

NUOVI STRUMENTI DI DIFFUSIONE E COMUNICAZIONE GEOGRAFICA, CARTOGRAFIA E GIS. UTILIZZABILITÀ E CONFRONTI

Giuseppe BORRUSO (*)

(*) Dipartimento di Scienze Geografiche e Storiche, Sezione di Geografia Economica e Politica del Territorio, Università degli Studi di Trieste, Piazzale Europa, 1 34127 - Trieste, Tel. +39 040 558 7008, fax. +39 040 558 7009, e-mail. giuseppe.borruso@econ.units.it

Riassunto

Il lavoro si focalizza sull'utilizzo di nuovi strumenti per la rappresentazione di informazioni geografiche oggi disponibili a scopi didattici e di ausilio alla ricerca. In particolare l'attenzione è rivolta a strumenti tipo Google Earth e simili, che consentono la visualizzazione di ogni luogo della superficie terrestre grazie a immagini satellitari e il posizionamento geografico. Oltre ad aver attirato l'attenzione di un vasto pubblico non esperto verso le soluzioni di tipo geografico-informatico, simili strumenti stanno guadagnando l'interesse di docenti e studiosi, gli uni interessati alla possibilità di trasmettere concetti spaziali in modo più familiare e accattivante alle nuove generazioni, i secondi attirati dalla possibilità di disporre di informazioni o di basi cartografiche 'a basso costo' e di immediato utilizzo per la localizzazione di dati geografici e per primi livelli di analisi del territorio. Nel presente lavoro si opera pertanto un primo confronto tra fonti cartografiche tradizionali (tavoletta IGM, carte tecniche regionali, altre carte topografiche) e Google Earth allo scopo di osservare l'utilizzabilità di quest'ultimo per il posizionamento geografico, in termini di differenze e di scarti rispetto alle fonti più tradizionali. Grazie alle possibilità di *geocoding* di indirizzi offerte per molte parti della terra, vengono confrontati i risultati ottenuti dal programma Google Earth e confrontati con dati reali. Per il lavoro si è fatto uso di programmi GIS in particolare per la visualizzazione dei dati geografici, mentre le necessarie operazioni di conversione di coordinate sono state svolte con programmi appositi. L'area di riferimento del lavoro è il territorio urbano di Trieste, in cui sono stati rilevati elementi puntuali sulla superficie terrestre e indirizzi.

Abstract

The research is focused on the use of to-date new instruments available for the representation of geographic information both for teaching and research purposes. The attention is drawn in particular to instruments as Google Earth and similar those allow the visualization of different places of the Earth's surface, thanks to satellite imagery and geographic positioning. Over than drawing the attention of a vast non-expert public towards geographically informed applications, such instruments are attracting the interest of teachers and researchers, the former interested in the possibilities of communicating spatial concept in a more familiar way to new generations, the latter focused on the possibilities allowed by the availability of 'low cost' and easy to use geographic information, both for positioning geographical data and for first steps of spatial analysis. In the present research a first comparison between traditional cartographical sources – as Italian Mapping Institute – IGM maps, technical charts, other topographic maps – and Google Earth to evaluate the usability of this latter instrument for geographic positioning, in terms of differences with the more traditional sources. Furthermore, thanks to the address geocoding functions available in Google Earth for several parts of the Earth, the results obtained from such instrument are compared to true locations on ground. A GIS software has been used to visualize geographic data, while coordinates conversions have been performed using ad hoc programmes. The study area is represented by the urban area of Trieste, where point elements as well as address points have been collected.

Posizionamento cartografico e geografia

Nell'ambito degli studi geografici la carta topografica rappresenta un importante strumento di conoscenza del territorio e di ricerca. Le carte, infatti, rimangono “insuperati strumenti per la comprensione e l'analisi della superficie della terra (Coppock, 1967)”. Tramite la lettura della carta risulta possibile procedere a indagini mirate che seguono la strutturazione di un problema specifico, attraverso lo studio diretto di elementi di interesse, interpretando i *segni*, e indagini di tipo comparativo, quindi per mezzo di un esame di carattere generale che richiede un processo selettivo e con fasi di analisi successive (Lodovisi e Torresani, 1996). Negli studi di geografia umana, attraverso l'esame della carta è possibile osservare gli elementi utili allo studio del paesaggio e del rapporto uomo ambiente. Tali elementi possono essere individuati e localizzati sulla carta, fornendo le loro posizioni nello spazio, elemento di partenza per successive analisi. Gli elementi sono rappresentabili sotto forma di punti nello spazio, posizioni di elementi naturali e antropici o indirizzi, costituiscono una tipologia tra le più frequenti di dati territoriali utilizzabili negli studi geografici. La loro ‘semplice’ visualizzazione costituisce una ‘geografia elementare’, solo apparentemente formata da una “raccolta di indirizzi, che trasmette un messaggio più generale circa la configurazione dello spazio geografico in cui viviamo” (De Matteis, 1991, p. 100); successive, più affinate analisi¹ possono portare all'evidenziazione di altri schemi distributivi sul territorio e a una migliore comprensione del fenomeno.

Operativamente, sia per chi si occupi di ricerca in campo geografico, sia per scopi legati alla didattica, alla diffusione delle informazioni geografiche o altro, il posizionamento, soprattutto di grandi quantità di dati relativi all'attività umana (attività economiche, sociali, svago, ecc.) quali oggi si è abituati a gestire, non risulta sempre possibile in tempi brevi a causa in molti casi della mancanza di banche dati georiferite o della necessità di acquisizione dei dati sul campo. Nuove applicazioni informatiche consentono oggi la diffusione e la comunicazione geografica a un pubblico sempre più vasto, in modi accattivanti e dal forte impatto visivo. Strumenti come GPS e PDA - Smartphone da una parte e applicazioni geografiche quali Google Earth e Virtual Earth permettono a un pubblico vasto di familiarizzare con immagini satellitari e aeree, posizionamento sulla superficie terrestre e in generale concetti e applicazioni fino a poco tempo fa appannaggio dei soli addetti ai lavori, nonché di acquisire direttamente una grande quantità di dati di posizione sulla superficie della terra. La ricerca si focalizza sull'utilizzo di tali sistemi, in particolare quelli disponibili attraverso la rete, quale Google Earth, per il posizionamento di elementi sulla superficie terrestre o di indirizzi, sia per scopi didattici sia per primi livelli di ricerca, in particolare per la costruzione di banche dati georiferite relative a elementi territoriali². In particolare si vuole verificare il livello di precisione raggiungibile con le coordinate ottenute da tali sistemi tramite il confronto con fonti cartografiche quali le carte topografiche (tecniche e tavolette IGM) tradizionali e le banche dati geografiche GIS. Per il test è stata scelta, quale ambito ove localizzare punti di cui derivare la posizione la più precisa possibile in termini di coordinate (geografiche e piane), l'area urbana di Trieste, da confrontare successivamente con fonti cartografiche più tradizionali. Il lavoro rappresenta inoltre l'occasione per osservare le inevitabili differenze nel posizionamento di medesimi elementi su fonti cartografiche differenti, e sottolineare quindi la necessità di gestire con attenzione e cautela le informazioni relative al posizionamento cartografico.

Cartografie a confronto (1): Google Earth e carte topografiche

Il lavoro ha richiesto l'utilizzo di fonti cartografiche sia informatiche sia cartacee: per le prime si è utilizzata la CTRN della Regione Friuli Venezia Giulia alle scale 1:25.000 e 1:5000 per il confronto

¹ L'esame di tali analisi più affinate non costituisce l'oggetto del presente lavoro.

² Naturalmente non è pensabile in questa sede di riuscire a impostare così facendo banche dati geografiche dotate di standard di precisione paragonabile a quelle ottenute per mezzo di rilievi topografici. L'intento del presente lavoro è di verificare se vi è la possibilità di operare un primo livello di georeferenziazione delle informazioni territoriali, i fini di studi legati alla geografia umana, grazie strumenti quali Google Earth e prodotti simili, con livelli di precisione simili in quanto ottenibile attraverso forme più tradizionali di posizionamento, quali tavolette IGM o altre carte topografiche.

in ambiente GIS e quale base di riferimento cartografico precisa e dati acquisiti tramite il programma Google Earth. Il confronto ha riguardato anche carte topografiche ufficiali, quali la tavoletta IGM e la CTR cartacea, oltre che cartografie di tipo turistico (Tabacco e Transalpina). Tutte le carte topografiche utilizzate si riferiscono alla scala 1:25.000. Si è colta l'occasione infatti di confrontare lo strumento Google Earth con le carte topografiche disponibili per i diversi utilizzi. La tabella 1 riporta i diversi tipi di carte utilizzate con la scala e il sistema di riferimento adottato.

Tabella 1 – Fonti cartografiche e sistemi di riferimento associati

Fonte	Scala	Sistema di Riferimento	Proiezione*
CTRN	1:25.000; 1:5000	Roma 40	Gauss Boaga - Fuso Est
CTR	1:25000	Roma 40	Gauss Boaga - Fuso Est
IGM	1:25000	ED 50	UTM 33 N
Tabacco**	1:25000	ED 50	UTM 33 N
Transalpina	1:25000	WGS84	UTM 33 N
Google Earth		WGS84	UTM 33 N

* nel caso di Google Earth per proiezione si fa riferimento alla modalità possibili di restituzione delle coordinate dei punti.

** la carta Tabacco è stata successivamente assimilata alla tavoletta IGM, data la completa corrispondenza nel posizionamento dei punti tra queste-

Si è proceduto a individuare una serie di punti identificabili nelle diverse fonti e si è determinata la loro posizione in coordinate piane proiettate. Data la varietà di sistemi di riferimento, si è reso necessario convertire le coordinate metriche ottenute in un unico sistema di riferimento. Al fine della rappresentazione cartografica in ambiente GIS sulla base della Carta Tecnica Regionale Numerica del Friuli Venezia Giulia l'omogeneizzazione è stata fatta in Gauss Boaga Roma40 Est, mentre i dati sono stati predisposti all'utilizzo in UTM33 WGS84 per futuri utilizzi e confronti. Le trasformazioni delle coppie di coordinate ottenute sono state eseguite per mezzo del software CartLab1.

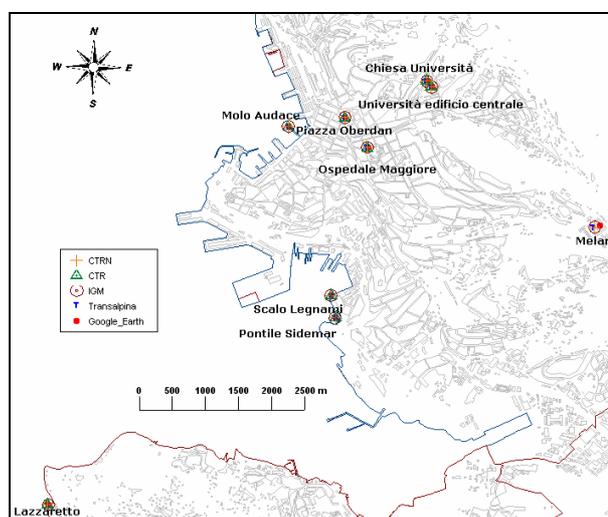


Figura 1 – L'area di studio

Sono stati scelti dieci punti di campionamento, non tutti direttamente confrontabili tra di loro, date anche le diverse date di aggiornamento delle carte. La figura 1 illustra l'area di studio con 9 dei 10 punti totali considerati. Le coordinate dei punti localizzati da tavoletta IGM, CTR e carte topografiche, convertite e rese omogenee, sono state confrontate con quelle della CTRN e si sono osservati gli scarti. È bene tenere conto degli inevitabili errori derivanti dal posizionamento su supporto cartaceo (errore di graficismo, alla scala 1:25.000 pari a minimo 5m), dalla conversione tra sistemi di riferimento (1 – 2 m da CartLab1) e dello strumento utilizzato per la misura (righello al 1/2 di mm, pari a 12,5m reali di misurazione). In tal caso l'errore minimo è calcolabile attorno alla decina di metri. La tabella 2 mostra le coordinate dei punti considerati e gli scarti da diverse fonti.

Tabella 2 – Coordinate dei punti campione e loro scarti nelle diverse fonti cartografiche

id1	N_coord	E_coord	Nome	Scarti da Coordinate Gauss Boaga Roma 40 CTRN							
				Nctr	Ectr	Nigm	Eigm	Nta	Eta	Nge	Ege
1	5056244,59	2423801,88	Molo Audace	7,09	1,88	2,16	2,91	21,66	4,09	0,77	8,90
2	5056845,54	2425954,72	Università edificio centrale	4,46	4,72	3,10	0,75	22,60	11,25	2,53	6,31
3	5053326,15	2424507,94	Pontile Sidemar	1,15	4,56	3,72	8,97	3,22	1,97	4,23	4,69
4	5050477,45	2420168,97	Lazzaretto	2,55	6,03	2,49	17,50	29,51	24,50	5,30	22,05
5	5055926,52	2424990,90	Ospedale Maggiore	14,02	1,60	4,08	4,43	13,58	9,93	2,75	7,16
6	5053660,00	2424440,97	Scalo Legnami	2,50	9,03	7,43	4,50	12,07	2,50	14,26	2,22
7	5054709,94	2428411,47	Melara	-	-	-	-	12,00	13,00	15,73	81,86
8	5056388,55	2424652,04	Piazza Oberdan	13,55	2,04	8,61	3,07	28,11	8,57	0,96	4,81
9	5056938,41	2425883,72	Chiesa Università	0,91	3,78	8,47	2,75	27,97	15,25	1,87	9,97
Media degli scarti da coordinate N; E CTRN 1:25.000 (digitale)				5,78	4,20	5,01	5,61	18,97	10,12	5,38	16,44

Note; Coordinate (N_coord; E_coord) Gauss Boaga Roma40 Est; ctr=carta tecnica regionale (cartacea); igm=tavoletta IGM; ta=Transalpina; ge=Google Earth

La figura 2 illustra due dei punti campionati, con le diversità di posizionamento derivanti dalla lettura delle varie fonti cartografiche, digitali e cartacee tradizionali.

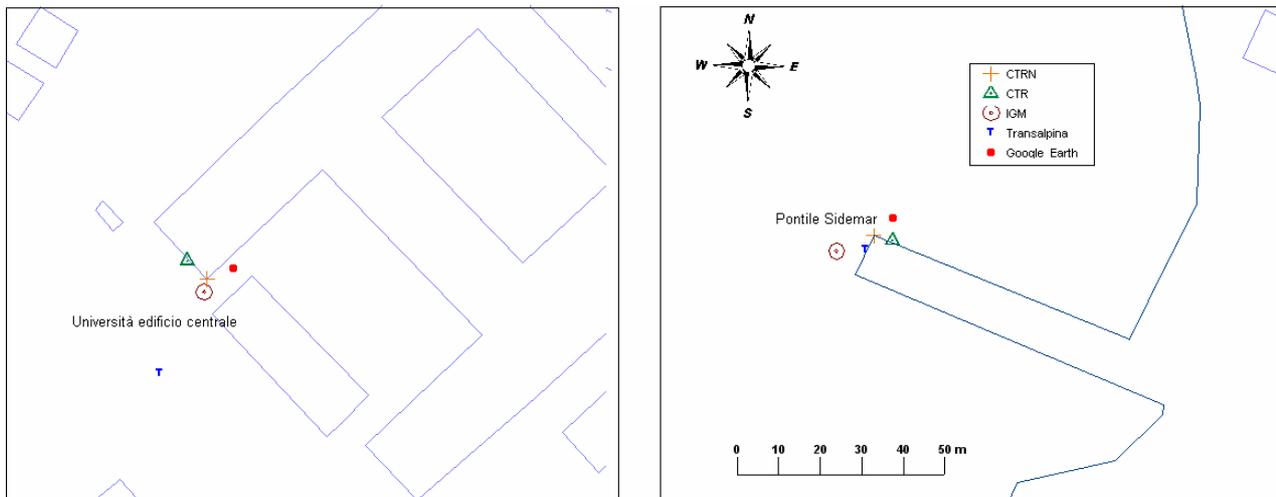


Figura 2 – Alcuni punti campione acquisiti dalle diverse fonti cartografiche

Gli scarti osservati tra i valori reali e quelli derivati da carte e Google Earth mostrano situazioni diverse, con il valore medio degli scarti (assoluti) più ridotto per il posizionamento sulla tavoletta IGM e la CTR 1:25.000, quasi simili e con valori attorno all'errore di graficismo, e livelli di errore più elevati per quanto riguarda la carta turistica Transalpina e i punti derivativa Google Earth. La carta Transalpina presenta valori elevati soprattutto nei valori di *Northing*, e la maggior parte dei punti presenta scarti, in entrambe le direzioni, superiori a 10m. Gli errori sono più elevati soprattutto per i valori di *Easting* 'trainati', nel caso di Google Earth, da scostamenti abbastanza elevati di un punto (Melara) lungo l'asse Est: un altro elemento anch'esso eccessivamente, seppur con meno intensità, orientato in tal modo porta i valori medi a superare i 16m. La 'rimozione' di tali punti eccessivi porterebbe il valore medio non distante da quanto reperito dalle fonti cartografiche cartacee più precise. Un maggior raffittimento di punti di misura, oltre che un'indagine più approfondita sui singoli punti si renderebbe necessaria per meglio comprendere le motivazioni alla base di tale spostamento: se da attribuire alla cattiva rettifica dell'immagine, piuttosto che a deformazioni derivanti dalla quota in quel punto, o ancora alla non corretta georeferenziazione di immagini e strati informativi più in generale nell'ambito della porzione di territorio considerata³

Cartografie a confronto (2): Google Earth e indirizzi stradali

Un secondo tipo di confronto si basa totalmente su fonti digitali: si sono considerati i punti georiferiti in Google Earth per mezzo del grafo stradale associato e banche dati geografiche locali, costituite da CTRN (1:5.000 e 1:25.000), numeri civici georiferiti rilevati dal Comune di Trieste e grafo stradale Navtech *Navstreets*. Grafi stradali sono utilizzati in Google Earth quali *layers* sovrapposti alle immagini satellitari. Il grafo *Navstreets* vettoriale di confronto è stato rettificato secondo la CTRN per compensare scostamenti del dato 'grezzo' fornito dal produttore. In questa sede si è fatto ricorso alla funzione di geocodifica di indirizzi presente in Google Earth. La funzione consente, per gran parte dei paesi europei e nordamericani, la trasformazione di indirizzi (caratteri) in elementi cartografici puntuali. La versione Google Earth plus a pagamento consente la trasformazione di elenchi di indirizzi, convertibili e utilizzabili all'interno di software GIS.

³ È facilmente osservabile che, soprattutto la sovrapposizione di strati informativi vettoriali diversi alle immagini del programma Google Earth presenta diversi livelli di precisione a seconda delle diverse regioni del globo che si considerano. Il *matching* tra rete stradale e *imagery*, nonché la corrispondenza tra risultato del *geocoding* e reale posizionamento sul terreno sono facilmente osservabili direttamente nel caso di realtà quali Stati Uniti e Regno Unito.

Dieci indirizzi sono stati considerati, cercati in Google Earth e confrontati con i ‘reali’ numeri civici. Le differenze riscontrate sono notevoli su un duplice piano: sia dal confronto tra strati in Google Earth (*mismatch* tra immagini e strato vettoriale – fig. 3a) sia dal confronto tra indirizzi calcolati e rilevati. Se quest’ultimo dipende tuttavia dal posizionamento da parte dell’operatore comunale (non necessariamente sul fronte strada), tuttavia il problema persiste nello *shift* dello strato vettoriale (posizionamento sul lato ‘sbagliato’ della strada – fig. 3b), con conseguente necessità di affinare e correggere il dato di posizione.



Figura 3 – a) sovrapposizione tra rete stradale e immagini satellitari (Google Earth). È visibile il mismatch tra i due layers; b) Indirizzo georiferito in Google Earth sul grafo stradale (“G”) e reale posizione (punto scuro). Si nota lo scostamento assoluto dal punto derivato a quello reale e il posizionamento sul lato errato della strada.

Conclusioni

I nuovi strumenti di visualizzazione geografica disponibili attraverso la rete Internet quale Google earth presentano delle interessanti potenzialità per una vasta serie di utenti. Si sono già viste in altre sedi alcune delle potenzialità del sistema per fini didattici, quindi per la diffusione e la comunicazione di concetti geografici in appoggio ad altri sistemi più tradizionali di insegnamento della geografia e della cartografia. Sono da ricordare le possibilità in termini di ‘divertimento e scoperta’ da parte degli utenti, quali la ricerca di luoghi o indirizzi nelle diverse parti del pianeta, o l’utilizzo congiunto con altri strumenti legati all’informazione geografica, quali i ricevitori GPS da tempo libero, con la visualizzazione dei percorsi rilevati durante un’escursione montana o di allenamento nella corsa. Applicazioni di tipo *business* e pianificatorio sono altresì previste dagli stessi produttori del programma, grazie alla possibilità di sovrapporre alla base di Google Earth propri strati informativi geografici. Dal punto di vista di un’utenza interessata alla ricerca, lo strumento garantisce delle possibilità interessanti, considerando livelli successivi di affinamento, per primi livelli di esplorazione e conoscenza del territorio. Un primo posizionamento di elementi sulla superficie terrestre risulta, infatti, possibile, per fornire un’idea iniziale di massima sul posizionamento degli elementi oggetto della ricerca nello spazio. Come visto negli esempi, il posizionamento diretto su Google Earth sulla base di punti riconoscibili risulta paragonabile a quello ottenuto tramite cartografia topografica in scala 1:25.000, con un livello di errore, sui punti campionati e limitatamente alle coordinate piane, mediamente di poco superiore all’errore di graficismo (5m), salvo casi particolari in cui lo scostamento può superare la decina di metri. Gli scostamenti più elevati andrebbero posti oggetto di analisi più approfondita nell’individuazione delle cause. Un discorso diverso merita il *geocoding* di indirizzi: pur visualizzati assieme alla copertura di immagini satellitari, i punti vengono ottenuti a partire da strati informativi digitali vettoriali. Spesso vi è un *mismatch* visivo tra la copertura satellitare e la viabilità indicata dallo strato informativo apposito. In caso lo scostamento è maggiore, mediamente dell’ordine dei 20m rispetto agli indirizzi ‘ufficiali’, con questi ultimi non necessariamente direttamente affacciati alla sede stradale. Lo scostamento in tal senso andrebbe calcolato sull’analogica fonte cartografica digitale della viabilità. Lo scostamento comunque è spesso abbastanza elevato da non permettere in molti casi il posizionamento di indirizzi sul lato ‘giusto’ della strada. Vi è pertanto la necessità di

affinare e correggere il dato acquisito con Google Earth con dei correttivi derivanti da appositi confronti su fonti cartografiche più attendibili, quali ad esempio carte tecniche regionali alla scala maggiore in formato digitale o la più recente produzione dell'IGM, oltre che confronti con rilievi GPS di precisione. Nell'utilizzo del dato vi è necessità inoltre di tenere conto della diversità nei sistemi di riferimento tra la cartografia di confronto e quella utilizzata da Google Earth, anche se quest'ultima si pone nella direzione 'globale' del sistema WGS84. Future linee di ricerca in tal senso potrebbero riguardare diversi aspetti, relativi alle competenze prettamente geodetiche e topografiche oltre che geografico-informatici. La comunità di chi contribuisce a Google Earth rappresenta infatti una realtà piuttosto 'aperta', con la possibilità da parte degli interessati di rendere disponibili i propri *files* geografici piuttosto che la propria esperienza. In tal senso dunque, la Comunità scientifica preposta ai problemi del posizionamento geografico di precisione potrebbe studiare in modo approfondito gli scostamenti riscontrabili tra Google Earth e osservazioni geodetiche, istituendo delle reti GPS locali (ad esempio quelle istituite da molte Regioni) contenenti la posizione precisa dei punti osservazione, nonché le correzioni necessarie per l'utilizzo differenziale con strumentazione GPS. Successivamente tali dati potrebbero essere organizzati sotto forma di *files* in formato *kml* e resi disponibili per gli utenti dell'applicazione Google Earth.

Riferimenti bibliografici

- Bencini P. (1985), *Appunti di cartografia*, Istituto Geografico Militare, Firenze.
- Boffi M. (2004), *Scienza dell'Informazione Geografica - introduzione ai GIS*, Zanichelli, Bologna.
- Borruso G. (2007), "Gli strumenti di informazione geografica nella didattica della cartografia", in *Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia*, accettato per la pubblicazione, in stampa.
- Coppock J. T. (1968), "Maps as sources for the study of land use in the past", *Imago Mundi*, 22, 37 – 49.
- Cuccoli L. e Torresani S. (1985), *Introduzione alla cartografia e alle rappresentazioni grafiche*, CLUEB, Bologna.
- De Matteis G. (1991), *Le metafore della terra*, Feltrinelli, Milano.
- Donatelli D., Maseroli R. e Pierozzi M. (2002), "La trasformazione tra i sistemi di riferimento utilizzati in Italia", in *Bollettino di Geodesia e Scienze Affini*, XLI, 4, 247 – 281.
- Favretto A. (2006), *Strumenti per l'analisi geografica. GIS e telerilevamento*, Patron Editore, Bologna.
- IGM (1990), *Carta d'Italia alla scala di 1:25.000, Foglio n. 53A, quadrante I, orientamento N.O. Trieste, edizione 6 – 1990*, Istituto Geografico Militare, Firenze.
- Lodovisi A. e Torresani S. (1996), *Storia della cartografia*, Patron Editore, Bologna.
- Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J. e Rhind D. W., (2005), *Geographic Information Systems and Science*, 2nd edition, Wiley, Chichester.
- Robinson A. H., Morrison J. L., Muehrcke P. C., Kimmerling A. J. e Guptill S. C. (1995), *Elements of Cartography – 6 edizione*, John Wiley & Sons, Canada.
- Romei P. e Petrucci A. (2003), *L'analisi del territorio – I sistemi informativi geografici*, Carocci, Roma.
- Surace L. (1997), "La nuova rete geodetica nazionale IGM95: risultati e prospettive di utilizzazione", in *Bollettino di Geodesia e Scienze Affini*, LVI, 3, 357 – 378.
- Surace L. (1998), "La georeferenziazione delle informazioni territoriali", in *Bollettino di Geodesia e Scienze Affini*, LVII, 2, 181 – 234.
- Surace L. (2004), "Ruolo e limiti delle rappresentazioni cartografiche nei sistemi informativi geografici di interesse nazionale", in *Bollettino di Geodesia e Scienze Affini*, XLIII, 1, 53 – 84.
- Tabacco (2005), *Carso Triestino e Isontino - Foglio 047, Carta Topografica per escursionisti 1:25.000*, Casa Editrice Tabacco, Tavagnacco (UD).
- Transalpina (2004), *Carso Triestino – Foglio 01, Carta Topografica per escursionisti 1:25.000, II edizione 2004 – 2005*, Transalpina Editrice, Trieste.