

Un atlante della periodizzazione della crescita insediativa Toscana

Chiara Nostrato, Martina Angeletti, Bruno Giusti,
Fabio Lucchesi, Ilaria Scatarzi

Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio, Università di Firenze Via Micheli 2, Firenze
Tel. 055503111, Fax 055 587087, e-mail: chiara.nostrato@gmail.com

Riassunto

Il contributo intende presentare le modalità di trattamento dei diversi strati informativi utilizzati a supporto della redazione di un "Atlante della periodizzazione della crescita insediativa della Regione Toscana" nell'ambito delle attività del laboratorio LaRIST (Università di Firenze) in collaborazione con la Regione Toscana. L'Atlante restituisce cartograficamente la datazione degli edifici nel periodo temporale che va dai catasti storici regionali fino ad oggi evidenziando il rapporto esistente tra l'evoluzione insediativa e le forme del suolo.

Abstract

The introduced research shows the methodologies on how to enhance different layers used to support the preparation of an "Atlas of the periodization of buildings of the Tuscany Region" within the activities of the laboratory LaRIST (University of Florence) in collaboration with the Region of Tuscany. The Atlas will return cartographically the dating of the buildings during the period of time that goes by regional historical maps to the present day, giving a clear vision about the evolution of urban expansion in correlation to landforms.

Il contesto della ricerca

La ricerca presentata è sviluppata nell'ambito delle attività del LaRIST¹, un laboratorio di ricerca costituito presso il Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio dell'Università di Firenze, ma aperto a contributi provenienti da ambiti disciplinari diversi. Tra gli scopi del laboratorio c'è il tentativo di introdurre stimoli e sollecitazioni nuove nelle riflessioni sulle architetture dei Sistemi Informativi Territoriali istituzionali (Carta, Lucchesi 2004) e sull'efficacia della rappresentazione cartografica (Lucchesi, 2005).

L'"Atlante della periodizzazione della crescita insediativa della Regione Toscana" è la sintesi del progetto di ricerca promosso dal Servizio Geografico Regionale della Regione Toscana che ha avuto come oggetto la costruzione della banca dati cartografica della periodizzazione dei sedimenti edificati a copertura regionale attraverso il confronto con cartografie storiche da cui è stata rilevata la "prima documentazione" di ogni oggetto rappresentato (Lucchesi et al., 2009). L'Atlante quindi si prefigge di restituire in una sintesi cartografica in scala 1:25.000, le dinamiche di crescita insediativa toscane, cercando di evidenziarne i rapporti con la struttura territoriale antropica e morfologica tra cui la giacitura rispetto alle forme del suolo, le relazioni con le reti infrastrutturali e con le fondamentali articolazioni della copertura del suolo.

Il contenuto informativo dell'Atlante

Gli strati informativi utilizzati e rielaborati sono i seguenti:

¹ L'acronimo LaRIST sta per Laboratorio per la Rappresentazione Identitaria e Statutaria del Territorio.

sedimi edificati²

I sedimi edilizi sono stati individuati attraverso la selezione nelle geometrie “dell’edificato” più aggiornate della CTR Toscana componendo un mosaico tra la copertura 10k e 2k a coprire l’intera regione. Le informazioni raccolte comprendevano diverse tipologie di oggetti tra cui: le unità volumetriche civili, sociali, amministrative, industriali, commerciali, capannoni, edifici di culto, campanili, tabernacoli, corpi aggettanti, portici, loggiati maggiori di 60 mq, baracche, edicole maggiori di 200 mq, tettoie, pensiline, lucernai maggiori di 200 mq; caselli, stazioni ferroviarie, fermate maggiori di 60 mq, centrali elettriche, sottostazioni elettriche, cabine elettriche maggiori di 60 mq, capannoni vivaistici maggiori di 200 mq, stalle, fenili, allevamenti maggiori di 200 mq e torri e ciminiere maggiori di 60 mq. I valori minimi di superficie definiti, in accordo con il Servizio Geografico Regionale Toscano, si sono rivelati compatibili per la scala di output e per i caratteri descrittivi attesi dal lavoro.

trattamento ed elaborazione del dato

1. Correzione topologica dei poligoni che presentavano sovrapposizioni geometriche; spesso tali incongruenze compaiono in corrispondenza del confine tra un foglio CTR e il contiguo o al cambio di dettaglio di scala di rappresentazione (passando dalla scala 1/10.000 a quella 1/2.000). La correzione è stata effettuata in ambiente Esri ArcGis attraverso l’imposizione della regola “*Must not Overlap*”.

2. Integrazione delle geometrie degli edifici derivanti da CTR con i poligoni affini provenienti dalla banca dati SISTER dell’Agenzia del Territorio aggiornati al marzo 2012; a tal fine, attraverso il comando “*Select by Location*”, sono stati selezionati i sedimi presenti nella banca dati dell’Agenzia del Territorio che non si intersecavano con i poligoni dei sedimi della CTR. In una fase successiva sono stati eliminati i poligoni della fonte catastale che pur non sovrapposti a elementi affini della CTR, risentivano di incertezze nelle operazioni di trasformazione tra i sistemi di coordinate e quindi rappresentavano in realtà elementi duplicati. Infine sono stati individuati a video attraverso fotointerpretazione ed eliminati tutti gli oggetti non identificabili come sedimi edilizi ma presenti nella banca dati dell’Agenzia del Territorio perché sottoposti a tributo (p.e: piscine).

3. Creazione di un attributo tabellare definito “periodizzazione”; tale attributo contiene l’informazione della datazione desunta attraverso la verifica della presenza dell’oggetto vettoriale su cartografie storiche cartografiche e aereofotografiche secondo sette soglie temporali. Le fonti sono state: Catasti Storici Regionali (prima metà del XIX secolo), la ricognizione aerofotografica “Volo GAI” (1954), la ricognizione aerofotografica Volo Alto della Regione Toscana (1978), le aerofoto del Volo RT del 1988, le aerofoto del Volo AIMA del 1996. I sedimi provenienti dalla banca dati SISTER dell’Agenzia del Territorio sono stati considerati realizzati nell’intervallo temporale 1996/2012.

4. Associazione dell’altezza ai sedimi edificati: per gli edifici della CTR in scala 1/2.000 l’informazione deriva dall’attributo tabellare già presente nelle informazioni disponibili nell’edizione GIS della carta (quota in gronda – quota al suolo). Per i sedimi derivanti dalla CTR in scala 1/10.000 il valore approssimato dell’altezza è stato fatto coincidere con la differenza tra la media dei vertici dell’edizione quotata e la quota del suolo derivata da un Modello Digitale del terreno. Il controllo successivo ha reso chiari alcuni errori di attribuzione di quota nella banca dati originale, evidenti per la inverosimiglianza dell’entità della differenza di quota tra un sedime e la media di quelli vicini: si è proceduto alla correzione di tali incongruenze basandosi sulle informazioni contenute negli elementi contigui e confrontandosi con le ortofoto. Per i sedimi edilizi di fonte catastale non è stato possibile associare l’attributo “altezza” poiché l’informazione non è

² Si preferisce utilizzare l’espressione “sedimi” (piuttosto che “edifici”) perché l’informazione temporale che il lavoro ha associato alle geometrie della CTR riguarda il periodo di prima occupazione del suolo, ma può non coincidere con una effettiva datazione dei corpi di fabbrica (cfr Lucchesi et al, 2009).

presente nella banca dati di origine. È stato poi effettuato il calcolo del volume dei sedimi edificati. Tale informazione non è stata calcolata per l'ultima soglia per i motivi già accennati.

FID	Shape	CODICE	FONTE	PERIO	ALTEZZA_2K	ALTEZZA10K	ALTEZZA	AREA	VOLUME
850	Polygon	0201	CTR_10K	3	0	3,36	3,36	46,6646	163,51
851	Polygon	0201	CTR_10K	3	0	4,33	4,33	125,9964	545,56
852	Polygon	0201	CTR_10K	2	0	3,3	3,3	46,15225	152,3
866	Polygon	0201	CTR_2K	2	3,48	0	3,48	10,1221	35,22
867	Polygon	0201	CTR_2K	2	434	0	4,34	30,63455	132,95
868	Polygon	0201	CTR_10K	6	0	7,32	7,32	2571,63785	18824,39
878	Polygon	0201	CTR_2K	2	7,27	0	7,27	328,7215	2390,17
873	Polygon	0201	CTR_2K	2	4,34	0	3,36	60,3623	413,65
880	Polygon	0201	CATASTO	7	0	0	0	5220,948784	0
881	Polygon	0201	CATASTO	7	0	0	0	72,981138	0
882	Polygon	0201	CATASTO	7	0	0	0	312,231648	0
884	Polygon	0201	CTR_2K	2	7,17	0	7,17	224,3151	1606,34
885	Polygon	0201	CTR_2K	2	8,85	0	8,85	250,7179	2218,85

Figura 1. Database associato ai sedimi edilizi: il campo CODICE rappresenta i codici della CTR; il campo FONTE indica la provenienza del dato (CTR_10k, CTR_2k e CATASTO); il campo PERIO indica la periodizzazione secondo le 7 soglie temporali (1 per la più antica e 7 per la più recente); il campo ALTEZZA_2K specifica l'altezza dei sedimi provenienti dalla CTR 2K ed ottenuta sottraendo la quota al suolo dalla quota in gronda; il campo ALTEZZA_10K specifica l'altezza dei sedimi dell'edizione quotata in scala 1/10.000; il campo ALTEZZA indica l'accorpamento dei due campi precedenti con eventuali correzioni manuali (vedi il record evidenziato in figura che nel campo ALTEZZA_2K ha il valore 434 e in quello ALTEZZA è stato corretto con il valore 4,34); i campi AREA e VOLUME indicano l'area ed il volume dei sedimi.

rete infrastrutturale

La rete stradale è l'esito dell'integrazione del grafo stradale prodotto e distribuito dalla Regione Toscana con il Grafo di *OpenStreetMap*. La rete infrastrutturale prevede una gerarchizzazione dei tratti in funzione della loro "importanza" e articola gli elementi in 10 classi: ferrovie, autostrade e superstrade, strade statali, regionali, provinciali, comunali principali, comunali secondarie, altre strade comunali, strade private e di servizio e piste e rampe di accesso. Tale gerarchia corrisponde nella rappresentazione cartografica ad una diversa vestizione differenziata per spessore.

reticolo idrografico

Il reticolo idrografico utilizzato nell'Atlante deriva dal DataBase Topografico della Regione Toscana multiscala *object oriented*, ed è costituito in parte da geometrie lineari classificate secondo otto classi gerarchiche (dai corsi d'acqua di grande portata con classe 1 ai fossi con valore 8), e in parte da geometrie areali corrispondenti ai letti dei corsi d'acqua principali e ai corpi idrici.

copertura dell'uso del suolo

Per la copertura dell'uso del suolo è stata utilizzata la banca dati in scala di dettaglio 1:10.000 commissionata al consorzio LAMMA dalla Regione Toscana aggiornamento 2007. La legenda originale è stata aggregata in tre soli gruppi: le aree artificializzate, le aree boscate e quelle prevalentemente agricole, in modo da evidenziare le classi di uso del suolo che più rilevavano rapporti con la crescita insediativa

In particolare le aree artificializzate derivano dall'accorpamento delle classi 111 (Zone residenziali a tessuto continuo), 112 (Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado), 121 (Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati - centrale elettrica - cabina), 125 (Pertinenza abitativa, edificato sparso), 123 (Aree portuali), 124 (Aeroporti), 1411 (Cimiteri) e 141-142 (Aree verdi urbane e Aree ricreative e sportive); le aree prevalentemente agricole sono l'insieme delle classi 211 (Seminativi in aree non irrigue), 221 (Vigneti), 222 (Frutteti e frutti minori), 223 (Oliveti), 224 (Altre colture permanenti - arboricoltura), 241 (Colture temporanee associate a colture permanenti), 242 (Sistemi colturali e particellari complessi) e 243 (Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti); infine le aree boscate comprendono le classi 311 (Boschi di latifoglie), 312 (Boschi di conifere), 313 (Boschi misti di conifere e latifoglie), 324 (Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione).

modello digitale del terreno (DTM) e informazioni derivate

L'informazione altimetrica è stata considerata un elemento fondamentale per la descrizione morfologica del territorio, per tale motivo si è proceduto alla costruzione del modello digitale del terreno e alle relative informazioni derivate, quali l'ombreggiatura (*Hillshade*) e la pendenza (*Slope*). Tali informazioni saranno ampiamente trattate nel paragrafo successivo.

toponomastica

La toponomastica deriva da un'elaborazione di quella presente nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 selezionandone le voci in funzione delle scelte precedenti.

La creazione del DTM

Come si è accennato la ricerca giudica di fondamentale importanza la rappresentazione delle morfologia del suolo e delle sue relazioni con la espansione insediativa; si è ritenuto dunque necessario creare un modello digitale del terreno (DTM) originale e unico per tutta la regione Toscana da utilizzare come sfondo per la costruzione dell'Atlante. I modelli digitali già disponibili infatti non sono stati ritenuti soddisfacenti sia per i metodi di realizzazione sia per la presenza di errori nel dato originario non evidenziati da collaudi sufficientemente approfonditi, come nel caso dei modelli derivati dagli elementi vettoriali della CTR Toscana, quali curve di livello e punti quotati, che ereditano, senza opportune correzioni, una consistente quantità di incongruenze). Il lavoro ha dunque posto una particolare attenzione alle operazioni di correzione dei dati altimetrici vettoriali finalizzate alla creazione di un DTM corretto a copertura regionale. Il processo di interpolazione ha interessato le curve di livello della CTR e i punti quotati: l'integrazione delle due coperture è necessaria per dar conto delle singolarità orografiche che caratterizzano il territorio. Poiché le quote si riferiscono non solo al suolo ma anche a strade, ponti, viadotti e argini, è stato necessario un lavoro preliminare di eliminazione di tutti quegli elementi localizzati vicino ai corsi d'acqua principali e alla viabilità entro un raggio di 25 m.

La scelta dell'algoritmo per la creazione del DTM è ricaduta su *Topo to Raster*, un modello di interpolazione specificamente progettato per la creazione di modelli digitali di elevazione e basato sul programma ANUDEM sviluppato da Michael Hutchinson (1988, 1989); tale algoritmo è presente in ambiente ESRI ArcGIS 9.x. Tale metodo di interpolazione è stato progettato per sfruttare i tipi di dati di *input* comunemente disponibili nelle fonti topografiche ed è ottimizzato per conservare l'efficienza dei metodi di interpolazione locali senza perdere la continuità della superficie propria dei metodi di interpolazione globali, come *Kriging* e *Spline*. L'intensità del calcolo ha reso impossibile, per i mezzi *hardware* disponibili, costruire un DTM a passo 10 metri per l'intera estensione del territorio regionale. Si è scelto perciò di suddividere la regione in 41 quadranti su ognuno dei quali è stato creato il DTM con passo 10 m. Questa fase è stata di fatto utilizzata per un primo controllo qualità dei dati altimetrici di *input*: le 41 coperture *hillshade* derivate hanno permesso di riconoscere a video errori quali "collassi delle vette" o "incongruenze in sui crinali" (vedi punto 4 del processo tecnico descritto di seguito).

I 41 modelli provvisori non possono tuttavia essere integrati semplicemente in un'unica copertura, a causa delle impossibilità di una interpolazione corretta nelle aree di margine delle singole sezioni. I limiti di potenza dell'*hardware* disponibile hanno consentito di creare un modello digitale del terreno unico a copertura regionale con passo 20m. Il modello così realizzato è stato successivamente tagliato rispetto ai confini regionali.

Il processo di realizzazione del DTM, messo a punto dopo una fase di affinamento delle tecniche e di studio sulle varie potenzialità dei *software* disponibili, può essere così sinteticamente descritto:

1_Ricognizione dati necessari. Estrazione dell'informazione altimetrica contenuta nella Carta Tecnica Regionale (punti e curve di livello in formato shapefile, dei primi sono stati selezionati solo quelli che hanno una distanza superiore a 25m dai corsi d'acqua principali e dalla viabilità).

2_Definizione della griglia di lavoro. Creazione di una griglia con passo 30km che suddivide tutto il territorio regionale in 41 quadranti per facilitare le operazioni di creazione del DTM passo 10m.

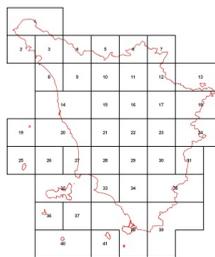


Figura 2. Definizione della griglia di lavoro.

3_ Creazione dei DTM provvisori passo 10m in ambiente ESRI ArcGis. Creazione dei 41 DTM corrispondenti ai riquadri della griglia attraverso l'algoritmo *TOPO TO RASTER*.

4_ Derivazione delle coperture hillshade e collaudo dei dati di base. Creazione delle coperture hillshade corrispondenti ai DTM provvisori; valutazione visiva per individuare incongruenze derivanti da errori materiali nelle coperture di base; correzione degli errori individuati.

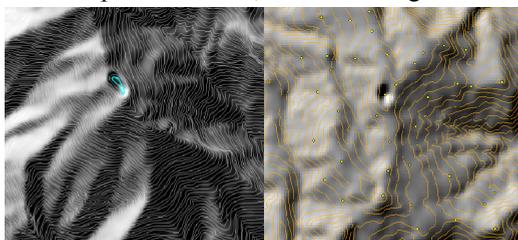


Figura 3. Derivazione delle coperture hillshade e collaudo dei dati di base.

5_ Creazione del DTM Regione Toscana passo 20 metri in ambiente ESRI ArcGis. Creazione del DTM a copertura regionale di passo 20 metri attraverso l'algoritmo *TOPO TO RASTER*.

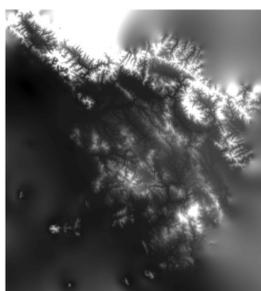


Figura 4. Creazione del DTM Regione Toscana passo 20 metri in ambiente ESRI ArcGis.

6_ Creazione della maschera vettoriale corrispondente ai confini regionali. Costruzione della geometria del confine regionale attraverso l'unione tra la linea di costa ed i limiti amministrativi dei comuni confinanti con le regioni limitrofe. Entrambi i dati sono stati estratti dalla CTR regionale e uniti; la copertura realizzata è stata corretta topologicamente.

7_ Creazione della maschera raster del confine regionale. Derivazione dalle geometrie vettoriali del confine regionale di una mappa raster allineata rispetto alla griglia di passo 20m del DTM;

Pietrasanta e Forte dei Marmi), dove l'incremento urbano è legato più alle attività turistiche, la crescita avviene per proliferazione di un modello insediativo specifico (la casa isolata su singolo lotto) secondo linee parallele e ortogonali alla linea di costa. Nella piana di Lucca ha un ruolo fondativo il sistema insediativo tradizionale, tuttavia progressivamente deformato dalla proliferazione dispersa dell'edificazione nelle maglie definite dalla organizzazione stradale storica.

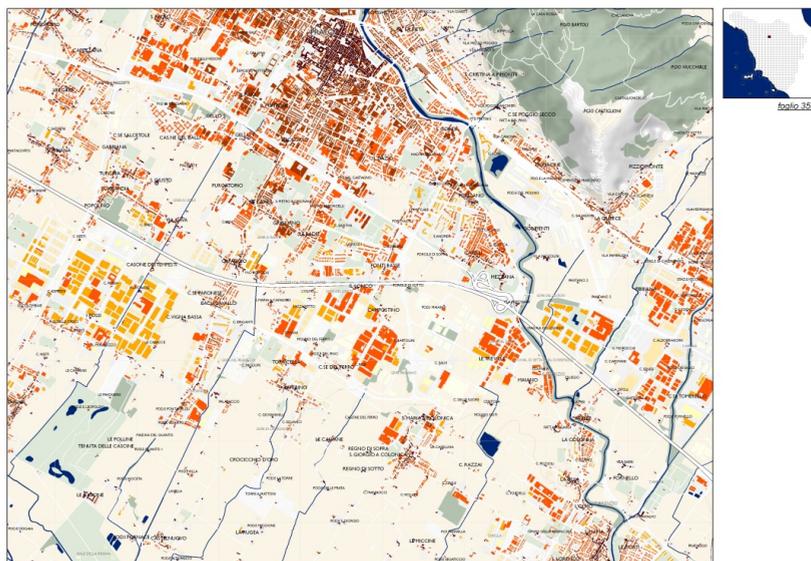


Figura 6. Un foglio dell'Atlante: la piana di Prato.

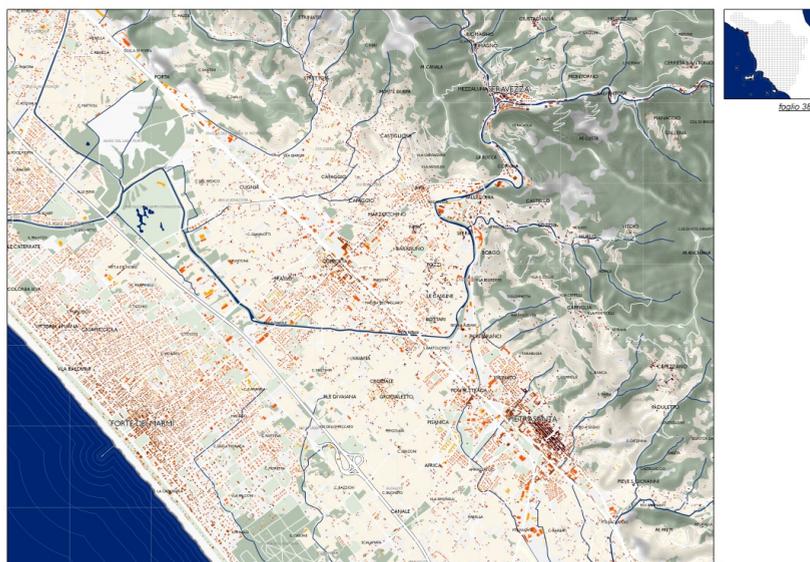


Figura 7. Un foglio dell'Atlante: la costa versiliese.

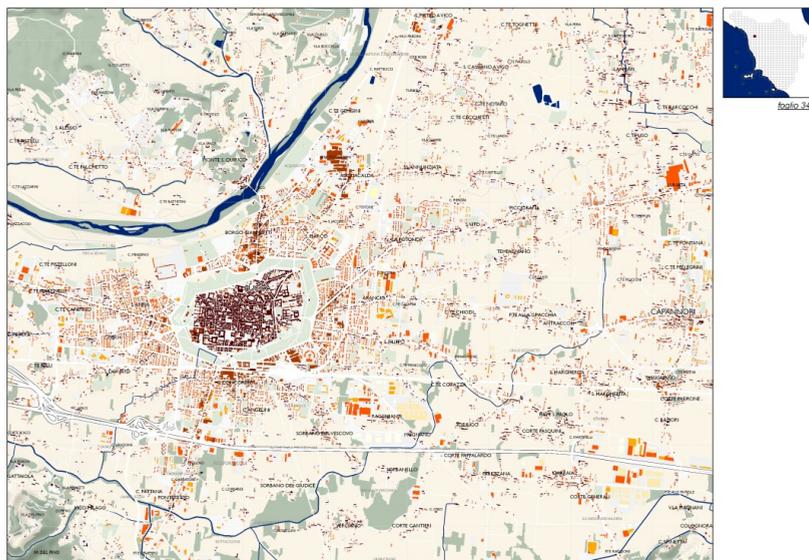


Figura 8. Un foglio dell'Atlante: la piana di Lucca.

Conclusioni

L'Atlante è uno strumento sintetico molto efficace per descrivere, da un punto di vista qualitativo, i fenomeni di trasformazione urbana. È possibile immaginarlo, da questo punto di vista, come un efficace supporto ai dispositivi di monitoraggio della dinamica dell'espansione edilizia, che insieme permettono di effettuare confronti e valutazioni localmente pertinenti.

Bibliografia

- Carta M., Lucchesi F. (2004), "Dal SIT al SITER. Verso un Sistema Informativo Territoriale orientato alla comunicazione pubblica", *Tecnologie per comunicare l'architettura*, Clua, Ancona
- Lucchesi F. et al. (2009) "La periodizzazione della crescita urbana. Una banca dati dei sedimi edificati derivati dalla CTR toscana", *Atti 13a Conferenza Nazionale ASITA*, Bari
- Lucchesi F., Carta M., Vannetiello D. (2005) "L'Atlante del patrimonio territoriale del Circondario Empolese Valdelsa (FI)", *Atti della IX conferenza nazionale ASITA*, Catania
- Lucchesi, F. (2005), *Il territorio, il codice, la rappresentazione*, Firenze University Press, Firenze
- Cusmano, M.G. (2009), *Le parole della città. Viaggio nel lessico urbano*, Franco Angeli, Milano
- Marussi A. (1950) *La tradizione cartografica italiana. Come si crea una carta topografica moderna. Nuovi orizzonti per la geodesia*, Edizioni IGM
- Testi E. (1970) *Come nasce una carta*, Edizioni IGM
- Traversi C. (1968) *Tecnica Cartografica*, Edizioni IGM
- Hutchinson, M.F. (1989). "A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits", *Journal of Hydrology*, 106: 211-232