

Sistemes d'informació geogràfica aplicats al turisme

David Serrano

PID_00238187

Temps mínim previst de lectura i comprensió: **3 hores**



Índex

1. Anàlisi espacial.....	5
2. La representació del territori.....	7
2.1. Aplicacions dels sistemes d'informació geogràfica al turisme	8
3. Sistemes d'informació geogràfica.....	12
3.1. Models de dades	14
4. Operacions d'anàlisi SIG.....	16
4.1. Operacions d'anàlisi ràster	16
4.1.1. Operacions elementals	16
4.1.2. Operacions locals	17
4.1.3. Operacions de veïnatge	18
4.1.4. Operacions zonals	20
4.2. Operacions d'anàlisi vectorial	20
4.2.1. Cerca i selecció d'informació	21
4.2.2. Anàlisi de proximitat	21
4.2.3. Anàlisi de superposició	22
4.2.4. Anàlisi de xarxes	23
4.2.5. Agregació d'objectes	23
5. Treball amb taules.....	24
5.1. Llenguatge SQL	25
5.2. Cerques	27
Bibliografia.....	29

1. Anàlisi espacial

Per anàlisi espacial s'entén tot un seguit de tècniques i procediments de treball articulats al voltant de la dimensió espacial de la informació. La importància de la informació espacial, també anomenada geogràfica, es posa de manifest en la planificació de viatges, el traçat d'itineraris, la localització d'instal·lacions o, en definitiva, el planejament de qualsevol activitat turística. Des dels telèfons mòbils fins a les aplicacions dels sistemes d'informació geogràfica (SIG), passant per la lectura de mapes o l'ús de GPS, tot una colla d'eines i procediments propis de l'anàlisi espacial duen a reflexionar sobre què té d'*especial* la informació *espacial*.

La cartografia és la síntesi de l'anàlisi espacial. La importància de la cartografia no només es mostra en els mapes impresos, que és com habitualment es pensa en els mapes, sinó també en una munió de recursos web, plataformes interactives, instrumental i tecnologies, que han revolucionat el món dels mapes i han obert la porta a una mà de recursos de gran utilitat en turisme; per fer-se una idea d'aquests canvis, cal pensar simplement en el gran nombre d'aplicacions que tenen els visualitzadors de mapes, com ara Google Maps. Actualment és possible accedir a un mapa, o a qualsevol aplicació informàtica basada en mapes, des d'una tauleta, un telèfon intel·ligent o un ordinador portàtil. Una de les aplicacions més elementals de l'anàlisi espacial és la localització d'un hotel o un restaurant mitjançant el localitzador d'un telèfon mòbil; un altre tipus d'aplicacions són les ressenyes que els usuaris en fan *in situ*, o les fotografies i els comentaris amb què fan partícips altres usuaris. Les aplicacions espacials són tan nombroses com variades, i no només acosten l'anàlisi espacial a l'usuari, sinó que, fins i tot, fan que l'usuari en sigui protagonista. L'anàlisi espacial també comprèn aplicacions centrades en l'estudi i la gestió de recursos i destinacions. Els SIG permeten realitzar aplicacions ben complexes, com ara avaluar l'adequació del territori per rebre un camp de golf, determinar el millor traçat per dissenyar una ruta de muntanya o predir el comportament del consumidor davant d'un cas de congestió d'instal·lacions, com sovint passa amb els serveis turístics de primera línia de mar.

L'anàlisi espacial dóna resposta a aquests i a d'altres interrogants. Per fer-ho es recolza en la **georeferenciació dels elements geogràfics**, això és, la localització d'un element en la seva posició real en l'espai, mitjançant coordenades. Un altre concepte bàsic en anàlisi espacial és el de **capa d'informació geogràfica**: una capa és una visualització de dades geoespacionals homogènies, que es poden trobar associades a taules que n'especifiquen els atributs; així, una capa sobre vies de comunicació pot mostrar diferents tipus de carreteres i, a la taula d'atributs, assenyalar quines són de primer ordre i quines de segon, quines són de peatge i quines gratuïtes. En l'anàlisi espacial també s'utilitzen

Vídeo recomanat

Aplicacions de la informació espacial (disponible en línia).

documents de referència, com ara diferents tipus de mapes, imatges de satèl·lit o ortofotografies, és a dir, fotografies aèries sense distorsions. La informació geogràfica té dues dimensions (figura 1):

- La **dimensió espacial** o **de posició**: assenyalava la localització, mida i forma de les entitats que es troben al territori i, en essència, respon a la pregunta *on*.
- La **dimensió temàtica** o **d'atributs**: assenyalava les característiques d'aquestes entitats i, en essència, respon a les preguntes *què* i *com* és allò que apareix en un lloc.

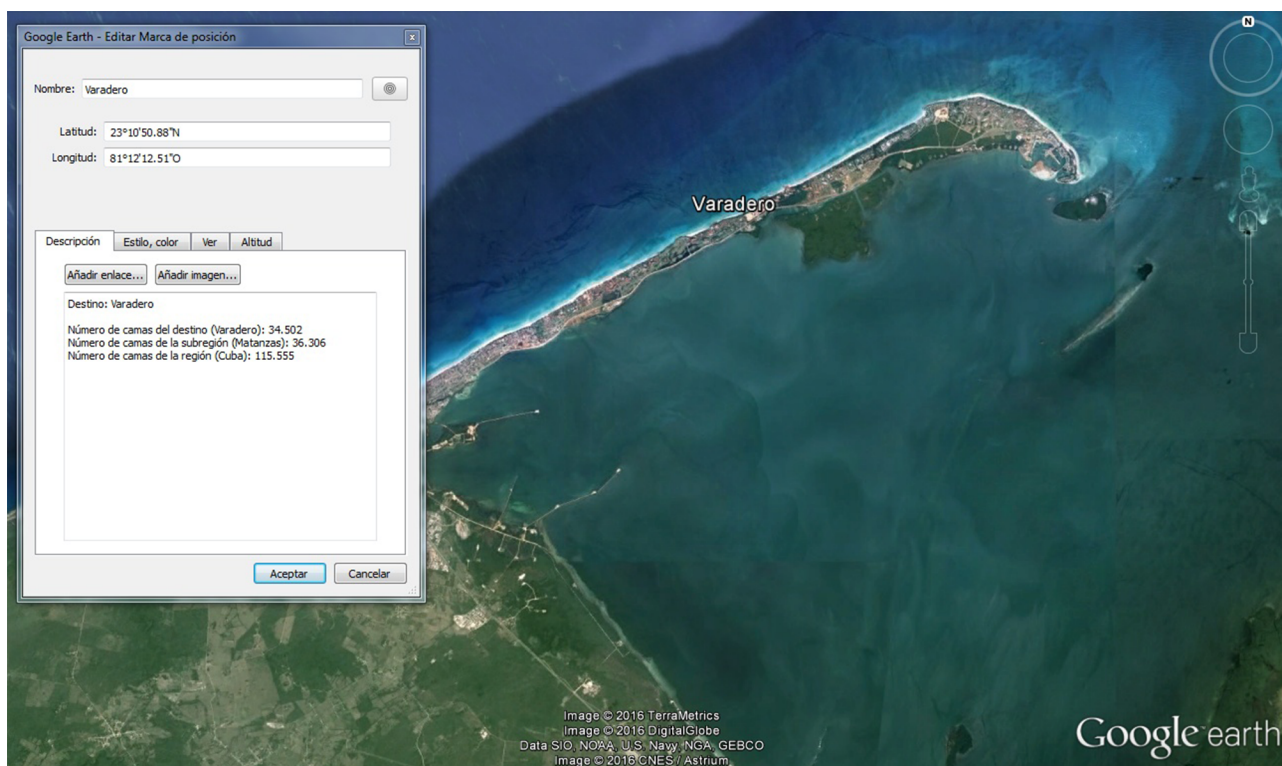


Figura 1. La informació geogràfica té dues dimensions: l'espacial (la localització de Varadero) i la temàtica (el número de llits). Font: GRATET (2013).

Com més rica és la informació espacial i temàtica que s'utilitza en anàlisi espacial, més interessants són els estudis que se'n realitzen.

Lectures recomanades

Per a una primera aproximació a l'anàlisi espacial podeu consultar:

The ArcGIS Book (disponible en línia).

Per a un coneixement més aprofundit sobre l'anàlisi espacial vegeu:

D. Pumain; Th. Saint-Julien (2010). *Analyse spatiale : les interactions*. Paris: Armand Colin.

2. La representació del territori

El territori es representa gràficament mitjançant mapes. Segons la quantitat de territori que es mostri, es pot parlar de **mapamundis** o de **plànols**; la principal diferència entre ambdós és que els plànols prescindeixen de la curvatura de la terra i, per tant, no necessiten de projeccions cartogràfiques. Segons el tipus d'informació representada, els **mapes** poden ser **topogràfics**, a vegades també anomenats generals, o **temàtics**. En els primers es representen fenòmens bàsics del territori, com ara l'altimetria, la xarxa hídrica, la xarxa viària, els límits administratius o els topònims, entre d'altres; en els segons es representa de forma específica un o uns elements del territori, com ara el tipus de vegetació, el tipus de geologia o la densitat de població (Kimerling, 2012).

L'**escala** és el concepte clau de qualsevol representació gràfica que es faci de la realitat, perquè assenyalava la relació entre la distància que separa dos punts en un mapa i la distància d'aquests dos punts en el territori. És habitual parlar de **mapes a escala gran**, per exemple 1:5.000, i **mapes a escala petita**, per exemple 1:100.000; en els mapes a escala gran els objectes es representen amb molt de detall i es mostren a mida gran, mentre que en els mapes a escala petita els objectes es representen amb poc detall i es mostren a mida petita. La diferència entre escala gran i escala petita acostuma a generar confusió; és important recordar que l'escala d'un mapa s'estableix en funció de la dimensió del seu quocient, no en funció de la dimensió del seu divisor. L'escala condiciona el grau de detall d'un mapa: com més gran és l'escala, més gran n'és el grau de detall. Tots els mapes han de dur escala, excepte els mapamundis, perquè en un mapamundi, a causa de la projecció cartogràfica utilitzada, l'escala no és constant en tots els punts de la representació (Martín, 1999).

Els mapes es troben orientats cap al nord, és a dir, la banda superior del mapa es troba encarada cap a aquest punt cardinal. A vegades els mapes s'orienten cap a altres punts cardinals, per tal d'oferir una representació més agradable o de lectura més fàcil. Si els mapes no es troben orientats cap al nord, cal assenyalar on es troba aquest punt cardinal mitjançant una fletxa de nord; si els mapes es troben orientats cap al nord, no és necessari especificar-ne l'orientació (perquè ja se sobreentén).

Escala gran i escala petita

Feu la prova vosaltres mateixos i dividiu 1 entre 5.000 i 1 entre 100.000; un valor qualsevol dividit entre un divisor gran sempre és més baix que el mateix valor dividit entre un divisor petit.

La informació que es mostra en un mapa apareix codificada en la **llegenda** del mapa. En la llegenda les dades s'organitzen en funció a la seva naturalesa, que pot ser quantitativa o qualitativa. En el primer cas les dades s'organitzen seguint una gradació, que mostra una progressió de dades des de valors alts a valors baixos; en el segon cas les dades s'organitzen de forma excloent, perquè no existeixen valors superiors o inferiors sinó diferents categories d'un fenomen. Existeixen paletes de colors adequades per representar dades quantitatives i dades qualitatives; també existeixen diferents procediments estadístics per definir les classes d'una sèrie de dades quantitatives (Robinson, 1987).

2.1. Aplicacions dels sistemes d'informació geogràfica al turisme

Les aplicacions dels sistemes d'informació geogràfica al turisme són tan nombroses com variades. Els SIG tenen utilitat en qualsevol estudi turístic amb base territorial, en qualsevol escala d'anàlisi i en qualsevol context temàtic, des de la gestió hotelera fins al disseny de productes turístics, passant per la cerca d'ubicacions idònies per a infraestructures turístiques o la valoració de recursos i elements d'interès.

Des de la Universitat Rovira i Virgili s'han utilitzat els SIG per caracteritzar les setze principals destinacions turístiques mundials en relació als sistemes territorials i urbans on es localitzen (GRATET, 2013). S'ha calculat la superfície de sòl destinat a activitats turístiques i la seva localització espacial, tot considerant aspectes com ara la relació amb el nombre d'habitants, la capacitat hotelera o la posició respecte de la línia de costa, entre d'altres. El resultat és una caracterització única de les principals destinacions turístiques mundials a una escala petita que permet comparar resultats amb validesa global. També té una validesa mundial l'estudi de Yang i altres (2014), que realitza una categorització de les localitzacions hoteleres, tot establint tres grans categories que, al seu torn, se subdivideixen en d'altres: models teòrics, models empírics i models operacionals. En aquest estudi resulta de gran utilitat l'aplicació de l'algorisme Anselin, un càlcul que estableix la dependència i l'heterogeneïtat espacial a partir de la posició d'un hotel determinat respecte d'altres hotels de la rodalia.

El treball de Pons i altres (2014) analitza la difusió espacial del creixement turístic a l'illa de Mallorca des de 1950. La investigació demostra, amb tot un seguit de mapes, com la implantació d'hotels ha conduït el creixement urbà en el conjunt de l'illa i, al mateix temps, la producció d'espai turístic i l'estructura urbana de Mallorca. L'anàlisi s'estructura a partir del modelat Kernel, un algorisme SIG que relaciona l'existència de llits turístics per unitat de superfície i genera mapes de densitat ponderada. A una escala més detallada es troba l'estudi d'Urtasun i Gutiérrez (2006) per a la ciutat de Madrid. En aquest treball es localitzen mitjançant un SIG dos-cents quaranta hotels a Madrid i se'n correlaciona la posició geogràfica amb el preu, la mida i el tipus de serveis. Els

Lectura recomanada

Per ampliar els continguts relacionats amb organització de dades i establiments d'interès podeu consultar:

T. Slocum (2005). *Thematic cartography and geographic visualization*. New Jersey: Pearson/Prentice Hall (pàg. 57-69).

Web recomanada

Per entendre diferents maneres de representar dades quantitatives i qualitatives podeu consultar:

ColorBrewer 2.0 (disponible en línia).

Web recomanada

Podeu saber més sobre la investigació de la Universitat Rovira i Virgili a:

Globaltur (disponible en línia).

resultats de la investigació assenyalen que els establiments hotelers tendeixen a agrupar-se en conjunts homogenis, per bé que les aglomeracions més clares només es fan evidents entre establiments diferenciats.

Existeix tot un seguit d'estudis que relliguen l'anàlisi espacial, l'estructuració física de l'activitat turística i l'ordenació del territori. Un dels primers treballs d'aquesta línia d'investigació és l'aplicació que Beedasy i Whyatt (1999) fan dels procediments SIG a l'illa de Maurici. L'economia de l'illa de Maurici descança en bona mesura en el turisme, que n'és el tercer sector econòmic, però les dimensions de l'illa i la fragilitat dels ecosistemes autòctons obliguen a racionalitzar qualsevol activitat que sigui susceptible d'amenaçar-ne els valors territorials. Gràcies a un SIG es va dissenyar un sistema de suport a decisions espacials que facilita la modelització de dades mitjançant anàlisi multicriteri. L'anàlisi multicriteri proporciona les ubicacions més adequades per a un seguit de supòsits considerant, d'una banda, els requeriments de l'activitat turística en qüestió i, de l'altra, la potencialitat del territori. L'anàlisi multicriteri es recolza en diferents procediments d'anàlisi, tant qualitatius com quantitius; un dels mètodes que tenen més acceptació és l'AHP, o procés analític jeràrquic.

Altres estudis fan servir els SIG per a detectar recursos d'interès turístics, ponderar localitzacions o establir itineraris i rutes entre atractius o localitats. Aquest és el cas, per exemple, d'un estudi realitzat al Parque Nacional Marino Golfo de Chiriquí, a Panamà, que ha servit com a base per a dissenyar la política turística que ha de seguir aquest espai protegit (Pérez i Nel-lo, 2007). També gràcies a procediments cartogràfics García i altres (2015) detecten els principals atractius turístics de la conca del riu Cuautitlán, al cinturó volcànic central de Mèxic, els relacionen amb les unitats de paisatge i proposen una ruta ecoturística que relliga diferents indrets considerant el seu atractiu turístic i la valoració del paisatge on es troben. Les potencialitats dels SIG per estudiar el paisatge i derivar-ne atractius turístics són immenses. El treball pioner de Martínez i altres (2003) determina diferents graus de qualitat paisatgística en un espai protegit d'Aranjuez, mitjançant diferents operacions de superposició, combinació i ponderació de capes. El resultat és un mapa de gran atractiu visual que assenyalava quins indrets tenen una qualitat més alta i, per tant, poden resultar de més interès per al visitant.

Finalment, cal notar tot un seguit d'aplicacions relacionades amb la cerca d'ubicacions idònies per a un tipus concret de necessitats, com ara un camp de golf, un parc aquàtic, una hípica o una pista d'esquí. Crecente i altres (2012) proposen una metodologia per a detectar la millor localització per a centres de talassoteràpia. Aquest procediment integra variables econòmiques, ambientals i socials en un SIG. Els autors mostren una aplicació a Galícia, on detecten dues-centes onze ubicacions potencials, de les quals dinou satisfan amb prou qualitat els criteris de selecció. Aquestes dinou localitats es jerarquitzen segons la seva puntuació interna, fet que condueix a la creació d'un rànquing

Lectura recomanada

Podreu saber més sobre l'AHP consultant:

Th. Saaty (2008). *Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences*. Pittsburgh: RWS Publications.

Geoservidors

Els SIG utilitzen dades espacials i temàtiques que sovint es poden descarregar gratuïtament des d'Internet. Cada regió o país acostuma a tenir una institució encarregada de produir cartografia oficial. Un recull de geoservidors per a tot Iberoamèrica es troba a:

TYS magazine (disponible en línia).

d'ubicacions potencials que finalment es matisa per la selecció per part dels promotors de l'activitat, l'Administració i el perfil de client al qual va dirigit el servei.

Lectura complementària

Existeixen molts altres casos d'aplicació dels SIG a l'activitat turística. Un treball de referència, on es realitza una jerarquització d'indrets adequats per a l'activitat turística a l'illa de Rodès, és:

D. Kitsiou; H. Coccossis; M. Karydis (2002). «Multi-dimensional evaluation and ranking of coastal areas using GIS and multiple criteria choice methods». *Science of the Total Environment*, 284 (pàg. 1-17).

Potencialitats dels SIG

Les potencialitats dels SIG al turisme són immenses i, a la pràctica, les seves aplicacions són tan grans com la creativitat que tingui l'usuari. El treball final de màster és una oportunitat molt bona per treballar amb SIG, ja sigui estructurant el treball amb aquest tipus de tecnologia, ja sigui integrant aquest recurs en el mètode d'investigació. Hi ha un bon grapat d'exemples en els quals els SIG resulten d'utilitat a l'hora d'estructurar un treball final de màster:

- Un SIG és una eina excel·lent per a cartografiar informació espacial. Qualsevol exercici amb una base geogràfica s'enriquirà amb l'ús de mapes temàtics que asseynalin la distribució de les variables analitzades.
- De vegades els mapes constitueixen la informació per si mateixa. Un SIG permet crear amb facilitat tot un seguit de productes cartogràfics que poden donar lloc a atles turístics, que tant poden ser en suport paper com digital. Els atles turístics són una eina de grandíssima utilitat per a realitzar diagnòstic de potencialitat en indrets poc desenvolupats turísticament, com ara algunes comunitats indígenes o determinades zones rurals i de muntanya.
- La representació cartogràfica es complementa amb l'anàlisi cartogràfica. Mitjançant la comparació de diferents mapes temàtics i gràcies a l'ús d'operacions de superposició, es poden realitzar correlacions de gran interès. Per exemple, amb un SIG es pot combinar una capa d'informació on es mostri la localització d'espais naturals protegits amb una altra capa on es mostri l'existència d'oficines d'informació turística. El resultat permet detectar la proximitat d'oficines d'informació a espais protegits i, d'aquesta manera, canalitzar de forma efectiva la informació i les visites a aquests indrets.
- Les anàlisis de proximitat resulten de gran utilitat a l'hora de crear àrees homogènies. Amb tot un seguit de zones de proximitat es pot determinar els museus, monuments i punts d'interès turístic que hi ha en una ciutat, en diferents franques (per exemple, cada 100 metres) i per a cadascun dels establiments hotelers. El resultat permet saber quins establiments tenen més fàcil accés a més atractius turístics, una informació que es pot correlacionar amb la seva ocupació o el seu preu per llit per a detectar la possible existència de correspondències.
- En la mateixa línia, però en una escala de treball diferent, es pot proposar una correlació similar entre hotels costaners i platges amb la distinció de Bandera Blava. En aquest exercici es pot determinar si aquest tipus de distinció ambiental influeix en el preu final que paga el consumidor per allotjar-se en un hotel de similar categoria amb similars prestacions.
- Es pot utilitzar un SIG per quantificar i caracteritzar el creixement urbà de nuclis turístics, com ara la Costa Blanca o la Costa del Sol, en diferents períodes temporals, i correlacionar el resultat amb el perfil de turista i l'ocupació hotelera per a cada període analitzat.
- Els SIG resulten de gran utilitat per realitzar caracteritzacions espacials a escala regional, per exemple, per detectar pautes d'agrupament en la localització de càmpings en diferents destinacions de muntanya. Un exercici interessant pot consistir a comparar el número, la distribució i les característiques dels càmpings al vessant nord i al vessant sud dels Pirineus.

- Mitjançant diferents operacions de superposició i combinació de capes es pot detectar l'existència de zones homogènies i, per exemple, proposar zonificacions de tipologies turístiques en espais ben definits, com ara les illes. Un exercici interessant és comparar tipologies turístiques en espais insulars propers, com ara Mallorca i Menorca o Lanzarote i Fuerteventura.
- També mitjançant operacions de superposició i combinació es pot detectar la millor ubicació per a una instal·lació turística, com ara un parc aquàtic. Es pot comparar la situació ideal amb una de real, i el resultat pot servir per a reflexionar sobre l'aprofitament de l'espai a l'hora de dissenyar productes turístics.
- Les caracteritzacions de detall també són de gran utilitat. Un dels molts exemples possibles consisteix a cartografiar les opinions de visitants a municipis d'interès turístic, com ara Ronda o Cadaqués. Es pot demanar als visitants que situïn en un mapa i caracteritzin de manera breu els indrets que més els han agradat durant la seva estada. El resultat és un mapa on es mostra el coneixement que els turistes tenen de l'indret visitat i, al mateix temps, la percepció que se'n formen.

3. Sistemes d'informació geogràfica

Un SIG és una eina informàtica capaç d'emmagatzemar, gestionar, analitzar i representar informació georeferenciada. En essència, i de forma simplificada, es tracta d'un programa d'ordinador que associa bases de dades a cartografia (informació georeferenciada) i que permet estudiar configuracions territorials de manera sistemàtica.

Un SIG és una eina de treball molt adequada per a realitzar estudis d'anàlisi i prospectiva territorial, per a gestionar informació estadística, modelar dades i realitzar cartografia. El seu ús es troba generalitzat en l'àmbit dels estudis amb base territorial i les aplicacions al món del turisme en són ben nombroses (Pérez, 2009).

Els primers SIG daten dels darrers anys de la dècada dels seixanta i, tot i que el seu desenvolupament tecnològic ha estat constant, fins a final dels anys vuitanta el seu ús era exclusiu de l'Administració pública i les universitats. Van començar a popularitzar-se a meitat de la dècada dels noranta, a causa del seu ús en el món empresarial, però no va ser fins al canvi de segle que es van difondre de manera evident a nivell d'usuari. En l'actualitat els SIG, i altres tecnologies afins, resulten de fàcil accés gràcies a l'existència de programari gratuït, servidors de mapes de gran qualitat i l'ús d'Internet com a mitjà de difusió cartogràfica.

El número de programes SIG que existeix avui dia és molt elevat. Alguns programes únicament són capaços de funcionar en un sistema operatiu determinat, com ara Windows, mentre que d'altres ho poden fer en dos o més, com ara OSX o Unix; alguns han estat dissenyats per empreses privades, com és el cas d'ArcGis que pertany a l'empresa ESRI, i d'altres per institucions públiques o universitats, com ara MiraMon que va néixer a la Universitat Autònoma de Barcelona; alguns són de programari lliure, com gvSIG, i d'altres són de programari propietari, com ara IDRISI; alguns tenen un preu reduït o són gratuïts, com ara Qgis, i d'altres es comercialitzen amb llicències de pagament, com és el cas de Maptitude. Tots els SIG ofereixen les mateixes prestacions bàsiques, encara que cadascun pot estar especialitzat en aplicacions concretes o en entorns de treball especialitzats, com succeeix amb alguns SIG dissenyats per a realitzar aplicacions cadastrals, militars o energètiques (DeMers, 2009).

Els SIG resulten d'interès per resoldre problemes de tipus territorial; tot sovint es parla de sis aspectes relacionats amb la seva utilitat:

Vídeo recomanat

Per saber més sobre els SIG podeu consultar:

Geographic Information Systems (GIS). Software Fundamentals: A Video Lecture (disponible en línia).

- **Localització directa:** una de les funcions més elementals d'un SIG és saber on es troba un element determinat a partir d'alguna de les seves característiques, com ara el nom, l'extensió o la situació general. Així, per exemple, de totes les platges que apareguin en una capa d'informació geogràfica, se'n pot seleccionar una o unes pel seu nom, per alguna de les seves característiques o per la seva posició en l'espai.
- **Localització condicionada:** un pas més enllà de la localització directa és la localització indirecta o condicionada. La localització condicionada permet determinar quin element o part del territori aconsegueix amb una o unes condicions determinades a partir d'un tercer element de referència. D'aquesta manera, per un procediment de localització directa es pot saber quines són les platges de més extensió d'una destinació turística i, per un procediment de localització condicionada, es pot trobar aquells hotels de més categoria que es trobin a menys distància de les platges de més extensió.
- **Tendències:** l'estudi de tendències resulta de gran utilitat per comparar diferents àrees d'estudi en un mateix moment, o una mateixa àrea d'estudi en diferents períodes temporals. En un estudi sobre la transformació d'Acapulco com a destí turístic madur, resulta de gran interès analitzar el creixement i el desplaçament de la zona hotelera des de 1950 fins a l'actualitat.
- **Rutes:** l'anàlisi de routes resulta particularment interessant a l'hora de gestionar i planificar trajectes en una destinació turística. Amb un SIG es pot determinar quina és la ruta que ha de seguir un autobús que hagi de recollir, en el menor temps possible, turistes que es troben en diferents hotels d'una destinació.
- **Pautes:** amb un SIG es poden demostrar pautes i regularitats espacials. Per exemple, es pot detectar la concentració d'apartaments turístics en determinats barris de ciutats turístiques i, posteriorment, correlacionar-la amb variables socials i econòmiques.
- **Models:** els models permeten reproduir unes pautes de comportament real d'acord a unes situacions suposades, i constitueixen l'aplicació més complexa i potent dels SIG. Mitjançant l'anàlisi geoespacial es pot determinar quina és la millor ubicació per a una pista d'esquí i, a través d'una modelització, preveure la quantitat teòrica de neu que pot oferir, en un escenari de canvi climàtic, al llarg d'un període determinat d'anys.

Lectura recomanada

Per saber més sobre les aplicacions dels SIG i conèixer altres aplicacions territorials podeu consultar:

J. M. Santos Preciados (2007). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: UNED, 2007.

3.1. Models de dades

Un SIG treballa amb dades geogràfiques, dades que es poden georeferenciar i emplaçar en un punt concret de l'espai. Aquestes dades tenen una dimensió espacial i una dimensió temàtica: la dimensió espacial es materialitza en un mapa i mostra la forma, mida i posició de les entitats o objectes que s'hi representen; la dimensió temàtica es mostra en forma de taules d'atributs que, combinades, generen bases de dades, i que aporten informació sobre què són i com són les entitats que es visualitzen en la dimensió espacial de les dades (Clarke, 2010).

Resulta relativament fàcil integrar dades temàtiques en un SIG: únicament cal realitzar-ne la conversió digital. Cada cop amb més freqüència, les dades se subministren directament en format digital i es poden integrar en un entorn SIG amb poques o cap manipulació. Les dades de tipus espacial, tanmateix, són més laborioses d'adaptar a formats digitals; la conversió d'informació espacial demana localitzar de forma concreta cada element cartografiat i transformar-lo a un format numèric que pugui reconèixer cada programari; també resulta necessari codificar la topologia, això és, les relacions espacials que mantenen els diferents elements representats (per exemple, que una entitat es trobi dins d'una altra o que en sigui adjacent a una de tercera). Segons com s'estructurin les dades espacials en un SIG, es pot parlar de **models de dades ràster** i **models de dades vectorials**; tots dos models són representacions simplificades de la realitat, són mútuament importables i exportables i responen a dues concepcions ben diferents de les dades geogràfiques. El model ràster representa la informació dividint el territori en porcions constants d'igual dimensió, mentre que el model vectorial la representa mitjançant diferents formes geomètriques (figura 2).

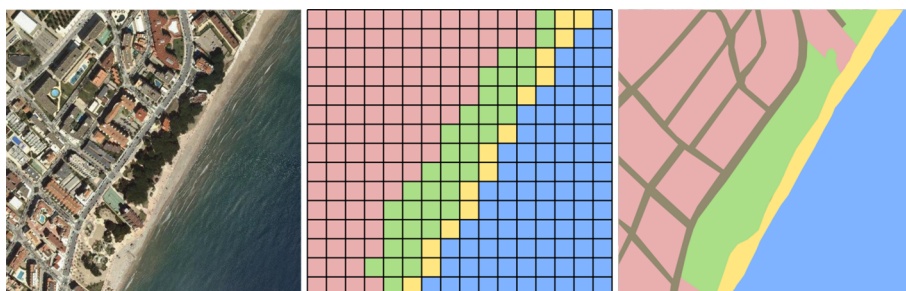


Figura 2. Una mateixa realitat reproduïda en format ràster (centre) i en format vectorial (dreta). Noteu que les carreteres que es mostren al model vectorial no apareixen al model ràster, perquè no arriben a ocupar més del 50% de la superfície d'una cel·la.

El **model ràster** basa la seva lògica en la divisió del territori en porcions constants d'igual dimensió, anomenats *cel·les* o *píxels*, que se sobreposen al territori, tot formant un reticle on cada cel·la es troba posicionada mitjançant coordenades; el conjunt de l'àrea representada, i cada cel·la en concret, s'identifiquen amb una superfície de la realitat. Cadascuna de les cel·les s'associa a un únic atribut, que correspon a la realitat més o millor representada a la cel·la; per exemple, si en un mapa ràster sobre ocupació del sòl el 49% d'una cel·la correspon a zones de conreu i el 51% correspon a boscos, el valor total de la cel·la

Píxel

La paraula *píxel* deriva de la unió dels mots *picture* i *element*.

serà de boscos (malgrat que en el 49% de la cel·la no n'hi hagi). Com resulta fàcil d'entendre, com més dimensió tinguin les cel·les menys precisió temàtica se'n derivarà, i a l'inrevés (Burrough, 1986).

El **model de dades vectorial** s'estructura en la representació del territori en tres tipus de figures geomètriques: punts, línies i polígons. La posició d'un atractiu turístic, com ara una ermita, es pot simbolitzar mitjançant un punt; el traçat d'una entitat lineal, com ara una carretera, amb una línia; la forma i extensió d'una entitat superficial, com ara un camp de golf, amb un polígon. Cadascuna de les entitats representades s'ubica en la seva posició real al territori i s'associa a un identificador que, al seu torn, pot associar-se a un o més atributs. Com en qualsevol mapa, la precisió es troba directament lligada a l'escala a la qual les dades tenen validesa (Clemmer, 2010).

L'usuari novell acostuma a preferir el model vectorial, perquè la seva comprensió requereix menys capacitat d'abstracció que el model ràster, però és important notar que això no significa que sigui millor. Tots dos models presenten avantatges i inconvenients: el model ràster ocupa més memòria en el sistema que el vectorial, encara que resulta més fàcil actualitzar dades en un model vectorial que en un de ràster; l'estructura interna d'un ràster és molt més senzilla que la d'un vector, per bé que és més fàcil codificar la topologia en un document vectorial que en un de ràster; les operacions de superposició es realitzen millor en un ràster que en un vector, mentre que l'anàlisi de xarxes ofereix moltes més possibilitats en format vectorial; les operacions amb moltes dades s'executen més fàcilment en un format ràster, però un format vectorial integra millor el treball amb bases de dades. La selecció d'un model de dades o un altre, en definitiva, es relaciona amb la intenció de l'estudi que es vulgui realitzar i les possibilitats amb què compta cada usuari.

Diferències entre ràster i vector

El professor Dana Tomlin, creador de l'àlgebra de mapes, resumeix la dicotomia ràster/vector en aquesta frase: «Raster is faster, but raster is vaster, and vector just seems more correct».

4. Operacions d'anàlisi SIG

Les operacions d'anàlisi SIG es classifiquen segons el model de dades amb què es desenvolupen; així, els models ràster permeten realitzar operacions ràster i els models vectorials permeten realitzar operacions vectorials. Cada model treballa amb uns algorismes adaptats a la manera com s'organitzen les dades; en alguns casos aquests càlculs són exclusius d'un model de dades i, en d'altres, tenen equivalents en tots dos models.

Lectura recomanada

Per a entendre les operacions d'anàlisi SIG sovint cal realitzar un esforç d'abstracció important. Per precisar definicions i resoldre dubtes terminològics podeu consultar:

J. Nunes (2012). *Diccionari terminològic de sistemes d'informació geogràfica*. Barcelona: ICC-Termcat.

4.1. Operacions d'anàlisi ràster

Les operacions ràster basen la seva lògica en l'organització en cel·les en què s'estructura el model de dades ràster. Les principals operacions que es poden realitzar amb aquest model són: operacions elementals, operacions locals, operacions de veïnatge i operacions zonals (Santos, 2007).

4.1.1. Operacions elementals

Les operacions elementals es realitzen en una única capa d'informació i formen part de les diferents tasques que cal realitzar per preparar les dades abans de fer anàlisis més avançades. Alguns exemples d'operacions elementals són el canvi d'orientació, la modificació de resolució de la cel·la, l'extracció d'informació o la unió d'imatges.

És habitual treballar amb les imatges ràster orientades cap al nord però, si convé, és possible rotar la imatge de 0 a 360° sense que el canvi d'orientació afecti la qualitat de les dades.

En alguns casos, per tal d'integrar correctament diferents capes d'informació, resulta necessari modificar la mida de les cel·les; l'augment del nombre de cel·les rep el nom d'expansió, i la disminució el de contracció. El canvi en la mida de cel·les es realitza establint factors de concentració o de multiplicació, respectivament: un factor de concentració de 2 indica que el nombre de cel·les d'un document es redueix a la meitat. Existeixen diferents procediments estadístics per a homogeneïtzar les dades al canvi de dimensió de les cel·les (que contenen les dades); és habitual treballar amb valors mitjos o amb addicions per a cada conjunt de cel·les seleccionat.

L'extracció d'informació serveix per a eliminar informació no necessària, reduir l'àrea d'estudi o seleccionar àmbits de treball. Per a extreure informació cal definir prèviament les coordenades d'una «finestra» que separi l'espai que es vol conservar de l'espai que s'ha de discriminar.

La unió d'imatges permet conformar un sol document a partir de dues o més capes d'informació contigües. En aquesta operació és important que les capes que es volen unir comparteixin sistema de coordenades, orientació i mida de cel·la, per tal de crear un document final homogeni.

4.1.2. Operacions locals

Les operacions locals reben aquest nom perquè se centren en el càlcul local de les cel·les ràster, això és, de manera individual, sense considerar les cel·les veïnes. Existeixen dos grans tipus d'operacions locals: **reclassificació** i **superposició**; en el primer cas el procediment de càlcul genera una imatge nova a partir d'una d'antiga, mentre que en el segon cas dues o més imatges antigues en generen una de nova.

Les operacions de **reclassificació** s'organitzen en cinc grans tipus, que són recodificació, agregació, agrupació d'interval·ls, càlculs per constants i per funcions:

- La **recodificació** consisteix a substituir uns valors antics per uns de nous, segons uns criteris preestablerts, per a cada cel·la. En aquest procés la imatge nova conserva el mateix nombre de categories que l'antiga, però en canvia la designació.
- L'**agregació** agrupa diferents valors de la imatge originària en un de sol a la capa nova; com a resultat, el número de categories de la capa resultant és inferior al de la capa antiga (figura 3).
- L'**agrupació d'interval·ls** substitueix un valor en interval·ls per un altre en nombres naturals. Es manté el mateix número de categories però canvia la manera d'expressar-les. Mitjançant aquest procediment, un rang de valors de l'1 al 10 que s'expressa en tres interval·ls [(1-3), (4-6) i (7-10)] es pot convertir en tres categories (1, 2 i 3), on cadascuna recull la informació corresponent a l'interval al qual fa referència.
- El **càlcul per constants** altera el valor originari de les cel·les de la capa antiga de forma continuada, de tal manera que la capa nova té uns valors diferents però proporcionals als de la capa originària.
- El **càlcul per funcions** aplica càlculs (de tipus algebraic, trigonomètric, logarítmic) als valors de les capes originàries.

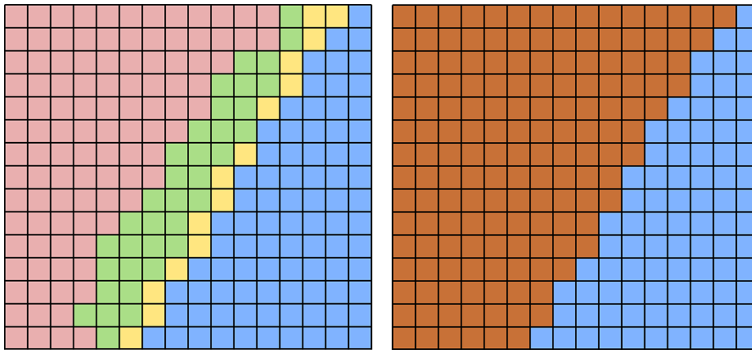


Figura 3. Exemple d'una reclassificació per agregació: a la imatge de l'esquerra apareixen quatre categories (zona edificada, zona verda, platja i mar) que a la imatge de la dreta s'han resumit en dues (terra i mar).

Les operacions de **superposició** s'organitzen en quatre grans tipus, que són superposició lògica, superposició algebraica, creuament de mapes i emmascarat:

- La **superposició lògica** treballa amb imatges binàries (les cel·les únicament poden tenir dos valors: 0 o 1), on el valor 0 indica l'absència d'un requisit determinat i el valor 1 n'indica la presència. Sobre aquestes capes s'apliquen operadors lògics, com ara «AND» o «OR», que permeten derivar noves capes d'informació.
- La **superposició algebraica** crea noves capes d'informació mitjançant operacions aritmètiques, trigonomètriques o estadístiques (figura 4).
- El **creuament de mapes** superposa dues o més imatges diferents i en deriva una de final que reuneix la informació de les capes originàries. Aquesta darrera capa mostra la informació que resulta de combinar les capes primigènies mitjançant la seva intersecció espacial.
- L'**emmascarat de mapes** permet ocultar parcialment una capa d'informació mitjançant finestres de visibilitat i resulta de gran utilitat per destacar determinats sectors d'un àmbit d'estudi.

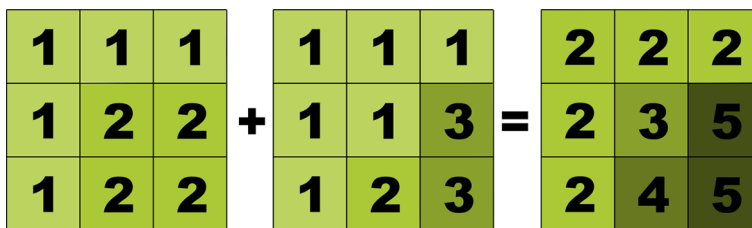


Figura 4. Exemple d'una superposició algebraica: els valors de les cel·les de la tercera capa són el resultat de la suma dels valors de les cel·les de la primera i la segona capa.

4.1.3. Operacions de veïnatge

Les operacions de veïnatge, per oposició a les operacions locals, indiquen les relacions entre una cel·la determinada i la resta de cel·les circumdants. Segons la proximitat de l'anàlisi, és habitual distingir entre **operacions de veïnatge immediat** i **operacions de veïnatge llunyà**.

Les **operacions de veïnatge immediat** calculen el valor d'una cel·la d'una capa nova a partir del valor de les cel·les més properes d'una capa antiga, mitjançant una finestra de càlcul variable: per exemple, una finestra de 5x5 assenyala que les vint-i-quatre cel·les immediates (cinc cel·les per costat) de la capa antiga proporcionen informació per generar una capa nova. Les operacions de veïnatge immediat més habituals són els càlculs de pendent i d'orientació del terreny:

- El **càlcul de pendent** estableix el pendent d'un terreny, en graus o en percentatge.
- El **càlcul d'orientació** estableix cap a quin punt cardinal mira la superfície del terreny, a partir de l'angle d'inclinació del pla màxim del pendent respecte el nord.

Les **operacions de veïnatge llunyà** calculen el valor d'una cel·la d'una capa nova a partir del valor de les cel·les d'una capa antiga, sense que aquestes cel·les siguin necessàriament les més properes. Els càlculs més habituals són els mapes de distàncies, el càlcul de superfícies de fricció, els càlculs de visibilitat i la interpolació espacial:

- Un **mapa de distàncies** calcula la distància euclidiana, és a dir, en línia recta, entre un punt de referència definit en el mapa i la resta del territori.
- Les **superfícies de fricció** assenyalen la dificultat de desplaçament per unitat de longitud en un espai determinat; el cost de desplaçament es defineix per tot un seguit de variables, com ara el tipus de vies de comunicació per on desplaçar-se, el tipus de relleu o l'existència de barreres o impediments en el desplaçament.
- Els **càlculs de visibilitat** determinen quines cel·les són visibles des d'un o més punts determinats del territori, a partir de l'altitud i l'estructura del relleu.
- La **interpolació espacial** es basa en la predicció de valors desconeguts a partir de valors coneguts, mitjançant la posició d'aquests elements en l'espai (figura 5). El resultat d'aquest càlcul genera models digitals d'elevacions (MDE) que, si fan referència a dades d'altimetria, reben el nom de models digitals del terreny (MDT).

Primera llei de la geografia

Waldo Tobler va formular el principi d'autocorrelació espacial: «totes les coses es troben relacionades entre sí, però les coses més properes en l'espai tenen més relació que les distants».

1	1	1	1	1	1	1	1
1	?	1	2	1	2	1	1
2	3	2	3	2	3	2	2
3	2	3	2	3	3	2	2
4	3	4	3	4	3	4	3
5	4	5	4	5	4	?	5
6	5	6	5	6	5	6	7

Figura 5. La interpolació espacial es basa en la primera llei de la geografia o principi d'autocorrelació espacial.

4.1.4. Operacions zonals

Les operacions zonals s'assimilen a les operacions de veïnatge immediat, amb la diferència que, en lloc de treballar amb una sola cel·la, treballen amb un conjunt de cel·les d'igual valor. En un model de dades ràster les cel·les d'igual valor s'anomenen regions; les regions es componen de zones, que poden estar formades per una o més cel·les (figura 6).

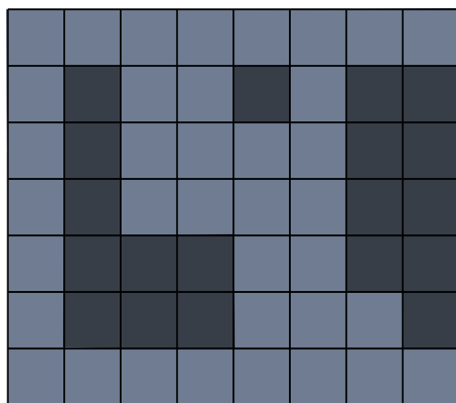


Figura 6. A la imatge es mostren dues regions, una de les quals es forma per tres zones (dues de les quals es formen per més d'una cel·la).

Les operacions zonals són de gran interès perquè permeten treballar amb porcions de territori de caràcter homogeni.

4.2. Operacions d'anàlisi vectorial

Les operacions vectorials basen la seva lògica en la seva organització en punts, línies i polígons, i en l'associació d'aquests a una o més taules d'atributs. Les principals operacions d'anàlisi que es poden realitzar són: cerca i selecció d'informació, anàlisi de proximitat, anàlisi de superposició, anàlisi de xarxes i agregació d'objectes (DeMers, 2009).

4.2.1. Cerca i selecció d'informació

La cerca i, si s'escau, selecció de dades és una de les operacions més senzilles i de més interès dels models de dades vectorials. Les cerques poden ser de tres tipus: temàtiques, espacials o combinades.

- La **cerca temàtica** se centra en localitzar l'element o elements que, a partir de la informació continguda a la taula d'atributs, reuneixen una o més condicions de caràcter temàtic. Aquestes condicions s'estableixen a partir de criteris de tipus nominal, matemàtic o lògic i, en el seu conjunt, responen a la pregunta *què* o *com*. Amb una cerca temàtica es pot seleccionar una estació d'esquí pel seu nom, per la seva superfície o per la qualitat mitjana de la seva neu, per exemple.
- La **cerca espacial** se centra en localitzar l'element o elements que, a partir de la seva situació geogràfica, reuneixen una o més condicions de caràcter espacial. Les cerques espacials es defineixen per operadors espacials, com ara «a prop», «dins» o «fora» i, en el seu conjunt, responen a la pregunta *on*. En una cerca espacial es pot seleccionar una estació d'esquí que inclogui en el seu interior o rodalia un complex hotel·ler, per exemple.
- La **cerca combinada** se centra en localitzar l'element o elements que reuneixen una o més condicions de caràcter temàtic i espacial. En una cerca combinada es pot seleccionar una estació d'esquí segons la qualitat de la seva neu i segons la categoria dels complexos hotel·lers que hi pugui haver a la rodalia, per exemple.

Activitat

Proposeu altres exemples de cerques temàtiques, espacials i combinades.

4.2.2. Anàlisi de proximitat

Les anàlisis de proximitat permeten establir una àrea d'influència al voltant d'un o més objectes seleccionats, tot marcant una distància prefixada des d'aquestes entitats cap a la resta del territori. Les àrees d'influència resultants s'anomenen àrees d'influència, o *buffers* (figura 7).

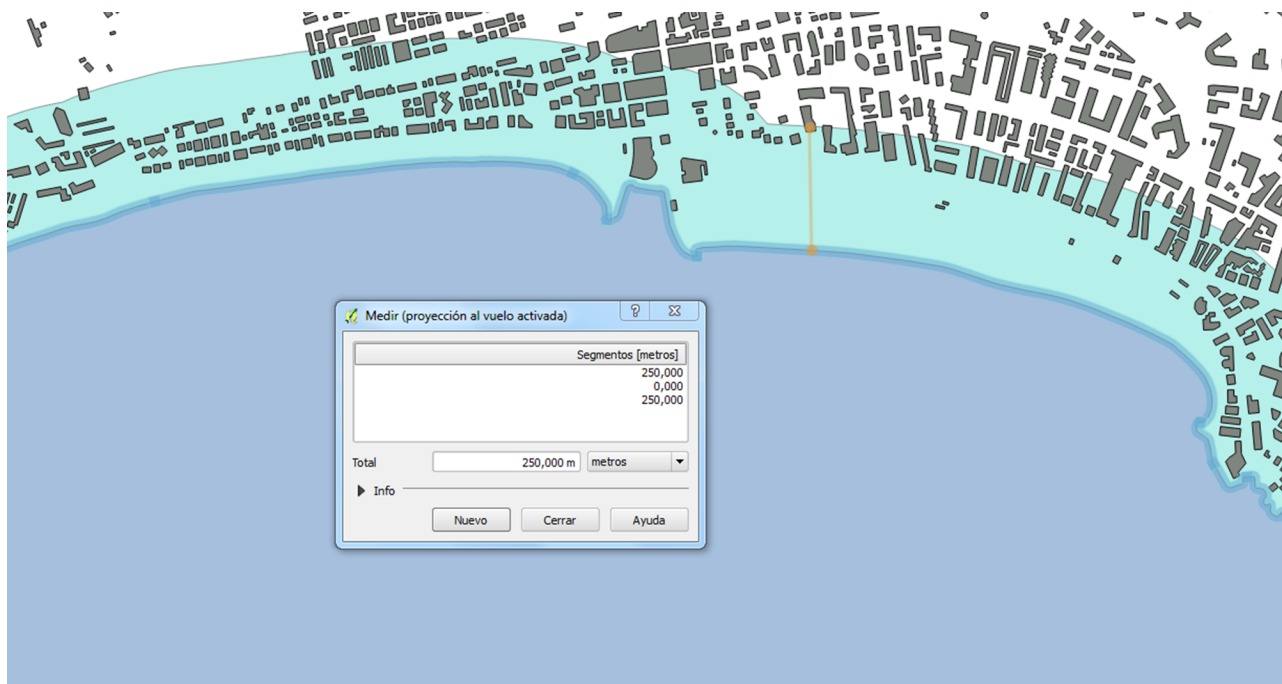


Figura 7. Una àrea d'influència de 250 metres respecte de la línia de costa assenyalada quines edificacions es troben més properes a la mar.

4.2.3. Anàlisi de superposició

Les anàlisis de superposició es realitzen a partir de la relació geomètrica que s'estableix entre dues o més capes d'informació que comparteixen tot o part d'un àmbit geogràfic. Les anàlisis de superposició es classifiquen segons els operadors a què responguin que, per exemple, poden ser de tipus lògic, algebraic o geomètric.

A l'hora de diferenciar els càlculs de superposició de caràcter vectorial dels de caràcter ràster, cal fixar-se en la geometria de les entitats superposades, que en el cas del model vectorial són cossos geomètrics irregulars amb forma de punt, línia o polígon (figura 8).

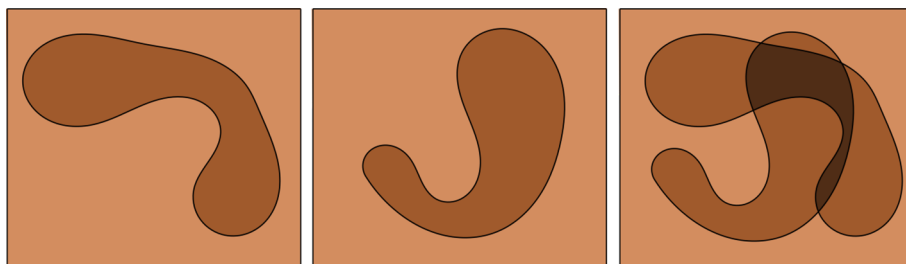


Figura 8. Les anàlisis de superposició permeten treballar amb diferents relacions espacials, com ara la intersecció, la unió o la diferència geomètrica. A la imatge: el contorn d'un camp de golf (esquerra), el contorn d'un espai protegit (centre) i la porció del camp de golf que es troba dins de l'espai protegit (dreta).

4.2.4. Anàlisi de xarxes

Les anàlisis de xarxes serveixen per a caracteritzar les entitats lineals; les seves aplicacions més interessants es relacionen amb la gestió dels fluxos que s'hi canalitzen. En l'anàlisi de xarxes intervenen tot un seguit d'elements propis de les geometries lineals, com ara la longitud, la direcció, la connectivitat, la dificultat de trànsit o les restriccions d'accés.

Mitjançant l'anàlisi de xarxes es pot establir quina carretera assegura un accés més ràpid des d'una destinació turística de costa cap a un atractiu turístic de l'interior, quina carretera assegura un accés més econòmic (és a dir, sense pagament de peatges) o quina carretera ofereix un accés alternatiu al d'aquestes dues.

Activitat

Proposeu altres exemples d'anàlisi de xarxes.

4.2.5. Agregació d'objectes

L'agregació d'objectes permet agrupar diferents entitats espacials. Si les entitats que s'agrupen tenen límits contigus, l'agregació es realitza pel procediment d'unió; si les entitats no tenen límits contigus, l'agregació és realitza pel procediment d'integració (figura 9).

De forma relacionada amb l'agregació per integració, cal assenyalar l'existència d'elements multipart, que són elements d'igual tipus geomètric amb dues o més entitats espacials i un sol registre a la taula d'atributs.

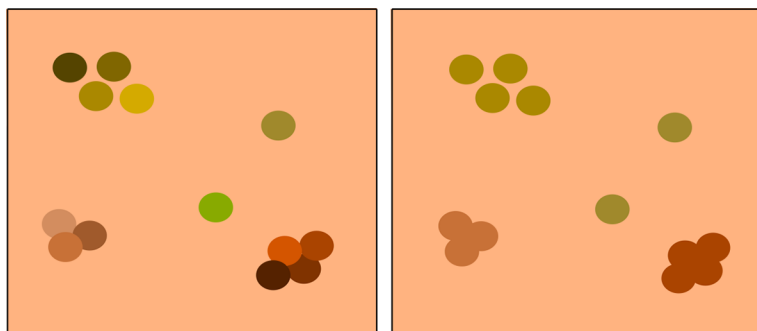


Figura 9. A la figura de l'esquerra apareixen tretze entitats, que a la figura de la dreta s'han agregat en quatre entitats: dues d'aquestes entitats s'han agregat pel mètode d'unió (perquè tenen límits contigus), i dues pel procediment d'integració.

5. Treball amb taules

Els SIG organitzen la informació temàtica en taules; en el model de dades ràster les taules acostumen a ser senzilles, però en el model vectorial solen ser més treballades i poden arribar a formar bases de dades de gran complexitat. Les taules que integren un SIG són de tipus relacional i s'organitzen en taules de doble entrada, formades per camps i registres. Cada registre de la taula es relaciona amb una entitat espacial mitjançant un identificador, que és únic per a cada capa geogràfica; els registres s'associen a un o més camps, que contenen informació sobre els atributs de l'entitat a la qual fan referència (figura 10).

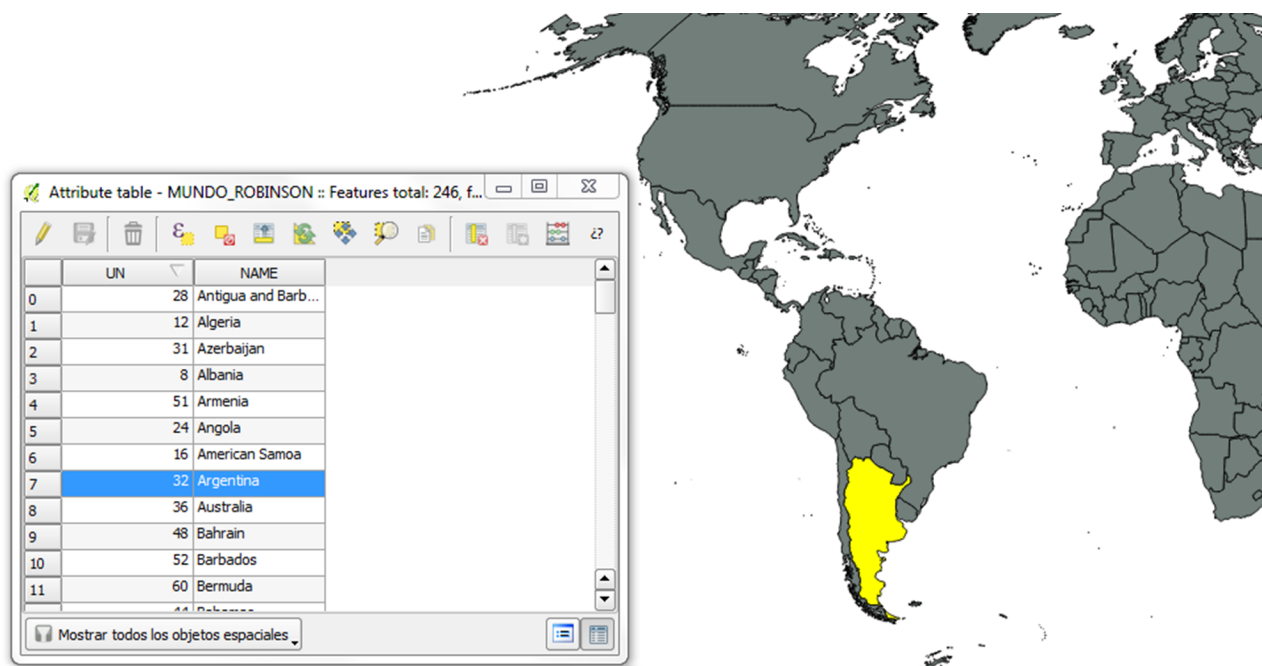


Figura 10. Les dades geogràfiques tenen un doble vessant: espacial i temàtic. La dimensió espacial de les dades es materialitza en un mapa; la dimensió temàtica, en una taula d'atributs.

Les diferents taules que integren una base de dades es relacionen entre elles mitjançant la cardinalitat, que en regula la jerarquia i els vincles. Segons com s'estableixin aquestes relacions, es pot parlar de quatre tipus de cardinalitat, un a un, molts a un, un a molts i molts a molts:

- **Un a un:** la relació s'estableix entre un únic registre (d'una única entitat) i un únic camp (d'un únic atribut). Per exemple: en una taula A es troba tot un seguit d'hotels codificats mitjançant un identificador, i en una taula B es troba aquest mateix identificador i, també, el nom de cada hotel. La relació que s'estableix entre la taula A i la taula B perquè la taula A tingui la informació de la taula B (el nom dels hotels) és d'un a un, perquè un hotel només pot tenir un nom, i un nom només pot fer referència a un hotel.

- **Molts a un:** la relació s'estableix entre molts registres (de moltes entitats) i un únic camp (d'un únic atribut). Per exemple: en una taula A es troben, codificats mitjançant un identificador, els hotels que les cinc principals cadenes hoteleres de les Balears tenen a l'illa de Mallorca, i en una taula B es troba el nom d'aquestes cinc empreses. La relació que s'estableix entre la taula A i la taula B perquè la taula A tingui la informació de la taula B (el nom de l'empresa propietària) és de molts a un, perquè molts hotels poden pertànyer a una única empresa, i una única empresa pot ser propietària de molts hotels.
- **Un a molts:** la relació s'estableix entre un registre (d'una entitat) i molts camps (de molts atributs). Per exemple, en una taula A es troba tot un seguit d'hotels codificats mitjançant un identificador, i en una taula B es troba tot un seguit d'habitacions. La relació que s'estableix entre la taula A i la taula B perquè la taula A tingui la informació de la taula B (les habitacions de l'hotel) és d'un a molts, perquè un hotel pot tenir moltes habitacions, i totes les habitacions que apareixen a la taula pertanyen a un sol hotel.
- **Molts a molts:** la relació s'estableix entre molts registres (de moltes entitats) i molts camps (de molts atributs). Per exemple, en una taula A es troba tot un seguit d'hotels codificats mitjançant un identificador, i en una taula B es troba la nacionalitat dels turistes que s'allotgen en aquests hotels. La relació que s'estableix entre la taula A i la taula B perquè la taula A tingui la informació de la taula B (la nacionalitat dels hostes) és de molts a molts, perquè molts hotels poden acollir moltes nacionalitats, i moltes nacionalitats es poden hostatjar en molts hotels.

Activitat

Proposeu altres exemples per a cada tipus de cardinalitat; ajudeu-vos dibuixant un esquema que assenyali les relacions entre els atributs d'una taula A i els atributs d'una taula B.

5.1. Llenguatge SQL

El llenguatge SQL (*Structured Query Language*) és un llenguatge que s'utilitza per a gestionar les dades emmagatzemades en bases de dades. El llenguatge SQL es compon de **sentències** i d'**operadors**, que permeten realitzar cerques en una taula d'atributs (Clemmer, 2009).

Les **sentències** més habituals en llenguatge SQL són:

- **select:** aquesta ordre selecciona dades, en funció d'un o d'uns criteris determinats, d'una taula.
- **insert:** aquesta ordre incorpora nova informació en una taula.
- **update:** aquesta ordre actualitza les dades modificades en una taula.

- **delete:** aquesta ordre elimina informació d'una taula.
- **create table:** aquesta ordre afageix una nova taula a una base de dades.
- **drop table:** aquesta ordre elimina una taula d'una base de dades.

La sentència que s'utilitza amb més freqüència és «select»; aquesta ordre permet filtrar la informació d'una o més taules a partir d'uns criteris predeterminats i, sense modificar el contingut original de les taules, deixar en evidència informació que anteriorment passava desapercibuda. Una consulta per seleccionar informació es compon de tres parts, que són origen, filtre i relació:

- **Origen:** fa referència al camp de la taula on es troben emmagatzemades les dades que es volen inspeccionar.
- **Filtre:** fa referència al criteri o criteris que limiten la resposta de la cerca.
- **Relació:** fa referència al tipus de vincle que s'estableix entre l'origen i el filtre de les dades.

En la sentència «vull seleccionar els apartaments disponibles a prop de la pista d'esquí», l'origen de les dades és «apartaments disponibles», el filtre és «pista d'esquí» i la relació és «a prop».

Activitat

Proposeu altres exemples de sentències de cerca, i individualitzeu-ne l'origen, el filtre i la relació.

La relació de les sentències es determina pels **operadors**, que poden ser de tres tipus: de comparació, espacials i lògics.

- **Operadors de comparació:** determinen vincles comparant els atributs de l'origen i el filtre, mitjançant clàusules com ara «igual a», «inferior a», «superior a», «inferior o igual a», «superior o igual a», «entre», etc. En la sentència «vull seleccionar els càmpings de més de cent places» la relació s'estableix per un operador de comparació (càmpings amb una capacitat superior a cent places).
- **Operadors espacials:** determinen vincles a partir de les relacions espacials que s'estableixen entre l'origen i el filtre, mitjançant clàusules com ara «dins», «inconnex», «interseca», etc. En la sentència «vull seleccionar els càmpings que siguin adjacents a la línia de costa» la relació s'estableix per un operador espacial (càmpings que toquen en almenys un dels seus límits la línia de costa).
- **Operadors lògics:** determinen vincles a partir de les relacions de lògica booleana que s'estableixen entre l'origen i la relació, mitjançant clàusules

com ara «AND», «OR», «XOR», «LIKE», etc. En la sentència «vull seleccionar els càmpings de més de cent places que siguin adjacents a la línia de costa» la relació s'estableix per un operador de comparació (més de cent places), un d'espacial (adjacents a la línia de costa) i un de lògic (que reuneixi la primera condició i, també, que reuneixi la segona). Els operadors booleans acostumen a generar certa confusió: l'operador «AND» s'utilitza en una cerca on hi ha almenys dues condicions i almenys totes dues s'han d'acomplir; l'operador «OR» s'utilitza quan en una cerca hi ha almenys dues condicions i almenys una de les dues condicions s'ha d'acomplir; l'operador «XOR» s'utilitza quan en una cerca hi ha almenys dues condicions i només una de les condicions s'ha d'acomplir. Així, en la sentència de l'exemple anterior («vull seleccionar els càmpings de més de cent places que siguin adjacents a la línia de costa») l'operador que cal utilitzar és «AND», perquè és l'operador que assegura l'acompliment de les dues condicions assenyalades; l'operador «OR» retornaria un llistat d'aquells càmpings amb més de cent places (encara que no fossin costaners) i un llistat d'aquells càmpings adjacents a la línia de costa (encara que tinguessin menys d'un centenar de places); l'operador «XOR» retornaria qualsevol càmping que o bé tingués més de cent places, o bé fos adjacent a la línia de costa (sense especificar quin d'aquests dos requisits respecta).

5.2. Cerques

En un SIG les cerques poden ser de tres tipus: temàtiques, espacials i combinades.

- Les **cerques temàtiques** seleccionen entitats geogràfiques a partir del seu significat a la taula d'atributs, és a dir, a partir del seu valor temàtic. Per exemple, en una capa espacial on es mostri la ubicació de tot un seguit de centres d'informació turística, associada a una taula d'atributs on s'indiqui la superfície, quantitat de treballadors i tipus d'equipaments de què disposen, es pot fer una consulta temàtica per saber quins centres d'informació tenen més de cinc treballadors i disposen de sala de projecció d'audiovisuals.
- Les **cerques espacials** seleccionen entitats geogràfiques a partir de la seva posició en l'espai, és a dir, a partir del seu valor espacial. Per exemple, en una capa espacial on es mostri la ubicació de tot un seguit de centres d'informació turística, i en una altra capa on es mostri la distribució de parcs naturals, es pot fer una consulta espacial per saber quins d'aquests centres es troben dins d'un parc natural.
- Les **cerques combinades** seleccionen entitats geogràfiques a partir de criteris temàtics i de criteris espacials. Per exemple, en una capa espacial on es mostri la ubicació de tot un seguit de centres d'informació turística, i en una altra capa on es mostri la distribució de parcs naturals, es pot fer

una consulta combinada per saber quins dels centres d'informació que es troben en un parc natural tenen més de cinc treballadors i disposen de sala de projecció d'audiovisuals.

La realització de cerques requereix treballar de forma endreçada i tenir clar quins són els operadors que convé utilitzar. En algunes ocasions, els operadors són de mala aplicació, per la diferència que existeix entre el llenguatge formal i el llenguatge SQL.

Activitat

Proposeu altres exemples de cerques, de tipus temàtic, espacial i combinat.

Bibliografia

Beedasy, J.; Whyatt, D. (1999). «Diverting the tourist: A spatial decision-support System for tourism Planning on a developing island». *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 3-4 (pàg. 163-174).

Burrough, P. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Clarendon Press.

Clarke, K. (2010). *Getting Started with Geographic Information Systems*. Upper Saddle River: Pearson Education.

Clemmer, G. (2010). *The GIS 2.0: essential skills*. Redlands: ESRI Press.

Crecente, J. M.; Santé, I.; Díaz, C.; Crecente, R. (2012). «A multicriteria approach to support the location of thalassotherapy (seawater therapy) resorts: Application to Galicia region, NW Spain». *Landscape and Urban Planning*, 140 (1) (pàg. 135-147).

DeMers, M. (2009). *Fundamentals of Geographic Information Systems*. Hoboken: Wiley.

García, A.; Serrano, D.; García, L. A.; Salinas, E. (2015). «Diagnóstico de potencial turístico del paisaje: nueva oportunidad de desarrollo endógeno para comunidades rurales. Una experiencia en el centro de México». II Congreso COODTUR. Temas pendientes y nuevas oportunidades en turismo y cooperación al desarrollo. Playa del Carmen, 16-20 de noviembre de 2015.

GRATET (Research Group on Territorial Analysis and Tourism Studies) (2013). *Successful destinations. An approach based in the analysis of 16 worldwide beach cities*. Department of Geography, Rovira i Virgili University.

Kimerling, J. (ed.) (2012). *Map use: reading, analysis, interpretation*. Redlands: ESRI Press.

Kitsiou, D.; Coccossis, H.; Karydis, M. (2002). «Multi-dimensional evaluation and ranking of coastal areas using GIS and multiple criteria choice methods». *Science of the Total Environment*, 284 (pàg. 1-17).

Martín, J. (1999). *Cartografía*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía.

Martínez, J.; Martín, M. P.; Romero, R. (2003). «Valoración del paisaje en la zona especial de protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)». *GeoFocus*, 3 (pàg. 1-21).

Nunes, J. (2012). *Diccionari terminològic de sistemes d'informació geogràfica*. Barcelona: ICC-Termcat.

Pérez Navarro, A. (coord.) (2009). *Sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica*. Barcelona: UOC.

Pérez, Y.; Nel-lo, M. (2007). «La política turística en Panamá. Resultados y perspectivas». *Cuadernos de Turismo*, 20 (pàg. 199-221).

Pons, A.; Rullán, O.; Murray, I. (2014). «Tourism capitalism and island urbanization: tourist accommodation diffusion in the Balearics, 1936-2010». *Island Studies Journal*, Vol. 9 (2) (pàg. 239-258).

Pumain, D.; Saint-Julien, Th. (2010). *Analyse spatiale : les interactions*. Paris: Armand Colin.

Robinson, A. (1987). *Elementos de cartografía*. Barcelona: Omega.

Saaty, Th. (2008). *Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences*. Pittsburg: RWS Publications.

Santos, J. M. (2007). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: UNED.

Slocum, T. (2005). *Thematic cartography and geographic visualization*. New Jersey: Pearson/Prentice Hall.

Urtasun, A.; Gutiérrez, U. I. (2006). «Hotel location in tourism cities. Madrid 1936-1998». *Annals of Tourism Research*, 33(2) (pàg. 382-402).

Yang, Y.; Luo, H.; Law, R. (2014). «Theoretical, empirical, and operational models in hotel location research». *International Journal of Hospitality Management*, 36(2) (pàg. 209-220).