

Metodologia di elaborazione di una carta tematica derivata da dati vettoriali ed ottenuta completamente tramite software Arc_Map9.0

Gianluca BAMBI (*), Maurizio BARNESCHI (**)

(*) Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, via S.Bonaventura n.13 50145- Firenze,
Tel 055/3288603, gbambi@unifi.it

(**) Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, via S.Bonaventura n.13 50145- Firenze,
Tel 055/3288643, maurizio.barneschi@unifi.it

Riassunto

Con questo lavoro abbiamo voluto mettere in evidenza una metodologia di progettazione in ambito GIS per la creazione di una carta tematica per l'escursionismo 1:50000, derivata da dati vettoriali delle CTR 1:10000 della Regione Toscana, Emilia-Romagna, Marche ed Umbria. Per far ciò ci siamo avvalsi del solo aiuto del software GIS Arc_Map9.0 e suoi applicativi. Il territorio di confine preso in esame è stato quello della Valtiberina Toscana in provincia di Arezzo. Oltre alle problematiche classiche legate alla carico informativo da dare ad una carta tematica e alla scelta della simbologia da adoperare, la ricerca ha evidenziato quelle problematiche legate all'uso di dati Cad delle CTR all'interno di un GIS e della loro diversa rappresentazione grafica. Abbiamo inoltre affrontato il problema di come far interagire tra di loro dati cartografici vettoriali di quattro diverse Regioni. Il risultato raggiunto è rappresentato da una carta escursionistica, in formato digitale e raster, moderna (sistema di riferimento UTM-WGS84) ed interamente elaborata in ambito GIS.

Abstract

With this project we wanted to analyzed one methodology of planning thematic paper for the hiking (UTM-WGS, 1:50000) completely derived by vectorial data of the of the Tuscany, Emilia-Romagna, Marches and Umbria Region CTR 1:10000 maps. In order to make it, we are taken only the advantage of software GIS Arc_Map9.0 and it's application. The territory of taken border under investigation has been that one of the Valtiberina Tuscany in province of Arezzo. The research has evidenced all the problematic ones concerned to the use of Cad data of the CTR inside of a GIS and of their various graphical representation. It has moreover evidenced the problematic one of interaction of four various cartographic Region data. The final target is a hiking paper, in digital and raster format, modern and completely elaborated by GIS.

Uno dei motori di sviluppo economico del mondo rurale è affidato al turismo rurale che si esprime nella filosofia "dell'andar lento" che a sua volta trova massima espressione nell'escursionismo. Tra gli strumenti in possesso dell'escursionista per affrontare un viaggio in sicurezza la carta escursionistica rimane sicuramente quello più diffuso. Tuttavia oggi si usano molto anche i GPS, che comunque per essere efficaci necessitano di essere comparati con carte in formato cartaceo che parlino la stessa lingua (ovvero stesso sistema di riferimento). La carta escursionistica rappresenta un caso particolare di carta tematica (Sestini, 1980) e come tutte le rappresentazioni di tipo cartografico è ridotta, simbolica ed approssimativa (Cappello, 1968). Una buona e moderna carta tematica per l'escursionismo deve essere di semplice comprensione, completa delle informazioni per la quale è stata progettata e di interconnessione con i sistemi GPS.

Elaborare una carta escursionistica non è cosa semplice per chi non è cartografo, tuttavia oggi è possibile creare una carta escursionistica di buona fattura anche attraverso l'uso del GIS e dei suoi

applicativi. La cartografia tematica rappresenta il prodotto finale di tutte le analisi ed elaborazioni dei dati ambientali contenuti nei *Data Base geografici* e che stanno alla base dei GIS.

Nel presente lavoro i dati cartografici sono stati ottenuti dai relativi uffici competenti in formati diversi tra di loro mentre quelli strettamente legati all'escursionismo che riguardano le strutture (rifugi, bivacchi *etc.*) e le infrastrutture (percorsi) sono stati ricavati da sopralluoghi in campo con strumentazione GPS. La cartografia escursionistica tradizionale disponibile in Italia è, solitamente, prodotta a partire dalla cartografia di base dell'IGM (Istituto Geografico Militare) in scala 1:25000 e dalle CTR (Cartografie Tecniche Regionali) alle scale 1:5000 e 1:10000. Da queste basi vengono redatte le diverse carte escursionistiche, appunto, nelle scale più diffuse: 1:25000 e 1:50000 (Borruso, 2003). La cartografia escursionistica rappresenta un mezzo fondamentale per l'orientamento in ambiente montano sia per la pratica dell'escursionismo come attività ricreativa sia per le attività legate alla montagna, quali ad esempio la gestione forestale, i servizi di soccorso e la gestione delle emergenze (Arcozzi, 2002).

Il ricorso alla cartografia digitale accurata e dettagliata prodotta con gli stessi standard qualitativi della tradizionale, ha l'innegabile vantaggio dell'aggiornabilità dei dati e una maggiore fruizione del prodotto cartografico stesso (Borruso, 2003). Tale processo di aggiornamento può diventare continuo e, una volta prodotta la carta, si possono distribuire solo gli aggiornamenti come avviene già per i *software* di navigazione automobilistici. In Italia non è semplice reperire cartografia dettagliata e aggiornata da poter essere utilizzata con tutti i mezzi: navigazione con carta e bussola, navigazione con un GPS, "in campo" e all'interno di programmi cartografici nel PC (GIS ad esempio).

Oltre alla cartografia fornita dall'IGM di grande importanza e diffusione sono le Carte Tecniche Regionali, a grande e media scala, create dalle Regioni per rappresentare il territorio regionale. Le CTR prodotte dalla maggior parte delle Regioni in formato digitale sono in scala 1:10000, 1:5000 e 1:2000 (come per es. quelle prodotte dalla Regione Toscana). I formati distribuiti sono sia vettoriale che *raster* ognuno con un proprio formato dei *files* di distribuzione: SHP, DWG, DXF ecc. per i vettoriali, TIF, BMP, GIF per gli altri.

Metodologia e problematiche incontrate

Dalla analisi preliminare, considerando le finalità e la destinazione d'uso della carta, sono state definite le seguenti caratteristiche del prodotto cartografico:

- scala 1:50000
- coordinate di riferimento con *datum* UTM32-WGS84
- realizzazione a colori
- ombreggiamento dei rilievi per la resa grafica della morfologia del territorio
- informazioni di tipo testuale classico quali (classificazione e denominazione delle strade, nomi dei luoghi e località, corsi d'acqua monti, *etc.*...)
- materiale digitale finale in formato *shapefile* per i dati vettoriali e *grid* per i dati di tipo *raster*.

I dati cartografici di partenza sono stati identificati nelle CTR regionali in formato vettoriale, in scala 1:10000 per il relativo territorio di competenza. La Valtiberina, infatti, si presenta come terra di confine tra le regioni della Toscana (dove ricade per la parte toscana), Romagna, Marche e Umbria. Il territorio interessato dal rilevamento dei percorsi è esclusivamente quello toscano ma l'inquadramento della parte censita ai fini della realizzazione della carta escursionistica ha richiesto il reperimento e l'elaborazione delle aree ricadenti nelle regioni confinanti.

La posizione in terra di confine, se da un lato porta alla confluenza di culture e tradizioni diverse con l'indubbio fascino risultante, dall'altro ha portato tecnicamente una serie di problematiche da risolvere.

Tali problematiche si possono riassumere nelle seguenti:

1. sistemi di coordinate diverse
2. consistenza e formato diversi, dei dati alfanumerici e non,
3. scelte tecniche di realizzazione della cartografia diverse e poco compatibili

Riguardo al primo punto la tabella 1 riporta il riassunto dei sistemi utilizzati dalle diverse regioni:

Regione	Sistema di coordinate
Toscana	Gauss-Boaga Roma1940 fuso ovest
Emilia-Romagna	Gauss-Boaga Roma1940 fuso est ma con omissione della parte invariante per il territorio regionale (mancava l'indicazione per la cifra esprime i milioni di metri)
Marche	UTM-ED50 fuso 33
Umbria	Gauss-Boaga Roma1940 fuso est

Figura 1 – Sistemi di riferimento per le diverse Regioni

Riguardo ai dati forniti dalla Regione Emilia-Romagna si è provveduto ad una traslazione rigida sul piano di un punto (solidale con il resto degli elementi cartografici), di coordinate note nei due sistemi di riferimento, nella posizione corretta (con le coordinate espresse compiutamente). Successivamente per questa e per i dati delle altre regioni si è provveduto alla trasformazione di coordinate mediante il *software* *Traspunto2002*, che è quello fornito, e pertanto ufficialmente riconosciuto, dal Ministero dell'Ambiente per le trasformazioni di coordinate per il territorio nazionale realizzato dal Dott. Ing. Battistini Alessandro per il Progetto Operativo Multiregionale Ambiente (POMA).

Il sistema di destinazione, come più volte sottolineato era il UTM-WGS84 fuso 32. Come noto, tutte le trasformazioni di coordinate che comprendono un cambiamento di *datum* comportano un errore la cui entità dipende dalla procedura matematica scelta (rototraslazione a sette parametri o messa a sistema di n punti con coordinate note in entrambi i sistemi di coordinate) e dalla estensione del territorio interessato nel caso della scelta del sistema ad n punti.

In riferimento al problema della consistenza dei dati alfanumerici e al formato di origine dei dati vettoriali, si specifica che i dati cartografici vettoriali sono stati forniti dal Servizio Cartografico della regione Emilia - Romagna in formato di interscambio di *Arcinfo* (.E00) e per le altre regioni in formato *.dwg* (le curve di livello della Toscana erano invece disponibili come *shapefile* avente le quote già indicate nel file *.dbf* collegato). Per i dati della Regione Emilia-Romagna si è provveduto alla importazione diretta nel formato *shapefile* mentre per il formato *.dwg* sono state fatte delle *queries* di selezione sui diversi livelli oggetto di interesse con la successiva estrazione e produzione degli *shapefiles*. In generale le scelte cartografiche delle regioni riguardanti i livelli utilizzati non erano unificate, per cui è stato necessario consultare i diversi *files* di decodifica dei *layers* per estrarre ed uniformare i diversi contenuti informativi. Il formato finale prescelto era uno *shapefile* unico per ogni piano informativo della carta che avesse come dati alfanumerici quelli ritenuti necessari per una fruizione (anche in formato digitale per gli enti amministrativi della zona) della carta escursionistica.

Oltre ai problemi tecnici dipendenti dai sistemi cartografici di origine diversi e poco standardizzati si sono dovuti affrontare alcuni importanti problemi derivanti dalla scala diversa tra il materiale di origine e quello di destinazione. La scala di rappresentazione finale, influisce infatti notevolmente sulla precisione richiesta e sulle scelte grafiche. Si consideri una strada o un corso d'acqua come esempio di un elemento lineare: in una cartografia a grande scala questa sarà rappresentata con due linee esterne a identificare i limiti della carreggiata mentre in piccola scala la stessa sarà rappresentata da un unico elemento lineare che descrive l'asse stradale. In fase di realizzazione

grafica a tale elemento sarà attribuita un'opportuna tipologia di rappresentazione idonea a visualizzarlo nella scala prescelta.

Connesso a questo problema è quello riguardante il livello di codifica scelto per gli elementi lineari. Riprendendo l'esempio della strada succede che il confine della carreggiata può coincidere con un muro: in tale caso un tratto del limite stradale sarà comunque rappresentato da una linea il cui codice di riferimento sarà però quello delle strutture murarie lineari e non quello della strada. Durante la selezione e successiva esportazione del solo livello riguardante la strada si verificano quindi degli spazi vuoti corrispondenti a strutture lineari che visualizzano il confine stradale ma appartengono ad altre entità. D'altra parte l'esportazione di altri livelli comporta la successiva cancellazione manuale degli elementi superflui. Per evitare di dover digitalizzare le parti mancanti relative al lato destro e sinistro della carreggiata si è sfruttata la funzione evoluta offerta dall'ambiente *workstation* di *ArcInfo*, del "collapse line" specificatamente studiata per ridurre elementi lineari paralleli in una linea centrale. Tale strumento è stato usato abilitando la tolleranza. La tolleranza consente all'algoritmo di cercare entro il raggio indicato una linea da agganciare alla fine dell'elemento considerato unendo linee i cui vertici non coincidono.

Dopo un po' di tentativi si è raggiunto un risultato soddisfacente che ha richiesto comunque una ulteriore verifica e aggiustamenti manuali. Riguardo ad altri importanti elementi lineari della cartografia, il reticolo idrografico, la necessità di rappresentare i corsi d'acqua con tratto di spessore variabile rispetto all'importanza dello stesso (larghezza del letto e quindi portata) ha reso necessaria la classificazione dei corsi d'acqua. Si è proceduto quindi alla gerarchizzazione delle aste in ordini secondo il metodo di *Horton – Strahler*. In questo metodo, utilizzato in idrologia, il primo ordine è costituito dalle aste che derivano direttamente da sorgenti: le aste di ordine superiore si originano dalla confluenza tra aste di medesimo ordine. Nel caso della Valtiberina il grado più elevato è raggiunto dal tratto in pianura del Tevere classificato di ottavo ordine.

La classificazione è avvenuta utilizzando un apposito algoritmo applicato su una *coverage* contenente le aste. Successivamente la *coverage* è stata convertita in *shapefile*. La rappresentazione grafica è stata poi effettuata attribuendo la larghezza della linea e il colore in base all'ordine di appartenenza dell'asta, in modo del tutto automatico e solo su *software GIS*. Si ricorda a questo proposito come la gerarchizzazione di *Horton – Strahler* sia dipendente dalla scala di origine della cartografia su cui si traccia il reticolo.

L'ultimo problema affrontato è stato quello delle informazioni testuali da riportare sulla carta. Il materiale derivato dall'ambiente CAD non contiene infatti un collegamento nativo tra l'oggetto e l'attributo informativo che lo caratterizza. Le informazioni testuali sono state estratte mediante un programma appositamente scritto in linguaggio VBA capace di leggere un file *.dwg*, filtrare gli oggetti rispetto al *layer* prescelto e al tipo (oggetto testo nel nostro caso), e di salvare in un *file* di testo l'elenco degli oggetti insieme alle coordinate del punto d'inserimento, il testo e l'*handle* dell'oggetto stesso. Questa ultima informazione insieme alle coordinate, ha permesso di legare in modo semiautomatico oggetti diversi ma collegati. Si riporta un esempio per chiarire la procedura: nel file *.dwg* un nome come "Poggio del sole" poteva essere anche codificato come tre elementi testuali separati, aventi però presumibilmente coordinate d'inserimento simili e *handles* (lo *handle* è un numero univoco e progressivo che il *software autocad* attribuisce ad ogni oggetto inserito) vicini.

Il file di testo prodotto è stato quindi importato in *ArcMap*[®] e salvato in *shapefile* che poi è stato trasformato con *Traspunto2002* e quindi utilizzato nella cartografia. Riguardo alle informazioni inseriti *ex-novo* in cartografia (agriturismi, punti di interesse, monumenti e quant'altro ritenuto importante per una carta escursionistica) il posizionamento è avvenuto mediante rilievo GPS e le icone-simbolo scelte sono state personalizzate mediante gli strumenti offerti dal *software ArcMap*[®]. Questo è stato tenuto in considerazione del fatto che un simbolo ha un doppio valore: nella natura grafica esso esprime una presenza, nel posizionamento esso deve esprimere una localizzazione (Capotti, 2002).

Ombreggiamento

La realizzazione dell'ombreggiamento ha, nelle carte topografiche, lo scopo di evidenziare la morfologia del territorio anche agli occhi di un utente poco esperto. La rappresentazione a curve di livello è infatti uno strumento potente e preciso per la restituzione dell'informazione altimetrica. Per un utente poco esperto, però, la lettura non è immediata e la resa visiva è sicuramente meno accattivante. L'ombreggiamento, come dice il nome stesso, rappresenta il diverso grado di ombra insistente su una determinata superficie di territorio per effetto della presenza di rilievi circostanti in rapporto ad una precisa posizione del sole sull'orizzonte. In ambito GIS l'ombreggiamento o *Hillshading* viene calcolato imponendo lo *zenit* (l'elevazione del sole rispetto all'orizzonte) e l'*azimut* (l'angolo rispetto al nord). La rappresentazione standard considera di solito questi due parametri con valori rispettivamente pari a 45° e 315°. Nel caso specifico per meglio evidenziare le zone di pianura si sono scelti rispettivamente 60° e 315°. Il calcolo dell'ombra dei rilievi richiede la modellazione numerica dei rilievi stessi che è stata ottenuta costruendo il TIN (*Triangular Irregular Network*) sulla base dello *shapefile* delle curve di livello avente tra i dati alfanumerici l'indicazione della quota di appartenenza degli elementi grafici lineari. L'algoritmo di *hillshading* restituisce un insieme di celle quadrate di dimensione assegnata (nel nostro caso 10m) con il corrispettivo valore di ombreggiamento indicato con un numero tra 0 (ombra totale) e 255 (luce piena) quindi con rappresentazione in 8 bit. Successivamente è stata creata *ad hoc* una scala colore e quindi applicata per la resa visiva il cui risultato è visibile nella figura seguente.

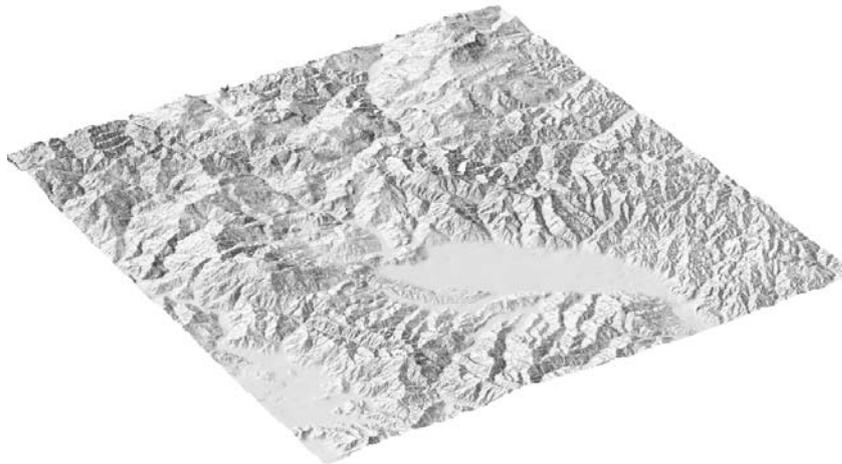


Figura 2 - Vista tridimensionale dell'ombreggiamento dei rilievi

Conclusioni

Nel voler raggiungere l'obiettivo di creare una carta tematica completamente in ambito GIS attraverso l'uso di dati vettoriali ci ha fatto incorrere in una serie di problematiche che a priori non avevamo preso in considerazione. L'uso di dati *Cad* delle CTR all'interno di un GIS e della loro diversa rappresentazione grafica, il dover far interagire dati vettoriali cartografici di quattro regioni diverse con diversi sistemi di coordinate di riferimento sono stati i maggiori problemi inattesi. Tuttavia il risultato raggiunto è rappresentato da carta escursionistica 1:50000 in formato vettoriale interamente elaborata in ambito GIS tramite l'utilizzo del *software ArcGIS 9*.

Per renderla più accattivante e di facile lettura è stato inoltre predisposto un TIN per l'elaborazione di un modello digitale del terreno che ha consentito alla sperimentazione di nuovi colori e tonalità per gli sfumi orografici. Si tratta di una carta tematica derivata dai 10.000 delle CTR regionali che si presenta innovativa anche per il sistema di riferimento con cui è stata rappresentata, ovvero la proiezione UTM nel sistema geodetico mondiale *WGS84*, di facile interscambio con i dati GPS.

E' stato inoltre predisposto un reticolato chilometrico (2 km di lato atto a facilitare sulla carta la posizione indicata dalle coordinate GPS) su cui è stata riportata un'indicazione *alfanumerica* così da permettere all'escursionista in difficoltà di individuare in mappa la propria posizione con

maggior facilità e velocità, comunicando poi la sua posizione ai servizi di soccorso. Le curve di livello sono equidistanti 50 metri.

Le coordinate sono state semplificate e al margine della carta compaiono solamente le coordinate piane espresse da distanze in metri (dall'equatore, per le distanze *y-utm*, e dal meridiano centrale del fuso UTM32, a cui è attribuita una falsa origine di 500.000 metri, per le *x-utm*). Ottenuto il *raster* la carta è stata poi stampata e resa in formato grafico accattivante per un sua futura commercializzazione.

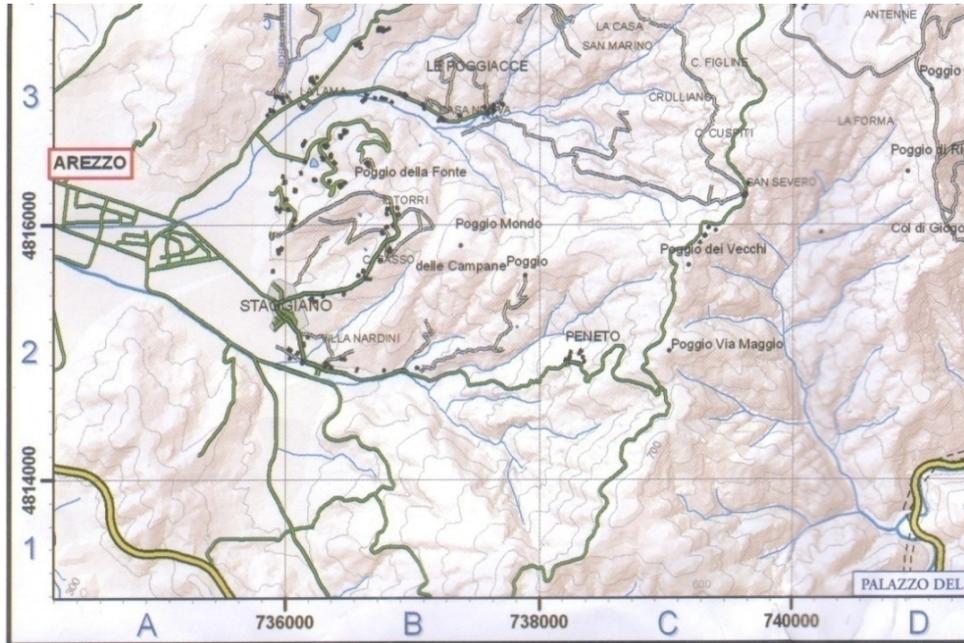


Figura 3 – Particolare della carta realizzata: in evidenza reticolo e indicazioni alfanumeriche

Bibliografia

- Arcozzi R. (2002), “Il progetto Cartografia Escursionistica della Regione Emilia-Romagna”, *Bollettino dell’A.I.C.*, n.114-115
- Borruso G. (2003), “Cartografia escursionistica tradizionale versus nuove tecnologie geografiche. Problemi e prospettive”, *Bollettino dell’A.I.C.*, n.117-119
- Cappello C.F. (1968), “*Lettura delle carte topografiche e l’interpretazione dei paesaggi*”, Edizioni Giappichelli, Torino
- IGM (1984), “*Segni convenzionali per le sezioni della carta d’Italia alla scala 1:50000 e norme sul loro uso*”, Istituto Geografico Militare, Firenze
- Capotti D. (2002), “Riflessioni preliminari ad una standardizzazione della simbologia per l’escursionismo”, *Bollettino dell’A.I.C.*, n.114-115,
- Sestini A. (1981), “*Cartografia generale*”, Edizioni Patron, Bologna