema de redes de nivelación de precisión alta, que permite dar cota a todos los puntos del terreno. La red de nivelación consta de 40.000 clavos. Para realizar las nivelaciones de utilizan los niveles que permiten apreciar la diferencia de altura entre 2 puntos. Otra forma es por medio del teodolito,

calculando el triángulo formado en el plano vertical.

TEMA 2: EL MAPA

Proyección: modelo matemático que transforma la localización de elementos en la superficie terrestre a localizaciones de una superficie plana. Se usa para reproducir sobre la superficie plana la red de meridianos y paralelos. Cada punto de la superficie terrestre con coordenadas geográficas se transforma en un punto del mapa con coordenadas planas.

Problema el elipsoide no es una superficie desarrollable, por lo que no es posible aplanarla totalmente. Todas las deformaciones causan deformaciones geométricas que afectan a la calidad del mapa.

Clasificación:

Según características geométricas que conservan:

1. Proyecciones conformes: conservan los ángulos (rombos trazados en el mapa coinciden con los reales).
2. Proyecciones equivalentes: conservan superficie pero no la forma
3. Proyecciones equidistantes: conservan distancia solo en algunas direcciones.

Según punto de tangencia:

1. P. polar: punto tangencial en el polo
2. P. ecuatorial: punto tangencial en el ecuador
3. P. zenital: punto tangencial en cualquier punto sin ser polo o ecuador.

Según punto desde el que se hace la proyección

1. P. gnomónica: punto de proyección coincide con el centro de la Tierra.
2. P. estereográfica: proyección desde un punto opuesto al plano de tangencia.
3. P. escenográfica: proyección desde un puesto situado fuera de la superficie terrestre pero finita.
4. P. ortográfica: el punto está alejado infinitamente.

El punto menos deformado es el que coincide con el plano, punto de tangencia. Si aumenta el número de tangencia se establecen superficies desarrollables.

Según superficies desarrollables; según la posición del eje respecto al terrestre:

1. P. cilíndrica directa: los 2 ejes coinciden (tierra y cilindro) y la línea de tangencia es el ecuador (tangente a lo largo del ecuador).
2. P. cilíndrica transversal: ejes $\perp$ y la línea de tangencia es un meridiano.
3. P. cónica directa: los ejes coinciden y la línea de tangencia es un paralelo (tangente a lo largo de un

paralelo).

Proyección transversa de Mercator

Caso especial de las proyecciones cilíndricas; el cilindro es tangente a un meridiano o ligeramente secante a la superficie terrestre según 2 círculos en planos próximos y paralelos al del meridiano.

La cobertura mundial se hace proyectando husos sucesivos de igual valor angular, esto se hace para evitar deformaciones. El meridiano central de cada huso es AUTOMECÓICO. Conserva sus dimensiones a escala y en la zona próxima al mismo prácticamente no existen deformaciones.

Representa el único sistema de proyecciones en el que todas las loxodrómicas son líneas rectas, líneas que tiene el mismo rumbo en toda su longitud, es decir, corta a todos los meridianos según el mismo origen

En columnas se mide el perímetro terrestre en husos de 6° , por tanto hay 60 husos que se enumeran hacia el E partiendo del O desde el antimeridiano de Greenwich (360°).

En filas toma trozos separados 8° y se llega hasta el paralelo $80N-80S$. No podemos proyectar con esta proyección nada que esté fuera de los 80° , así los polos no quedan proyectados. Se codifican por letras y cada cuadrilátero formado se denomina zona. Para las zonas polares se usa la UPE (Universal Polar Estereografía).

Dentro de cada huso se establece un sistema de coordenadas de referencia (evitar números negativos).

Cuando se trabaja en una zona con dos husos se refieren todas las unidades a un huso.

En el centro del huso donde cruza con el ecuador se coloca 500.000 eje X, disminuye hacia la izquierda y aumenta hacia la derecha. Para el eje Y parte de 0 hacia el N y de 107 hacia el S (es como si continuara dando la vuelta).

Coordenadas geográficas (otro tipo de coordenadas)

Sistema de meridianos y paralelos que aunque son infinitos se han tomado espacios o intervalos de un grado sexagesimal para determinar la red fundamental.

Latitud: longitud del arco de meridiano comprendido entre dos paralelos, el cual no es igual para todos los paralelos. Longitud de 1° de latitud en el polo es de 111,7km y en el ecuador es de 110,5km. El paralelo de referencia 0° es el ecuador y define la latitud N o S.

Longitud: ángulo del arco que forma un punto con el meridiano de referencia. La longitud de 1° de longitud en el ecuador es de 111,29km y en el polo es 0km. Se establece mirando hacia el N: el E a la derecha y el W a la izquierda. De esta forma toda la tierra está dividida en 24 husos horarios de 15° cada uno. La determinación de la longitud se basa en las mediciones de tiempo:

$360^\circ = 24$ horas, $1h = 15^\circ$, $1min = 15'$, $1seg = 15''$.

Proyección: se usa para reproducir sobre la superficie plana la red de meridianos y paralelos.

La escala

Razón de semejanza entre la superficie real (tamaño real) y la representada.

Relación de tamaños entre el tamaño al que se dibuja y el tamaño real.

Fracción cuyo numerador expresa el tamaño dibujado (reducido a 1) y el denominador el tamaño real, en las mismas unidades 1cm: 50.000cm

- ♦ Si el cociente es grande hablaremos de **gran escala** (1:1 realidad) pues mas se aproxima el tamaño dibujado al real. Mayor escala
- ♦ Si el cociente es pequeño hablaremos de **pequeña escala** pues el tamaño de lo dibujado es mucho menor que la realidad

Gran escala a partir de 1:5.000, abarca menor superficie pero es más detallado

Mediana escala: entre 1:100.000 y 1:5.000

Pequeña escala: menor de 1:100.000, mayor es el área que se representa, pero menor detalle.

Por su forma y representación puede ser:

a. gráfica: segmento cuyas dimensiones equivalen al valor real sobre el terreno. El talón es la unidad más pequeña con unidades en la mayoría de los casos, en su ausenta con metros.

b. numérica: expresada en forma de quebrado.

c. escrita: expresión escrita de la distancia en el mapa en relación con la distancia en el terreno (1cm igual a 10km).

Un mapa sin escala no es un mapa, es imprescindible, además de la unidad en que se toma. Controla lo que se dibuja en el mapa, número de elementos que cabe en una hoja concreta, el tamaño de lo que se dibuja.

Mapa topográfico, la tercera dimensión

Informa sobre los accidentes del terreno, además de indicar poblaciones, vías de comunicación, red hidrográfica, toponimia y situación geográfica, usos del suelo

Altitud: altura de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.

Cota: cifra que representa en unidades de longitud la altitud de un punto en relación con la superficie de referencia.

La **orografía** se representa por medio de curvas de nivel que son líneas que unen puntos de igual cota. Las **curvas de nivel** pueden referirse al relieve terrestre (altimetría) o al existente bajo el nivel del mar (batimetría, son de color azul).

Equidistancia: diferencia de altitud entre dos curvas de nivel consecutivas, es constante en un mismo mapa, en la batimetría no son constantes. Depende de la escala del mapa, de la importancia del relieve y de la precisión del levantamiento. A medida que aumenta la escala disminuye la equidistancia.

Cada 5 curvas se traza una curva más gruesa, llamándose **curva maestra o directora**, vienen acompañadas del valor de la cota.

El levantamiento altimétrico se hace cortando a la montaña con planos " al corte y II entre sí, las líneas que surgen son las curvas de nivel representadas.

En batimetría se hace con un barco que sigue el mismo perfil y se hacen varios " a la costa, no se puede interpolar. La profundidad se toma con un ecosonda.

Con las curvas de nivel se puede interpretar la orografía, dependiendo si están más separadas (valle-depresión) y mas juntas (montículo) mayor pendiente. El río va en dirección contraria a la V formada por las curvas.

Perfil topográfico: sección vertical que se hace en el terreno en una dirección determinada. Permite conocer la forma del terreno en la vertical.

Hay que considerar la distancia horizontal y distancia vertical.

- ♦ Si la escala a emplear para ambas distancias es la misma que la del plano: **perfil normal**.
- ♦ Siendo iguales la escala vertical y horizontal, pero mayores que las del plano: **perfil natural ampliado**.
- ♦ Si las escalas son menores que las del plano: **perfil natural o normal reducido**.
- ♦ Escala vertical distinta de la horizontal: **perfil deformado**.
 - ◊ Escala vertical mayor que la horizontal: **perfil realzado**.
 - ◊ Escala vertical menor que la horizontal: **perfil rebajado**.

Por interpolación se puede obtener el valor de la cota de un punto situado entre dos curvas de nivel. (Prácticas)

Propiedades de las curvas de nivel:

1. Una curva de nivel es una línea cerrada
2. Dos curvas de nivel nunca pueden cruzarse entre sí, ni bifurcarse, sólo se pondrán en contacto cuando representen una pared casi vertical.
3. Cuanto más abrupto es el terreno más juntas están, y cuando estén mas separadas mas llano.

Distancia planimétrica: proyección horizontal de la distancia real. Cuanto mas desnivel exista mayor será la diferencia entre la distancia planimétrica y la real.

Pendiente: relación existente entre el desnivel que debemos superar y la distancia horizontal que recorremos. Esta relación se suele expresar en forma de % o en forma de ángulo.

Tipos de mapas

Mapas de gran escala

Se realizan a partir de levantamientos topográficos

1. Mapas de población (mapas turísticos, comerciales, publicitarios, metro)

No poseen gráfica, son gráficos. Sólo llevan estructura viaria y edificaciones, no altimetría. Sirven de base para planificación municipal y administrativa. Son poco precisos y a veces se exagera la anchura de las calles para incluir el nombre.

2. Mapas urbanos (callejeros)

Las escalas están comprendidas entre 1:10.000 y 1:1.000. Llevan asociada una cuadrícula que permite

ubicar las calles en el plano. No suelen llevar referencias altimétricas. Se construyen en proyección rectangular y no aparecen ni meridianos ni paralelos. Cuadrícula con numeración y alfabetización para poder localizar las calles.

3. mapas rurales y catastrales. Parcelarios

Representan estructura viaria y edificaciones generalmente diseminada (granjas) pero además indican información sobre distintos tipos de cultivo, sistema de regadío, grado de parcelación del suelo.

Los planos catastrales ofrecen información sobre la propiedad territorial para distribuir los impuestos y también para realizar distintas operaciones con el territorio (compra-venta, división de fincas, expropiaciones)

La escala varía desde 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 hasta 1:500 por zonas de alto grado de parcelación. El IGN era el encargado de realizar los planos catastrales de España. A partir de la ortofoto se identifican las parcelas, luego en el ayuntamiento se hace con el registro de propietarios. Con la ortofoto se digitaliza los polígonos, se introducen en el SIG y da la información de la extensión.

- planos para proyectos de ingeniería: proceden de levantamientos topográficos para determinados fines, que es lo que condiciona la precisión, escala y equidistancia entre curvas (para construir embalses, puentes, carreteras). Escalas en función del objetivo del proyecto; 1:1.000, 1:5.000, 1:200 y 1:100.
- Planos aislados de parcelas: se utilizan para proyectar construcciones de edificios, urbanizaciones, canteras, áreas de extracción. Escalas: 1:500 a 1:50, según dimensiones del área. Si tienen curvas de nivel tienen una equidistancia de entre 1 a 0.5 metros.

Mapas de escala pequeña

Atlas: conjunto de mapas geográficos y temáticos, metódicamente estructurados en función de un plan (objetivo). Puede referirse a un estado, región, provincia. Pueden prepararse en relación con una actividad concreta (históricos, meteorológicos, de la historia de España...)

- Mapas físicos: muestran un continente, océano, país o una amplia zona del mismo, describen los rasgos físicos (altimetría, hidrografía, comunicaciones). Con una escala a partir de 1:500.000, la equidistancia es de 200 metros, lo que dificulta la comprensión exacta de las características del terreno, dando una idea somera, sin muchos detalles. Para mejorar la visualización y comprensión de estos mapas se utilizan las tintas hipsométricas: se utilizan las gamas de verdes para zonas de baja altitud, siena o marrón para zonas de altitudes medianas y grises o violetas en zonas muy elevadas.
- Mapas políticos y administrativos: predomina la información de tipo administrativo y cualidades políticas de la zona representada (límites de provincias, mapas militares de la OTÁN). Muy utilizados con fines escolares.
- Mapas meteorológicos: ofrecen informaciones meteorológicas. Presentan sobre una base cartográfica signos y símbolos propios de la ciencia meteorológica. Las curvas de nivel son **isobaras:** líneas que unen puntos de igual presión atmosférica. Los mapas de isobaras representan la presencia de zonas de alta presión o **anticiclón (A)** y zonas de baja presión o **borrascas (B)**, ciclón o depresión. También aparece la escala de vientos (en nudos) y oleaje. Se ven en periódicos y televisión.
- Cartas náuticas: representan el relieve costero y las profundidades de las zonas cercanas a la costa. **Batimétricas:** líneas que unen puntos de igual profundidad. No tienen escala fija. Antiguamente se realizaban sondeos manuales (escandallos cuerdas con un peso, se lanzaban al mar para medir la profundidad), actualmente se realizan sondeos basados en la emisión de ecosondas, que reflejados en el fondo del mar son registrados de nuevo por el equipo emisor: sondímetro. Las edita el Instituto hidrogeográfico de la Marina.

- **Cartas aeronáuticas:** cartografía para aviones que surcan el espacio aéreo o indican zonas de aterrizaje o despegue de aviones. Se actualizan y modifican continuamente. Son mapas necesarios, muy variados y complejos: mapas de rutas aéreas donde reflejan las aerovías, los niveles del vuelo, los puntos de paso, las frecuencias de los emisores y las bases aéreas.

Mapas de escala media

1. Mapas temáticos: representan cualidades determinadas. Principalmente: mapa topográfico nacional, mapa geológico, de suelos, de cultivos y aprovechamientos, mapas de ocupación del suelo (CORINE Land Cover)

El programa Corine se inicia en 1985, surge de la CCE, para hacer una cartografía de toda Europa, para ver los usos del suelo. Hecho a partir de imágenes de satélite. Es un proyecto experimental para la recopilación de datos, la coordinación y la homogenización de la información sobre el estado del MA. y los recursos naturales de la comunidad. Se actualizó en el 2000.

Objetivo: captura de datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la cobertura uso del territorio (ocupación del suelo)

- ◆ Sistema geodésico de referencia: ED50, elipsoide de Hayford, datum postdam.
 - ◆ División en hojas: 40' x 20'
 - ◆ La información viene del satélite Landsat
 - ◆ Unidad mínima cartografiable: 25 hectáreas
 - ◆ Leyenda: cualquier elemento que aparece en la superficie terrestre hay que establecerlo en la leyenda
- Superficies artificiales (elementos hechos por el hombre)
 - Zonas agrícolas
 - Zonas forestales
 - Zonas húmedas: continentales, litorales e intermareales
 - Superficies de agua: aguas continentales y marinas

Imágenes de satélite

Dan una visión global y periódica de la superficie terrestre, permiten un mayor conocimiento de la Tierra, al detectar rasgos ocultos al ojo humano, que con otras técnicas pasarían desapercibidas.

Primeras aplicaciones fueron militares e investigación del espacio exterior. Posteriormente proyectos sobre recursos naturales y el MA.

Teledetección

Técnica de adquisición de datos sin contacto del instrumento con el objeto. Conlleva un conjunto de procedimientos destinados a transformar los registros recibidos desde el espacio en datos útiles, tratables por ordenador y representables en mapas geográficos y temáticos.

Aplicaciones predicciones meteorológicas, efectúa seguimientos de cosechas, estudios de vertidos y contaminantes al agua y a la atmósfera, descubrimiento de nuevos yacimientos minerales, etc.

Fotografía aérea

Fotogrametría: (superposición de dos fotografías) técnica que permite obtener las medidas fiables a partir de las fotografías, consiguiéndose información de carácter geomórfico de los objetos

fotografiados, por ejemplo el tamaño, la forma y la posición. Su finalidad es servir de instrumento en la producción de mapas, simplificando los trabajos de campo y control terrestre. En los últimos años se está utilizando para trabajos de arquitectura y arqueología.

Ortofotografía: tiene la precisión de un plano a escala y contiene la riqueza informativa que proporciona la fotografía aérea (también a partir del satélite). Se utiliza como cartografía básica para realizar el catastro Inmobiliario rústico. La escala de la orto es de 1:5.000., y en extensión resulta de dividir cada hoja del Mapa Topográfico Nacional en 11 columnas y 6 filas

TEMA 3: DISEÑO CARTOGRÁFICO

A tener en cuenta al diseñar un mapa:

Imaginación

Disposición geográfica; organizar los elementos de forma adecuada, tipos de símbolos, color, topografía.

Especificaciones detalladas; (círculo rojo, tamaño 12)

Símbolos:

- Cualitativos; elementos: color, forma, textura (área), orientación, ubicación
- Cuantitativos; como representar las variables; colores degradados, tamaños distintos.

Factores que controlan el diseño

- ◆ Objetivo del mapa tipo de mapa
- ◆ Audiencia (a quien va dirigido) fácil o complejo
- ◆ Realidad fiabilidad
- ◆ Generalización (que elementos hay que representar en el mapa, elegir los que quepan) fiabilidad
- ◆ Escala cantidad de elementos que puedo poner en el mapa
- ◆ Limitaciones técnicas equipo de los que dispongo, calidad
- ◆ Usos diurno/nocturno tamaños, colores
- ◆ Uso en movimiento/parado tamaños

Componentes del diseño gráfico de un mapa

- ◆ Claridad y legibilidad
- ◆ Contraste visual
- ◆ Equilibrio visual
- ◆ Jerarquía visual
- ◆ Color
- ◆ Patrones
- ◆ Textos

Elementos de un mapa

TÍTULO: describe la finalidad del mapa y por tanto debe estar en un lugar que destaque.

TAMAÑO: depende de la finalidad del mapa y de las limitaciones del dispositivo de salida del usuario y los elementos que quiero representar. Para la representación de diseños se establecen formatos de papel, los cuales deben ser siempre utilizados en trabajos oficiales.

ESCALA: la elección de la escala se debe hacer en función de las informaciones que el mapa debe contener. La escala correcta depende de la resolución del dato original y del detalle que el usuario desee tener del mapa. Debe estar localizada en un lugar que destaque, además debe haber escala gráfica.

LEYENDA: la leyenda es una tabla que relaciona atributos (no espaciales) con sus entidades (espaciales). Los atributos pueden ser indicados visualmente por colores, símbolos o sombreados, según como esté definida la leyenda.

LOCALIZACIÓN: un mapa es tanto más fiable cuando más está confrontado el objeto con el espacio que contiene. Debe tener un sistema de coordenadas que ubique el mapa. Normalmente se usa la red de coordenadas geográficas o terrestres, latitud y longitud.

ORIENTACIÓN: se debe indicar donde se encuentra el Norte del mapa.

EQUILIBRIO Y LAY-OUT: el equilibrio en un diseño visual, de un mapa viene dado por la posición de los componentes mostrados de una manera lógica, de modo que se llame la atención en lo que se quiera enfocar. En un diseño bien balanceado nada es muy claro o muy oscuro, corto o largo, pequeño o grande.

El lay-out es el proceso de llegar al equilibrio adecuado. Deben hacerse tantos como el usuario crea conveniente.

CONTRASTE DE LAS TRAMAS: se utilizan distintas tramas para la representación de distintas regiones en el mapa. Las tramas pueden estar compuestas por líneas o puntos o combinaciones de ambas. Para la representación de áreas irregulares se utilizan tramas de líneas y no varían mucho en el espacio y dirección.

COLOR: variable visual mas importante, fuerte, fácilmente perceptible e intensamente selectiva, es también el más delicado para ser manipulado y el mas difícil de utilizar. Sirve para destacar algunos elementos, depende del énfasis que queramos darle. Hay colores más perceptibles que otros; destacan rojo verde amarillo azul púrpura. Pero hay colores ya determinados para algunos elementos del mapa según un convenio.

CLARIDAD Y LEGIBILIDAD: es la claridad de un mapa, en donde la información buscada puede ser fácilmente encontrada, diferenciada de otras y memorizada sin esfuerzo, una buena legibilidad puede ser obtenida por la elección apropiada de líneas, formas, colores y por sus delineados precisos y correctos.

Líneas claras finas y uniformes,

Colores tramas y sombreados deben ser fácilmente distinguibles y correctamente registrados. Las formas de los símbolos utilizados no deben ser confusas.

Se debe intentar separar las manchas y símbolos significativos del tema tratado, de aquellos del mapa base, evitando que una alta densidad gráfica torne la lectura confusa y complicada.

Elementos que tiene q haber en el mapa: autor, fecha, título, escala, Norte, leyenda, cuadrícula (coordenadas), proyección, equidistancia de las curvas de nivel, elementos de texto, meta datos

TEMA 4: LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Definiciones

CEBRIAN (1988) una base de datos computerizada que contiene información espacial, es decir coordenadas espaciales.

GOODCHIND (1985) un sistema informático que utiliza una base de datos espaciales para generar respuestas ante cuestiones de naturaleza geográfica.

ARONOFF (1989) conjunto de procedimientos manuales o computerizados usado para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente.

BURRONGE (1986) potente conjunto de herramientas para recolectar (integrar), almacenar, recuperar a voluntad transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real.

NICGA (1990) sistema de hardware y software y procedimientos, diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión.

STAR Y HECES (1990) sistema de información diseñado para trabajar con datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas.

Resumiendo: técnica que permite el tratamiento de la información geográfica de forma eficiente, permitiendo su combinación para obtener información derivada.

Un SIG no es una base de datos

De estas definiciones podríamos interpretar erróneamente que un SIG es igual a una base de datos. Un SIG es una herramienta que permite gestionar una base de datos y hacer análisis espacial con ellos.

Diferencia entre SIG y CAD

Un SIG no es un programa de CAD ni tampoco una base de datos. CAD no posee una base de datos. El AUTOCAD es un programa básico para generar figuras.

Un SIG contiene base de datos espaciales y nos permite trabajar con una cartografía y modificarla. La información contenida en la base son datos siempre georreferenciados

Una ventaja que tiene es que descompone la realidad en distintos niveles, permitiendo relacionarlos entre si y proporcionando gran capacidad de análisis al sistema.

Otra diferencia es el modo en que se trata la información; puede analizar, capturar, modelizar y representar los datos en un mapa y eso no lo hace una base de datos.

Los SIG sirven para los siguientes temas, geología, zonas de riesgo, usos del suelo, análisis de ruidos, lechos de inundación, suelos, vegetación, hidrología superficial, grado de erosión, puntos de medición.

Integración de datos

Se hace desde mapas geológicos, departamentos de transportes, oficinas de censo, impuestos y recaudación, industria turística, compañías de utilidades, negocios, educación, gobierno, ayuntamientos, agencias de medio ambiente, catastro y empresas cartográficas.

Fuentes de información de un SIG: datos de satélite, fotografías tanto aéreas como normales, datos de archivos, videos, datos en formato digital, documentación escrita, información tomada en el campo

Componentes de un SIG

- ◆ **Gente:** necesidades que surgen de dar respuesta al estudiar una determinada zona.
- ◆ **Usuario:** principal componente. Deben realizar las tareas y procedimientos que el SIG debe realizar. Para quien está pensado un SIG no todos necesita el mismo SIG.
- ◆ **Datos:** disponibilidad y precisión de los datos, afecta a los resultados de los análisis. Los datos son el elemento más importante; si éstos son malos, los resultados son erróneos.
- ◆ **Hardware:** equipo informático que contenga unos determinados programas y herramientas que den vida a un SIG. Sus capacidades afectan a la velocidad de procesamiento, facilidad del uso del sistema y la calidad y tipos de salidas de los resultados.
- ◆ **Procesos:** manipulan los datos. Los análisis de un SIG requieren una perfecta definición y consistencia del método y procedimientos a utilizar para obtener los resultados correctos.
- ◆ **Software:** específicos para cada SIG, incluye no solo el software SIG, si no también otros programas accesorios que podamos utilizar. Bases de datos, programas de estadística

◆ Capas de los SIG

Un SIG genera distintas capas (cada capa es un fichero), en cada capa trata un tema al trabajar con distintos niveles/capas, genera nuevos niveles de información. Los datos se organizan en estratos, capas o layers: la realidad se organiza en diferentes variables temáticas. Cada variable viene representada con una capa de la bases de datos, en la que los datos tienen los mismos componentes conceptuales. Cada capa es independiente.

TEMA 5. BASES DE DATOS.

BASE DE DATOS: colección de uno o más ficheros de datos, almacenados de una forma estructurada y que contiene información no redundante (no es excesiva ni inútil), de modo que las relaciones que existen entre los distintos ítems o conjuntos de datos pueden ser usados por el sistema de gestión (SGBD) para recuperar o manipular los mismos.

Elementos

- ◇ **Fichero:** conjunto de información homogénea referida a unos determinados elementos. Se trata como una unidad de almacenamiento. La información está estructurada para poder recuperar o consultar un determinado elemento. No redundante.
- ◇ **Entidad:** objeto o concepto sobre el que se almacena información.
- ◇ **Atributos:** distintos valores que puede tener una entidad.
- ◇ **Registros:** unidades que forman el archivo. Contiene información correspondiente a cada elemento individual (información perteneciente a una entidad o elemento particular).
- ◇ **Campo:** dato que forma parte del registro y representa una información unitaria independiente. (La información de cada atributo se almacena en diferentes campos).
- ◇ **Clave:** campo o conjunto de campos que permiten localizar rápidamente un registro y diferenciar registro entre sí.

SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS (SGBD)

DEFINICIÓN: Conjunto de programas que permiten manejarlas bases de datos.

FUNCIONES:

- ◆ Crear una base de datos.
- ◆ Definir su estructura.
- ◆ Modificar la estructura de datos.
- ◆ Añadir datos.
- ◆ Modificar datos existentes.
- ◆ Consultar los datos.
- ◆ Controlar el acceso a los datos, especialmente cuando se realiza de forma concurrente por varios usuarios y programas.
- ◆ Restringir el acceso a los datos a ciertos usuarios.
- ◆ Garantizar la integridad y seguridad de los datos almacenados.

Tipos de SGBD

Jerárquico: tiene forma de árbol (padre-hijo). Cada entidad sólo se puede relacionar con otra de nivel inferior o superior.

En red: cada entidad se puede relacionar con más de dos entidades. Más complejo.

Relacional (SGBDR): las entidades se reconocen por sus variables temáticas.

Son las más extendidas. La entidad básica de organización de datos es la tabla de estructura bidimensional, dispuesta en filas y en columnas. Para cada entidad se construye una tabla. Cada tabla de un usuario recibe un nombre. Columnas (campos o atributos); filas (registros).

Orientaciones a objetos: las entidades son como objetos y se relacionan geométricamente.

Conceptos relacionales

- ◆ Clave primaria: cada tabla representa un conjunto, no puede haber elementos duplicados (dos filas iguales). Puesto que toda la fila debe distinguirse de las demás, ha de ser posible identificar la de modo unívoco, y para ello debe utilizarse una clave. Los valores de la clave primaria serán irrepetibles y no nulos. La clave primaria es cualquier columna o combinaciones de ellas, que permitan la identificación unívoca de las filas de una tabla.
- ◆ Uniones relacionales (joins) clave externa: los datos de dos tablas, pueden utilizarse de modo combinado, para asociarlos, se incluyen en una de las tablas una columna o varias, cuyos valores se correspondan con los de la clave primaria de la otra tabla.
- ◆ Representación de las relaciones entre entidades: relaciones I:M o M:I, se representan mediante la asociación de la clave primaria (correspondiente a I) con la clave externa (correspondiente a M). Las relaciones MM, de acuerdo con una irrepetibilidad de la clave primaria previa del uso de una tabla intermedia para la relación.
- ◆ Diseño normalizado de un SGBDRelacionado: el uso de claves externas introduce una duplicación necesaria de datos. Un mal diseño de la estructura puede introducir duplicaciones innecesarias. Se dice que una BDR está en forma normalizada si no hay duplicación de datos que la debida de las claves.

Condiciones de normalización:

1. Los valores de una columna han de ser únicos.
2. Cualquier columna que no forme parte de la clave primaria ha de depender por completo de ésta. Caso donde la clave primaria es compuesta por varias columnas.
3. Toda columna que no forma parte de la clave primaria ha de tener una dependencia directa y no transitiva con ésta.

Operaciones relacionadas típicas

- ♦ **Selección:** extrae filas de una o varias tablas por condiciones de valores de sus columnas.
- ♦ **Proyección:** extrae columnas de una o varias tablas, generalmente en condiciones de igualdad entre los valores de una clave primaria y la correspondiente externa.

Ambas pueden usarse de modo combinado

- ♦ **Join:** fusión de dos o más tablas según un campo común (clave primaria y clave externa).

Lenguaje SQL: la base de datos relacionales se puede gestionar mediante un lenguaje independiente de los programas informáticos concretos, un lenguaje estructural para la consulta de la base de datos. SQL dispone de un conjunto de instrucciones que permite hacer todas las funciones de un SGBD. SQL es un estándar común a muchos sistemas y definido específicamente de ANSI.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Sencillo de usar.	Las relaciones nuevas requieren cierto tiempo para ser procesadas.
Flexibilidad para realizar búsquedas e interrogaciones, datos y registros.	El acceso secuencial es lento.
Facilidad para añadir o modificar relaciones, datos y registros.	Los métodos de almacenamiento y tipos de discos influyen en el tiempo de acceso.
Los archivos físicos de los datos se pueden combinar sin afectar a las relaciones entre registros.	Facilidad para cometer errores lógicos debido a la versatilidad para crear relaciones.

TEMA 6. ESTRUCTURACIÓN DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Los datos geográficos constan de 2 componentes:

- **Espacial:**
- Geometría: posición absoluta del objeto respecto a unos ejes de coordenadas (x, y).
- Topología: relaciones entre los objetos.
- **Temática:** variables ligadas a cada objeto (cualidades de los elementos que representamos).

Un SIG es capaz de representar digitalmente ambos (gráfica y tabla) y existen varias posibilidades para organizar esta doble base de datos (espacial y temática)

Modelos de representar la parte gráfica:

- ♦ **Ráster:** distretiza la realidad en unidades y le asigna el valor que estamos midiendo. El espacio geográfico real se subdivide en pequeñas unidades, cada una de las cuales tiene un valor temático distinto. Cada unidad se le llama píxel.
- ♦ **Vectorial:** representa esa variable en función de límite de la distribución espacial. Descripción de las fronteras de los elementos geográfico existentes en el mundo real. Tiene que llevar un valor asociado.

Atributos temáticos: datos de la base de datos temática.

Datos geográficos

COMPONENTE TEMÁTICA DEL DATO

Valor que toma una determinada variable observada en el espacio ocupado por la entidad gráfica. La identificación de ese valor se realiza como un proceso de medida de un hecho empírico permitiendo asignar símbolos numéricos o no a las distintas variables que adoptan una característica en una unidad de observación determinada.

Los hechos de la realidad son muy diferentes y no es posible medirlos todos con el mismo criterio. Por ello es necesario utilizar distintas escalas de medida, cada una de ellas caracterizada por el número de relaciones matemáticas que es posible establecer entre los valores que toma la variable que expresa la realidad para un fenómeno determinado.

Tipos de escalas de medidas

- **Escala nominal:** la única relación que se establece entre las variables de la característica estudiada es la de ser igual o no. Sobre una característica observada en dos objetos espaciales lo único que se puede afirmar es igual en los dos objetos o diferente.
- **Escala ordinal:** las relaciones que se pueden establecer entre las modalidades de medida son dos:
 - ◆ igualdad/desigualdad de las variables nominales
 - ◆ establecer si un valor es mayor que otro.
 - ◆ **Escala de intervalos:** es posible establecer hasta tres relaciones matemáticas:
 - ◇ igual/desigualdad
 - ◇ mayor/menor
 - ◇ capacidad e asignar valores numéricos a las distancias/diferencia entre dos valores de la variable.

Para ello es necesario establecer una variable empírica de medida y después poder contabilizar cuantas veces está contenida dicha unidades la distribución de los valores de la variable.

- ◇ **Escala de razón:** además de las 3 operaciones anteriores, se añade la posibilidad de que en una variable se determinen cuantas unidades de medida existen entre un valor y un punto cero u rigen absoluto de la variable. Nos interesa la frecuencia con que se repite.

Variables continuas y discretas

Continua: es aquellas cuyas modalidades pueden adoptar infinitos valores extraídos de una escala numérica ininterrumpida. (T^a , ruido)

Discreta: tiene modalidades que sólo adoptan alguno de los valores enteros posibles. (Población de una ciudad)

Variables fundamentales y derivadas

Fundamentales: son las observadas directamente o producidas mediante el empleo directo de algún instrumento de medida. (Precipitación, altitud).

Derivadas: se obtienen al relacionar, mediante alguna operación aritmética, dos o más variables fundamentales independientemente (Tasa de natalidad).

COMPONENTE ESPACIAL DEL DATO

Localización espacial de un fenómeno o característica de la realidad (dato vinculado a

la superficie terrestre).

Esta información espacial describe:

- la localización y forma de los elementos georreferenciados (localización absoluta o geometría)
- sus relaciones espaciales con otros elementos (topología o localización relativa).

Geometría

Forma que toma la componente gráfica del dato, definida por su localización en un sistema de coordenadas. La forma vendrá dada por la secuencia de pares de coordenadas que describen el objeto. Los objetos que definen la realidad, desde un punto de vista geométrico, utilizando un sistema de referencia absoluto pueden diferenciarse en cuanto a clases simples, puntos, líneas, polígonos y volúmenes.

Tipos de entidades según su geometría

- **Puntos:** elementos con una sola dimensión espacial y topología igual a cero. Queda definido con un par de coordenadas y carece de longitud y anchura.
- **Líneas:** entidad con dimensión espacial y topológica igual a 1. sobre un sistema de referencia absoluto, la línea se define como una cadena de pares de coordenadas. Topológicamente una línea puede representar:
 - ◊ líneas aisladas; las líneas no se cortan con otras líneas (curvas de nivel).
 - ◊ Elementos de estructura jerárquica; (redes fluviales).
 - ◊ Elementos de redes; (redes eléctricas).
- **polígonos:** entidades con dos dimensiones en el espacio y dos dimensiones topológicas. Queda definido por las distintas cadenas de pares de coordenadas que definen las entidades lineales que detallan el borde del polígono. Tiene 2 dimensiones topológicas definidas por su longitud y anchura. El dato polígono está asociado a áreas sobre un espacio definido. La entidad del polígono puede pertenecer a uno de estos tipos:
 - ◊ polígonos aislados; a los que el borde de cada polígono no está en contacto con ninguna parte de ningún otro polígono.
 - ◊ Polígono adyacente; en los que cada segmento del borde de un polígono es compartido por otro. (términos municipales)
 - ◊ Polígono envolventes; en los que uno o más polígonos engloban totalmente a otro/s polígono/s.
- **volúmenes:** implica tres dimensiones en el espacio y 3 dimensiones topográficas; las *dimensiones espaciales* se convierten en un trío de coordenadas que incluye una componente de referencia más: la altura (o profundidad, Tª, salinidad, densidad de poblaciones...); las *dimensiones topológicas* implica longitud, anchura y altura. Que un objeto de la realidad pueda ser abstraído como una u otra entidad está en función de la escala requerida.

Topología

Relaciones entre elementos cartográficos individuales. En un SIG la topografía

expresa, por ejemplo; las relaciones que existen entre arcos o líneas que forman un polígono y el área que encierran. Permanecen invariables ante cambios morfológicos, de escala o proyección.

La creación de topología permite guardar los datos de forma más eficiente, permitiendo mayor rapidez en el procesado de datos. Permite la aplicación de determinadas funciones de análisis; medir superficies, modelizar el flujo a través de las líneas conectadas de una red, combinar polígonos contiguos con características similares y superponer elementos cartográficos.

Las relaciones topológicas las establece el sistema de forma automática y pueden ser de distintos tipos:

- ◇ **Relaciones de conectividad:** cuando existe una conexión directa entre dos o más objetos.
- ◇ **Relaciones de inclusión:** cuando hay un objeto dentro de otro sin ser parte de éste.
- ◇ **Relaciones de contigüidad:** dos polígonos que comparten un arco o línea que los limita, son adyacentes.
- ◇ **Relaciones proximidad:** cálculo analítico de la proximidad entre los objetos de un plano. Cuando un elemento queda a un radio de la distancia de otro que se toma como referencia.
- ◇ **Relaciones de coincidencia:** cuando la situación de los objetos cartográficos coinciden en todo o en parte.
- ◇ **Relaciones de superposición sin conexión:** se producen cuando se considera la 3ª dimensión de las entidades geográficas, por lo que los objetos coinciden en el plano, pero no existe conexión por estar a distinto nivel.
- ◇ **Relaciones de influencia:** determinan las prioridades de presentación de la información relativa a los objetos.

Modelo de datos

DEFINICIONES:

1. Conjunto de conceptos necesarios para llevar a cabo una representación del mundo real de acuerdo a unos requisitos arbitrarios.
2. Un modelo de datos intenta solucionar el problema de cómo representar la realidad de forma adecuada y eficiente. Las estructuras de datos difieren en la forma de codificar y almacenar la información aún dentro del mismo esquema conceptual.
3. Método formal de adecuación de los datos almacenados dirigido a recrear las condiciones de los elementos del mundo real a que hacen referencia los mismos. Un modelo de datos debe integrar reglas que regulen el tipo de datos, las relaciones y las operaciones entre éstos.
4. Conjunto de directrices para la representación de una organización lógica de los datos en una base de datos. Consiste en unidades lógicas de datos interrelacionados entre sí.

Existen 2 tipos básico de modelos de datos espaciales.

Modelo ráster modelo de datos en el que la realidad se representa mediante teselas

(celdilla) elementos llamados píxel que forman un mosaico regular. Cada píxel tiene un valor que representa la variable que esté representando (altitud, reflectancia,); las celdillas pueden ser cuadradas (las más utilizados) pero también hay triangulares hexagonales, etc. Todos los elementos quedan representados por el valor del píxel.

Modelo vectorial modelos de datos en el que la realidad se representa mediante vectores o estructuras vectoriales. Los electos geográficos se representan por series de coordenadas (x, y) o (x, y, z) . Los elementos básicos son los puntos (codificados con vectores) y líneas (codificadas con una serie de puntos) organizadas en cadenas de arco so polígonos. Se trata de un modelo de datos basado en objetos (geométricos) frente a modelo ráster, basado en localizaciones.

Tipo de modelos vectoriales:

Modelos espagueti: modelo vectorial de datos más simple. Consiste en que cada entidad (puntos, líneas) se guarda en el sistema y queda definido como cadena de coordenadas x, y . Aunque todas las entidades están definidas espacialmente, no se hace ninguna referencia a sus relaciones topológicas, por lo que se convierte en un modelos ineficaz para el análisis espacial. Además muchos datos están duplicados o incluso triplicados, tonel riesgo de que el mismo punto sea registrado de forma distinta en cada segmento recto al que pertenezca.

Diccionario de vértices: se registra una sola vez las coordenadas de cada vértice que existe en la cartografía original, cada uno de los cuales ha sido identificado con el nombre o etiqueta. Además se crea un diccionario de vértices. De esta manera, la información de las coordenadas no está duplicada y no existe el problema de registrar de modo distinto las coordenadas de un mismo vértice. No obstante, la topología de los objetos geográficos, no se conoce de modo suficiente.

El modelo vectorial: los objetos puntuales (dimensión 0) se representan mediante las coordenadas (x, y) . Los objetos lineales (dimensión 1) se aproximan mediante el trazado de segmentos lineales que se cruzan en vértices se representan mediante coordenadas (x, y) de esos vértices.

Los polígonos (dimensión 2) se codifican aproximando sus fronteras mediante segmentos lineales que se cortan igualmente en vértices.

Sobre el modelo vectorial general, se puede formular varias estructuras de datos, que son distintas representaciones del mismo modelo de dato, expresadas en términos de diagramas, listas de valores, etc., elaboradas para registrar la información en le código del ordenador. Las más importantes son: lista de coordenadas, diccionario de vértices organización DIME y estructura arco/nodo.

Modelo topológico: guarda las relaciones espaciales entre entidades, grabando explícitamente información sobre la adyacencia de registros. Un segmento de línea comienza o acaba en la intersección son otra línea o en un vértice de la línea (cuando el segmento cambia de dirección). Cada segmento lineal individual se graba mediante las coordenadas de sus 2 puntos extremos. También se guarda el identificador de los polígonos situados a cada lado de la línea.

Modelo de ficheros DIME: es uno de los primeros ejemplos de representación vectorial en el que se recoge la topología completa. Su utilidad principal es la de

representar polígonos. Se crea una lista de vértices con nombres y coordenadas (x, y) de cada uno. Por otra parte, los objetos lineales se codifican indicando en qué vértice empieza y en qué vértice termina cada uno de ellos. Los segmentos rectos que delimitan polígonos (los más problemáticos de registrar de modo adecuado) se codifican indicando su nombre (el del segmento recto), el vértice en el que se inicia, el vértice en el que termina (es decir, se conoce el sentido de cada segmento lineal del límite), el polígono que tiene a la izquierda y el polígono que tiene a la derecha. En la figura los vértices con nº romanos y los segmentos con nº en *itálica*.

Modelo u organización Arco – Nodo: en el momento base ya no es el segmento recto sino un arco formado por una sucesión de segmentos recto que tienen la misma topología. Otro elemento fundamental es el nodo, cada uno de los vértices en que se cruzan tres o más arcos o que es el punto terminal de una línea o arco. Por lo tanto los polígonos se codifican indicando los arcos que los rodean, a su vez los arcos se registran indicando el nodo de salida, el nodo de llegada, el polígono a la izquierda y el polígono a la derecha. Finalmente se recogen las coordenadas de los puntos, tanto nodos como vértices normales. Para facilitar la búsqueda de los polígonos, la información de los arcos se organiza de modo que todos los que forman un polígono estén contiguos en el fichero informático. Esta organización arco-nodo se ha convertido en la más característica del mercado para los sistemas vectoriales, y es utilizada en diversos SIG.

Tipos de modelos ráster:

Enumeración exhaustiva: el valor de cada una de las unidades de la rejilla se registra individualmente, lo que supone una gran abundancia de información que es, en muchos casos, reiterativa, porque el mismo valor numérico aparece en muchos píxeles, en especial en trozos contiguos de mapa: paso de autocorrelación espacial de los fenómenos georreferenciados.

Codificación run-length: consiste en recoger para cada fila el valor temático que existe y las columnas entre las cuales se produce. Si existen varios valores en una fila, primero se indica el que aparece en 1º lugar, desde que columna empieza y hasta que columna llega; después el 2º valor y las columnas donde empieza y donde termina, etc. Otras versiones solo registran el valor numérico e la columna hasta que llega, el inicio está sobreentendido. Una tercera posibilidad del mismo planteamiento es registrar el número de columnas que ocupa el valor numérico representado. El resultado suele ser, en todas la variedades, una economía importante de espacio almacenado. Se puede comprobar cómo en la organización ráster el origen de las coordenadas se establece (0,0) está es la parte superior izquierda del mapa.

Relación de la componente espacial y la temática

Modelo vectorial: establecimiento de un identificador para cada elemento geopráctico compresentado que aparece en las dos bases de datos; la espacial y la temática (el identificador se refiere a cada objeto temático).

Modelo ráster: la relación puede ser muy variable, a veces el indetificador coincide con un valor temático concreto que aparece en ese punto de la realidad, otras veces se refiere a un objeto/elemento geográfico que puede estar dotado de numerosas variables contenidas en otras bases de datos.

Comparación del modelo ráster y modelo vectorial

La representación vectorial es más intuitiva, por estar más cerca de los conceptos típicos de la cartografía tridimensional, resulta más adecuada para la realización de salidas gráficas en forma de mapa.

El volumen requerido para su almacenamiento la hacen bastante compacta.

Exhaustiva, ya que recoge las relaciones topográficas de manera detallada y de forma explícita. Algunas operaciones de análisis son rápidas de realizar y se hacen de forma sencilla, sobre todo si se usa el modelo Arco- nodo.

Pero estas ventajas se consiguen a partir de una organización muy compleja, en cálculos largos y difíciles, para actualizar las bases de datos; cualquier cambio determina los procesos de modificación de muchos elementos.

Presenta una organización muy simple de la información que facilita la velocidad de determinados análisis (superposición).

El inconveniente más importante es el gran volumen de almacenamiento que requiere, sobre todo si se necesita mayor precisión; a mayor precisión menor tamaño de píxel y mayor espacio para el almacenamiento.

No reconoce explícitamente la existencia de elementos geográficos, por lo que si es necesario su empleo, este modelo no puede ser utilizado.

La calidad de salidas gráficas proporcionadas por este modelo es mucho mayor que la del modelo vectorial.

TEMA 7. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA

Funciones de un SIG

◊ **Funciones para entrada de información:** procedimientos que permiten convertir la información del formato análogo (mapas) al digital. Incluye:

- digitalización/escaneado
- procedimientos para la eliminación de errores, redundancias.

Previamente hay que buscar y clasificar la información más adecuada.

- **Funciones para salida/representación gráfica y cartográfica:** procedimientos para mostrar la información de la base de datos (bruta) y los resultados de las operaciones analíticas realizadas sobre ellos. Se obtiene; mapas, gráficos, talas,, en papel/pantalla.
- **Funciones de gestión de la información:** procedimientos de extracción/integración, reorganización de los elementos de la base de datos. Permiten trabajar sobre la base de datos.
- **Funciones analíticas:** elementos más característicos de un SIG. Facilitan el procesamiento de los datos de forma que se pueda obtener mayor información y mayor conocimiento del que inicialmente se dispone.

Etapas fundamentales en el tratamiento de la información geográfica en un

I. Captura de la información (mayor parte del presupuesto)

Procesos que permiten transformar la realidad geográfica en un formato digital. Dos tipos:

1. Métodos directos: proceden de observaciones directas de la realidad. En función de los medios de captura se distingue:

a. Dispositivos de entrada automática: métodos que capturan automáticamente y directamente las localizaciones de los objetos espaciales. Se puede distinguir entre:

- *estaciones topográficas:* permiten obtener localizaciones x, y, z con alta precisión.
- *altímetro:* son dispositivos de radar altamente precisos. Su uso está limitado al estudio de la topografía de la superficie marina oceanográfica, y al seguimiento de los hielos polares debido a los problemas de fuerte dispersión de la señal en zonas rugosas y a su resolución espacial reducida.
- *GPS:* sistema que permite una alta precisión en la localización de los elementos espaciales. Requiere de un receptor en Tierra y un sistema de satélites situado en órbitas determinadas y que permiten señales de radio de alta precisión.
- *teledetección:* técnica que permite obtener información de un objeto, área o fenómeno sin mantener contacto físico con ellos. El tipo de sensor utilizado condiciona el resultado obtenido. Los más utilizados son los fotográficos instalados en plataformas aéreas por ser los de menor coste, aunque también se utilizan mucho los instalados en plataformas espaciales. Información en formato ráster.
- otras técnicas: *ecosondas* (datos del fondo marino), *sonar de barrido lateral* y *sísmica de alta resolución* (datos del subsuelo).

b. Dispositivos no automáticos:

- incorporación de datos obtenidos a través de muestreos y control de determinados fenómenos.
- incorporación de información de prospecciones que tiene como objetivo conocer mejor una serie de características de un determinado lugar.
- incorporación de información proveniente de campañas de trabajo en el campo.

2. Métodos indirectos: capturan la información por medio de la utilización de fuentes secundarias lo que disminuye la precisión de la información integrada en el sistema, frente a los métodos directos. Son los métodos más frecuentes, ya que resulta más económico, y permite utilizar cartografía ya

existente. Existen varios métodos:

a. Digitalización sobre tablero: método más usado cuando la fuente de datos es un mapa, una fotografía aérea o imagen de satélite una vez interpretada. El resultado se obtiene en formato vectorial, es que ofrece una mejor calidad, aunque conlleva un alto coste de mano de obra y de tiempo.

b. Captura de datos mediante barreador óptico: el sistema más utilizado es el escáner, el cual detecta mediante sensores ópticos determinados niveles de gris o componentes de color, asociando en función de estos niveles, distintos valores a los elementos generados. El formato de almacenamiento es ráster aunque existen en el mercado dispositivos que generan directamente formato vectorial.

II. Edición, corrección y manipulación de datos

Procesos de manipulación de la información una vez capturada y almacenada en formato digital, con el fin de adecuarla a la estructura de la base de datos SIG, diseñada previamente.

El método de captura utilizado así como la precisión y exactitud de las fuentes de datos, condicionará la menor o mayor complejidad de los procesos de edición. Los procesos englobados en esta etapa se agrupan en 6 fases:

1. Conversión de formatos: el 1º paso en la edición será la conversión del formato obtenido en la captura, ya sea información ráster o vectorial, al formato requerido por el software SIG utilizado. Generalmente un software SIG, posee herramientas de conversión de los formatos generados por los sistemas de captura habituales.

2. Georreferenciación y transformación: en el diseño de la base de datos SIG, hay que determinar el sistema de referencia geográfica de la información espacial almacenada en dicha base de datos. En función de la complejidad de la base de datos SIG, en cuanto al número de niveles de información requeridos podemos encontrarnos con información georreferenciada en función de un sistema de proyección y elipsoides distinto, incluso información sin referencia geográfica. Como consecuencia de este problema, será necesario realizar procesos de transformación, con el fin de georreferenciar la totalidad de la información sobre el sistema de referencia elegido. Hay que tener en cuenta cuando hacemos la georreferenciación:

- sistema de proyección
- elipsoide de referencia
- unidades
- huso (si usamos coordenadas UTM)
- datum

3. Localización y corrección de errores en datos vectoriales: el objetivo de estos procedimientos es evitar que la información posea errores gráficos y de codificación para establecer adecuadamente las relaciones topológicas entre los objetos cartográficos, permitiendo realizar análisis espacial, de alto interés en la gestión de la información geográfica. Errores habituales:

- arcos con demasiados vértices
- arcos no conectados
- polígonos abiertos
- polígonos de área muy pequeña
- polígonos sin centroide; sin identificar
- elementos codificados erróneamente

4. Construcción de topología: fase fundamental ya que en ella se establecen las relaciones topológicas (longitud, altura y anchura).

5. Adecuación de la información a la base de datos: procesos de adecuación de la información a la estructura de la base de datos SIG, en cuanto a disposición física en directorios definida previamente, según los niveles de información determinados en el diseño de la base de datos. Para ello serán necesarios realizar procesos de unión, división, extracción, cambios de nombre etc.

6. Gestión de tablas alfanuméricas: una vez incorporada la información espacial en la base de datos SIG, se hace necesario incorporar la información temática, es decir, los atributos asociados a los elementos espaciales. Esta información podría ser gestionada por el propio software SIG o por gestores de bases de datos externos, conectados vía SQL con la base de datos SIG. Funciones más importantes:

- a. creación y modificación de la estructura de una tabla
- b. indexado de tablas (ordenar)
- c. relación y unión entre tablas
- d. adicción de registros
- e. exportación e importación a ASCII
- f. borrado de registros
- g. actualización de columnas
- h. conexión con bases de datos externas a través de SQL

7. Actualización de la base de datos SIG: un proceso fundamental en la

gestión de una base de datos es el mantenimiento o actualización de la información, la mayoría de los niveles de información tratados en una base de datos SIG son dinámicos, es decir, sufren procesos de evolución temporal. Por ello, a la hora de diseñar la base de datos SIG se ha de decidir por el método de representación de la variable tiempo.

- se puede optar por integrar en la base de datos distintos mapas, referidos al mismo nivel de información, unos para cada situación temporal diferente.
- otra solución es reflejar en la base de datos los cambios que afectan a los elementos iniciales.

III. Visualización, consulta y análisis.

Representan los procesos más representativos y útiles de un SIG. Los SIG son una herramienta indispensable y fundamental en la labor de conocimiento y gestión del medio ambiente. Distinguiremos entre los procesos de explotación de la información en formato ráster.

1. Visualización de información en la pantalla: el sistema de representación de datos más característico de un SIG es representación de la información en función de una de las variables asociadas. Para la representación, el SIG proporciona una amplia colección de símbolos clasificados en función de la topología de los elementos a representar, existen 4 categorías: puntuales, lineales, superficiales y textos.

2. Identificación de elementos: a partir de los niveles de información visualizados, podemos realizar la función de identificación de un elemento espacial y como respuesta, el sistema nos proporciona información sobre los atributos asociados a dicho elemento.

3. Localización de determinada información:

a. Búsqueda temática: permite la localización de determinados objetos espaciales, mediante la especificación de una condición aritmética o lógica, referida a los atributos de los objetos espaciales en un determinado nivel de la información. En la base de datos se seleccionan los objetos espaciales que cumplen una o varias condiciones fijados por el usuario. Los operadores que se utilizan en este tipo de búsqueda son:

- relacionales: <, >, P, =,
- aritméticos: =, +, -, x, /
- voléanos: AND, OR, NOT

b. Búsqueda espacial: se seleccionan ciertos objetos sobre le mapa y los correspondientes registros quedan así mismo seleccionado en la base de datos, informando sobre que hay en las localizaciones seleccionadas sobre el mapa que se está visualizando en pantalla.

Entre los dos métodos expuestos, como respuesta obtenemos la

representación de los objetos seleccionados y un listado de sus atributos.

IV. Análisis y presentación de resultados (gráfico).

A) Análisis de la componente temática: engloba un conjunto de procesos mediante los cuales se analizan los valores temáticos o atributos al margen de la componente espacial de los elementos geográficos, situándose en el campo del análisis estadístico clásico.

TEMA 8. ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELO CARTOGRÁFICO

B) Análisis espacial: conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos, se consideran tanto la componente espacial como la componente temática de datos SIG. Los procedimientos usados con mayor frecuencia, debido al interés del resultado obtenido en el proceso de explotación y gestión de la información geográfica son:

1. Cálculos de distancia y proximidad: Un operador de gran importancia en el tratamiento de la información es la distancia entre puntos y lugares.

Operaciones para medir la proximidad/ accesibilidad

Distancia: Separación entre dos puntos de un mapa. Número de unidades de longitud que separan dos puntos o lugares. En el caso de medir la distancia entre..FALTA

Tipos de distancia: La distancia se puede expresar como función matemática que, a partir de los valores de las coordenadas sobre unos ejes perpendiculares (horizontales X, verticales Y, tres dimensiones Z) que dan cuenta de la localización de cada punto, obteniéndose la separación existente entre cada dos puntos o lugares.

La forma más generalizada de esta función es: $DAB = (|XiA - XiB|)^{1/P}$

Siendo A y B dos puntos de coordenadas XiA y XiB donde i varía desde 1 a n (número de ejes de coordenadas). P es un parámetro que en función de su valor produce distintos tipos de distancia. $| |$ Indica que se toma valor absoluto.

En el caso del espacio plano de 2D ($X1=X$, $Y1=Y$) podemos considerar los siguientes dos tipos de distancias como las más usuales:

Si $p=1$ tenemos la denominada distancia de Manhattan: $DAB = |XA - XB| + |YA - YB|$

Esta definición de distancia parece muy adecuada a lo que ocurre en las ciudades donde los movimientos e tienen que efectuar siguiendo el trazado de las calles, lo cual impide recorridos en diagonal.

Si $p=2$ se formula la distancia euclidiana o distancia en línea recta o distancia del Teorema de Pitágoras.

2. Distancias y barreras: Un tipo de distancias espaciales, pero de gran interés en los estudios territoriales, son aquellas que emplean unidades diferentes a las longitudes; para expresar las distancias, en vez de hablar de metros, kilómetros se suele utilizar costos que recorren la longitud que separa los dos puntos. Los costos mencionados pueden ser muy diferentes:

- **Costos de tiempo:** o tiempo recorrido de una longitud determinada. En este caso influye la velocidad a la que se puede recorrer cada tramo de la distancia (en longitud) existente entre los dos puntos (el coste de ir de un lugar a otro no suele ser el mismo en ambos sentidos, ejemplo: elementos situados a distinta altura).

$\text{Costo de Tiempo} = \text{Longitud} \times \text{separación entre A y B}$

- **Costos monetarios:** El papel de la velocidad lo cumple ahora el precio unitario de recorrer n metro de longitud.

$\text{Costo monetario} = \text{Longitud (metros)} \times \text{Precio unitario}$

Ejemplo: Lo que tarda un hombre en llegar al hospital (la velocidad mide la facilidad de recorrer un metro de longitud y el precio unitario mide la dificultad).

Esfuerzo unitario: Esfuerzo unitario por metro recorrido. En muchos casos se puede hacer equivalente este esfuerzo unitario a la pendiente del terreno:

$\text{Esfuerzo} = \text{Longitud} \times \text{Costo unitario de recorrer 1 metro.}$

No se debe olvidar que cualquiera de los tres (velocidad, precio unitario, esfuerzo) puede cambiar en cada segmento de la longitud que separa dos puntos).

Las ideas anteriores se pueden plantear desde la idea de que existen barreras o dificultades al movimiento entre los dos puntos A y B. La Velocidad, el precio unitario y el costo unitario representan el efecto de unas barreras relativas que dificultan y encarecen el movimiento. Igualmente se puede considerar la aparición de barreras absolutas al movimiento, es decir, impedimentos totales a atravesar ciertos lugares, por ejemplo, un mar o un río ancho es una barrera absoluta para un hombre que se desplaza caminando. A la hora de calcular distancias y proximidades/ accesibilidades será necesario la existencia de este tipo de fenómenos.

3. Medición de magnitudes geométricas

- Cálculos de longitud de línea: Una línea está compuesta por uno o varios segmentos rectos. La longitud total de una línea será igual a la suma de las longitudes de los segmentos que la componen.
- Cálculo del perímetro: Un polígono está compuesto por una sucesión de líneas. Su perímetro será igual a la suma de las longitudes de esas líneas.
- Cálculo del área de un polígono: Cálculo más complicado puesto que normalmente no se trabaja con polígonos regulares. Se suele calcular con un algoritmo que se basa en la descomposición del polígono en trapezoides.

4. Análisis del vecino más próximo sobre elementos puntuales: Analiza la estructura del mapa de puntos. Existen tres estructuras tipo:

- ♦ **Aleatorio:** Cualquier localización del plano tiene la misma probabilidad de recibir uno de los puntos, y además la existencia de un punto no afecta a la instalación de otro en cualquier localización.
- ♦ **Concentrado:** La mayor parte o la totalidad de los puntos se sitúan en unas pocas localizaciones del área (mapa).
- ♦ **Regular:** Los puntos se sitúan de modo que cubran todas las localizaciones del área de la forma más completa y exhaustiva, es decir, los puntos se sitúan en los vértices de una malla regular, con una distancia de separación constante.

En el caso de que la estructura del mapa no se corresponda con ninguna de éstas, se utiliza el índice del vecino más próximo, $R1$ que compara la media de las distancias observadas con una distancia media que existiría en el caso de tener una disposición aleatoria del mismo número de puntos repartidos sobre la misma extensión superficial. (Superficie del mapa).

$$R1 = D0/Dm$$

$D0$ = media de todas las distancias observadas (previamente habrá que medir la distancia que separa cada punto de su vecino más próximo, y sacar la media del listado de medias obtenido).

Dm = distancia media teórica.

$$Dm = \frac{1}{2}(n/A) 0,5$$

Donde n = número de puntos

A = extensión superficial del área

Si $R1$ varía entre 0 y 2,15 de forma que:

- ♦ Si $R1 \sim 2,15$ tenemos un espaciado regular
- ♦ Si $R1 \sim 1$ tenemos un espaciado aleatorio
- ♦ Si $R1 \sim 0$ tenemos un espaciado concentrado

5. Análisis de auto correlación espacial: Estudia la forma en que una variable medida en diferentes puntos del territorio se relaciona con ella misma.

Determina si la presencia de un valor concreto de la variable en un lugar del espacio, hace más inverosímil que ese mismo valor ocurra en los lugares limítrofes.

Significa comprobar la realidad de la denominada primera ley de la geografía formulada por Waldo Tobler: Todas las cosas se parecen, pero las cosas más próximas en el espacio se parecen más.

Cuando la presencia de un hecho en un lugar facilita que ese mismo hecho ocurra en los lugares próximos existe auto correlación espacial positiva. Si

ocurre lo contrario, existe auto correlación negativa. En el caso de no existir relación entre la presencia de un hecho en un lugar y su aparición en el entorno inmediato se habla de auto correlación espacial nula.

6. Análisis de contigüidad de polígonos: Permite calcular cuántos vecinos tiene un polígono, es decir, cuantos polígonos comparten con él una porción del límite.

7. Relaciones espaciales entre dos o más variables: Determina la relación espacial entre dos o más variables temáticas distribuidas en diferentes niveles de información. El método más sencillo es el de comparación.

MODELO CARTOGRÁFICO

Es el proceso más característico y específico de los SIG y permite realizar un análisis en conjunto de la componente temática y de la espacial. La diferencia fundamental con los análisis, donde igualmente se integran la componente espacial y temática, es que como resultado del modelo cartográfico, se obtiene nuevos objetos geográficos, asociando a dichos objetos propiedades temáticas que derivan de las que tienen los objetos iniciales.

Los procesos se basan en los datos tomados de dos o más capas de información iniciales y generan un nuevo nivel de información que se añade a los existentes en la base de datos. Las operaciones posibles dependen del tipo de elemento de los niveles de información iniciales.

1. Superposición: El proceso de superposición engloba la mayoría de las funciones analíticas desarrolladas en un SIG.

- Superposición geométrica: intersección de elementos cartográficos: generación de nuevas entidades producto de la intersección de varias de la misma capa u otras.

Un modo vectorial consume muchos recursos del ordenador y requieren mucho tiempo y espacio en memoria.

- Superposición logística de atributos: Se trata de encontrar áreas donde se cumplan una serie de condiciones lógicas, usadas en modo vectorial. Se crean nuevas categorías compuestas.

Se utiliza la **lógica booleana:** Interpretación mediante lenguajes de interrogación, como los operadores lógicos del tipo AND, OR (cualquiera de las dos), XOR (o exclusivas), NOT, EQU (equivalencia), IMP (implicación).

- Superposición aritmética de atributos: Utiliza operadores matemáticos y lógica booleana. Normalmente se emplea en datos de naturaleza continua. Genera valores numéricos que impiden conocer los valores originales y reconstruir la participación de cada variable en la confección de la cifra final (salvo que se acudan a la cartografía transitoria). Mejor el método ráster.

2. Vecindad: funciones que evalúan las características del área que envuelve una localización determinada. Se trata de funciones de búsqueda que analizan la distribución de un fenómeno en un emplazamiento específico (como se relaciona ese elemento con su entorno). Se requieren cuatro parámetros de

entrada:

- Localización de referencia (una o varias): localización geográfica.
- Ámbito de vecindad (o de búsqueda): región de interés.
- Selección de la información a extraer.
- Función a realizar
 - Operaciones de vecindad
 - ◇ **Punto en polígono:** Se analiza si una entidad puntual se encuentra dentro de un determinado polígono.
 - ◇ **Línea en polígono:** Se analiza si una entidad lineal intersecta un polígono.
 - ◆ **Filtrado:** Tiene que ver con el análisis de imágenes, persiguiendo la atenuación o el realce de los bordes. Aísla componentes de interés (común en sistemas ráster y teledetección). Tiene tres tipos
 - Paso alto Realzan
 - Paso bajo Suavizan
 - Direccionales Realizan según una dirección deter.
 - ◆ **Poligonación o polígonos Thiessen:** Se trata de generar polígonos a partir de un conjunto de puntos, de tal forma que los lados de los polígonos sean equidistantes con respecto a los puntos vecinos.

La solución en el modelo vectorial se alcanza por procedimientos geométricos:

- ◇ En primer lugar se debe generar una triangulación Delauway a partir del conjunto de puntos. Una triangulación de un conjunto de puntos es una triangulación Delauway sólo si la circunferencia circunscrita a cada triángulo no contiene ningún punto en su interior.
- ◇ Los centros de las circunferencias circunscritas a los triángulos de Delauway constituyen los vértices de los polígonos de Thiessen; los segmentos que unen estos vértices, trazados perpendicularmente a los lados de los triángulos, constituyen los lados de dichos polígonos.

Es especialmente apropiada cuando los datos son cualitativos, ya que en tal caso otros métodos de interpretación resultan inaplicables.

Ejemplos:

- ◇ Área de influencia de datos pluviométricos.
- ◇ Área de influencia de zonas industriales o comerciales.
- ◇ Área máxima que puede cultivar un campesino en función de su localización geográfica.
- ◇ Área de influencia de la boca de un metro.
- ◇ Establecer la continuidad del pH de un área a partir

de puntos maestres.

- ♦ **Generación de isolíneas:** Las isolíneas son líneas que unen punto con el mismo valor para una variable determinada.
 - ◊ Representan los resultados obtenidos mediante métodos de interpolación.
 - ◊ Su uso es habitual para representación de dato que tienen una distribución continua en una superficie.
- ♦ **Interpolación:** Consiste en un proceso de predicción de valores desconocidos de una variable en condiciones concretas, a partir de los valores conocidos en localizaciones conocidas. Los resultados dependen de:
 - ◊ del algoritmo aplicado
 - ◊ del tipo de datos de base
 - ◊ de la definición del área de búsqueda
- ♦ **MDT:** Son representaciones digitales de la topología del territorio. Su obtención se realiza a partir de una información puntual de cotas de altitud, o de las curvas de nivel. Se usan también algoritmos de interpolación:

A partir de puntos	Polígonos Thiessen	A partir de curvas	
Algoritmos	Inverso a la distancia	Algoritmos	Lineal
	Medias		No lineal
	Krigging		

Un MDT puede representarse de forma gráfica en 2D o en 3D. Son necesarios para hacer mapas de:

- ◊ Pendientes
- ◊ Orientación
- ◊ Perfiles topográficos
- ◊ Algunas superficies de fricción (nos impiden el movimiento)

3. Conectividad: Comprenden operaciones relacionadas con la conexión entre las entidades geográficas representadas.

- ♦ **Contigüidad:** Analizan las características de entidades espaciales conectada y se refiere a su estructura conjunta como la estructura general del mapa y establecer una distribución de referencias y de contacto o contigüidades de un área.
- ♦ **Proximidad (buffers):** Se trata de delimitar el área que queda a menos de una determinada distancia (longitud del área de influencia) de un objeto o un grupo de objetos de referencia. El objeto puede ser un punto, una línea o un polígono. Cuando solapamos varios buffer se solapan todos los polígonos y al final sólo obtenemos 1 polígono. El resultado, en todos los casos, es la creación de nuevos objetos poligonales que rodean a los objetos sobre los que se realiza el análisis. Siempre se obtiene un polígono. Es más complejo pero más rápido.

Estos nuevos polígonos que se definen alrededor de su objeto u objetos cartográficos, normalmente se fusionan generando una superficie continua en la que sin solapamientos se calcula la proximidad buffers o área de influencia de los objetos determinados.

El análisis es más lento en el modelo vectorial que en el ráster.

Análisis por proximidad

- ◆ **Difusión espacial**: Mientras que el análisis de proximidad se realiza sobre un espacio isomórfico en que el factor distancia se incrementa de forma homogénea, en la difusión o coste espacial se realiza según determinadas superficies de fricción que especifican la impedancia o resistencia al desplazamiento en el espacio calculando, en definitiva el trazado óptimo. Operaciones que permiten calcular áreas de influencia teniendo en cuenta otras cosas. La aplicación de funciones de difusión precisa de las siguientes especificaciones:

- ◇ Localizaciones de referencia (puntos sobre los que se observa la difusión).
- ◇ Superficie de fricción (se especifica en costes temporales, económicos, ambientales) resultado de la superficie de fricción.
- ◇ Ámbito de cálculo.

A partir del cálculo del coste respecto a unos elementos de referencia, es posible determinar el itinerario que supone un mínimo coste para conectar menos emplazamientos con ese punto.

Ejemplo: Un grupo de montañeros que pernocta en un refugio cada noche quiere saber cuál es el refugio que tienen físicamente más cerca, conociendo: a) Topografía del terreno (pendiente superficie de fricción); b) Áreas de proximidad de cada refugio.

- ◆ **Agregación de objetos cartográficos**: (modifica tanto la tabla como el mapa, hay que tener en cuenta el mapa de referencia) operaciones que modifican las características espaciales de los objetos iniciales, así como las variables temáticas asociadas a cada objeto. Serían procesos de unión e integración de objetos.

Procesos de unión de objetos geográficos: procesos por el cual a partir de la geometría y topología de un conjunto de objetos, contiguo espacialmente, se genera otro conjunto de objetos donde cada uno de sus componentes está formado por uno o varios de los iniciales.

Esto es aplicable a las subdivisiones administrativas: a partir de la unión de todos los municipios de una provincia se podría obtener el elemento provincia. Igualmente con la agrupación de provincias, tendremos las comunidades.

Integración de objetos: consiste en unir en un solo objeto a dos o más polígonos iniciales ser contiguos espacialmente. Por ejemplo, en

el caso de pedanías.

Análisis de redes

Se basa en la aplicación del comportamiento de los polígonos o líneas.

RED: Sistema interconectado de elementos lineales que forman una estructura espacial por la que pueden pasar flujos de algún tipo como personas, mercancías, energía, información

Cada sector de la red (arco) viene definido por un conjunto de atributos temáticos y otros referidos a sus características espaciales y topológicas (longitud). Cada intersección de las líneas (nodo) contiene información respecto al tipo de dirección (de flujo que sigue esa red) que pueden seguir los recursos gestionados por la red (vehículos, fluidos, energía)

Los SIG incorporan herramientas de análisis de redes, que permiten plantear y resolver un amplio conjunto de problemas prácticos relacionados con la gestión, manipulación y análisis de los atributos temáticos de una red y operaciones de análisis espacial, como generación de rutas, óptimas, análisis de accesibilidad, desarrollo de modelos de oferta–demanda, localización de servicios e instalaciones, etc. *Ejemplos:*

- ◊ Analizar los cambios de accesibilidad por carretera si se construyan nuevos accesos a una determinada ciudad.
- ◊ Seleccionar la rapidez de acceso al centro de la ciudad de las distintas carreteras principales.
- ◊ Comprarse una batería de una puñetera vez.

Explotación de información en formato ráster: Procedimiento y análisis difieren de los elementos sobre la información vectorial, debido a las diferencias en el modelo de datos. Análisis enfocados a tratamiento de variables de distribución continua. Se clasifican en cuatro tipos de procesos:

- **Reclasificación de los valores temáticos:** El análisis implica la creación de un nuevo nivel de información basándose en la modificación de los valores iniciales de la variable tratada.

Al ser un análisis local, la reclasificación se realiza considerando aisladamente cada píxel, de forma que el valor del píxel en el nuevo mapa depende del valor del píxel en el tema inicial situado en la misma posición.

- **Superposición de mapas:** Obtención de un nuevo nivel de la información a partir de la unión de dos niveles existentes. Diverso tipos de operaciones píxel a píxel:
- Asignación en cada píxel del tema el valor predominante en los temas superpuestos.

- Asignación a cada píxel del tema el valor que menos se repite en los temas superpuestos.
- Asignación a cada píxel del tema el valor resultante de una operación lógica a partir de variables booleanas.
- Análisis de variabilidad, generando modificaciones que indican la evolución de un determinado valor temático.
- Utilización de máscaras
- Álgebra de mapas:
 - ♦ *Búsqueda espacial*: Conocer los valores de los píxeles que ocupan unas posiciones determinadas.
 - ♦ *Búsqueda temática*: Localizar elementos en función de sus propiedades. Es difícil y costosa, ya que los objetos no están contenidos explícitamente en la base de datos.

TEMA 9: DISEÑO Y PROYECTO DE UN SIG

Presentación de resultados, generación de mapas e informes

Los SIG disponen de herramientas de presentación de la información gráfica y alfanumérica almacenada en la base de datos SIG, propiciando la posibilidad de poder mostrar de manera eficiente los resultados de una consulta o de un análisis espacial, como puede ser, los nuevos niveles de la información obtenidos como resultado de un análisis determinado.

Esta representación puede realizarse de 3 maneras diferentes, en función de la información a representar:

- ♦ **Tabla o gráfico**: para representar datos alfanuméricos o atributos asociados a elementos gráficos. Existe una gran variedad de tipos de gráficos, barras, tartas, áreas, dispersión, disponibles, y la elección estará en función de los datos a representar.
- ♦ **Mapas temáticos**: para representar los resultados de una consulta o análisis de información espacial. Existen varios tipos de mapas, en función de la información a representar: de puntos, de líneas, mapas de coropletas cuantitativas (se usan distintos tramos para realizar cada polígono del mapa en función de su valor temático), de rellenos de símbolos proporcionales

A la hora de diseñar un mapa es fundamental tener en cuenta varios aspectos:

- ◊ propósito del mapa
- ◊ audiencia
- ◊ simbología
- ◊ colocación
- ◊ escalas de representación
- ◊ elementos cartográficos
- ♦ **Composiciones cartográficas**: en las herramientas de un

SIG encontramos la posibilidad de generar este tipo de composiciones, que son documentos destinados a la representación de resultados. En ellos se combinan los elementos mencionados anteriormente (tablas, gráficas, mapa, textos), realizando una presentación completa de los resultados en un único documento.

CALIDAD DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS

Los datos geográficos han de servir como base para realizar análisis espaciales, que permiten responder a ciertos problemas. Los resultados dependerán de:

- ◊ Una correcta y clara definición de las necesidades en cuanto al tipo de datos geográficos y funciones que son necesarias para llegar a los resultados esperados.
- ◊ Calidad de los datos que se hayan usado en todo el proceso: cualquier error de los datos geográficos resta fiabilidad a los resultados.

Por ello debemos ser extremadamente rigurosos en la calidad de los datos introducidos en el sistema, y debemos perseguir la máxima calidad posible en los datos, contando con que una mayor calidad requerirá un mayor control, y por tanto, más inversión en tiempo y dinero.

Exactitud de los datos de un SIG

La entrada de datos y su actualización, forman la mayor parte de la inversión de un SIG, ya que se necesita controlar y documentar la exactitud de los datos. Esta exactitud de los datos puede clasificarse en dos tipos:

- ◆ exactitud posicional: se usa para verificar la forma en la cual la entidad está representada en la base de datos.
- ◆ exactitud de atributos: comprueban que también quedan descritas las características tabulares de la realidad.

La exactitud depende del grado con que se cometan los errores. Hay tres tipos de errores:

- ◆ de usuario: directamente bajo su control
- ◆ de medición: involucrado en la viabilidad de la información espacial y la precisión con que fue adquirida
- ◆ de procesamiento: son aquellos inherentes al ingreso, acceso y manipulación de la información espacial

Fuentes de errores de datos: en cada una de las fases que consigue una secuencia lógica de creación y manipulación de líneas de datos:

- ◊ Modelización conceptual: errores de recopilación y de las funciones de datos.

- ◇ Entrada de datos: errores de la digitalización y errores en las mismas entidades cartográficas
- ◇ Estructura y gestión de datos (cuando organizamos los datos): errores de precisión numérica y de precisión espacial
- ◇ Representación de los datos: errores de escalas y de los periféricos de salida
- ◇ Análisis de datos: propagación de errores al realizar la superposición de capas, errores al superponer polígonos, al crearse falsos polígonos, errores de líneas de límite

Muchas veces es inevitable la introducción de errores. En estos casos se ha de conocer con exactitud la naturaleza y fuente de error para, en procesos posteriores, poder hacer las correcciones necesarias a nuestros resultados o información del margen de error que presentan dichos resultados.

TEMA 10. MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

Un modelo digital del terreno MDT es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua. El concepto de MDT es genérico y engloba diferentes tipos de modelos en función de la variable representada. Los datos pueden estar representados en 2 dimensiones (distribución de puntos sobre el plano X e Y) y en 3 dimensiones.

El más común es el de elevación; MDE.

A partir del MDE se puede elaborar los modelos derivados que reflejan características morfológicas simples como orientación. Incorporando información adicional se puede obtener otro modelo de datos más complejo. Ej.: nodo de predicción de incendios, modelos de reflectancia.

La generación de MDE, requiere disponer de gran cantidad de información de base, esta puede provenir de isolíneas y elaboradas, de una nube de puntos aleatoria.

Generación de MDTs

Información de base: a partir de un conjunto de puntos, o a partir de variables continuas. Fuentes de procedencia:

A partir de un mapa topográfico:

Digitalización de curvas de nivel y digitalización de cotas puntuales

Mediante técnicas de fotogrametría:

Uso de estéreo pares: restitución y obtención automática de

ráster

Generación a partir de un mapa:

Proceso: digitalización del mapa + interpolación; tabla numérica y mapa digital.

Problema de acumulación del error: la solución son visitas de campo, para comprobar datos.

Técnicas de interpolación: Necesarias para el cálculo de puntos intermedios no muestreados. Se puede realizar a partir de nubes de puntos o de curvas de nivel.

Análisis y aplicaciones del MDT

Cálculo de variables topológicas:

- ◇ **Pendiente:** (en un punto del terreno) se define como el ángulo existente entre el vector normal a la superficie en ese punto y la vertical. Su estimación es sencilla a partir del MDE y se basa en el cálculo de la pendiente del plano de ajuste de orientación en cada punto o celda del modelo.
- ◇ **Orientación:** ángulo existen entre el vector que señala el norte y la proyección sobre el plano horizontal del vector normal a la superficie en ese punto. Como en el caso de la pendiente el valor de orientación se estima directamente a través del MDE.
- ◇ **Curvatura:** tasa de cambio en la pendiente y depende, por tanto, de las derivadas de segundo grado de la latitud, es decir, de los cambios de pendiente en el entorno del punto. La curvatura tiene especial interés como variable influyente en fenómenos como la escorrentía superficial, canalización de aludes, erosión y flujos en general.

Modelos hidrológicos

El MDE contiene información suficiente para definir, al menos en una primera aproximación, las propiedades de la red de drenaje superficial y de la cuenca hidrológica.

- ◇ **Cuencas de drenaje:** establece el conjunto de puntos de un mapa que forma una zona que vierte a un río o lago una serie de píxeles de referencia.

Las cuencas de drenaje se pueden calcular a partir del mapa de orientaciones, a partir del mapa de pendientes, definiendo las líneas de flujo (trayecto que, a partir de un punto inicial, seguiría la escorrentía superficial sobre el terreno).

- ◇ **Área de subsidencia:** (de una celda) como conjunto de celdas cuyas líneas de flujo convergen en ella; una cuenca hidrológica está formada por el área de subsidencia de una celda singular, que actúa como sumidero.

Modelo de visibilidad

Cuencas visuales, que se utilizan para:

- ◇ Análisis del impacto visual; el impacto depende de la extensión de cuenca visual y de factores tales como la presencia de núcleos de población o vías de comunicación.
- ◇ Diseño de redes de comunicación.
- ◇ Ubicación de torres de vigilancia contra incendios, molinos

En estos casos, las redes de comunicaciones y vigilancia se establecen buscando un equilibrio entre el mínimo número de elementos y la mayor cobertura posible, bien en términos de población, bien atendiendo a la superficie combustible.

Se basa en:

Intervisibilidad entre puntos: dos puntos P y Q son mutuamente visibles (cuando quedan por encima del relieve) si el segmento rectilíneo que los une o línea visual tiene siempre una altitud superior a la del terreno sobre su proyección, excepto en los propios puntos inicial y final, P y Q.

Para el cálculo de intervisibilidad entre dos puntos se proyecta la línea visual sobre el plano XY y se construirá el perfil topográfico, definido por la proyección. Posteriormente se analizarán los puntos intermedios para comprobar si su altitud es suficiente para interceptar la línea visual.

Identificación de cuencas visuales: la generalización del análisis de intervisibilidad entre dos puntos permiten la construcción de cuencas visuales.

La cuenca visual de un punto base o foco se define como el conjunto de puntos de un modelo con los cuales este punto base está conectado visualmente. Una cuenca visual de un punto P, $C(P)$ es el conjunto de los puntos del MDE que cumplen la condición de intervisibilidad.

Modelos climáticos

La topografía es el principal factor local que limita la energía solar incidente sobre la superficie terrestre. La variedad de altitudes, pendientes u orientaciones crean fuertes contrastes

locales que afectan directa e indirectamente a procesos biológicos y físicos. Algunos de estos factores son modelizados con los MDT.

Análisis de la insolación potencial: tiempo máximo que ese lugar puede estar sometido a la radiación solar directa en ausencia de nubosidad.

Análisis de irradiancia: radiación solar que una superficie puede recibir potencialmente en ausencia de nubosidad, es decir, cantidad de energía que una superficie es capaz de recibir.

Modelos de probabilidad/riesgos

Se denominan de esta forma los modelos que se ocupan de la probabilidad de ocurrencia de un suceso y del daño que puede ocasionar.

Riesgo = probabilidad y vulnerabilidad

Un modelo de probabilidad representa la probabilidad de que ocurra un suceso. Se denomina vulnerabilidad al daño potencial que causaría dicho suceso. Se denomina riesgo a la combinación probabilidad–vulnerabilidad.

A partir del modelo digital podemos obtener; modelos de probabilidad, de vulnerabilidad y de riesgo.

Modelos de idoneidad

Muestran lo adecuado de un lugar por la presencia de un grupo taxonómico animal o vegetal en función de sus características ambientales. Para elaborarlos se utilizan modelos digitales del terreno para representar las variables influyentes.

Un modelo de idoneidad representa lo adecuado de una combinación de factores ambientales para la presencia/ausencia de un grupo taxonómico. Comparten propiedades con los de probabilidad/riesgo.

TEMA 11. TELEDETECCIÓN

TELEDETECCIÓN ESPACIAL: técnica que permite obtener información de los objetos situados sobre la superficie terrestre (a distancia de ellos). Engloba:

- ◊ Procesos que permiten obtener una imagen desde el aire o espacio
- ◊ Tratamiento digital y posterior de estas imágenes

Componentes de un sistema de teledetección:

- ◇ Fuente de energía (externa–pasiva: energía que procede del Sol; interna–activa: la energía del propio sistema sensor, la que él emite)
- ◇ Cubierta terrestre: recoge la energía y la remite a atmósferas según las condiciones físicas
- ◇ Sistema sensor: sensor y la plataforma (satélite. El mismo satélite puede tener diferentes sensores)
- ◇ Sistema de recepción (tratan la señal y la ponen en un formato accesible al público) y comercialización
- ◇ Intérprete: compran–reciben la imagen. Trabajan con ella y generan documentos que llegan al usuario final

Tipos de procesos en teledetección

El sensor puede captar la energía del Sol que se refleja directamente en las coberturas o la energía que emiten las coberturas terrestres.

Radiación electromagnética, hay dos teorías:

1. Teoría ondulatoria: la energía se transmite siguiendo un modelo armónico y continuo, a la velocidad de la luz. Contiene dos campos de fuerzas ortogonales entre sí, el campo eléctrico y el campo magnético. Los parámetros más importantes son la frecuencia y la longitud de onda.

$$V_{luz} = c = !!$$

2. Teoría cuántica: la energía se transmite como una sucesión de unidades discretas de energía: fotones o cuantos de masa cero.

$$Q = h (c/\lambda) = h \nu \text{ (energía transportada por un fotón)}$$

Espectro electromagnético: cualquier tipo de energía se puede describir en función de su longitud de onda o frecuencia. Bandas donde la radiación electromagnética tiene un comportamiento similar.

En teledetección destacan: visible (azul, verde, rojo), infrarrojo próximo, infrarrojo medio, infrarrojo lejano o térmico y microondas

A destacar entre las magnitudes físicas, en teledetección, es la reflectividad, que es la relación entre el flujo incidente y el transmitido.

Factores que inciden en la reflectividad de una cubierta (la modifican, modifican el valor de la imagen):

- ◇ Elementos q absorben la energía, la señal se modifica por los elementos que están en la Atmósfera (agua, pigmentos, minerales)

- ◊ Rugosidad superficial, la señal que emite una superficie plana, es diferente a la que emite una superficie rugosa (reflectividad lambertiana o especular)
- ◊ Ángulos de observación del sensor

Nivel digital: valor del píxel.

Firmas espectrales: comportamiento o reflectividad de distintas coberturas. Según como llega la reflectividad, nos permite interpretar una imagen. Indican el comportamiento de las coberturas a diferentes longitudes de onda.

Ej: sistemas con niveles digitales muy altos, en el visible aparecen con tonos muy brillantes, porque reflejan toda la luz que les llega, entonces podemos decir q es nieve.

La concentración de estas bandas (hay que recordar que es una imagen ráster) y su combinación produce imágenes en color. Las bandas son tres: azul, rojo y verde, que dan una imagen en color verdadero, que a veces nos permite ver las diferentes cubiertas y entonces se combinan las distintas bandas de visible e infrarrojo, y nos dan imágenes de falso color, pero nos permite distinguir las cubiertas.

Ej: que la vegetación aparezca en azul no es muy real, pero nos sirve para distinguirla de las piedras

Agua de color azul: trabajamos en bandas del espectro visible, nivel de color brillante.

Suelo desnudo: color grisáceo, trabaja en la zona del espectro no visible.

Factores que modifican la reflectividad de una cubierta:

- ◊ Altura solar
- ◊ Orientación
- ◊ Pendiente
- ◊ Atmósfera, elementos que absorben la radiación
- ◊ Fenología (forma de las hojas)
- ◊ Sustrato

Resolución de un sistema sensor: habilidad de un satélite para registrar la información que recibe.

- ◊ **Espacial:** tamaño del píxel. (no puede registrar menos de ese tamaño)
- ◊ **Espectral:** número y anchura de bandas
- ◊ **Radiométrica:** capacidad para detectar variaciones en la radiometría espectral (número máximo del nivel digital). Tamaño del píxel
- ◊ **Temporal:** periodicidad con la que se adquieren imágenes de la proporción de superficie. Cada

cuánto tiempo recoge el satélite una imagen de la misma zona.

Distintos rangos de resolución espacial:

Resolución de 1m: los objetos de menos de 1m no se ven bien, se ven borrosos.

Resolución de 5m: los objetos de menos de 5m no se ven

Satélites más comunes:

- ◇ Para estudios de recursos naturales
 - Landsat, sus sensores son: RVB, MSS, TM, ETM. Resoluciones: 30m (espacial), 7 bandas (espectral) y 18 días.
 - Spot, sensores: HRV-P, XS, Vegetation. Resoluciones: 10m, 1 banda y 26 días. Es pancromático, recoge toda la información en el espectro visible.
 - IRS-C, sensores: LISS y WIFE. Resoluciones: 5m, 1 banda y 20 días.
- ◇ Meteorológicos
- ◇ Meteosat- Goes
- ◇ Nimbus
- ◇ NOAA-AVHRR, resoluciones: 1km, 4 bandas y cada 6 horas.
- ◇ DMPS
- ◇ Seawifs
- ◇ Space shuttle con cámaras SIR
- ◇ Satélites de alta resolución
- ◇ Ikonos
- ◇ Earthwatch
- ◇ Orbview
- ◇ Spin-2
- ◇ Aster
- ◇ Equipos de radar (son muy sensibles a la rugosidad)
- ◇ ERS 1 y 2, resoluciones.20m, 1 banda y 35 días.
- ◇ Radarsat
- ◇ Almaz
- ◇ JERS-Fuye
- ◇ Envisat

Como escoger una imagen: las principales características son; tamaño del área, cobertura de la imagen, resolución espacial, espectral, temporal, radiométrica y ángulo de iluminación solar, cubierta de nubes. La elección de la imagen debe hacerse atendiendo al tipo de resolución espacial, área de cobertura de la imagen (mosaico) y número de bandas adecuado. La forma más simple para definir el tipo de resolución espacial que se debe utilizar, es establecer una relación entre la relación y la escala del trabajo que se pretende realizar.