

Sistemi Informativi Territoriali

Appunti dalle lezioni

Paolo Mogorovich

La rappresentazione dei dati nel mondo GIS

Cod.901 - Vers.F11

INDICE

- 0 - Premessa**
- 1 - Definizione e caratteristiche**
 - La trasposizione dell'informazione e i suoi limiti
 - Carte di base e carte tematiche
 - Il concetto di Tavola di Lookup
- 2 - Il colore**
 - La percezione del colore
 - Sintesi additiva e sottrattiva
 - I modelli RGB e HSV
 - Scale di colori
 - Scala di grigi
- 3 - Strumenti grafici**
- 4 - Rappresentare un layer raster**
 - Immagini fisiche
 - Immagini classificate
 - Immagini cartografiche
 - Piramidi di immagini
- 5 - Rappresentare un layer vettoriale**
 - Caratteristiche degli attributi
 - Rappresentazione di aree
 - Rappresentazione di linee
 - Rappresentazione di punti
 - Strumenti pseudografici
- 6 - Organizzazione di una rappresentazione**
 - Spazio espressivo
 - Capacità coprente
 - Organizzazione degli strati di un disegno
- 7 - Classificazione degli attributi**
 - L'istogramma
 - Gli strumenti di classificazione automatica
 - Considerazioni sulle varie classificazioni

0 - Premessa

Nel mondo dei Sistemi Informativi Territoriali, il momento della rappresentazione è quello in cui l'informazione esce dalla memoria di un computer e, sotto il controllo di un operatore, viene trasferita ad un utente. Si tratta di un momento molto critico non tanto dal punto di vista tecnologico quanto per le conseguenze conoscitive e decisionali che ne derivano; è infatti possibile che la rappresentazione abbia forti elementi di soggettività, riportando non solo il puro contenuto dell'informazione, ma anche, non necessariamente in malafede, il pensiero dell'operatore. A titolo di curiosità riportiamo l'esistenza di un libro dal titolo eloquente: "How to lie with maps" di Mark Monmonier, liberamente scaricabile dal Web. Nonostante tale criticità, questo aspetto del mondo GIS, al contrario di molti aspetti tecnici e organizzativi, è spesso relegato al rango di potenzialità grafiche.

Quanto riportiamo di seguito è un'analisi sui vari parametri che intervengono nel processo di restituzione e su alcune decisioni che bisogna prendere, ma questo è, in buona parte, legato alle potenzialità del software che si sta usando. Suggestivo pertanto di leggere quanto segue non nella logica di un testo, quanto in una serie di elementi di riflessione e di suggerimenti pratici, il tutto senza pretese di rigore e di completezza.

1 – Definizione e caratteristiche

In termini tecnici la rappresentazione è la trasposizione di informazione spaziale da un archivio informatico ad un supporto visivo, stabile (carta) o volatile (monitor).

1-1 La trasposizione dell'informazione e i suoi limiti

Quando si analizza un documento cartografico e si cerca di trasportare l'informazione presente sulla carta in un DB geografico, appare evidente l'enorme potenzialità della tecnologia GIS per la sua capacità di gestire un numero di livelli informativi teoricamente illimitato all'interno di ciascuno dei quali vengono memorizzati oggetti descritti da una parte geografica e da un numero, anch'esso teoricamente illimitato, di attributi. In pratica il supporto cartaceo ha una capacità di portare informazione molto più limitata dello strumento informatico. Nel momento in cui facciamo il percorso opposto, cioè quando dobbiamo riportare sulla carta le informazioni presenti in un archivio GIS incontriamo le stesse limitazioni che aveva incontrato, a suo tempo, il cartografo: la carta ha un limite nella quantità di informazione che può contenere, e questa è di gran lunga inferiore a quella gestibile da un archivio GIS. Ne consegue che, quando si deve produrre un documento, occorre, in base all'obiettivo, selezionare solo una parte dell'informazione che abbiamo, quella più adatta a trasferire il messaggio che vogliamo comunicare; occorre per questo limitare il numero di strati informativi e limitare, in modo ancora più drastico, l'informazione contenuta nella parte descrittiva; infatti su una carta riusciamo a rappresentare un numero limitato di livelli (indicativamente una decina) e ogni strato riporta oggetti a cui è ben difficile associare più di un paio di attributi.

La rappresentazione, partendo da un archivio in genere ricco e complesso, produce un documento tramite i seguenti passi:

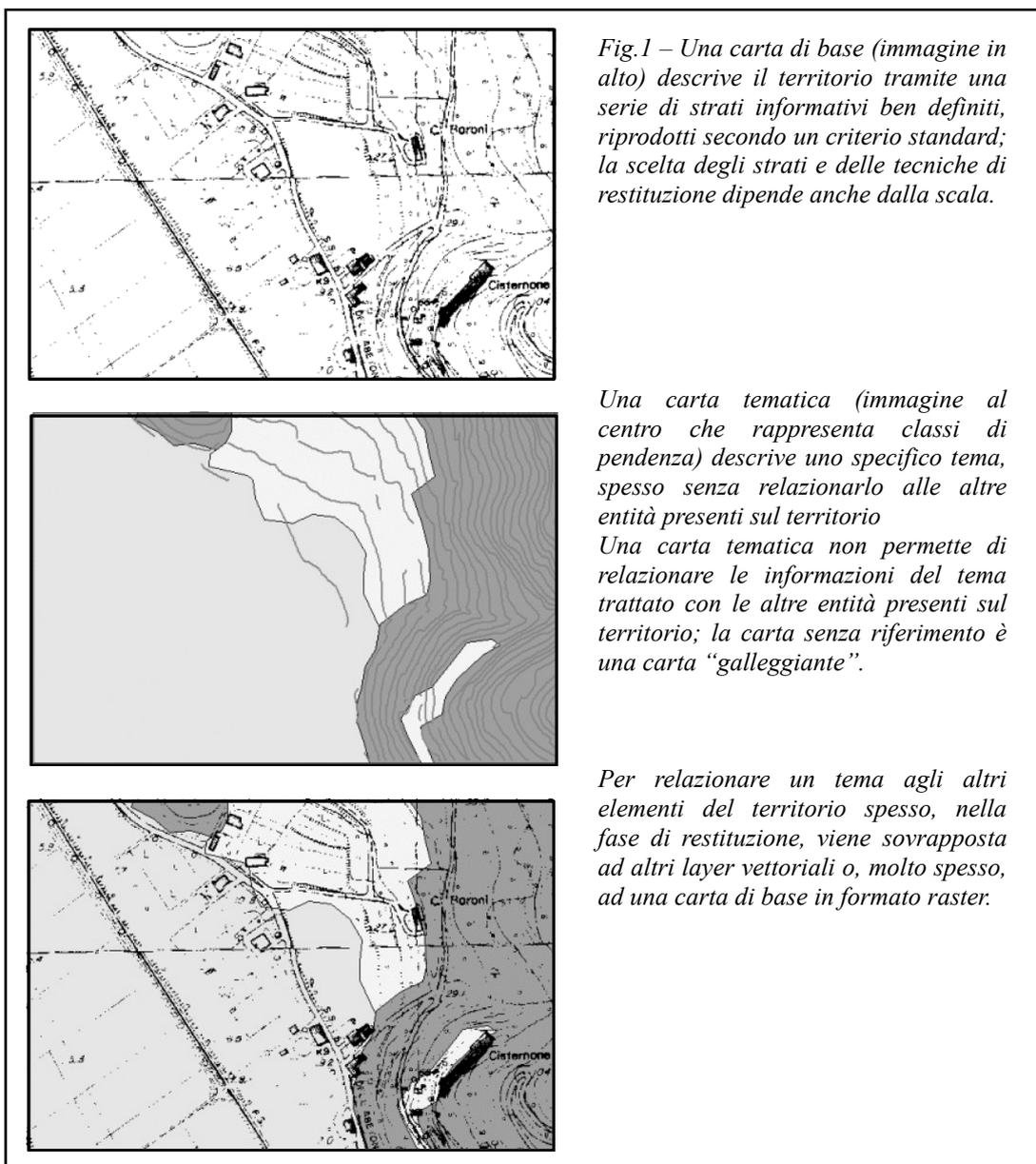
1. la scelta di una zona
2. la scelta di alcuni strati
3. la scelta di alcuni attributi
4. una classificazione di attributi quando necessario
5. la trasformazione dell'informazione digitale selezionata in un disegno tramite opportuni strumenti grafici (visualizzazione)

1-2 Carte di base e carte tematiche

Nella scelta dei livelli e degli attributi possiamo ottenere un gran numero di combinazioni, ma alcune di esse sono particolari; si tratta di quelle dove i livelli informativi selezionati e la tecnica di restituzione seguono particolari criteri e standard comunemente accettati. Il caso più tipico, anche se non quello più interessante nel mondo GIS, è quello delle cosiddette "carte di base", i cui standard sono quelli che la necessità d'uso ha imposto negli anni, e che sono il risultato di un graduale processo di ottimizzazione (fig.1 alto). Le carte di base danno una descrizione del territorio dove diversi temi sono ben equilibrati tra

loro ai fini di una descrizione completa del territorio stesso. In altri casi, invece, si ha necessità di evidenziare uno specifico tema: la carta in questo caso prende il nome di carta tematica e il contenuto informativo che essa contiene non è una descrizione completa del territorio, bensì la descrizione di un contenuto particolare (fig.1 centro). Un caso tipico è quello della cartografia catastale.

La tradizione e l'esperienza ci hanno insegnato a leggere una carta di base, riconoscendone le singole componenti grazie ad una tecnica di rappresentazione consolidata; in altre parole una carta di base viene letta ricorrendo raramente alla legenda. Al contrario una carta tematica esce dai nostri canoni interpretativi consolidati e la legenda utilizzata non ha una tradizione: per questo la lettura di una carta tematica è più difficile e il ricorso alla legenda obbligatorio. Una carta tematica formata da un unico strato, inoltre, non fornisce elementi per relazionare il tema con le caratteristiche del territorio; per questo spesso le carte tematiche sono riprodotte sovrapposte ad altre carte che possono essere sia in formato vettoriale che raster (le immagini cartografiche)(fig.1 basso).



1-3 Il concetto di “Tavola di Lookup”

Nell'analisi di un documento cartografico tradizionale, riveste particolare importanza il “come” un'entità viene disegnata; il semplice “tratto” di penna si diversifica in diversi colori, forme, abbellimenti per permettere il riconoscimento di oggetti diversi. Questo modo di operare si formalizza tramite una tabella di transcodifica che associa una tecnica di disegno alla semantica dell'oggetto disegnato; questa tabella è nota in cartografia come “legenda”. Quando si vuole rappresentare su un documento cartaceo dati presenti in un archivio geografico siamo nel caso opposto e dobbiamo usare una tabella, esattamente come la legenda, ma in senso opposto. Anche in questo caso la tabella associa un certo tipo di oggetto ad una tecnica di rappresentazione, ma mentre nel caso della cartografia la lettura era “dalla grafica al tipo di oggetto”, adesso la lettura è “dal tipo di oggetto con le sue caratteristiche...” (che leggiamo nel DB) “...alla tecnica di rappresentazione”.

Queste tabelle si chiamano anche “Lookup Table”, o tabelle di transcodifica, abbreviato LUT.

Mentre in una cartografia disegnata la LUT è unica, nella rappresentazione GIS gli stessi oggetti possono essere rappresentati in modo diverso in funzione del contesto generale, e in particolare della scala di restituzione, del numero e tipo dei livelli disegnati, dell'obiettivo finale della restituzione, del tipo di destinatario, ecc. Quindi, nella rappresentazione GIS, è comune avere, per la stessa scena rappresentata, più di una LUT. A questa grande flessibilità fa da contraltare una certa “anarchia espressiva”, nel senso che la lettura di carte disegnate oggi con una tecnica, domani con un'altra non è immediata.

Questa flessibilità si collega ad un diverso spirito con cui vengono prodotti i documenti; nel caso della carta disegnata, questa ha un forte valore di oggettività, viene prodotta per durare nel tempo, la qualità della restituzione è molto buona e la diffusione è ampia: la logica è quella editoriale. Nel caso della rappresentazione su carta di dati provenienti da un archivio GIS, proprio per la facilità di produrre un documento e per la gran quantità di informazione in gioco, il documento ha nella maggior parte dei casi un valore soggettivo, la qualità del disegno è in genere media, a volte bassa, la carta è fatta per poche persone, per un obiettivo preciso ed è destinata ad essere consumata in poco tempo. Nel caso del supporto volatile, il documento è ancora più soggettivo, più effimero, meno curato e diverse volte l'uso è circoscritto al solo operatore o a un gruppo di addetti ai lavori. Ancora diverso il caso della produzione di documenti volatili destinati alla pubblicazione sul WEB; in questo caso lo spirito è quello editoriale, anche se la qualità del disegno è modesta per i limiti sia della risoluzione del monitor che per la velocità del canale di trasmissione, ma rispetto alla logica editoriale abbiamo la novità della costruzione di una carta molto flessibile, gestita spesso dall'utente finale.

2 – Il colore

La possibilità di modulare il colore è uno degli strumenti espressivi più potenti che ha a disposizione l'operatore GIS.

2-1 La percezione del colore

In condizioni di luce forte o media, la visione è una percezione che utilizza uno stimolo nervoso proveniente da piccolissimi elementi presenti sulla retina, noti come "coni". I coni sono di tre tipi e ciascun tipo è specializzato nella percezione di un certo colore secondo la curva di sensibilità di fig.4.

Qualunque colore viene percepito da questo sistema e "tradotto" in tre stimoli che, inviati al cervello, danno la percezione del colore. Questo sistema in un certo senso semplifica la realtà; infatti può accadere che due colori diversi vengano trasformati in una terna di stimoli identici: in questo caso i due colori, diversi ad un'analisi spettrale, sono per noi "uguali". Tuttavia tale semplificazione è utile a livello tecnologico: infatti immaginando di avere tre sorgenti luminose modulabili, ciascuna delle quali centrata sul picco delle curve di sensibilità di ciascun tipo di coni, è possibile creare tutte le terne di stimoli possibili, cioè riprodurre tutti i colori che riusciamo a distinguere, anche se questi non sono, per quanto detto prima, tutti i colori reali possibili.

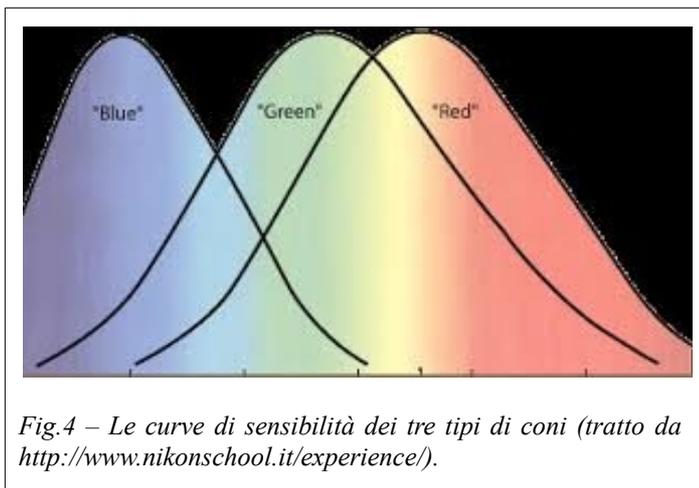


Fig.4 – Le curve di sensibilità dei tre tipi di coni (tratto da <http://www.nikonschool.it/experience/>).

Il caso della luce bianca è quello in cui i tre stimoli sono presenti contemporaneamente e hanno uguale intensità; se quest'ultima è elevata abbiamo la percezione di grigi chiari fino al bianco, se l'intensità cala abbiamo la percezione di grigi sempre più scuri, fino al nero. Se i tre stimoli hanno intensità diverse abbiamo la percezione di colori diversi dalle tonalità di grigio.

2-2 Sintesi additiva e sottrattiva

Per indurre nell'occhio la percezione di un colore si usa un meccanismo consistente nel prendere tre sorgenti luminose che emettono rispettivamente nel blu, nel verde e nel rosso, tenerle ben vicine in modo che l'occhio non riesca a distinguerle e modularne l'intensità. L'energia luminosa emessa dalle tre sorgenti si fonde e si somma fino a darci la sensazione voluta. Questo modo di costruire un colore, cioè di farci percepire una specifica sensazione, prende il nome di sintesi additiva e i tre colori rosso, verde e blu colori primari additivi. La sintesi additiva richiede una fonte di energia e non ha bisogno di fonti di illuminazione esterne (p.es. il sole); usano la sintesi additiva il monitor del computer, il televisore, lo schermo del telefonino e altri.

Il problema più grosso che presenta la sintesi additiva è la necessità di una fonte di energia; questa è evidentemente assente quando vediamo il giallo di un'anello, il rosso di un tetto o il verde dell'erba. Queste superfici non emettono energia come nel caso precedente, ma riflettono l'energia luminosa che perviene da un'altra fonte (il sole, una lampadina, ecc.): una sorgente di luce illumina la superficie che noi guardiamo e questa riflette solo una parte dello spettro della luce incidente: in altre parole alcuni colori della luce incidente sono assorbiti (sottratti) e solo quello che resta viene riflesso. Questo modo di generare un colore viene detto sintesi sottrattiva e i tre colori primari sottrattivi comunemente usati sono ciano, magenta e giallo. La sintesi sottrattiva non ha bisogno di una fonte di energia interna, ma di una sorgente esterna.

2-3 I modelli RGB e HSV

La sintesi additiva e sottrattiva si comprendono bene se si descrive la formazione del colore secondo il modello RGB. Secondo tale modello i tre colori rosso (R), verde (G) e blu (B), detti colori fondamentali, rappresentabili in un sistema di assi cartesiani, si combinano per produrre gli altri colori.

Consideriamo le tre sorgenti luminose ipotizzate precedentemente. In un ambiente buio, se le tre sorgenti sono spente, l'operatore non percepisce nulla (colore nero). Se le sorgenti verde e blu restano spente e quella rossa si accende gradualmente, avremo colori che vanno dal nero al rosso scuro, fino al rosso vivo (Fig.5, percorso A); se manteniamo la sorgente rossa attiva e accendiamo gradualmente la sorgente blu, avremo un rosso che vira verso il porpora, fino al colore magenta (Fig.5, percorso B). Modulando le luminosità si ottengono i colori intermedi. L'accensione e la modulazione della terza sorgente, quella verde, permette di passare dal magenta al bianco.

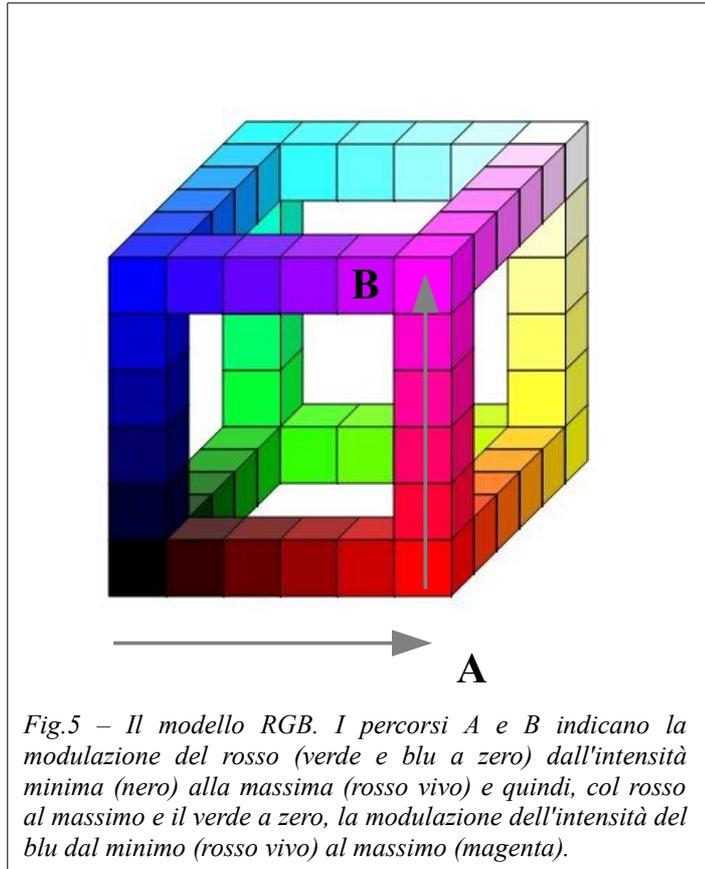


Fig.5 – Il modello RGB. I percorsi A e B indicano la modulazione del rosso (verde e blu a zero) dall'intensità minima (nero) alla massima (rosso vivo) e quindi, col rosso al massimo e il verde a zero, la modulazione dell'intensità del blu dal minimo (rosso vivo) al massimo (magenta).

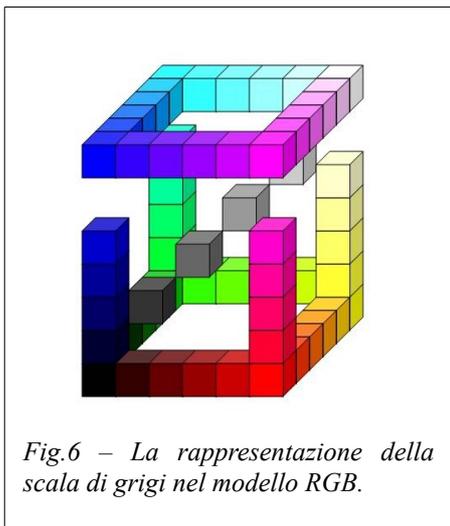


Fig.6 – La rappresentazione della scala di grigi nel modello RGB.

La diagonale principale del cubo di Fig.6, indica nello spazio RGB i punti in cui l'intensità delle tre sorgenti è la stessa; essa rappresenta valori di grigio crescenti man mano che ci si allontana dall'origine, fino al valore bianco.

Nel caso della sintesi sottrattiva vengono usati i colori giallo (Y), magenta (M) e ciano (C); essi sono, vedi fig. 5, quelli che si trovano nei tre vertici simmetrici a quelli dove si trovano R, G e B. In particolare risulta che il giallo è quello che nella sintesi additiva si ottiene dalle somma di rosso e di verde, il magenta è la somma di rosso e blu e ciano la somma di blu e verde. Giallo, magenta e ciano sono detti colori complementari rispetto ai tre primari, blu, verde e rosso; è

facile vedere che sommando un colore primario al suo complementare si ottiene sempre il bianco; p.es. il giallo, formato da rosso più verde, sommato al blu produce, per definizione il bianco.

Se su una superficie illuminata da una luce bianca spalmiamo del ciano, viene assorbita la luce rossa (complementare del ciano) e vengono riflessi i colori blu e verde la cui combinazione dà appunto il colore

ciano; se al colore ciano aggiungiamo una verniciata di magenta, questo assorbe il rosso e il blu (quest'ultimo già assorbito anche dal ciano) e l'unico colore che viene riflesso è pertanto il verde. Se infine passiamo una mano di giallo, anche il verde viene assorbito, niente viene più riflesso e la superficie appare nera. Visto il meccanismo della sintesi sottrattiva, appare evidente che, in un'area illuminata da luce bianca, l'assenza di colori (cioè l'assenza di sottrazioni) produce il bianco, così come la presenza di tutti e tre i colori, giallo, magenta e ciano, sottraendo tutte le componenti, produce il nero. La creazione del nero tramite la somma dei tre colori giallo, magenta e ciano richiede una notevole quantità di inchiostro per cui in genere le apparecchiature di stampa, che potrebbero funzionare con le tre cartucce di giallo, magenta e ciano, sono dotate di cartucce di una quarta cartuccia, quella del nero.

La sintesi sottrattiva richiede la presenza di una fonte di luce esterna "bianca", cioè con uno spettro luminoso formato da tutti i colori; nella semplificazione RGB ciò equivale ad avere le tre sorgenti rossa, verde e blu con uguale intensità. Cosa accade se la fonte di luce esterna non è bianca? Le superfici coperte da una tinta manterranno le loro capacità di assorbire e riflettere i vari colori, ma se la fonte non è bianca alcuni colori non ci sono.

Quindi se abbiamo una sorgente di luce rossa e con questa illuminiamo una superficie dipinta di ciano, i pigmenti del colore ciano rifletteranno il blu e il verde (che non ci sono) e assorbiranno il rosso (che invece c'è); il risultato è che la superficie apparirà nera. Se illuminiamo la stessa superficie con una luce blu, il risultato sarà che la superficie apparirà blu, pur essendo di colore ciano. Nella realtà gli effetti non sono così netti, però è ben concreto il fatto della diversa risposta di certe superfici colorate quando sono illuminate dalla luce del sole (povera della componente blu) rispetto alla luce al neon (molto più "bianca").

Il modello RGB è un modello che trova riscontro a livello tecnologico ed è collegato al modo di funzionamento dell'occhio umano. Esistono altri modelli di rappresentazione del colore che sono più collegati al fenomeno della percezione. Essi si basano, anche se con qualche differenza, sui concetti di

- tinta (il tipo di colore: rosso, verde, magenta, ecc.); in inglese Hue;
- saturazione (la quantità di grigio presente in un colore: rosso vivo, rosso morbido, rosso pastello, fino al grigio); in inglese Saturation.
- intensità (la quantità di energia collegata ad un certo colore: rosso scuro, rosso intenso, ecc.); in inglese Brightness, Intensity o semplicemente Value; (Fig.7).

I più comuni strumenti di disegno disponibili su PC ed anche gli strumenti di scrittura permettono di colorare testi e figure definendo colori sia in RGB che negli altri sistemi, p.e. HSB (detto anche HSI o HSV), HLS, CNYK), e permettono di vedere la conversione da un sistema all'altro.

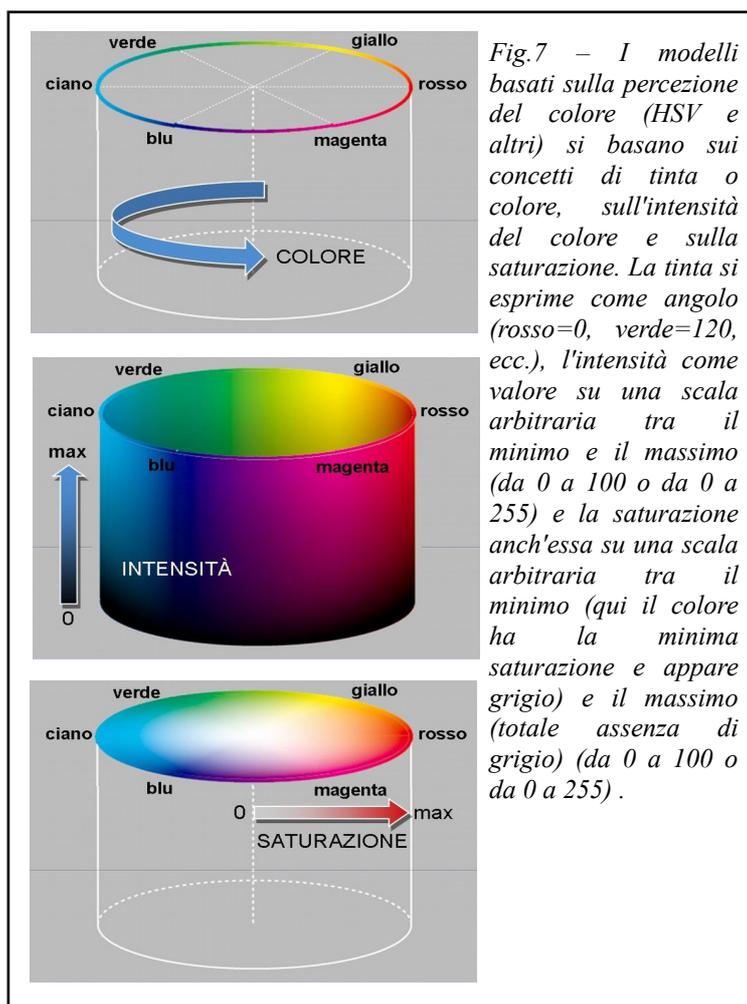


Fig.7 – I modelli basati sulla percezione del colore (HSV e altri) si basano sui concetti di tinta o colore, sull'intensità del colore e sulla saturazione. La tinta si esprime come angolo (rosso=0, verde=120, ecc.), l'intensità come valore su una scala arbitraria tra il minimo e il massimo (da 0 a 100 o da 0 a 255) e la saturazione anch'essa su una scala arbitraria tra il minimo (qui il colore ha la minima saturazione e appare grigio) e il massimo (totale assenza di grigio) (da 0 a 100 o da 0 a 255).

Nella manipolazione del colore, inoltre, bisogna tener conto sia di elementi soggettivi (non tutte le persone percepiscono i colori nello stesso modo) sia di aspetti fisiologici, come ad esempio la difficoltà di discernere i colori quando le superfici rappresentate non abbiano una superficie significativa e l'impressione che figure uguali dipinte con colori diversi siano in realtà di dimensioni diverse o in rilievo alcune rispetto alle altre.

2-4 Scale di colori

È difficile definire regole nell'utilizzo dei colori per restituire dati territoriali. Il colore è uno strumento di uso difficile, e la quantità di disegni illeggibili prodotti utilizzando colori sgargianti e contrastati è notevole; al contrario l'uso di colori a saturazione media rende la carta più riposante e comunque leggibile.

Una prima regola, abbastanza ovvia, è quella di utilizzare colori che richiamino alla mente, secondo concetti condivisi, l'oggetto rappresentato; per esempio:

- rappresentare una superficie boscata a latifoglie in colore verde chiaro rispetto ad una boscata a conifere in verde scuro
- rappresentare le strade statali in rosso e le autostrade in giallo con bordi rossi secondo uno standard usato in un certo periodo dal Touring Club Italiano (fig.8)
- rappresentare zone di pericolo o divieto in rosso e le zone complementari in verde, secondo la logica del semaforo
- ricordi scolastici ci suggeriscono anche di rappresentare le pianure in verde, le colline in verde scuro, i monti in marrone e quelli più alti in bianco, per cartine a piccolissime scale.

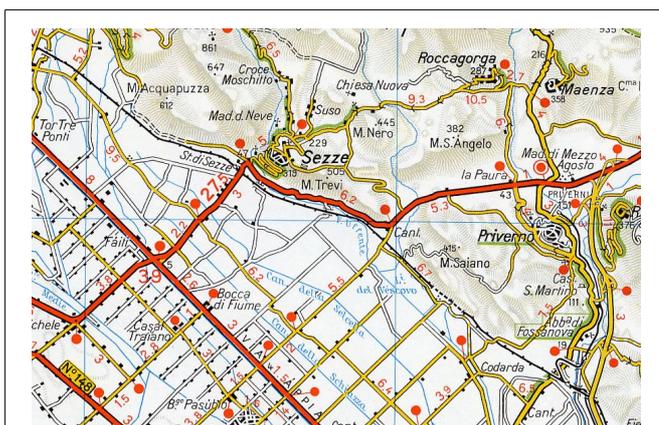


Fig.8 – La rappresentazione delle strade in questa carta del Touring Club utilizza una scala di tipo simbolico.

È evidente che in questo caso non ha senso parlare di “scale di colore” se per scala si intende un insieme “ordinato” di valori; possiamo riferirci ad esse come “scale simboliche”.

Un po' più complessa è la creazione di vere e proprie scale di colore (“scale naturali”, cioè un insieme di colori ordinati secondo un certo criterio in modo che, banalizzando, si possa dire che nella scala di colori da 1 a n, si percepisca che il colore “n” indica qualcosa di maggiore del colore “n-1”.

Un primo esempio è il caso in cui si moduli un colore (p.es. il rosso) dal

valore minimo (nero) al massimo (rosso vivido). Nel caso del modello RGB questo significa avere una scala che va da (0,0,0) a (1,0,0) (vedi fig.5 percorso A) e nel modello HSV muoversi da (0°,100,0) a (0°,100,100). Analogamente modulare nello stesso modo il verde di descrive come RGB:[(0,0,0)-(0,1,0)] o HSV:[(120°,100,0)-(120°,100,100)]. Possiamo anche definire, nella logica dei colori complementari, scale che vanno dal bianco ad un colore primario sottrattivo, per esempio una scala dal bianco al giallo definibile come RGB:[(1,1,1)-(1,1,0)] o HSV:[(120°,100,0)-(120°,100,100)]. È possibile definire con un criterio matematico una scala di colore definendo il punto di partenza, quello di arrivo e il percorso sul modello RGB e su altri. Per esempio una scala RGB:[(0,0,0)-(1,0,1)] che segua la traiettoria più breve è una scala di viola che corrisponde nel modello HSV a HSV:[(300°,100,0)-(300°,100,100)] e una scala RGB:[(0,0,0)-(1,1,1)] che segua la traiettoria più breve è una scala di grigi che corrisponde a HSV:[(000°,0,0)-(000°,0,100)]; si noti che nel modello HSV, essendo la saturazione a zero, il valore di “hue” o colore può essere qualsiasi.

La grande potenzialità che appare da quanto detto sopra in realtà è più teorica che pratica. Infatti molte scale non permettono di apprezzare la ricchezza del mondo del colore; p.es. la scala sucitata dal bianco al

giallo è assolutamente povera di modulazione realmente visibile e tutte le scale dove si varia la saturazione sono povere di comunicatività. In pochissimi casi si ha la percezione di un fenomeno ordinato, come è evidente dall'osservazione che non ha senso chiedersi se “verde” è maggiore di “blu” o “giallo” è maggiore di “magenta”. Infine se abbiamo più fenomeni rappresentati contemporaneamente i colori si combinano e in genere la carta è confusa.

Le scale che si adattano a rappresentare variabili ordinate sono quelle in cui varia la luminosità, in pratica tutte quelle che, nel modello HSV, sono rappresentate da segmenti verticali, meglio se all'esterno del cilindro. Ma di fatto queste possono essere sostituite dalla comunissima e comprensibilissima scala di grigi, di cui discutiamo in seguito.

Una scala usata spesso è quella rappresentata nel modello RGB da

$$[(0,0,0) - (1,0,0) - (1,1,0) - (1,1,1)]$$

Questa scala parte dal nero e arriva al rosso vivido, quindi si carica di verde fino ad arrivare al giallo e infine, aumentando il blu, arriva al bianco. Il modello fisico che sottende questa scala immagina un pezzo di ferro in un forno: il ferro, inizialmente nero, si scalda e diventa rosso, scaldandosi ancora diventa giallo e se si insiste arriva al colore bianco. Questa scala, detta del “corpo caldo”, riesce ad usare un buon numero di colori e quindi a rappresentare una grande variabilità. Esiste anche, ma di uso assai raro, la complementare scala del “corpo freddo”.

La scala del corpo caldo si descrive, nel modello HSV

$$[(000^\circ,100,0) - (000^\circ,100,100) - (60^\circ,100,100) - (000^\circ,0,100)]$$

Un'altra scala spesso usata è quella che si appoggia alla metafora semaforica: siamo abituati, dall'abitudine automobilistica, a considerare il verde legato al permesso, al possibile, e per traslato al buono e al contrario il rosso legato al vietato, al cattivo; il giallo è la situazione intermedia. Ogni volta che dobbiamo descrivere un fenomeno che è centrato su un valore di equilibrio e ha una coda verso valori maggiori e una verso valori minori, si può usare una scala descritta in RGB da

$$[(1,0,0) - (1,1,0) - (0,1,0)]$$

o in HSV da

$$[(000^\circ,100,100) - (120^\circ,100,100)]$$

2-5 Scala di grigi

Una descrizione a parte merita il caso della modulazione della luce bianca, variandone l'intensità, in modo da ottenere quella che viene chiamata “scala di grigi”. Essa si presta benissimo a descrivere fenomeni ordinati e, rispetto alle scale di colore, permette probabilmente il riconoscimento del massimo numero di toni diversi.

Questo è evidentemente il punto chiave di una scala in fase di utilizzo: il numero di livelli di grigio da utilizzare: pochi livelli di grigio sono ben riconoscibili, ma, in quanto pochi, sono associabili ad un numero limitato di valori diversi; un numero elevato di livelli di grigio permette la rappresentazione di un numero elevato di valori diversi, ma la riconoscibilità è minore.

Sulla base dell'esperienza possiamo distinguere i tre casi riportati in Tabella 9.

| Intervallo di valori | Obiettivo della restituzione | Descrizione |
|----------------------|------------------------------|--|
| oltre 64 | Continuità | Due grigi contigui sulla scala (ad esempio il 80 e il 81) non sono distinguibili tra loro; una scala di grigi che presenti tutti i valori in successione appare continua |
| 8 - 64 | Separabilità | Due grigi contigui sulla scala sono distinguibili solo se sono adiacenti; date due aree adiacenti campite ad.es. col grigio 20 e il 21, il bordo che le separa è evidente. Tuttavia, se le stesse due aree non sono adiacenti non è possibile essere sicuri che i valori di grigio siano diversi |
| meno di 8 | Identificazione | Date due aree campite con lo stesso grigio, esse vengono riconosciute come uguali anche se appaiono in punti lontani della mappa; in particolare il grigio di un'area è confrontabile con lo stesso grigio che appare nella legenda. |

Tab.9 – Nella gestione di una scala di grigi, un numero elevato di classi crea continuità nel cromatismo dell'immagine, ma si perde in separabilità e identificazione dei singoli colori. Se quest'ultimo è l'obiettivo, il numero di classi va fortemente ridotto.

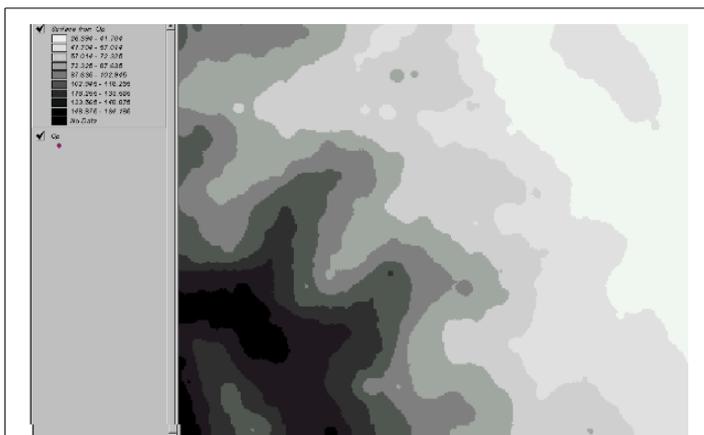


Fig.10 – L'uso di un numero limitato di livelli di grigio permette di riconoscere il valore associato ad un'area confrontandolo con la legenda.

Le soglie che abbiamo definito (8 e 64), pur essendo ragionevolmente valide, possono variare da caso a caso; esse infatti dipendono da diversi fattori, quali la restituzione su monitor o su carta, luminosità dell'ambiente di osservazione, dimensione dell'area e capacità percettiva dell'operatore (Fig.10).

3 - Gli strumenti grafici

L'informazione geografica che vogliamo riprodurre su carta o su schermo è formata da primitive geometriche (punti, linee, aree e pixel) e da elementi tematici che caratterizzano le entità descritte dalle primitive geometriche. La sfida è quella di cercare di rappresentare in modo comprensibile, su uno spazio grafico, una certa quantità di informazione evidenziandone le caratteristiche geometriche e qualche contenuto.

Sulla base dell'esperienza cartografica, poi, è utile riportare una serie di elementi di contorno che aiutano nella lettura della carta; questi sono la legenda prima di tutto, ma anche il titolo, l'autore, la data della restituzione, la scala, il nord geografico, un bordo e spesso anche un inquadramento della carta all'interno di una zona più ampia, rappresentata a scala molto minore.

Per rappresentare le primitive geometriche e qualcuna delle caratteristiche a loro associate abbiamo a disposizione alcuni strumenti grafici, con certe proprietà (Tab 11).

| Strumento | Forma | Dimensione | Colore | Orient. |
|---|--|-------------------|------------------------------|----------------|
| Modulazione di una linea | Diversi pattern disponibili | SI (spessore) | SI (se spessore adeguato) | NO |
| Fondo di colore su un'area | NO | NO | SI (anche modulabile) | |
| Disegno di Simboli | SI | SI | SI (se dimens. adeguata) | SI |
| Campitura di un'area a tratti | Diversi patter e diverse combinazioni di pattern | SI (spessore) | SI | SI |
| Campitura di un'area con simboli | SI | SI | SI | SI |

Tab. 11 – Per la restituzione di primitive vettoriali e raster abbiamo a disposizione strumenti grafici (riportati in colonna) modulabili in vari modi.

Spesso la capacità espressiva del colore viene sopravvalutata; in realtà l'occhio umano identifica molto rapidamente le forme, ed è un po' più lento a discernere informazioni associate a toni di grigio e a colori. Inoltre i simboli sono di immediata lettura e, se di una certa dimensione, sono distinguibili meglio dei toni di colore. Le "Forme" e i "Colori" non sono strumenti alternativi, ma il colore va visto come una variabile nell'uso degli strumenti più opportuni.

Questi strumenti grafici permettono di evidenziare sul disegno alcune delle caratteristiche dell'oggetto, ma comunque poche; ad esempio, nel caso dei simboli, il tipo può essere legato al tipo di fenomeno/oggetto (p.es. aeroporto), la dimensione del simbolo ad una quantità (p.es. traffico aereo) e infine un colore potrebbe rappresentare una tipologia (aeroporto civile o militare o turistico). Simboli grafici possono essere usati anche in combinazione: p.es. una campitura a simboli per il tipo di terreno (cultura a grano, edificato, pascolo) e un colore per la destinazione d'uso (edificabile, vincolato, ecc.).

È possibile anche utilizzare del testo per riportare informazioni sia in modo fisso (con le cosiddette "etichette") o anche, se si usa un monitor, nella logica del "tooltip", cioè una quantità di informazione, in genere testuale, anche rilevante, che viene richiamata dal passaggio del mouse sull'oggetto. Come si percepisce, la quantità di informazione rappresentabile è comunque poca rispetto a quella disponibile in quanto la capacità di una carta di assorbire grafica è per forza di cose limitata.

4 - Rappresentare un layer raster

La primitiva di un dato raster è il pixel il quale non rappresenta un'entità, ma riporta il valore che una grandezza assume in una parte, in genere piccola, del piano geografico. Volendo rappresentare il pixel in una logica vettoriale potremmo dire che si tratta di un'area con associato un solo attributo. Se il pixel è, come in genere accade, piccolo rispetto alla zona che rappresentiamo, l'unica cosa che possiamo fare in fase di restituzione è associare un colore al pixel, utilizzando, a livello microscopico, lo strumento grafico "Fondo di colore su un'area".

Al fine di rendere la rappresentazione quanto più comprensibile possibile, è importante capire la natura dell'informazione riportata dal raster e rappresentarla di conseguenza.

4-1 Immagini fisiche

Nel caso di immagini fisiche, ogni pixel riporta il valore che la grandezza trattata assume in una piccola area; in genere sono presenti molti valori, molto spesso in una scala da 0 a 255. L'operatore estrae informazione da un'analisi visiva dell'immagine, raggruppando mentalmente tra loro insieme di pixel e relazionandoli coi pixel vicini. Il caso tipico è un'immagine telerilevata.

È utile, senza modificare il contenuto informativo, ottimizzare la luminosità e il contrasto in modo da facilitare la lettura dell'immagine; per questo si opera sull'istogramma dei valori della variabile e si adatta una scala lineare di grigi, eventualmente di colore, tra il minimo e il massimo dei valori assunti dalla variabile. Ulteriori interventi sono il trascurare valori non significativi agli estremi dell'istogramma o utilizzare una scala non lineare, sempre con l'obiettivo di avere il massimo contrasto nella parte dell'istogramma che interessa. Anche se è importante ottenere un buon contrasto per la lettura dell'immagine, non c'è nessun interesse a separare colori contigui, anzi la natura dell'immagine è tale che è bene avvertire continuità di colore tra valori contigui della grandezza rappresentata.

Per un'immagine telerilevata monocromatica la scala ottimale è la scala di grigi; discutibili, ma possibili, le scale di colore o la scala del corpo caldo. Se l'immagine non è una fotografia del territorio, ma rappresenta specifici fenomeni (p.es. una mappa di temperatura del mare ripresa da satellite) le scale di colore possono essere adatte, soprattutto se oltre a rappresentare il fenomeno si vuole inviare un messaggio.

Un buon esempio è un'immagine della variazione della temperatura media annuale di un'ampia zona: useremo una scala dove le zone che si scaldano di più sono rosse e quelle poche che si raffreddano sono blu, col bianco come zona di equilibrio. Una scala di questo tipo è in RGB

$$[(0,0,1)-(1,1,1)] + [(1,1,1)-(1,0,0)]$$

o in HSV

$$[(000^\circ,100,100)-(000^\circ,0,100)] + [(000^\circ,0,100)-(240^\circ,100,100)]$$

Alcune immagini telerilevate possiedono più bande di colore: sono cioè formate da più immagini ciascuna delle quali riporta i valori relativi ad una certa parte dello spettro elettromagnetico. Tali immagini, in un altro contesto, possono essere elaborate con tecniche proprie del Telerilevamento (o Remote Sensing), ma, limitandoci a quanto ci riguarda, possiamo utilizzare ciascuna banda come se fosse un colore e associare tre bande ai tre colori primari. Siamo in questo caso in una logica di tricromia e le immagini, dette tricromatiche, appaiono colorate sfruttando tutti i colori possibili; in certe situazioni questo riproduce l'immagine coi colori reali, così come appare una foto aerea a colori.

4-2 Immagini classificate

Nelle immagini classificate ogni pixel ci dice che una certa area appartiene ad una specifica categoria (copertura di grano, livello massimo di rischio idrogeologico, ecc.). L'immagine classificata presenta importanti differenze rispetto a quella fisica, dal punto di vista della rappresentazione:

- i possibili valori dei pixel non sono molti
- i pixel sono in genere più grandi, spesso ben individuabili alle scale di presentazione adottate
- è importante separare graficamente pixel i cui valori sono diversi in modo da poterli distinguere

Rappresentazioni di immagini classificate non sono molto comuni, sostanzialmente perchè la stessa informazione si descrive meglio con un vettoriale areale.

Per quanto riguarda il contenuto informativo da riportare visivamente, sono possibili due casi:

- l'immagine rappresenta quantità non relazionate numericamente tra di loro (p.es. una carta di uso del suolo, una carta di pianificazione, ecc.): in questo caso è bene associare un colore ai pixel in funzione del tema descritto, secondo criteri mnemonici o metafore comunemente accettate.
- l'immagine rappresenta quantità relazionate numericamente tra di loro (p.es. una carta di rischio idraulico dove sono presenti 5 livelli). In questo caso l'immagine appare come un'immagine fisica con pochissimi valori, e, pur essendo essenziale mantenere la separabilità tra colori diversi, è naturale usare, come per le immagini fisiche, i colori in una logica di scala.

4-3 Immagini cartografiche

Le immagini cartografiche provengono da rasterizzazione di cartografia disegnata a volte a colori, altre volte in scala di grigi (0-255), ma molto più spesso in modo “binario”, cioè con due colori, 0 per il bianco e 1 per le zone scritte.

Le immagini cartografiche a colori o toni di grigio si rappresentano in genere coi colori originari, per rispettare la qualità del documento iniziale; quelle a scale di grigio con una qualsiasi scala o di grigio o di un colore (p.es. seppia).

Per le immagini binarie si assegna un colore ai pixel “1” (in genere il nero, o seppia o anche un colore chiaro se utile alla rappresentazione) e, ma non sempre, un altro colore (in genere il bianco) ai pixel “0”. Questo tipo di immagini è molto interessante perchè in questo caso la compressione è molto efficiente e quindi l'occupazione di spazio disco è minima; inoltre tali immagini sono molto efficaci nel caso più comune in cui vengano rappresentati più layer, cosa di cui parleremo più avanti.

4-4 Piramidi di immagini

Immaginiamo la rappresentazione di un'immagine a video, ad una scala tale che un pixel dell'immagine corrisponda esattamente ad un pixel dello schermo. È questo il “caso ottimale” ottimale per la rappresentazione e si ha per una particolare combinazione di diversi fattori: per esempio, quando l'immagine con risoluzione di 1m, il monitor ha 100 punti per pollice (cioè circa 4 punti per mm) e la scala di rappresentazione è 1:4.000. Se vogliamo rappresentare il tutto ad una scala minore, p.es. 1:100.000, si dovrà associare a ciascun pixel del monitor l'informazione presente in un sottoinsieme dell'immagine di 25x25 pixel. Se questo viene fatto prendendo un solo pixel dei 25x25, l'immagine risulterà praticamente illeggibile; se invece si opera in una logica di ricampionamento i risultati saranno migliori. Questo ricampionamento, tuttavia, è impegnativo per il computer, per cui i tempi di risposta saranno allungati. La soluzione è, a richiesta dell'operatore, “precalcolare” questo ricampionamento associando all'immagine originale una serie di immagini derivate di dimensioni via via più piccole; questa struttura si presenta come una “piramide” di immagini. Un'immagine di 3000x3000 pixel con risoluzione 1m, ad esempio, potrà essere associata a un'altra di 1000x1000 con risoluzione 3m e un'altra di 300x300 con risoluzione 10m. Le immagini della piramide, pur rappresentando la stessa area geografica, avranno un dettaglio minore, ma permetteranno comunque una visione migliore a scale più piccole di quella ottimale.

Durante la presentazione a video, sarà il software a scegliere automaticamente, in funzione della scala, l'immagine originale o una di quelle precalcolate, in modo da ottimizzare la presentazione.

5 – Rappresentare un layer vettoriale

In questo capitolo e nei seguenti si cerca di definire una metodologia alla rappresentazione dei dati. Quando verrà presentato, tuttavia, è abbastanza aleatorio in quanto dipende da un numero elevato di variabili, come il tipo di primitiva, il tipo di attributo, la distribuzione dei valori dell'attributo, la densità delle primitive e di conseguenza la scala di rappresentazione, e anche l'abilità dell'operatore, il tipo di fenomeno descritto (p.es. se è un fenomeno conosciuto o un fenomeno nuovo), la platea a cui è destinata la rappresentazione, e altri.

Il capitoli che seguono, quindi, vanno letti nella logica di uno stimolo alla riflessione e come indicazioni o suggerimenti più che come regole.

5-1 Caratteristiche degli attributi

Quando si trattano dati vettoriali, aree, punti e linee, il numero degli attributi associati a ciascuna entità è spesso elevato. Questo ci costringe a delle scelte quando dobbiamo rappresentare i dati, con selezione e quindi riduzione dell'informazione disponibile.

Come nel caso delle immagini, per rendere la rappresentazione efficace, è necessario capire la natura dell'informazione trattata, partendo dalla diversa tipologia degli attributi.

Gli attributi possono essere qualitativi (il valore definisce una qualità della primitiva, espressa tramite un numero o una stringa di caratteri, p.es. copertura del suolo = “pascolo”) o quantitativi (il valore enumera la presenza, in un'area o linea, di una serie di soggetti terzi, p.es. numero di abitanti = 27.821, espressa tramite un numero). Nel primo caso i valori possibili sono in genere pochi ed è possibile associare a ciascun valore una specifica rappresentazione, eventualmente tralasciando valori non interessanti; nel secondo i valori possibili sono in genere molti e occorre raggrupparli in classi, secondo criteri che verranno discussi in seguito, riportandoci così al caso precedente: in ambedue i casi quindi finiremo per trattare un numero relativamente basso di classi.

Prima di passare alla scelta dello specifico strumento grafico per i vari tipi di primitiva, occorre ancora considerare la relazione tra i valori che vogliamo rappresentare: in particolare essi possono essere “non ordinati” (p.es. “urbanizzato”, “agricolo”, “boscato” non sono ordinabili secondo una regola intuitiva), oppure “ordinati” (p.es. molto popolato, mediamente popolato, poco popolato, abbandonato). Nel primo caso cercheremo di usare colori o simboli che possano in qualche modo richiamarci il contenuto, senza dover ricorrere continuamente alla legenda; nel secondo caso sarà importante comunicare graficamente in qualche modo l'ordine presente nei valori, per esempio il fatto che “mediamente popolato” è intermedio tra “molto popolato” e “poco popolato”.

Spesso gli attributi qualitativi non sono ordinabili e quelli quantitativi invece sono ordinabili; però possono esistere anche attributi ordinabili che non sono quantitativi. Infine, nel caso di valori ordinati, la distribuzione può avere un valore di riferimento (VR) con una variabilità in più e in meno (tipicamente uno “0”) oppure non avere un VR. (fig.12)

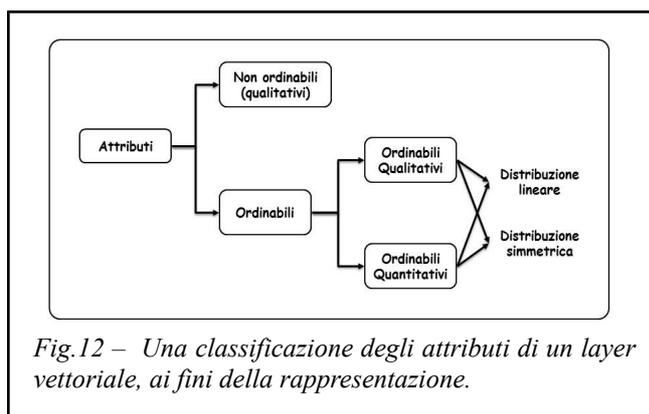


Fig.12 – Una classificazione degli attributi di un layer vettoriale, ai fini della rappresentazione.

Nel seguito faremo riferimento ai casi descritti in Tab.13

| Sigla | Descrizione | Esempio (per layer areale) |
|---------------|--|---|
| QL | Attributo qualitativo non ordinabile | Land cover con valori del tipo “urbanizzato”, “agricolo”, “boscato”. |
| QLOR | Attributo qualitativo ordinabile senza VR | Rischio idrogeologico, p.es. con valori di rischio da 1 a 5 |
| QLORVR | Attributo qualitativo ordinabile con VR | Variazione percentuale della popolazione tra due diversi rilevamenti: p.es. 5 classi del tipo: calo del 5%, calo tra il 5% e 1%, stabile, aumento tra 1% e 5%, aumento oltre 5% |
| QNOR | Attributo quantitativo ordinabile senza VR | Numero di abitanti (valori da 0 a n) |
| QNORVR | Attributo quantitativo ordinabile con VR | Variazione assoluta del numero di abitanti tra due diversi rilevamenti (valori tra -n e +m, dove 0 indica nessuna variazione). |

Tab.13 – Una classificazione degli attributi di un layer vettoriale, ai fini della rappresentazione.

Riproponiamo qui in Tab.14 la precedente tabella 11 con due importanti aggiunte. La prima riguarda un'ulteriore colonna “**n**” che riporta un numero da 1 a 4; “**n**” indica le dimensioni dello strumento grafico, cioè quanti parametri grafici sono gestibili indipendentemente uno dall'altro e in definitiva quanti attributi indipendenti lo strumento riesce a rappresentare. Ad esempio un fondo di colore si presta solo ad una modulazione del colore e pertanto riesce a rappresentare una sola grandezza; al contrario un simbolo (p.es. una freccia) può essere di lunghezza variabile e rappresentare così una certa grandezza (p.es. l'intensità del vento), ma può contemporaneamente rappresentare un'altra grandezza con la direzione (p.es. la direzione del vento) e anche una terza col colore (p.es. corrente calda o fredda). Quindi **n** ci dice quante grandezze diverse possiamo rappresentare con quello strumento grafico. Il numero riportato è valutato con ottimismo e solo in casi particolari si potrà raggiungere quel valore (p.es. Se il simbolo è una freccia è ragionevole che “**n**” sia 4, ma se è un cerchietto “**n**” diventa 3.

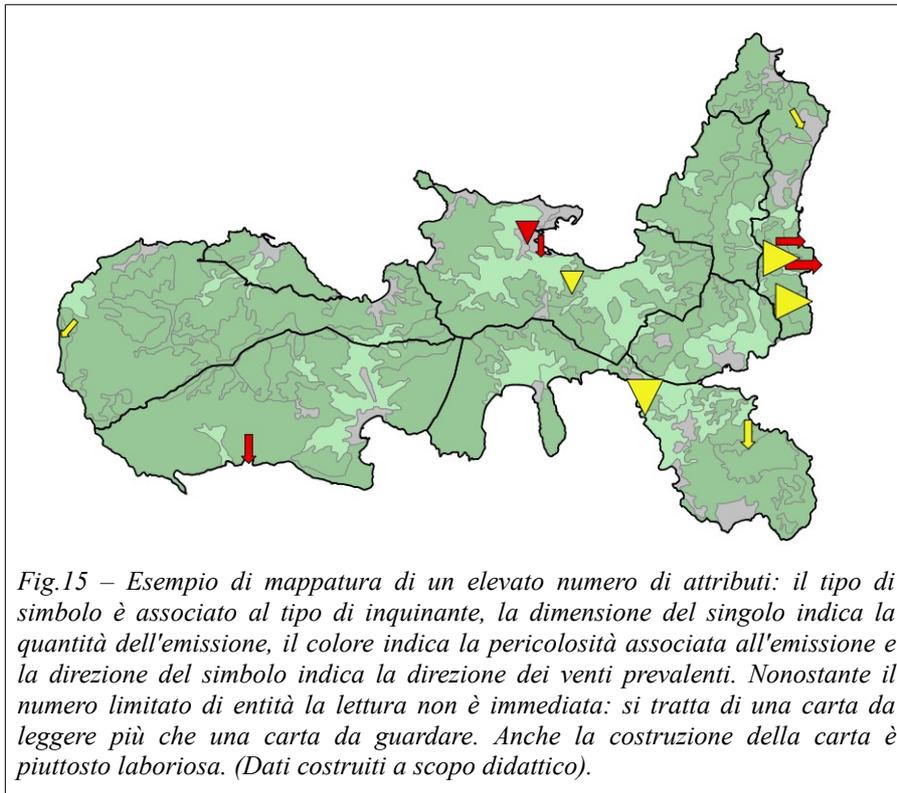
| | n | Tipo | Dimens. | Colore | Orient. |
|--------------------------------|----------|--|----------------|---------------------------|----------------|
| Modulazione della Linea | 3 | Diversi pattern disponibili | SI (spessore) | SI (se spessore adeguato) | NO |
| Fondo di colore | 1 | NO | NO | SI (anche modulabile) | NO |
| Simboli | 4 | SI | SI | SI (se dimens. adeguata) | SI |
| Campitura a tratti | 4 | Diversi patter e diverse combinazioni di pattern | SI (spessore) | SI | SI |
| Campitura a simboli | 4 | SI | SI | SI | SI |

Tab.14 – Per la restituzione di primitive vettoriali e raster abbiamo a disposizione strumenti grafici (riportati in colonna) modulabili in vari modi. In colonna “n” un'indicazione della “dimensione” del simbolo e la campitura verde evidenzia i casi in cui è possibile rappresentare un attributo ordinabile

La campitura in verde evidenzia i casi in cui è possibile rappresentare un attributo ordinabile. Ad esempio un simbolo si presta a rappresentare una quantità tramite la dimensione, ma certo non per il colore, viste le sue dimensioni in genere piccole, mentre una scala di colore si presta a rappresentare una quantità ordinabile nel caso di colorazione di fondo delle aree. In realtà in certi casi si potrebbero usare artifici tali da rappresentare attributi ordinabili anche con altre caratteristiche dei simboli; ad esempio un attributo ordinabile potrebbe essere rappresentato usando l'orientamento di un simbolo adeguato, come una freccia. Tuttavia i casi segnati sono quelli dove la rappresentazione di un attributo ordinabile è abbastanza semplice.

La Fig.15 offre un esempio di uso intenso della capacità espressiva dei simboli, cioè un caso in cui si sfruttano, per i simboli, tutte le 4 dimensioni possibili: la mappa descrive la presenza di fonti di inquinamento nell'aria nel modo seguente:

- tipo: il tipo di simbolo indica l'inquinante
- dimensione: la dimensione indica la quantità
- colore: il colore la pericolosità
- orientamento: la direzione indica dove avviene principalmente la diffusione dovuta ai venti dominanti



A causa della presenza contemporanea di tanti parametri, per una sufficiente comprensibilità, il numero dei valori possibili per ciascun parametri deve essere basso; sviluppando l'esempio di cui sopra, non più di 5 tipi di inquinante, non più di 4 classi di quantità, non più di 3 classi di pericolosità, non più di 8 direzioni di diffusione.

5-2 Rappresentazione di aree

La rappresentazione di elementi vettoriali areali è quella in cui si ha a disposizione la maggiore quantità di strumenti grafici. La primitiva, per com'è strutturata, permette di intervenire sia sul bordo (parzialmente) che sul corpo, e se si opera ad una scala in cui le dimensioni delle entità appaiono sufficientemente grandi, l'interno dell'area può accettare simboli e campiture. Se le entità trattate sono ricche di attributi, si prestano ad una rappresentazione anche complessa.

È possibile intervenire sul bordo dell'area tracciando la linea con vari pattern, dimensione e colore, come elencato nella prima riga della Tab.14. Questa possibilità ha un campo limitato di applicazione (p.es. per evidenziare aree particolari) e va gestita con attenzione; infatti aumentando ad esempio lo spessore di una linea di bordo si ottiene un risultato visibile, ma ciò può interferire col resto del layer, specialmente nel caso di aree adiacenti.

L'intervento sul corpo dell'area può avvenire secondo tutte le specifiche della Tab.14 (esclusa la prima linea) e le possibilità dipendono dalle caratteristiche delle grandezze che vogliamo evidenziare.

Un caso banale è quello in cui tutte le aree sono trattate con lo stesso strumento grafico, in genere un fondo di colore uguale per tutte; in questo caso non è evidenziato alcun attributo, ma soltanto la geometria delle varie aree del layer.

A parte questo caso, si distinguono 5 diverse situazioni:

- QL: attributo qualitativo non ordinabile. È possibile usare fondo di colore, simboli, campiture a simboli e campiture a tratti. Tutti, e in particolar modo i due che usano simboli, si prestano egregiamente a descrivere il tematismo con una simbologia intuitiva e mnemonica.
- QLOR: attributo qualitativo ordinabile senza VR: è possibile usare una scala di colore o simboli di dimensione variabile. Possibili, ma in casi particolari, campiture a simboli e campiture a tratti.

- QLORVR: attributo qualitativo ordinabile con **VR**: è possibile usare una scala di colore con un colore fulcro (p.es. Il giallo in una scala semaferica) e, con qualche artificio, simboli di orientamento variabile.
- QNOR: attributo quantitativo ordinabile senza **VR**: la soluzione migliore è un fondo di colore; se il numero delle classi da separare non è elevato è possibile usare un simbolo modulato in ampiezza o anche campiture a tratti o a simboli.
- QNORVR: attributo quantitativo ordinabile con **VR**: stesse soluzioni di un attributo qualitativo ordinabile con **VR**.

5-3 Rappresentazione di linee

La primitiva linea si presta a rappresentare attributi in numero molto limitato: il problema è la sua struttura lineare, per cui la larghezza non può diventare eccessiva, salvo casi particolarissimi, e, quando è sottile, non permette una buona risoluzione cromatica. Possiamo utilizzare il tipo di linea (o pattern), lo spessore della linea e il colore.

Come nel caso dell'area, si distinguono 5 diverse situazioni: (gli esempi riportati riguardano il caso tipico di una rete stradale)

- QL: attributo qualitativo non ordinabile (p.es. il tipo di asfalto: Normale, Drenante, Cemento). È possibile usare il pattern, lo spessore, il colore, ma il primo è probabilmente il più adatto ad una rappresentazione intuitiva e mnemonica;
- QLOR: attributo qualitativo ordinabile senza VR (p.es. la velocità massima ammessa: 50, 70, 90, 110, 130). È possibile usare il pattern e il colore; meno adatto lo spessore;
- QLORVR: attributo qualitativo ordinabile con VR (p.es. la variazione percentuale di incidenti tra due rilevamenti diversi). È possibile usare una scala di colore con un colore fulcro (p.es. Il giallo in una scala semaforica);
- QNOR: attributo quantitativo ordinabile senza VR (p.es. il numero di incidenti). È possibile manipolare lo spessore della linea o, meno efficace, il colore o il pattern; ma le classi rappresentabili sono poche;
- QNORVR: attributo quantitativo ordinabile con VR (p.es. la variazione del numero di incidenti tra due rilevamenti diversi). La soluzione migliore, anche se con pochissimi valori, è una scala di colore con colore fulcro.

5-4 Rappresentazione di punti

La primitiva punto, essendo adimensionale, non permette l'uso di strumenti grafici che occupano un certo spazio e l'unico strumento utilizzabile è il simbolo; anche se il simbolo occupa comunque una certa parte del piano, esso mantiene comunque il suo carattere adimensionale e l'informazione che porta è localizzabile in un punto.

Il simbolo tuttavia è uno strumento graficamente ricco in quanto è possibile modularne il tipo, la dimensione, il colore e, a seconda del simbolo scelto, l'orientazione; la rappresentazione di elementi puntuali tramite simboli è in genere ricca e intuitiva, anche se una concentrazione molto elevata di oggetti puntuali può appesantire la restituzione.

5-5 Strumenti pseudografici

Abbiamo descritto finora gli strumenti grafici utilizzabili per rappresentare le primitive vettoriali e i loro attributi; esistono però altri strumenti non classificabili come “strettamente grafici”, molto efficaci e di grande e facile utilizzo.

Scrittura di testo

Un modo semplice per rappresentare il valore di un attributo è quello di scriverne, quando possibile, il valore per esteso. Nella cartografia tradizionale lo troviamo nella toponomastica e nella scrittura delle quote dei punti quotati e delle curve di livello. Gli strumenti GIS permettono questa possibilità con possibilità di scelta del font dei caratteri, colore, stile, direzione, ecc. Una certa attenzione va posta nella

sceita della posizione della scritta rispetto alla primitiva; ad esempio se scriviamo “Liguria” nel baricentro della primitiva areale della Liguria lo troveremo in mezzo al mare.

“Hot link”

Questo strumento, letteralmente “Collegamento caldo”, permette di associare ad una primitiva vettoriale un documento in genere di grosse dimensioni, che non viene gestito nella tabella degli attributi. La logica è quella ipertestuale e permette, tramite un click sulla primitiva, di richiamare un documento testuale (p.es. un file PDF) o un'immagine o un video. Il collegamento tra la primitiva e il documento esterno va costruito sfruttando l'identificatore della primitiva o uno dei suoi attributi.

“Business graphic”

La business graphic permette di rappresentare più fenomeni e di metterli in relazione tra di loro tramite diagrammi o grafici. Occupa un notevole spazio e non si adatta quindi ad un numero elevato di elementi geometricamente piccoli alla scala di rappresentazione, ma è molto adatta nel caso in cui si vogliano confrontare valori di attributi diversi per ciascuna primitiva.

6 - Organizzazione di una rappresentazione

Finora abbiamo analizzato la rappresentazione di un singolo layer e il modo per trasferire al meglio l'informazione nella rappresentazione grafica. Questo non è certo il caso generale: in generale in una rappresentazione vengono proposti più layer sovrapposti, così come in una carta disegnata vengono rappresentati più temi.

La rappresentazione di più temi sovrapposti, vettoriali e raster, crea interferenza tra le diverse rappresentazioni, limitando così la capacità di espressione dei layer trattati in modo isolato; in questo caso, quindi, occorrerà prendere nuove precauzioni e utilizzare particolari metodi.

La considerazione alla base di tutto è che lo schermo o la carta dove attuiamo la nostra rappresentazione va vista, a differenza di un Data Base, come un contenitore capace di accogliere informazione in modo non illimitato.

6-1 Spazio espressivo

Chiamiamo spazio espressivo disponibile il piano di rappresentazione, sia esso su supporto volatile (monitor o videopresentazione) che su supporto cartaceo. Tale spazio ha dei limiti ben precisi dovuti all'estensione del supporto, alla capacità di modulare il colore, alla risoluzione, anche rispetto alle capacità visive di chi legge, alle eventuali tecniche di interazione.

Sul piano di rappresentazione le primitive, per trasferire l'informazione che portano, occupano, in un certo senso consumano, un certo spazio espressivo definito alla dimensione geografica della primitiva più un certo intorno.

Lo spazio espressivo di un'area è l'interno dell'area stessa. Se le aree che rappresentiamo non sono adiacenti è possibile rappresentare informazione anche tramite il bordo dell'area. Il bordo è meno espressivo dell'interno, ma è interessante se le aree sono piccole (in tal caso l'interno è poco espressivo) e se si vogliono rappresentare più temi contemporaneamente; il tutto se le aree non sono adiacenti tra loro.

Lo spazio espressivo di una linea è la linea stessa e un suo intorno. Quando si rappresentano linee si trasmettono informazioni relative a uno, massimo due temi e molto spesso anche nessun tema. L'intorno della linea viene usato, oltre che per una probabile gonfiatura del simbolo, anche per informazioni testuali e per simboli che descrivono caratteristiche dell'oggetto, p.es. frecce che indicano una direzione di flusso.

Lo spazio espressivo di un punto è l'intorno del punto stesso. Essendo il punto adimensionale, esso è rappresentato con una grafica che occupa un certo spazio, a volte anche rilevante, intorno al punto stesso. L'informazione comunicata si avvale di simboli e di testo. Il numero di temi rappresentabili è normalmente di uno o due, ma con un uso accurato di simboli e testo può essere anche superiore.

Lo spazio espressivo di un pixel è il pixel stesso. Data l'essenza del pixel, che vive in quanto inserito in un grigliato insieme ad altri pixel, lo spazio disponibile al pixel non può invadere quello dei vicini, ed è quindi limitato. Da questo punto di vista il pixel è visto come un insieme di aree di forma regolare, adiacenti e organizzate secondo una griglia regolare. Ad un pixel è associato in genere un unico tema; nel caso di immagini tricromatiche potremmo pensare di avere tre temi, ma la percezione dell'utente è quella di un'informazione unica, ottenuta dalla fusione delle tre informazioni. È possibile, in linea di principio, rappresentare tre temi diversi (non di tipo ottico) sfruttando le tre componenti RGB o HSV, ma il risultato finale è quanto meno di difficile interpretazione a causa di come viene percepito dall'operatore il risultato della fusione delle tre componenti cromatiche.

In quanto scritto precedentemente, abbiamo considerato la parte geometrica dei dati semplicemente come contenitore grafico del valore di un attributo. Questo non vuol dire, tuttavia, che anche la parte geografica non copra un ruolo; del resto abbiamo visto che aree e linee possono essere disegnate senza temi associati. Ma anche quando viene presentato un tema, la parte geometrica ha comunque il ruolo di aiutare il lettore sia nel riconoscimento di aree note per la loro specifica forma, sia nel valutare la distribuzione dei fenomeni nello spazio, con analisi compiute dall'occhio che riguardano la distanza, l'adiacenza e l'aggregazione di fenomeni. Il contributo è di tipo geometrico (superfici, distanze, ecc.), topologico (adiacenze di oggetti simili, ecc.), insiemistico (raggruppamento di oggetti simili, ecc.). Per esempio in una rappresentazione di densità di popolazione dei comuni di una Regione, il lettore competente riconoscerà dalla forma molti dei comuni disegnati, oltre a leggere il tema densità di popolazione espresso ad esempio tramite un colore. Inoltre se esiste un insieme di comuni contigui con alti valori di densità di popolazione, ne trarrà la conclusione di un'intera zona con specifiche caratteristiche.

6-2 Capacità coprente

Nella rappresentazione sia su video che su carta di un unico strato informativo si ha il consumo dello spazio espressivo disponibile da parte dello spazio espressivo utilizzato dallo strato; la rappresentazione di più strati informativi pone, oltre al problema precedente, anche quello della capacità coprente di ogni singolo strato informativo, intesa come ostacolo dato alla visione di altri strati che logicamente sono disegnati "sotto" lo strato in questione. Quando si rappresentano più strati che si sovrappongono, si usa immaginare gli strati in una pila che guardiamo dall'alto; i livelli più bassi sono quelli che vengono disegnati "prima" e sono quelli che vediamo di meno; quelli più alti sono quelli che vengono disegnati "dopo" e sono quelli che vediamo meglio.

La discussione che segue non può essere rigorosa quando si presentano aspetti quantitativo, perchè tutto è fortemente dipendente dal numero di oggetti presenti in uno strato, dalle loro caratteristiche geometriche e dalla tecnica di rappresentazione.

Se è vero che ogni strato ha un potere coprente rispetto agli altri strati, è anche vero che ogni strato "tollererà" di essere coperto nel senso che, nonostante una copertura parziale, trasmette comunque l'informazione che porta. Per esempio una primitiva che rappresenta una strada può benissimo essere coperta da altre primitive lineari, quali le curve di livello, e l'operatore percepisce entrambi gli strati informativi senza problemi.

Uno strato di aree ha un potere coprente molto forte se le aree sono contigue e ovviamente meno nel caso di un layer formato da alcune aree isolate; p. es. lo strato dei Comuni di una regione è più coprente dello strato dei parchi della stessa regione). A seconda della tecnica di rappresentazione usata il potere coprente di uno strato di aree va dal 100% (aree contigue rappresentate con un fondo di colore) a un indicativo 30% (aree non contigue o aree contigue rappresentate con una tecnica di trasparenza).

Uno strato di linee ha un potere coprente basso, dipendente dalla tecnica di rappresentazione, dal numero e dalla forma delle linee. Le stesse considerazioni valgono per uno strato di punti. In ambedue i casi il potere coprente può essere valutato tra 1% e 3%, ma anche più in certi casi.

Uno strato di pixel si comporta in modo simile ad un layer di aree contigue e ha un potere coprente totale (100%); ciò che è al di sotto di esso non è visibile, salvo espedienti quali l'uso della trasparenza. Questo tuttavia ha un'importante eccezione nel caso di immagini binarie. Spesso un'immagine binaria è strutturata in modo da portare l'informazione sui pixel posti a 1, mentre gli altri, posti a 0, rappresentano

uno sfondo. E' il caso di un'immagine binaria rasterizzata, come avviene per la cartografia o un disegno. In questi tipi di immagine, inoltre, si ha spesso l'altra condizione favorevole, che il numero dei pixel posti a 1 è molto basso rispetto agli altri. (p.es. in un foglio di cartografia tecnica in scala 1:10000 lo spazio occupato dal nero può essere stimato in 1-3 % dello spazio totale). In queste condizioni si può decidere di rappresentare i pixel posti a 1 con un colore coprente (in genere il nero) e gestire gli altri in una logica di trasparenza, in modo da lasciar trasparire altri strati sottostanti. In questo modo il potere coprente diventa basso e il risultato della sovrapposizione molto efficace. (Fig.16)

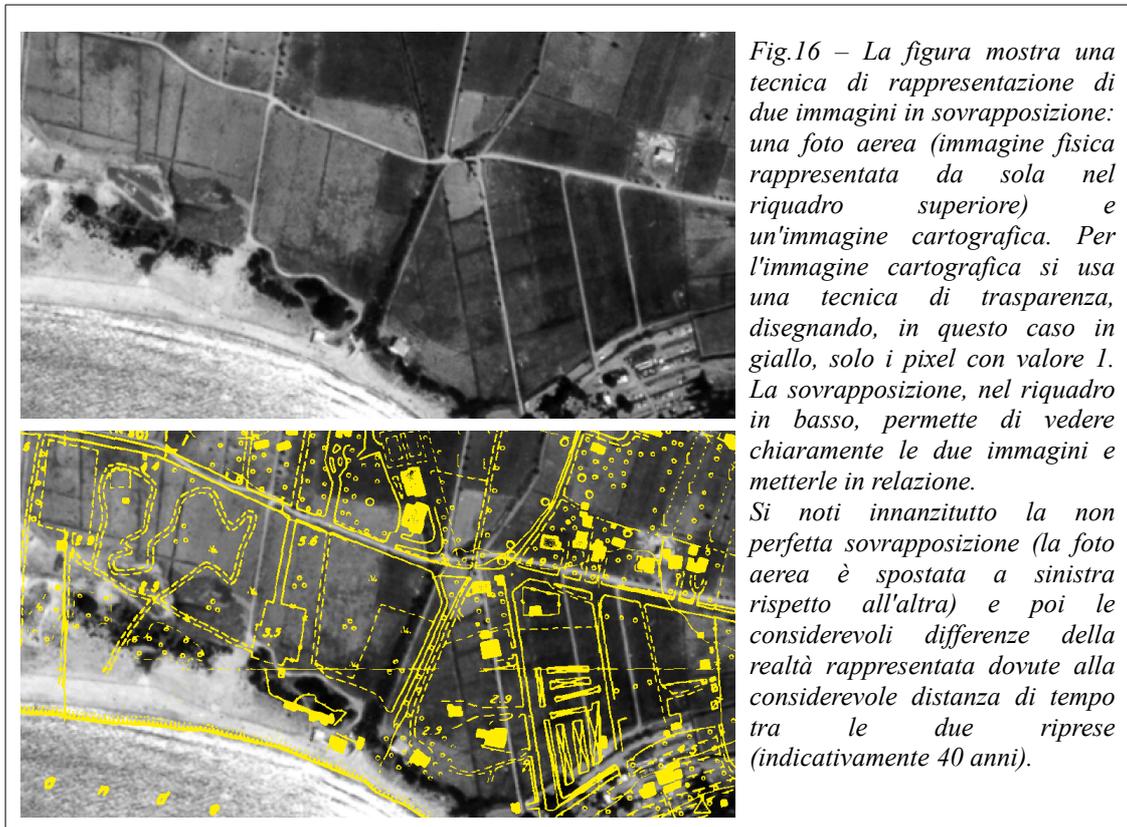


Fig.16 – La figura mostra una tecnica di rappresentazione di due immagini in sovrapposizione: una foto aerea (immagine fisica rappresentata da sola nel riquadro superiore) e un'immagine cartografica. Per l'immagine cartografica si usa una tecnica di trasparenza, disegnando, in questo caso in giallo, solo i pixel con valore 1. La sovrapposizione, nel riquadro in basso, permette di vedere chiaramente le due immagini e metterle in relazione. Si noti innanzitutto la non perfetta sovrapposizione (la foto aerea è spostata a sinistra rispetto all'altra) e poi le considerevoli differenze della realtà rappresentata dovute alla considerevole distanza di tempo tra le due riprese (indicativamente 40 anni).

6-3 Organizzazione degli strati

La rappresentazione di più layer sullo stesso spazio espressivo corrisponde un po' a sovrapporre più lucidi, ciascuno dei quali riporta graficamente un singolo strato informativo; è ovvio che un lucido che sta "sopra" altri maschera in parte quelli che gli stanno "sotto". Considerando che lo spazio espressivo è limitato, che i vari layer occupano, anche in funzione della rappresentazione, una parte di tale spazio e mascherano altri layer, e che i vari layer tollerano, ciascuno in modo diverso, di essere coperti, è evidente che l'ordine in cui vengono disegnati è critico.

Ricordiamo che intendiamo come strati sottostanti quelli che vengono disegnati "prima" e che sono meno visibili, e intendiamo come lucidi che stanno "sopra" quelli che concettualmente vengono disegnati "dopo" e che noi vediamo meglio.

Sulla base di quanto detto finora, possiamo organizzare una rappresentazione di più strati nel modo seguente:

- Livelli superiori "n" strati di elementi puntuali o lineari. "n" può assumere valori elevati (20-30) se gli strati sono poco densi.
- Livello intermedio uno (forse due) strati con potere coprente alto (immagine cartografica in trasparenza, layer di aree a copertura totale restituite con campitura a barre o simboli o con trasparenza, layer di aree a copertura parziale con)

Livello basso un solo strato con potere coprente totale (immagine fisica, immagine simbolica, aree a copertura totale con campitura piena)

Più volte abbiamo accennato ad una tecnica particolare di rappresentazione: la trasparenza. La trasparenza è un modo di gestire il colore di un layer in modo che sia visibile parzialmente il layer che sta sotto. L'effetto finale è che il layer superiore sia trasparente.

In genere si rende trasparente un layer areale campito a colore pieno e il livello di trasparenza è variabile tra 0 (totale opacità) e 100% (layer totalmente trasparente, cioè in pratica non visibile).

L'uso della trasparenza è in certi casi efficace, ma occorre considerare che causa una perdita di contrasto, tanto maggiore quanto più alto è il livello di trasparenza adottato; in pratica livelli con una grafica molto articolata, se resi trasparenti, perdono fortemente in capacità espressiva. E ancora, la trasparenza combina di fatto colori di due layer, creando nuovi colori difficilmente riconducibili alla legenda dei singoli strati.

Nell'organizzare una rappresentazione occorre valutare se il prodotto finale è destinato ad un monitor o a una rappresentazione su carta.

Se consideriamo lo spessore minimo di una linea, su un monitor questo è indicativamente di 0,2 mm mentre nel caso di un plotter diventa un ordine di grandezza superiore (meno se si stampa a colore rispetto al bianco/nero). Inoltre la superficie totale di un monitor può essere considerata circa un decimo di quella di un disegno di grande formato. Anche solo da queste considerazioni si vede che la qualità grafica di un disegno su carta sarà di molto superiore allo stesso disegno restituito su monitor; di conseguenza tutte le scelte che faremo in termini di tecnica di restituzione dei singoli layer e di sovrapposizione di layer diversi andranno tarate in funzione dello strumento fisico usato.

Molto spesso chi opera con uno strumento GIS ha avuto a che fare con documenti cartografici su carta, caratterizzati da una buona qualità grafica, e pertanto di fronte ad un monitor si accontenta di una restituzione rapida, abbastanza grezza, ma quando deve produrre un documento finale, spesso destinato alla stampa, richiede una certa qualità.

Prendendo spunto dalla tradizione e dall'esperienza cartografica è possibile costruire rappresentazioni dotate di una quantità di accorgimenti che ne rendono la visione più chiara e l'interpretazione più facile. Sono esempi di tali accorgimenti la rappresentazione della legenda, il grigliato geografico, cornici con riferimenti geografici, titolo, descrizione del contenuto, data, autori, coordinate degli estremi della carta in diversi sistemi di riferimento, inquadramento dell'area della carta in un contesto più ampio, e molti altri.

I vari software GIS permettono di gestire queste possibilità in vario modo.

7 - Classificazione degli attributi

Parlando delle caratteristiche degli attributi abbiamo visto che i valori possibili assunti da un attributo quantitativo in un layer sono molti, a volte, ma non necessariamente, tanti quanti il numero delle entità; per esempio dato un layer di “n” aree, per esempio i Comuni d'Italia, l'attributo superficie avrà molto probabilmente “n” valori diversi, uno per ciascun Comune e l'attributo “numero di abitanti” potrebbe avere “m” valori diversi, con $m < n$.

Data la limitatezza degli strumenti grafici, non ha senso immaginare in questo caso “n” colori o simboli diversi; quello che si fa è raggruppare le entità in classi e associare a ciascuna classe un colore o un simbolo diverso.

Il criterio con cui si esegue questo raggruppamento influenza pesantemente la qualità del risultato e può essere deviante per quanto riguarda il messaggio trasferito all'utente finale.

7.1 - L'istogramma

Immaginiamo di avere un layer areale “S” formato dalle Sezioni di Censimento di un Comune; le Sezioni sono “n” e hanno un attributo quantitativo “Q” (p.es. Il numero di abitanti) che vogliamo utilizzare per la rappresentazione. (Fig.17). I software GIS offrono diversi strumenti per ottenere una rappresentazione gradevole e in ogni caso dividono in classi l'insieme dei valori assunti da “Q” in un numero di classi “k” molto minore di “n”. Per capire il criterio di questa classificazione occorre considerare una rappresentazione grafica di “Q”.

In un piano cartesiano riportiamo sull'asse delle x i valori della grandezza “Q” (da 0 a 600) e sull'asse y le frequenze con cui tali valori compaiono. Questa immagine, base di molte considerazioni, ci dice che esistono diverse sezioni con Q quasi a zero, un certo numero di sezioni dove la popolazione si mantiene tra 50 e 200, molte con popolazione tra 200 e 400, moltissime con Q tra 550 e 750 e poi via via di meno fino al valore massimo di circa 600 abitanti.

| Numero sezione | Pop. totale |
|----------------|-------------|
| 228 | 363 |
| 140 | 366 |
| 211 | 369 |
| 404 | 369 |
| 96 | 369 |
| 267 | 373 |
| 144 | 382 |
| 288 | 383 |
| 176 | 385 |
| 153 | 387 |
| 485 | 387 |
| 121 | 388 |
| 237 | 392 |
| 239 | 393 |
| 244 | 394 |
| 185 | 406 |
| 330 | 410 |
| 258 | 415 |

Fig.17 – Nella tabella degli attributi abbiamo due colonne: una identifica la sezione di censimento e l'altro (“Pop_totale”, “Q” nel testo) il numero di abitanti.

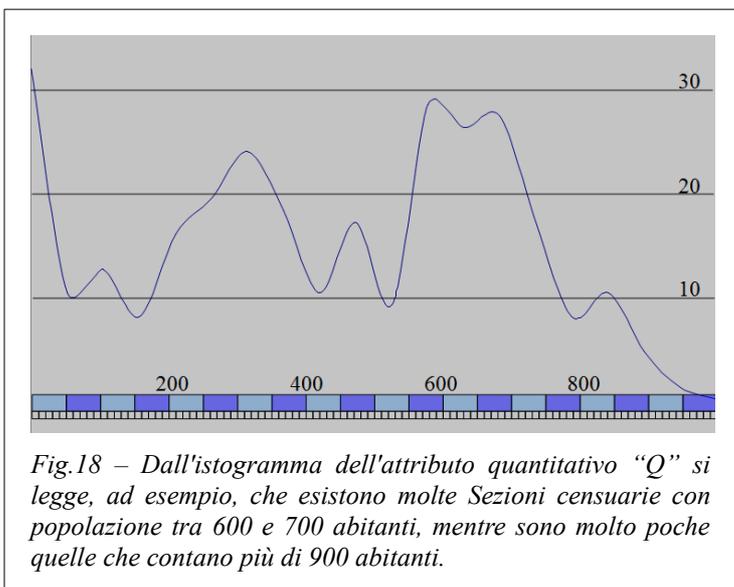


Fig.18 – Dall'istogramma dell'attributo quantitativo “Q” si legge, ad esempio, che esistono molte Sezioni censuarie con popolazione tra 600 e 700 abitanti, mentre sono molto poche quelle che contano più di 900 abitanti.

Questo grafico, detto Istogramma, (Fig.18) è ricco di informazione e, anche solo in questa versione grezza, permetterebbe probabilmente, ad un esperto di statistica o di urbanistica, di farsi un'idea sul tessuto sociale dell'area rappresentata.

Un istogramma come quello riportato si ottiene solo se la popolazione della classe è molto elevata e ricorrono molti valori uguali; per ottenere un istogramma anche con una popolazione modesta è possibile ricorrere ad un accorpamento in micro classi, in modo che ciascuna di esse conti un numero significativo di elementi.

| Classe | Da | A | Significato: sezioni ... | Colore |
|--------|-----|-----|--------------------------|----------------|
| 1 | 0 | 150 | Quasi disabitate | Bianco |
| 2 | 151 | 420 | poco popolate | Beige |
| 3 | 421 | 530 | mediamente popolate | Marrone chiaro |
| 4 | 531 | 800 | molto popolate | Marrone |
| 5 | 801 | max | estremamente popolate | Marrone scuro |

Tab.19 – Esempio di divisione dei valori del numero di abitanti in 5 classi definite analizzando l'istogramma.

Sulla base di quanto detto precedentemente, una rappresentazione sensata delle Sezioni di Censimento, in base alla popolazione potrebbe essere quella riportata in Tab. 19.

Per ognuna delle classi definite si riportano i valori estremi della classe, il significato attribuito e il colore di rappresentazione.

Il punto chiave nella definizione di questa classificazione è la scelta del numero delle classi (5)

corrispondenti all'ipotesi, ragionevole, di cinque fenomeni distinti; tuttavia i fenomeni potrebbero essere 6 o anche più, o, al contrario, si potrebbero definire anche solo tre classi.

La classificazione adottata produce la mappa riportata in fig. 20: in alto la visualizzazione delle 5 classi in rapporto all'istogramma e in basso la mappa risultante.

Si tenga presente che in questo caso, come in quelli trattati di seguito, noi perseguiamo l'obiettivo di avere una mappa che descriva nel modo più comprensibile il fenomeno, sfruttando al meglio gli strumenti grafici a disposizione.

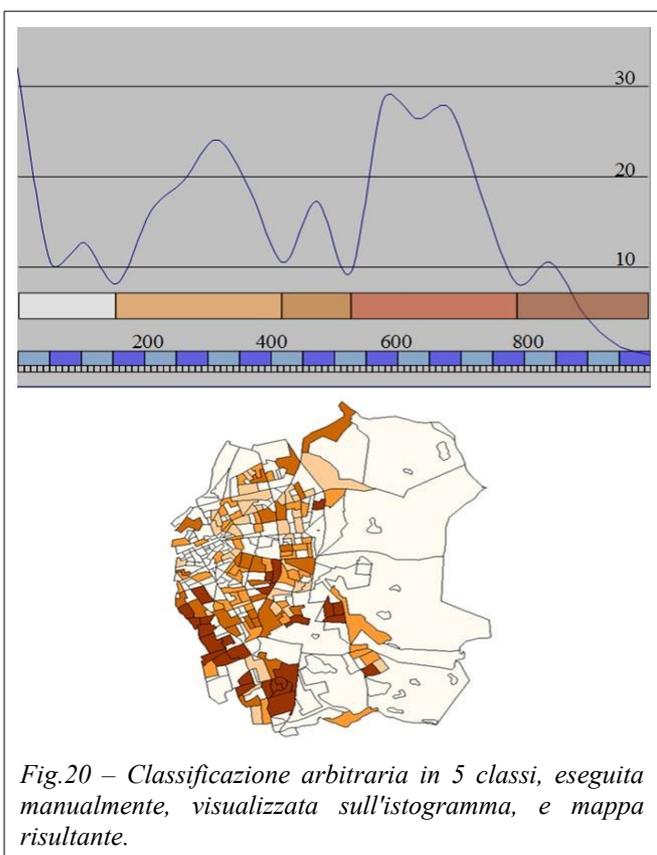


Fig.20 – Classificazione arbitraria in 5 classi, eseguita manualmente, visualizzata sull'istogramma, e mappa risultante.

7.2 - Gli strumenti di classificazione automatica

I software GIS forniscono un certo numero di classificatori automatici, con l'obiettivo di ottenere rapidamente una mappa con la rappresentazione di un attributo quantitativo.

Divisione lineare

Un criterio molto semplice di classificazione è quello che, dato un certo numero di classi, le definisce con una divisione lineare del campo di variabilità della grandezza. Nel caso che trattiamo, dove la nostra grandezza Q va da 0 a 1000, se imponiamo una divisione in 5 classi avremo una prima classe con valori da 0 a 199, una seconda con valori da 200 a 399, e poi da 400 a 599, da 600 a 799, 800 e oltre.

La classificazione viene, ma proprio casualmente, piuttosto buona, salvo la separazione tra il marrone e il marrone chiaro che, dall'istogramma, appare inappropriata. (Fig.21).

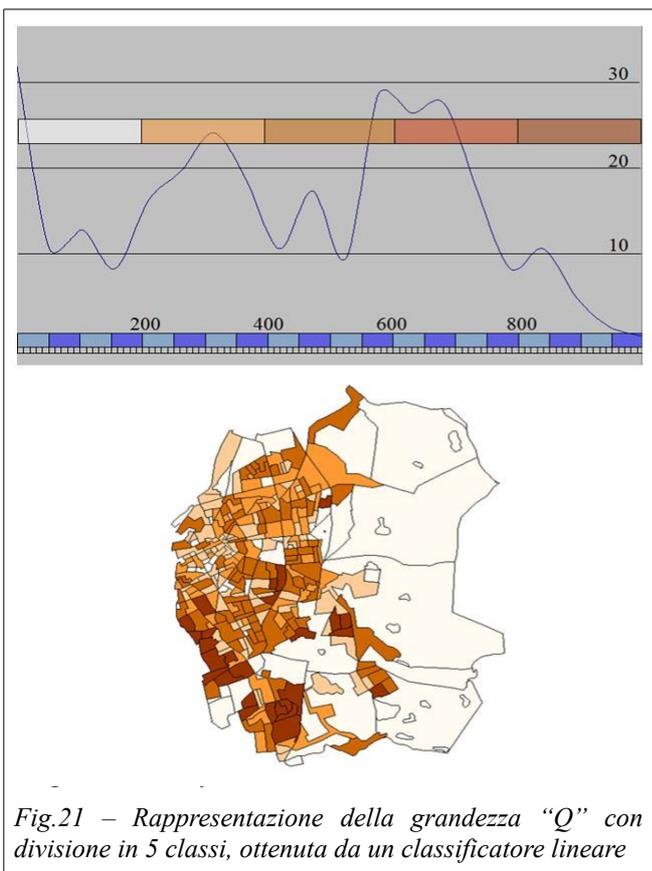


Fig.21 - Rappresentazione della grandezza "Q" con divisione in 5 classi, ottenuta da un classificatore lineare

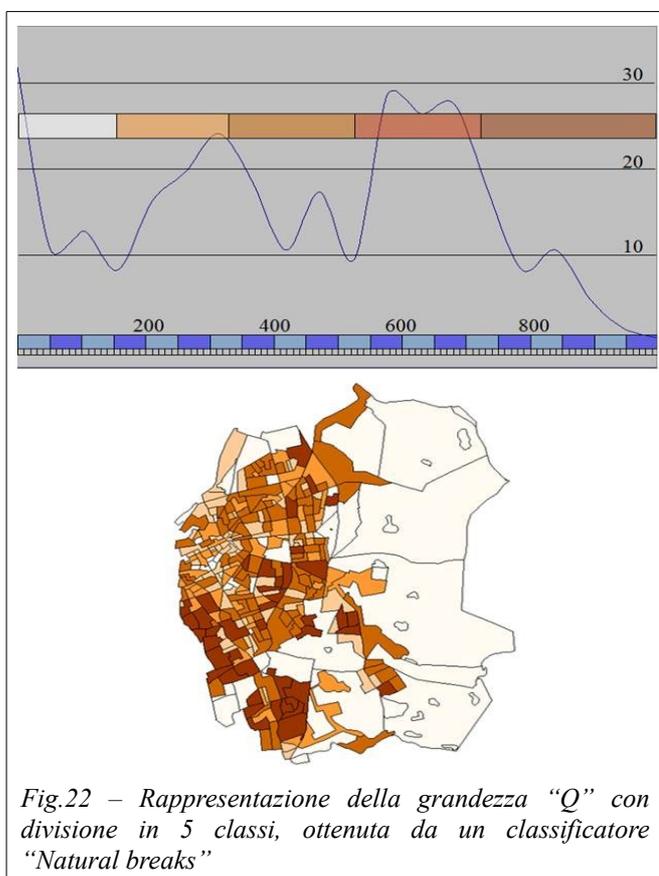


Fig.22 - Rappresentazione della grandezza "Q" con divisione in 5 classi, ottenuta da un classificatore "Natural breaks"

Natural breaks

Questo criterio, identifica le classi, il cui numero è dato dall'operatore, con un criterio statistico (algoritmo di Jenk's) secondo cui le classi devono essere il più omogenee possibile. Il criterio è interessante perché fornisce un risultato basandosi sui dati anziché su pure considerazioni grafiche. Purtroppo esso dipende molto dal numero di classi richiesto: per esempio se l'istogramma è del tipo "a gobba di cammello" e noi chiediamo di definire due classi, il risultato sarà eccellente, ma se sullo stesso istogramma chiediamo tre classi il risultato non sarà molto buono.

Nel caso che trattiamo, la richiesta di cinque classi fornisce un risultato interessante. (Fig.22)

Classificazione statistica

Questo tipo di classificazione, certamente non adatta al caso in questione, individua il valor medio della distribuzione e costruisce classi a destra e a sinistra di tale valore, ampie quanto una “standard deviation” o proporzionali ad essa. In questo caso è opportuno utilizzare scale di colore che indichino se siamo su valori più alti (marroni) o più bassi (verdi) del valore di riferimento.

Questa classificazione è adatta a fenomeni centrati su un valore e distribuiti in modo anche approssimativamente “normale” intorno ad esso. (Fig.23). Assolutamente inadatta nel nostro caso.

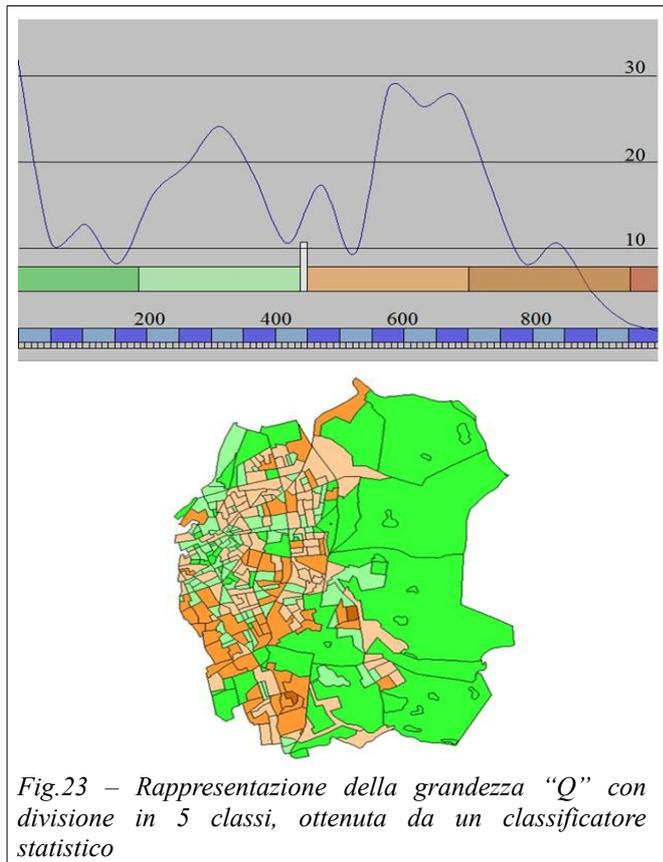


Fig.23 – Rappresentazione della grandezza “Q” con divisione in 5 classi, ottenuta da un classificatore statistico

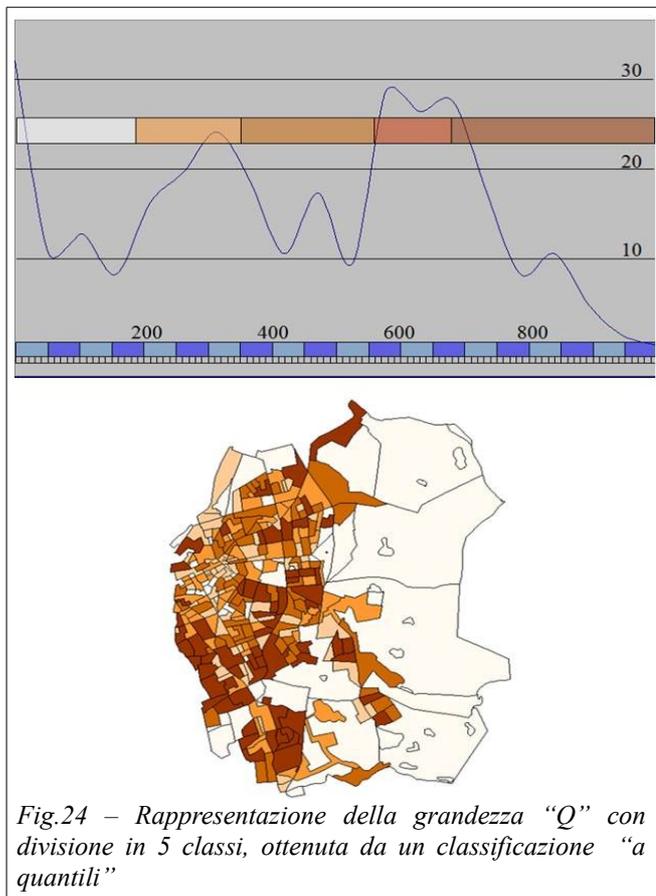


Fig.24 – Rappresentazione della grandezza “Q” con divisione in 5 classi, ottenuta da un classificazione “a quantili”

Classificazione a “quantili”

Ognuna delle classificazioni citate finora ha l'inconveniente che, una volta costruite le classi, alcune di esse siano formate da molti elementi (classi molto popolate) e altre siano poco popolate, concentrando così i colori solo su alcune classi; in pratica ci si pone il problema che tutti i possibili colori non siano ben utilizzati.

Il metodo dei quantili organizza le classi in modo che ciascuna di esse abbia lo stesso numero di entità, in pratica mira all'isopopolazione delle classi. Come si vede dall'analisi dell'istogramma, dove ci sono molti elementi le classi sono più piccole (valori estremi vicini) e viceversa. (Fig.24).

Classificazione a “aree uguali”

Nella classificazione a quantili ciascuna classe contiene, nei limiti del possibile, lo stesso numero di elementi; tuttavia la mappa di fig. 24 presenta delle grosse zone chiare perchè, nel fenomeno in questione, le aree della prima classe, quelle con il minor numero di abitanti, sono anche quelle geograficamente più estese. L'impressione è quella di un uso poco ottimizzato dei colori in quanto una sola classe (quindi un solo colore) occupa quasi due terzi dell'intera mappa.

La classificazione ad “aree uguali” cerca di ovviare a questo inconveniente costruendo classi in modo da rendere quanto più possibile uguale la copertura dei vari colori. In pratica è come se, disponendo di un pennello, si volesse usare la stessa quantità di bianco, di beige, di marrone, ecc. Si noti sull'istogramma la divisione in classi che appare senza alcun senso. (Fig.25)

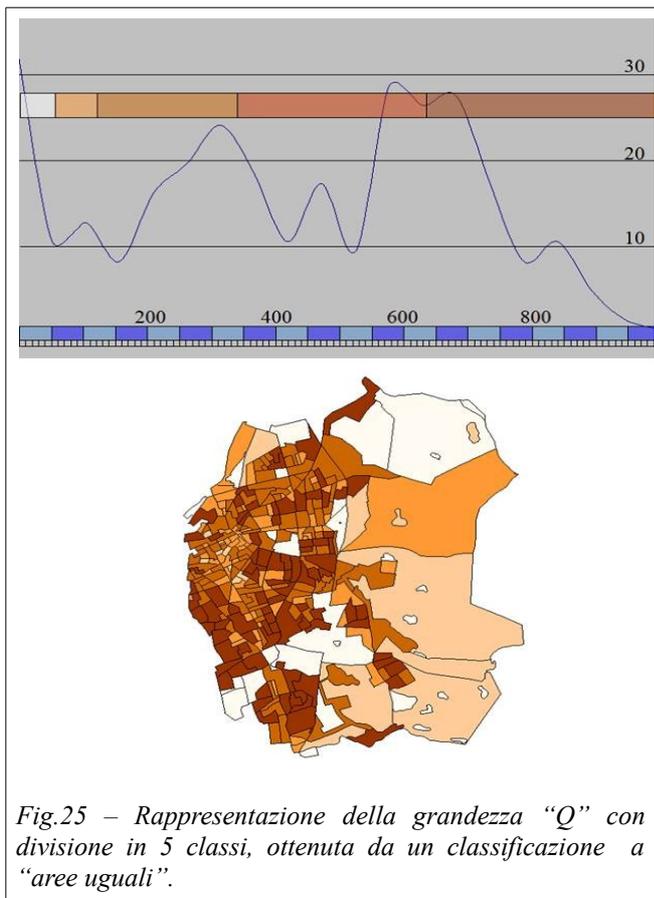


Fig.25 – Rappresentazione della grandezza “Q” con divisione in 5 classi, ottenuta da un classificazione a “aree uguali”.

7-3 Considerazioni sulle varie classificazioni

Guardando le mappe ottenute coi vari criteri di classificazione si vede che esse risultano assai diverse tra loro, pur riferendosi allo stesso fenomeno, e viene da chiedersi quale sia il criterio di classificazione migliore. È abbastanza ovvio che la scelta del criterio più adatta dipende dal fenomeno che viene analizzato.

Classificazione lineare: adatta unicamente a distribuzioni piatte, dove del resto anche altri metodi fornirebbero gli stessi risultati; assolutamente da evitare con distribuzioni non piatte. In pratica questo criterio è quasi inutile.

Classificazione “natural breaks”: questo criterio cerca in qualche modo di interpretare il fenomeno sulla base dell'istogramma; dipende molto dal numero di classi che viene definito dall'operatore. In mancanza di altre possibilità è il metodo migliore.

Classificazione statistica: è un metodo di classificazione perfetto nel caso di una distribuzione normale, ma purtroppo questo accade abbastanza di raro nei fenomeni che analizziamo.

Classificazione a quantili: questo metodo è utilizzato abbastanza spesso per la sua semplicità e il suo chiaro significato; nel caso in cui le aree abbiano superfici abbastanza simili, l'immagine risultante è gradevole, anche se non è un'interpretazione sensata del fenomeno che analizziamo. È un buon “primo approccio”.

Classificazione a “aree uguali”: sembra che sia un modo di correggere graficamente una distorsione dei quantili. La mappa appare gradevole ma è molto probabilmente deviante.

La classificazione di fig. 20 è senz'altro la migliore per l'ovvio motivo che abbiamo prima analizzato il fenomeno osservando l'istogramma, da esso abbiamo deciso il numero di classi e infine abbiamo definito le soglie. Sarebbe anche possibile, in modo abbastanza analogo, osservare l'istogramma, definire il numero di classi e lanciare quindi un “natural breaks” con tale valore.

Per analizzare il fenomeno possiamo utilizzare anche altre strategie, sulla base dell'analisi dell'istogramma e dell'obiettivo della nostra ricerca. Per esempio dall'istogramma potremmo isolare il fenomeno principale, quello rappresentato dalla gobba che va indicativamente da 525 a 780, quindi dedicare due classi marginali, una ai valori minori di 525 e una a quelli maggiori di 780, e infine concentrare le capacità espressive principali (nel caso specifico i tre colori rimasti) proprio sul fenomeno che analizziamo. (Fig.26). Questo è un criterio utilizzato per concentrare le capacità di analisi su uno specifico fenomeno all'interno del fenomeno più generale.

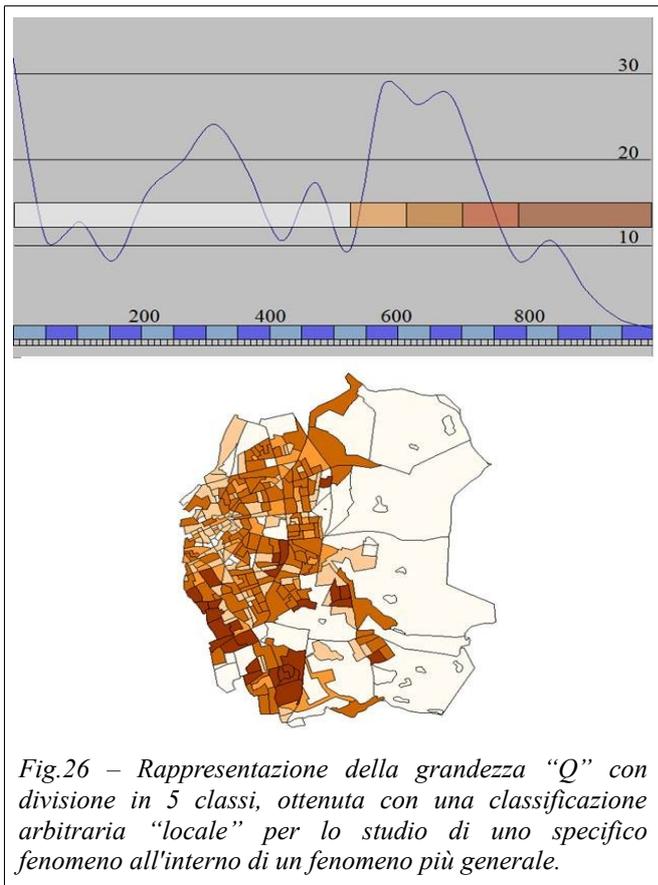


Fig.26 – Rappresentazione della grandezza “Q” con divisione in 5 classi, ottenuta con una classificazione arbitraria “locale” per lo studio di uno specifico fenomeno all'interno di un fenomeno più generale.

Un'ultima considerazione sui classificatori riguarda il tipo di numeri che indicano le soglie tra una classe e l'altra. Immaginiamo ad esempio il caso dei natural breaks che, nel fenomeno che analizziamo, fornisce la seguente divisione in classi:

“1” : fino a 155, “2” da 156 a 328, “3” da 329 a 527, “4” da 528 a 723, “5” oltre 723

I valori di soglia derivano da un'analisi statistica e sono, da questo punto di vista, indiscutibili; tuttavia è mentalmente più ordinato e più semplice da percepire e anche da ricordare, arrotondare un po' questi numeri, per esempio nel modo seguente:

“1” : fino a 150, “2” da 151 a 330, “3” da 331 a 530, “4” da 530 a 730, “5” oltre 730

Nel caso infine in cui si analizzi un fenomeno che in qualche modo ha un riferimento amministrativo (per esempio la divisione di appartamenti in classi in funzione della superficie, ai fini fiscali) siamo nella fortunata situazione di non dover fare alcuna scelta: i limiti di legge saranno delle soglie perfette per la divisione in classi delle varie entità.