

IL GIS PER LO STUDIO DEI SISTEMI URBANI DELLE ALPI

Alberto DI GIOIA¹

SOMMARIO

Questo contributo vuole illustrare come l'uso del GIS possa porsi come valido strumento nella produzione di conoscenza analitica nell'ambito delle scienze regionali. In particolare è stato utilizzato all'interno di un progetto di ricerca inerente lo studio dei sistemi urbani delle Alpi a livello transnazionale, al fine principale di individuare bacini transcolari di gravitazione urbana come condizione di sviluppo di servizi ed occupazione, alla base della valutazione dei parametri di abitabilità (e quindi di attrattività) dei diversi contesti locali territoriali. All'analisi, condotta attraverso l'approfondimento di diversi livelli tematici e metodologici, si sono sovrapposte problematiche di tipo differenziato, in primo luogo la costruzione di una base di indicatori geografici e spaziali corrispondente ad una copertura transnazionale a cavallo di 7 Stati.

¹ Politecnico di Torino (DITER), viale Mattioli 39, 10125, Torino, e-mail: alberto.digioia@polito.it

1. La GIScience nella nuova era dell'analisi quantitativa del territorio

Questo contributo vuole illustrare come la *Geographic Information Science* (GIScience), la disciplina legata all'uso, lo sviluppo e l'applicazione delle tecnologie *Geographic Information System* (GIS) (Goodchild, 1992), possa porsi come valido strumento nella produzione di conoscenza analitica nell'ambito delle scienze regionali e, in collegamento diretto, come un fondamentale strumento di supporto alla decisione. La crisi dei modelli quantitativi di analisi territoriale posta a partire dagli anni Settanta (la cui sintesi è in questa sede troppo corposa da essere affrontata) si inserì pienamente nelle dimensioni critiche del pensiero contemporaneo: tuttavia oggi è possibile affermare il fatto che ci si sia introdotti in una nuova era, pur, ovviamente, a fronte di alcune problematiche ampiamente dibattute in letteratura qui non affrontate per brevità. La motivazione principale risiede nell'accurato sviluppo delle strumentazioni di analisi, sotto due versanti. Il primo riguarda gli strumenti analitici veri e propri, in relazione allo sviluppo di software ed algoritmi di calcolo e di computazione digitale, sia dei dati alfanumerici che dei dati geometrici. Il secondo gli strumenti di supporto fisico, ovvero lo sviluppo dell'hardware rappresentato da processori, memorie e reti. A queste dimensioni si aggiunge naturalmente la facilità del reperimento di dati territoriali utilizzabili, e la costante riduzione del loro costo di produzione se rapportato al costo per software e hardware². In base a questi aspetti possiamo considerare il fatto che gli sviluppi degli ultimi decenni abbiano notevolmente modificato in modo radicale le dimensioni critiche poste all'analisi degli anni Settanta. In particolare gli enormi sviluppi dell'elettronica e dell'informatica, in parte imprevisi, hanno reso ormai da tempo disponibile con una diffusione sempre più capillare ed a costo assai contenuto, una quantità di informazioni territoriali e una potenza di calcolo tali da soddisfare qualsiasi voracità e da supportare ogni possibile complicatezza, oltrechè in grado di fornire e di rappresentare con efficacia risultati riguardanti un elevatissimo numero di variabili. Le difficoltà nella gestione delle variabili, spesso tanto ardue da vanificare l'affidabilità dei modelli e da penalizzarne l'effettiva utilità, a partire dalla metà degli anni Novanta hanno infatti trovato nelle tecniche GIS uno strumento di grande diffusione e di indubbia efficacia. L'utilizzazione del GIS ha infatti reso possibile una stretta aderenza fra i risultati delle elaborazioni e la loro rappresentazione sul contesto territoriale. Inoltre ha reso agevole in concreto per gli operatori l'interazione-integrazione fra

² Anche se oggi è stata sfatata la legge di Grosch che legava in un rapporto 1/10 costo e velocità di un'elaborazione (soprattutto, osserva oggi Grosch, perchè oggi rispetto al passato i costi del personale sono superiori rispetto alle attrezzature, in modo inverso rispetto al passato), sempre più valida è invece la legge di Moore e gli ultimi studi sui costi/benefici dei Sistemi Informativi Territoriali effettuati nei paesi d'oltre oceano hanno evidenziato una netta riduzione del costo attribuito ai dati rispetto al costo complessivo di un sistema fisico (Laudon *et al.*, 2002). Si sta gradualmente riducendo la spesa sulla produzione dei dati dal 70% al 20% della spesa complessiva della tecnologia analitica, favorendo in tal modo la diffusione di tecniche *data consumers* come il GIS. È naturalmente da sottolineare che tali costi, soprattutto se relazionati al problema della distribuzione conseguente del dato, a sua volta connesso al problema della proprietà, subiscono poi una estrema variabilità se rapportati alla possibilità di fruizione effettiva degli *users* finali. Questo aspetto rappresenta, viceversa, un disincentivo all'uso del GIS, e spiega (anche se solo per alcuni versi e non per tutti) il perchè il GIS sia diffuso in modo piuttosto disomogeneo nelle diverse parti del mondo industrializzato.

la fase della modellazione del sistema e la rappresentazione sul territorio dei risultati della sua elaborazione. In questi ultimi decenni si è andati incontro, da un lato al superamento da parte della modellistica territoriale delle ambizioni spesso velleitarie che avevano improntato alcune fra le costruzioni teoriche del passato, e dall'altro lato, nella direzione dell'assunzione di un atteggiamento più pragmatico, flessibile, orientato alla soluzione di problemi concreti e reali, piuttosto che di teorie generali e pretenziose di assolutezza (Lombardo, 1991, 1994).

2. Motivazioni e criteri per l'analisi dei sistemi urbani regionali delle Alpi

Il GIS è stato utilizzato all'interno di un progetto di ricerca inerente lo studio dei sistemi urbani delle Alpi intese come intero arco alpino, a livello transnazionale³, al fine principale di individuare bacini transcalari di gravitazione urbana come condizione di sviluppo di servizi ed occupazione, approfondendo quindi alcune delle condizioni poste all'abitabilità, e quindi all'attrattività, dei diversi insediamenti alpini.

Il territorio alpino è considerabile come insieme di sistemi ad alto livello di differenziazione, sottoposti ad una intensa multiscalarità di pratiche, dinamiche e processi. Le Alpi si contraddistinguono oggi come una regione peculiare d'Europa (una "megaregione", non essendo istituite formalmente come "macro-regione"), caratterizzate da un palinsesto denso di sovrapposizioni di significati di elementi culturali, sociali, economici e politici, con un'alta intensità delle dinamiche poste dal mutamento e, negli anni recenti, dalla transizione alla post-modernità. Infatti fenomeni di trasformazione territoriale molto evidenti, vissuti soprattutto nell'ultimo secolo, con variazioni di tendenza degli ultimi decenni, fanno sì che l'interesse verso un approfondimento analitico sia quanto mai attuale.

Su questa base è importante occuparsi di città ed insediamenti, per un aspetto quantitativo (8,3 milioni di residenti delle Alpi a livello internazionale, dei 14 milioni totali, sono considerati come popolazione urbana) ma soprattutto per un aspetto qualitativo e relazionale: è sulle città, e più propriamente sulle relazioni urbane, che gravitano sia le potenzialità territoriali che le minacce, sulla base di condizioni di autonomia territoriale acquisita o mantenuta. Tale autonomia, in primo luogo, è definita sulla base delle forme di dipendenza dei territori interni dalle aree urbane esterne dell'avampese montano, storicamente sempre esistite ma acuite come mai prima nel corso dell'ultimo secolo. In secondo luogo però dipende dalla strutturazione stessa dei territori locali, sulla base delle opportunità di vita come offerta di beni e servizi materiali e possibilità relazionali (in relazione all'occupazione e alla qualità della residenza). Se, in passato, il mantenimento dei presidi territoriali era pressoché garantito

³ Precisamente viene considerato il territorio inserito nella Convenzione delle Alpi, sottoscritta nel 1991 da Austria, Francia, Germania, Italia, Liechtenstein, Slovenia, Svizzera e dall'UE. Il Principato di Monaco si è aggiunto successivamente con uno speciale protocollo di adesione predisposto in occasione della conferenza di Chambéry del 1994, per motivi politici. Tuttavia per le caratteristiche del tutto speciali di questo ambito territoriale, del tutto estraneo, sia fisicamente, che socio-economicamente, al territorio alpino (estraneità riconosciuta anche in Bätzing, 2005), non viene solitamente considerato come territorio alpino.

dalla chiusura dei sistemi locali nei confronti dell'esterno, in relazione all'organizzazione prevalentemente autarchica di tali sistemi, ben capaci però di essere adattivi nel tempo, nel presente perché le condizioni di abitabilità siano riconosciute occorre che i territori siano appetibili, sulla base di qualità intrinseche ed estrinseche, definite sulla base delle possibilità di mantenere i rapporti con l'esterno e, in definitiva, di vivere in sistemi aperti (al contrario in definitiva rispetto al passato). Nessuno, a meno di pochi eletti, sceglierebbe oggi di vivere isolato, in una condizione inferiore di cittadinanza in tutto e per tutto. Si è parlato, per una forma dell'abitare di questo tipo, di *residenza multilocalizzata* (Perlik, 2010): non tanto in via teorica, ma sulla constatazione del fatto che vi sono oggi segnali di cambiamento rispetto al passato, con fenomeni di ripopolamento alpino in relazione a caratteri di attrattività esercitati dalle regioni montane rispetto alle città di pianura, non circoscrivibili esclusivamente alla sfera di un presunto carattere di amenità dei luoghi (Dematteis, 2011).

Si devono esplicitare, prima di affrontare il discorso che segue, alcuni elementi chiave come ipotesi teoriche di partenza della ricerca (basate sulle fasi preliminari e sulle conclusioni di altre ricerche).

Gerarchia e dipendenza funzionale. È nelle Alpi rappresentata dal fatto che i diversi sistemi insediativi si compenetrano strettamente in base alle funzioni spazialmente radicate. La tesi di partenza è quella per cui nelle Alpi siano mantenute, più che in altre aree esterne, le strutture tipiche di un sistema christalleriano, relazionato alla dipendenza funzionale dei centri in relazione alla gerarchia urbana, quindi alle soglie di funzioni localizzate per servizi, occupazione e residenza.

Specializzazione funzionale e sistemi reticolari. Al punto precedente si sovrappone la dimensione della specializzazione funzionale, la quale al di sopra di una certa soglia (rappresentata dalle funzioni di servizio e produzione di base) instaura processi di relazioni reticolari che trascendono dalle reti spazializzate poste dalle dipendenze funzionali dei centri minori. In altri termini quando la specializzazione cresce per determinate attività e settori economici (molto evidente quanto accade ad esempio in relazione al turismo) le reti delle relazioni urbane si estendono, inserendosi all'interno delle reti globali. Per alcune realtà questa dimensione può alternarsi, magari stagionalmente, con la precedente, motivo per cui nei periodi turistici di magra, centri come Sankt Moritz diventano assolutamente inappetibili per l'occupazione, mentre aree ad economie più territorializzate interessate da settori inseriti in circuiti locali, come la Val Poschiavo, accrescono di molto la loro attrattività (Gunther, 2010).

Integrazione. Determina le possibilità di interconnessione materiale ed immateriale (posta sulla base dell'accessibilità e delle comunicazioni) tra i diversi sistemi territoriali, esterni (soprattutto dei principali centri dell'avampese montano) ed interni alle Alpi. Tale aspetto ha un carattere di reciprocità, pur se non di equipotenzialità, in ingresso e in uscita, in quanto mentre l'integrazione risulta del tutto necessaria dall'interno verso l'esterno (dalle aree alpine

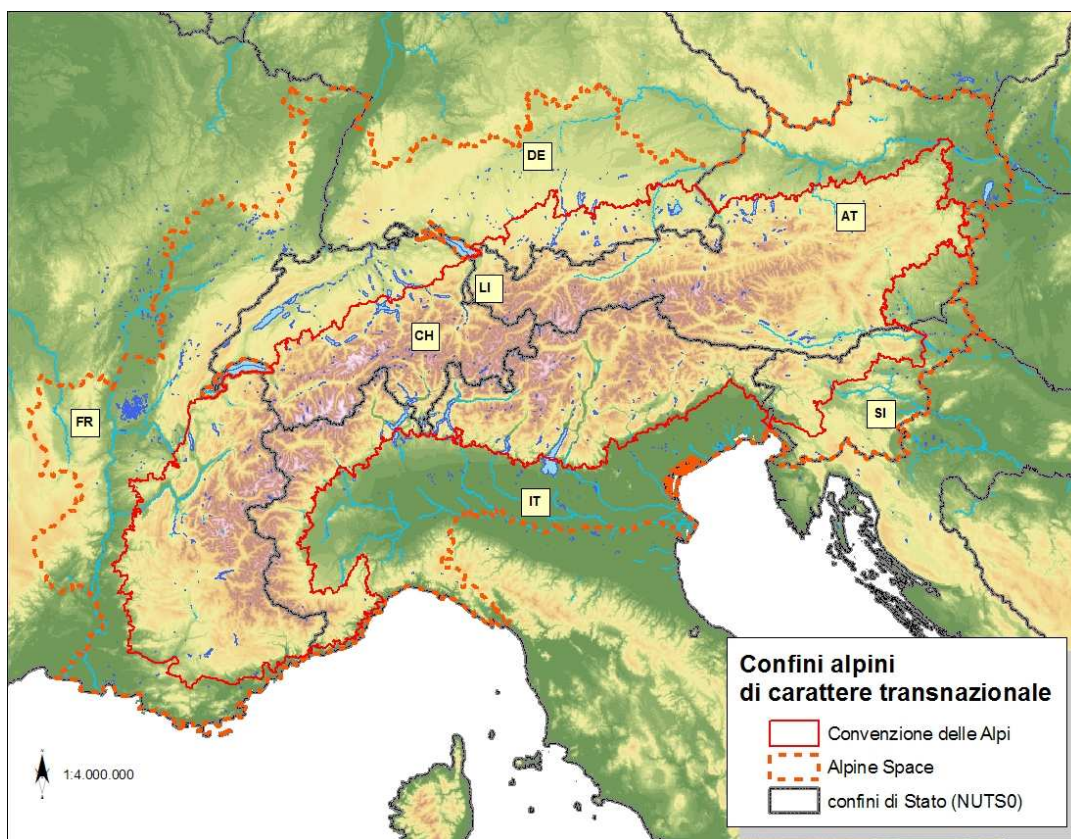
interne verso i sistemi di avampaese), soprattutto in relazione ai servizi territoriali e, in molti casi, all'occupazione, la relazione di segno opposto è resa necessaria soprattutto dalle funzioni poste dai servizi ambientali (risorse primarie), dalle comunicazioni viarie e da altre funzioni non primarie, come il settore turistico. La tesi posta da questo punto di vista dalla ricerca è che questi aspetti di integrazione (che innescano in molti casi meccanismi di predazione, più che di integrazione) siano migliorabili qualitativamente e quantitativamente, soprattutto con il miglioramento dei caratteri funzionali delle armature urbane dei sistemi interni alle Alpi, partendo dall'analisi dei caratteri di territoriali di contesto.

In base a ciò, per consentire di descrivere questo carattere interdipendente tra i sistemi interni alle Alpi ed i sistemi esterni (corrispondenti ai principali centri dell'avampaese montano) in questa ricerca si considererà un doppio confine attinente a due dimensioni:

- il perimetro della Convenzione delle Alpi per la valutazione dei dati economici ed ambientali contenuti all'interno delle fonti statistiche alpine ed europee;
- il perimetro dell'Alpine Space (come ambito di cooperazione europea, che contrariamente al precedente include sia i centri montani che i centri dell'avampaese alpino) per i dati legati all'urbanizzazione del territorio, i centri urbani e la popolazione insediata, alle infrastrutture e quindi ai parametri di accessibilità.

Figura 1 – I confini alpini di carattere transnazionale considerati nell'analisi

(cartografia di Alberto Di Gioia su dati NASA-Srtm, Eurostat)



Con queste premesse approfondendo il carattere della dimensione urbana delle Alpi verrà avviato un ragionamento che condurrà all'individuazione di una specificità dei sistemi urbano-territoriali alpini, definita sulle caratteristiche dei reticoli e la dimensione dei sistemi locali, qui definiti sulla base di parametri di interdipendenza spaziale, definiti dai bacini urbani di gravitazione (paragrafo 6). A questi saranno in futuro da aggiungersi valutazioni relative ai servizi urbani e territoriali e alle possibilità poste al lavorare e vivere nelle zone interne delle Alpi.

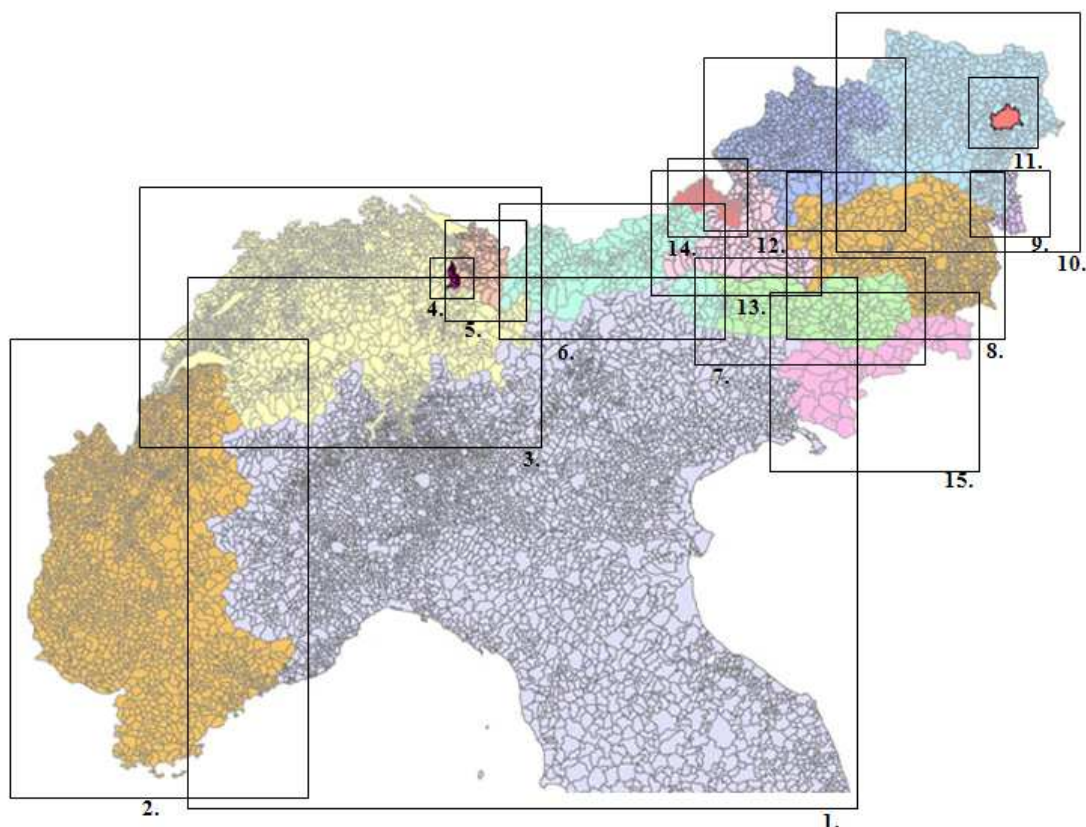
3. Costruzioni delle basi dati ed indicazioni metodologiche

Le finalità espresse nel paragrafo precedente hanno reso necessaria l'integrazione di temi differenti e di conseguenza l'interrelazione di metodologie di analisi specifiche. Precisamente sono stati considerati come temi di base: aspetti socio economici, aspetti demografici, centri abitati e morfologia degli insediamenti (quantificazione e localizzazione delle aree urbanizzate vere e proprie, accessibilità ed infrastrutture materiali, aspetti inerenti la geografia fisica (altimetrie e pendenze). Difficoltosa fase preliminare è stata la costruzione di una base dati transnazionale (le Alpi investono il territorio di 7 stati nazionali, come indicato all'interno del paragrafo precedente) comprensiva di dati e geodati riferiti alle cinque categorie indicate. In particolare:

1. confini amministrativi livello NUTS0-NUTS5, armonizzazione dei metadati ed integrazione del livello NUTS 5 con dati socio economici ed ambientali. Per le dimensioni tematiche inerenti il quadro amministrativo e l'assetto socio economico del territorio una parte iniziale della fase preliminare di costruzione delle basi dati è stata dedicata alla costruzione di un archivio di geodati dei differenti NUTS levels del territorio alpino. In particolare il lavoro più corposo ha richiesto un'intensa applicazione per la costruzione del livello municipale – NUTS5. Il problema posto dalla costruzione del livello NUTS5 è riferito alla difficoltà di reperire, per ogni singolo stato nazionale, e via via per ogni singolo livello regionale o subregionale (a seconda dell'ordinamento istituzionale nazionale) i geodati inerenti i livelli amministrativi locali, associato alla problematica di poter successivamente utilizzare il dato una volta unito con tutti gli altri. Questo problema, di tipo topologico, può pregiudicare l'uso del sistema di dati nel momento in cui si pongano condizioni di incompatibilità strutturale, poste dalla scala e dal dettaglio delle basi geometriche. Problemi di questo tipo si sono posti in pochi casi, e sono stati risolti dove possibile con un adeguamento della topologia. Nei casi (rari) in cui i dati ufficiali vettoriali originari sono stati prodotti a scale più piccole di quelle utilizzate in questo lavoro, con una restituzione più grossolana del dato geometrico, un perfetto adeguamento è reso impossibile. La differenza più sostanziale è comunque stata riscontrata nel dato ufficiale distribuito dalla regione dell'Oberosterreich (Austria). Una seconda fase è stata quella di armonizzazione dei metadati e costruzione di una base unitaria. Questa fase si è resa

necessaria per utilizzare la base di geodati delle Alpi come base omogenea e soprattutto per poter usufruire successivamente della possibilità di legare ai valori geometrici i dati socio economici, ambientali e demografici necessari per l'analisi;

Figura 2 – Quadro d'unione della base di geodati NUTS5 alpina



Legenda alla Figura 2.

1. ITALIA, estrapolazione da intero Stato, fonte: ISTAT., N° features: circa 4000)
2. Regione Rhone Alpes-PACA (province alpine), fonte: CNR. Base dati traslata in UTM WGS 84 da sistema Lambert. N° features: 2352
3. SVIZZERA, intero Stato, fonte: GEOSTAT Confederazione Svizzera. Base dati traslata in UTM WGS 84 da sistema CH1903-LV03 (Hotline_Oblique_Mercator_Azimuth_Center). N°features: 2751
4. LIECHTENSTEIN, intero Stato, fonte: GEOSTAT Confederazione Svizzera. Base dati traslata in UTM WGS 84 da sistema CH1903-LV03 (Hotline_Oblique_Mercator_Azimuth_Center). N°features: 11
5. VORARLBERG (Austria), intero Stato federato, fonte: Vorarlberg.it. Base dati autoprodotta sulla base di raster estrapolato e referenziato. N° features: 98
6. TYROL (Austria), intero Stato federato, fonte: Tyrol Atlas Geodaten Katalog. Base dati autoprodotta sulla base di raster estrapolato e referenziato. N° features: 280
7. CARINTHIA (Austria), intero Stato federato, fonte: KAGIS.ktn.gv.at. Base dati autoprodotta sulla base di raster estrapolato e referenziato. N° features: 135
8. STEYR (Austria), intero Stato federato, fonte: www.gis.steiermark.at scrivere nome del produttore, anche per i seguenti Base dati traslata in UTM WGS 84 da sistema GCS Bessel 1841. N° features: 541
9. BURGENLAND (Austria), comuni interni alla Convenzione delle Alpi fonte: statistik.at. Base dati autoprodotta sulla base di raster estrapolato e referenziato. N°features: 25
10. NIEDEROSTERREICH (Austria), intero Stato federato, fonte: doris.ooe.gv.at. Base dati traslata in UTM WGS 84 da sistema GCS Bessel 1841. N° features: 573
11. WIEN (Austria), intero Stato federato, base dati autoprodotta sulla base dei confini del Niederosterreich. N° features: 1
12. OBEROSTERREICH (Austria), intero Stato federato, fonte: www.noee.gv.at. Base dati traslata in UTM WGS 84 da sistema GCS Bessel 1841. N° features: 444
13. SALZBURG (Austria), intero Stato federato, fonte: www.salzburg.gv.at. Base dati traslata in UTM WGS 84 da sistema GCS Bessel 1841. N° features: 119
14. BAYERN (Germania), Ufficio Federale di Statistica della Baviera. N° features: 284
15. SLOVENIA, comuni inclusi all'interno della Convenzione delle Alpi. Fonte: www.obcine.net. Base geodati autoprodotta sulla base di raster estrapolato e referenziato. N° features: 52

2. dati da fonti europee: indicatori Eurostat ed indicatori ESPON inerenti i caratteri di integrazione spaziale ed insediativa dei centri urbani. Agli indicatori Eurostat di base, riferiti alle Larger Urban Zones e le cities sono state associate le tipologie urbane che definiscono il policentrismo urbano europeo, sono state di quattro tipi:

- Functional Urban Areas (FUA), che consistono in “un core urbano e un’area circostante economicamente integrata con il centro, ad esempio un mercato del lavoro”. Il livello di integrazione è definito da ogni singolo paese, e pertanto ha una dimensione variabile (definito come travel-to-work areas, o bacini contenenti flussi di pendolari, sistemi locali del lavoro, poli urbani metropolitani, etc.);
- Metropolitan European Growth Areas (MEGA cities), rappresentanti città di rilievo internazionale dal punto di vista di indicatori differenziati (12 città per l’arco alpino);
- le aree Potential Urban Strategic Horizon (PUSH): per ogni FUA è stata calcolata un’area che può essere raggiunta dal core con un automezzo in un tempo di 45 min., approssimate in un secondo luogo con i confini amministrativi: queste nuove aree sono i Potential Urban Strategic Horizons (PUSH), costruite a partire dal calcolo cartografico di curve isocrone a 45 minuti a partire dal centro delle FUAs, e adattate rispetto ai confini amministrativi locali (livello NUTS5);
- le aree Potential integration Areas (PIA): costruite partendo dalle PUSH areas e considerando i punti in cui avviene la sovrapposizione tra almeno 2 PUSH per più di 1/3 della loro area totale. Si presuppone in tali aree possano essere o diventare funzionalmente integrate e guadagnare competitività territoriale dalla cooperazione di politiche, servizi ed attività di livello territoriale;

3. Digital Elevation Model altimetrico dell’intero arco alpino ed elaborazione dei dati di partenza per la costruzione di matrici pesate; si è partiti dalla sistemazione della base altimetrica NASA-SRTM, realizzando successivamente il calcolo delle pendenze (necessario per le analisi di cui si parlerà);

4. infrastrutture viarie, definite su una base gerarchizzata realizzata a partire dalla base infrastrutturale di fonte Eurostat, piuttosto completa per quanto concerne i percorsi viari di livello transregionale ed europeo, incompleta per alcuni livelli di classificazione delle strade locali, che invece interessano le finalità di questa ricerca. Si omette la spiegazione dell’implementazione di questa base in quanto renderebbe troppo lunga la spiegazione di questa sezione;

5. Corine Landcover Europea, con integrazione della base Svizzera (Bundesamtes für Statistik BFS), necessaria per la creazione di una base vettoriale delle aree urbanizzate a cui collegare successivamente gli indicatori statistici riferiti al punto 1. (livello NUTS5).

Su queste basi, le analisi di sintesi finale contenenti i bacini di gravitazione urbana – che mostrano per ogni singolo centro urbano delle regioni sovrapposte riferite ai livelli di

gravitazione nei confronti degli altri centri vicini – sono state prodotte come sintesi di prodotti analitici intermedi, relazionati a questi passaggi, ovvero fasi analitiche:

- gerarchizzazione dei centri urbani su base demografica in 4 livelli: centri locali per servizi, aree urbane funzionali regionali, aree urbane funzionali transnazionali, MEGA cities;
- relazione dei parametri socio economici con le aree urbane effettive: costruzione di una base morfologica attraverso pulitura della corine landcover europea, integrazione (mosaicatura) con la corine landcover svizzera, e conseguente unione della morfologia urbana ai confini amministrativi comunali ed ai rispettivi dati socio economici. Questa fase ha permesso di quantificare l'urbanizzazione alpina in relazione a differenti confini (Stati, Convenzione delle Alpi, Alpine Space) e considerarne le differenti dimensioni socio economiche locali;
- integrazione potenziale dei centri urbani di livello europeo (in questa prima fase), in relazione alla popolazione resa accessibile su base policentrica (ovvero: considerando tempo necessario a raggiungere ogni centro e possibilità di raggiungere più centri, nel medesimo arco di tempo). Questo su indicatori ESPON attraverso spatial analyst;
- costruzione di un grafo infrastrutturale pesato sulla base della gerarchia degli archi viari, delle pendenze e della velocità media consentita (in questa fase sono state utilizzate le basi di dati legate alla geografia fisica) e suo conseguente uso in network analyst per la costruzione di una mappa di calcolo delle curve isocrone di accessibilità di tutti i comuni alpini ai centri di servizio locale accessibili.

Ogni dimensione tematica ed ognuna delle fasi analitiche di cui si dirà ha, a sua volta, richiesto operazioni attinenti tre diverse categorie, in riferimento alle tre differenti tipologie di dati contenuti nei GIS:

- operazioni geometriche: operazioni attinenti la rappresentazione cartografica degli oggetti geografici, rappresentati dai geodati. Operazioni concrete si sono operate sulla forma degli oggetti (adeguamento di superfici, piuttosto che produzione di nuovi oggetti geografici), la dimensione (soprattutto per quanto attiene il passaggio da dati vector a dati raster, e viceversa) e la posizione geografica (traslazione di basi di geodati da sistemi di riferimento differenti);
- operazioni topologiche: riferite alle relazioni reciproche tra gli oggetti (adeguamento delle basi topologiche simili, ma provenienti da fonti diverse; produzione di nuovi dati attraverso selezioni spaziali o per attributi);
- operazioni informative: riguardanti la gestione dei dati statistici (di tipo alfanumerico) e dei metadati, e l'analisi dei dati statistici associati ad ogni oggetto geografico. Tali tipi di operazioni non sono state sempre realizzate in ambiente GIS, ma in ambiente DBSM⁴.

⁴ I programmi di tipo *Database Management System* (DBSM) gestiscono dati contenuti in database semplici o multipli, senza l'uso di una mappa. I GIS invece sono connotati proprio dall'interazione tra tre differenti logiche concettuali: database (relazionale), mappa e modello. Le elaborazioni condotte attraverso l'uso e la gestione dei dati visualizzati all'interno della mappa, possono o mutare i dati di partenza contenuti nei database,

4. Gerarchie urbane e integrazione delle città delle Alpi

Come si è detto in apertura, lo spazio alpino, dal punto di vista fisico, è la regione montuosa con la più alta densità del pianeta, prossima a grandi sistemi urbani. Per le Alpi al 2007 sono stimati 14 milioni di residenti (Ruffini, 2009), in gran parte italiani (il 35% del totale) con una popolazione urbana di circa 8,7 milioni di abitanti (Bätzing, 2005, questo dato è antecedente al primo) pari al 61,7% del totale. Ai confini del perimetro della Convenzione delle Alpi, o internamente al confine del programma Alpine Space (riferimento Figura 1.), si trovano 12 delle 76 Metropolitan European Growth Areas (MEGA) definite da ESPON (Espón, 2004), centri di gravitazione principali di un sistema caratterizzato da un numero di città compreso, in base alle ricerche, tra 257 – 239 (Dematteis 1974, Perlik 2001). Possono contarsi un totale di 189 Functional Urban Areas (Perlik, Messerli, Bätzing, 2001) appartenenti ai sette paesi della Convenzione delle Alpi (le aree urbane funzionali diventano 191 se si considerano anche Landshut e Deggendorf come centri di gravitazione di Monaco di Baviera, esterni però all'Alpine Space) e 672 centri locali (considerati sia in base alla presenza di una massa critica di popolazione attestata su 5000 abitanti circa, sia in base alle funzioni economiche minime presenti. Il numero in questo caso sale a 725 considerando anche i 53 centri esterni ad Alpine Space di gravitazione su MEGA cities).

Precisamente, per ottenere questi dati, l'analisi di gerarchia dei centri insediativi delle Alpi è stata condotta su 4 differenti livelli:

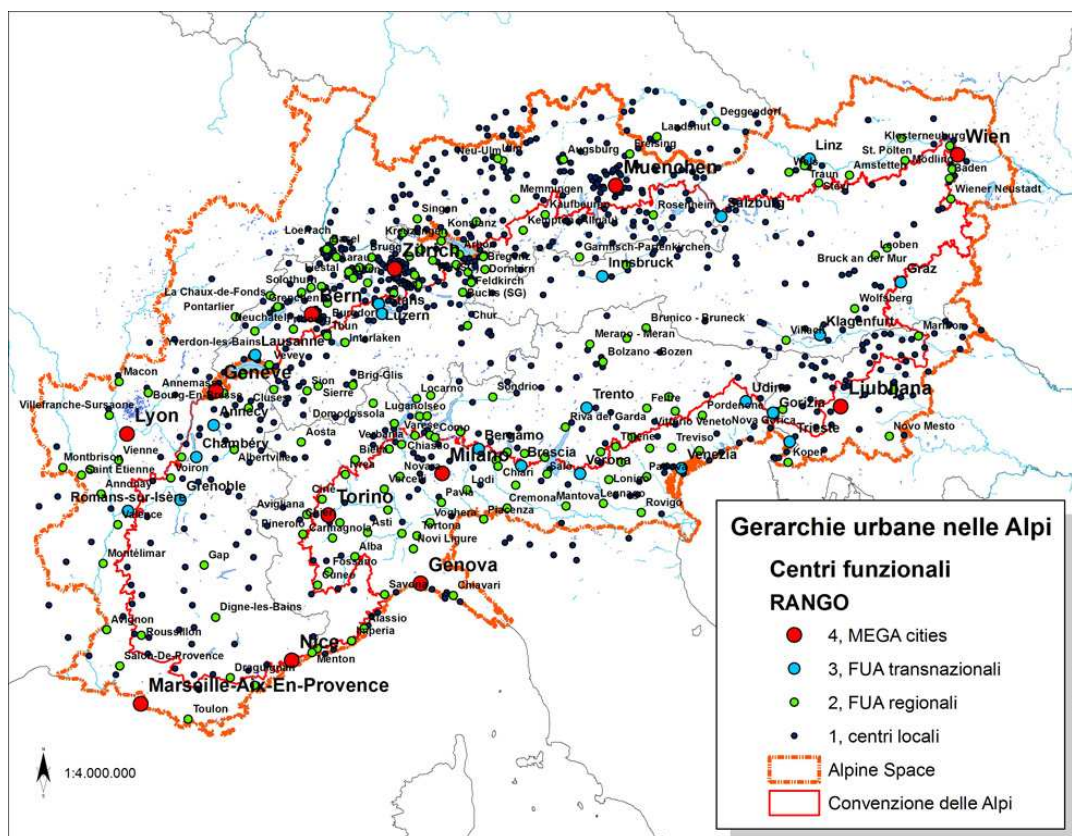
- Livello locale (rango 1): è stato definito sulla base di due parametri. Il primo legato alla popolazione residente, con riferimento a tutti i centri con popolazione superiore ai 10.000 abitanti (riferimento Pumain, 1999) ed una quota parte di centri con popolazione compresa tra 5.000 e 10.000 abitanti. Ciò si rende utile in quanto non tutti i sistemi alpini si riferiscono alla medesima dimensione di "città". Contando che ad esempio in Austria alcune "città" considerate amministrativamente giungono anche al di sotto della soglia dei 1000 abitanti. Il secondo riferito ai centri individuati come "centri locali interni" dalla cluster-analysis condotta dalla CIPRA in merito all'individuazione di classi riferite alle dinamiche-insediative dei centri alpini. Tale livello ha permesso di individuare 672 centri locali interni all'area dell'Alpine Space, comprendente quindi le aree alpine interne e le zone di avampaese. I centri diventano 725 considerando anche le gravitazioni delle città ai bordi di tale perimetro.
- Livello regionale (rango 2): definito sulla base dei FUAs di livello regionale, sia interni che esterni all'arco alpino. Vengono ad individuarsi 169 FUA regionali nella zona Alpine Space, che diventano 171 inserendo anche Landshut e Deggendorf come centri di gravitazione di Monaco di Baviera, esterni al confine.

o generare a loro volta nuovi dati, utilizzabili anche indipendentemente dagli strumenti GIS (e per questo motivo successivamente interoperabili con gli strumenti di analisi statistica DBSM).

- Livello transnazionale (rango 3): definito sulla base dei FUAs di livello transnazionale, sia interni che esterni all'arco alpino. Vengono ad individuarsi 9 FUA transnazionali per il perimetro interno corrispondente alla Convenzione delle Alpi, e 22 FUA complessivi per l'intera area Alpine Space. È da specificare il fatto che tra tutte queste città soltanto Venezia e Linz sono posizionate ad una distanza maggiore di 50 km dal confine della Convenzione delle Alpi;
- Livello MEGA (rango 4): rappresentato dalle 12 principali città dell'avampaese alpino, di cui nessuna interna al perimetro della Convenzione delle Alpi, anche se Ginevra, Vienna e Nizza sono adiacenti al confine, Torino e Ljubljana ad una distanza inferiore a 50 km.

Figura 3 – Gerarchia dei centri urbani all'interno dell'Alpine Space

(cartografia di Alberto Di Gioia su dati Espon, Eurostat)



Realizzata l'analisi di gerarchia, è stato possibile valutare i caratteri spaziali degli indicatori di cui sopra, considerando i caratteri di integrazione spaziale dei sistemi urbani delle diverse scale. Per fare ciò ci si è basati:

- da un lato con l'integrazione dei dati geometrici spaziali della corine landcover europea (a cui è stata aggiunta la base armonizzata della Svizzera). In questo modo è stato possibile valutare i sistemi urbani in relazione alla loro effettiva occupazione spaziale, a cui si sono successivamente associati i rispettivi indicatori economici, sociali ed ambientali (Figura 4 e Figura 5);

- dall'altro lato sulla valutazione dei caratteri dell'effettiva integrazione potenziale, come approfondimento delle analisi condotte in Espon attraverso misure basate sulla densità spaziale (indagini tramite spatial analyst, Bailey, Gatrell, 1995; O'Sullivan, Unwin, 2002), relazionata al policentrismo come unione della variabile morfologica (disposizione dei centri nello spazio) e relazionale (Figura 6).

Figura 4 – I diversi sistemi insediativi all'interno dell'Alpine Space

(cartografia di Alberto Di Gioia su dati Espon, Eurostat)

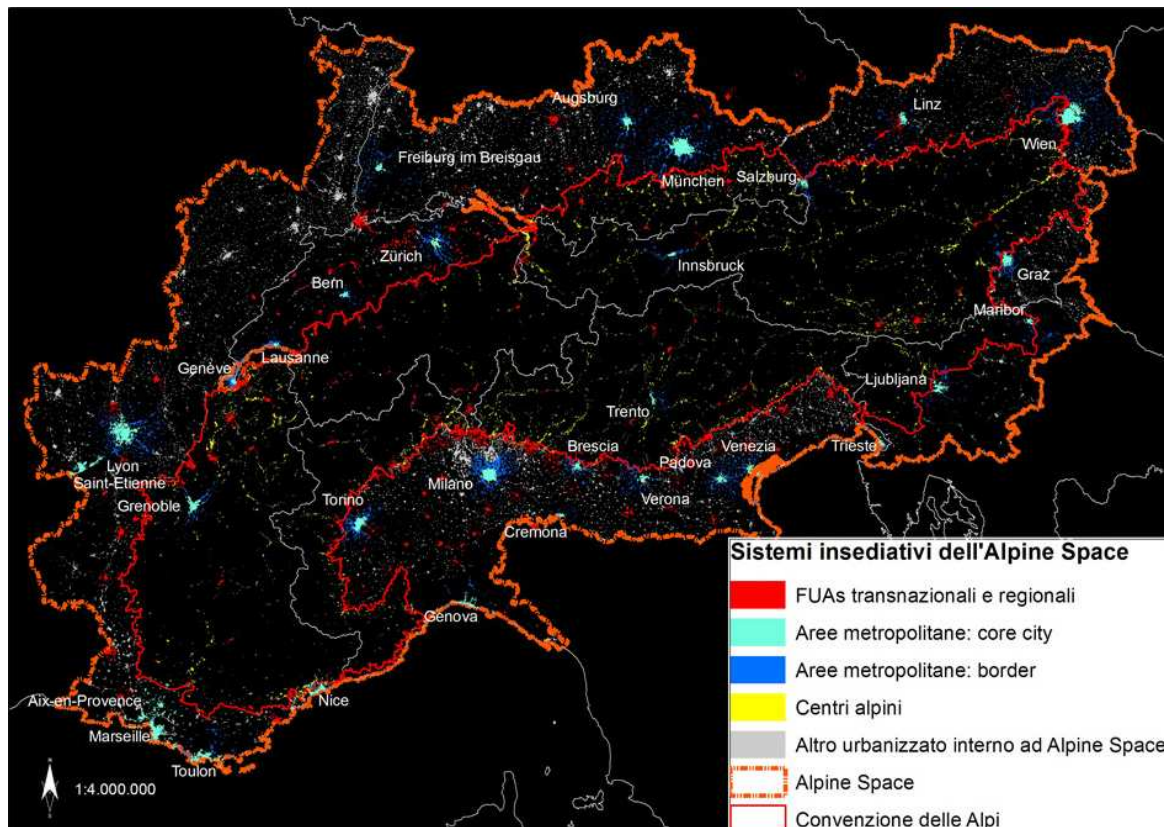


Figura 5 – Esempio di indicatore socio-economico tra quelli utilizzati per l'analisi: occupazione % nei comuni alpini

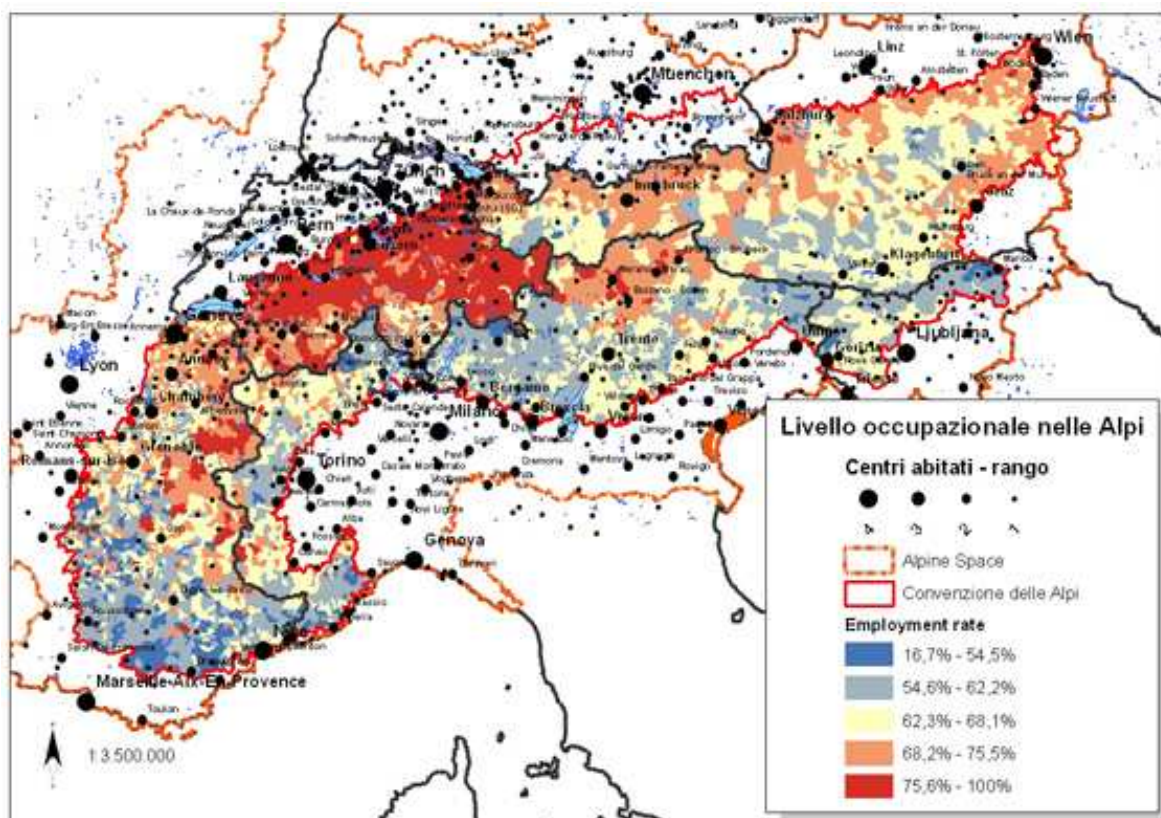
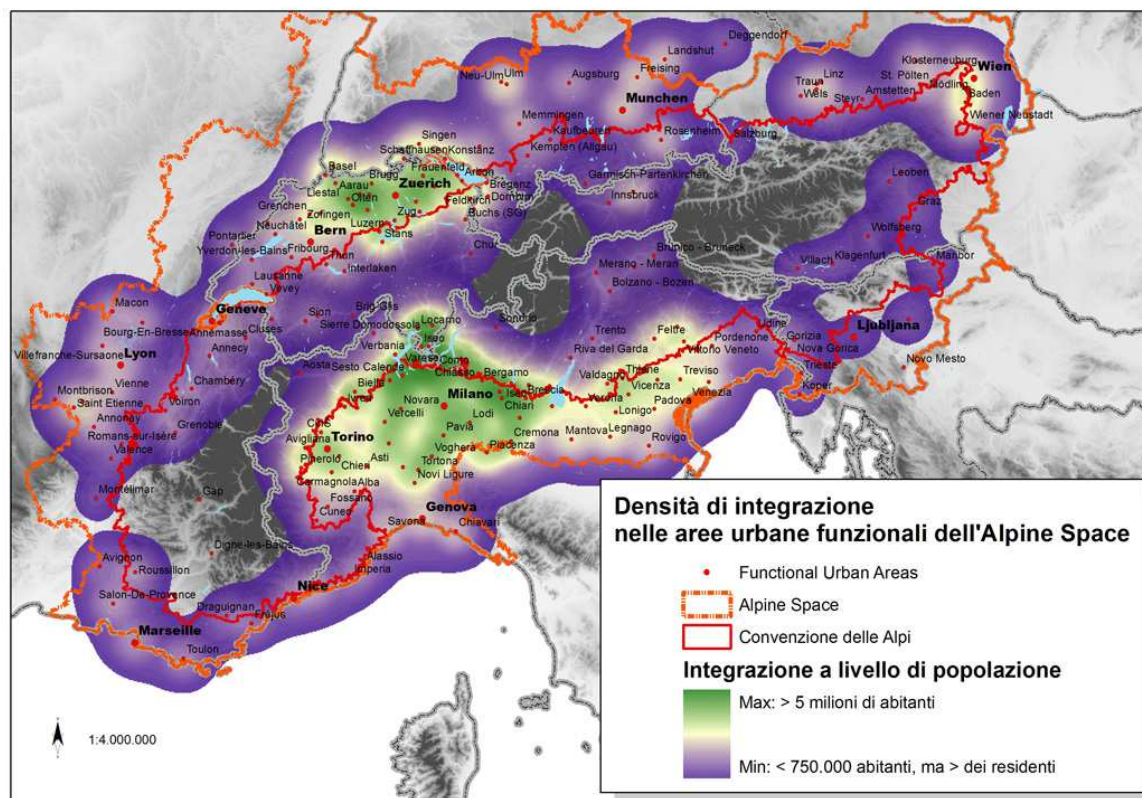


Figura 6 – Densità di integrazione nelle aree urbane funzionali dell'Alpine Space

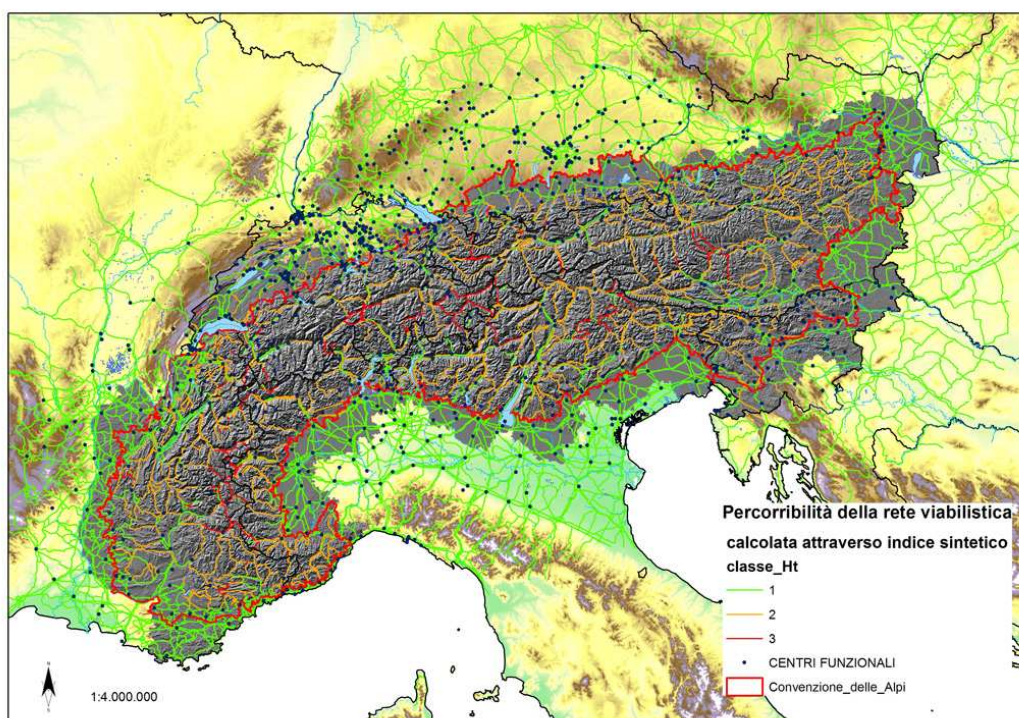
(cartografia di Alberto Di Gioia su dati Espon, Eurostat)



5. Accessibilità dei sistemi urbani a livello transcalare

Prima di procedere con network analysis per l'individuazione del livello di accessibilità potenziale dei comuni alpini, si è dovuto procedere a predisporre una matrice infrastrutturale pesata che prendesse in considerazione il livello di percorribilità dei percorsi. Per realizzare ciò, dopo aver implementato la base dati infrastrutturale ai diversi livelli di gerarchia, si è proceduto cercando di rapportare le infrastrutture ai valori altimetrici e di pendenza, producendo una matrice pesata con coefficienti rapportati ai valori di velocità media stimata e tempo rispettivo di percorrenza. In definitiva è stata in primo luogo realizzata una pesatura dei percorsi in relazione ai loro caratteri localizzativi e tipologici (tipologia del percorso in relazione al tipo di infrastruttura e tipologia del percorso in relazione alla sua localizzazione), a cui si è associato di conseguenza un set di pesi relazionati al livello di percorribilità delle differenti tratte. In relazione a tale matrice pesata è stata di conseguenza associata una matrice delle velocità, da utilizzare direttamente in network analysis per il calcolo dei tempi di percorrenza delle differenti tratte in relazione ai comuni delle Alpi. È da considerarsi che questo passaggio non deve essere interpretato come un'analisi effettiva dei caratteri di mobilità delle Alpi (analisi per la quale si richiederebbe un'indagine specifica, relativa alla valutazione dello stato reale dello spostamento, in relazione alle dinamiche territoriali e alle situazioni contingenti ai comportamenti degli utenti); essa è da considerarsi come una valutazione intermedia necessaria per l'individuazione dello stato di connettibilità potenziale delle differenti municipalità. In definitiva, con una stima mediata, è stato valutato quanto i differenti centri sono o meno isolati rispetto ai centri di rango simile o superiore.

Figura 7 – Matrice pesata relativa alla percorribilità della rete viabilistica alpina



A questo punto è stato possibile predisporre la matrice come base per la network analysis, che è stata condotta come closest facility dei comuni alpini ai più vicini centri di rango 1,2,3,4, ovvero almeno un centro locale di servizi e in ultimo una MEGA city.

La matrice è stata predisposta trattando gli incroci come impedenze generiche (valore 0,1) in quanto, come si diceva in apertura, sarebbe risultato troppo complesso ed esageratamente dettagliato rispetto alle complessive trattare in modo specifico le tipologie di intersezioni. Bisogna comunque specificare che per come la matrice infrastrutturale è stata disegnata in origine le intersezioni come nodi di passaggio possibile da un arco ad un altro arco sono verosimili e non grafiche, ovvero ad esempio, ciò che più conta, gli archi delle autostrade sono unitari privi di intersezioni con altri archi, fino al punto di ingresso/uscita effettivo.

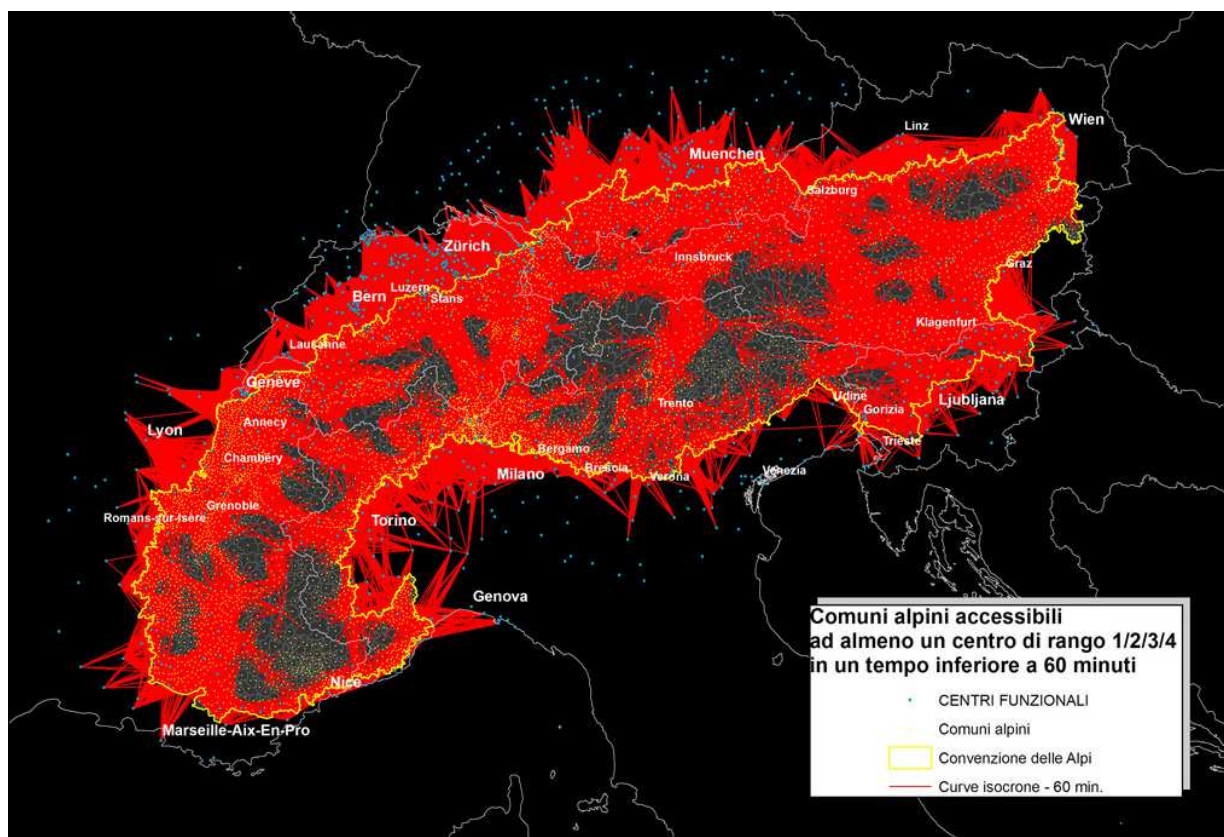
Per realizzare l'analisi attraverso closest facility sono stati impostati i seguenti valori utilizzando come sorgenti tutti i centroidi comunali alpini (realizzati a partire dalla base comunale di livello NUTS5, di cui al paragrafo 3):

- 60 min. cutoff (time)
- 928 facilities to find (sono i centri abitati di rango 1,2,3,4)
- U-turns everywhere (consente le svolte, come si diceva)
- Straight-line (modalità di disegno delle curve isocrone)
- One-way turned off (gestisce i sensi unici, ma è un livello di dettaglio che esula da questa indagine analitica)
- Accumulation: speed, time (lavorando attraverso calcoli continui sugli archi, in pratica opera con sommatoria dei valori di velocità consentita e tempo impiegato, fino ovviamente ad un valore limite di cutoff impostato a 60 min.).

A questo punto si sono ottenuti una mappa ed un database di dati contenenti le informazioni di accessibilità dei comuni alpini ad almeno un centro di rango 1,2,3,4 (Figura 8.) dalla quale emergono chiaramente le aree a maggior isolamento e, viceversa, le aree a maggior interdipendenza per flussi di questo tipo. Queste ultime sono rappresentate, in primo luogo dai territori alpini dipendenti da grandi centri interni, come nel caso di Grenoble, Innsbruck, Klagenfurt, o extra alpini, come Torino e Lione, in secondo luogo dai comuni situati sui corridoi di transito.

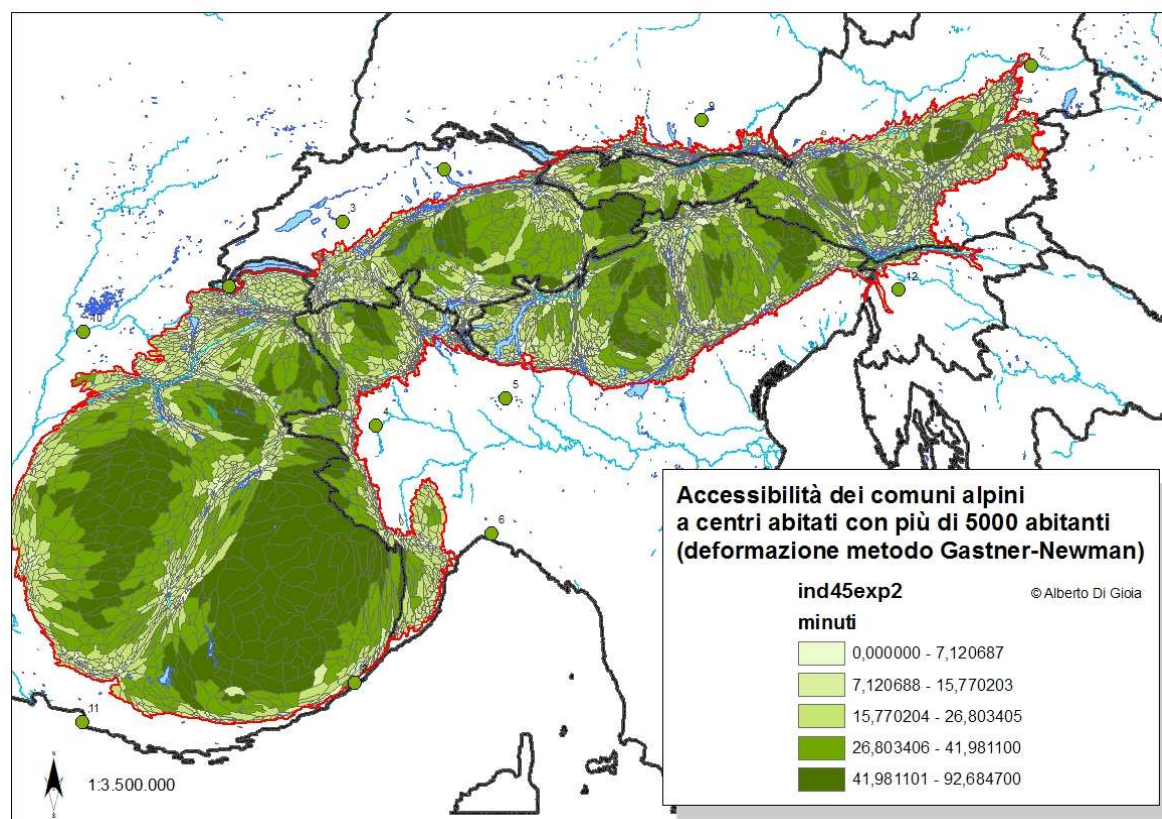
Figura 8 – Isocrone di accessibilità a 60 min. dei comuni alpini ad almeno un centro di rango 1/2/3/4

(cartografia di Alberto Di Gioia)



Attraverso il GIS, partendo dalle basi dati di queste analisi sono, inoltre realizzabili operazioni di computazione spaziale utili ad efficaci rappresentazioni dei fenomeni e dei processi. Un'operazione particolarmente utile da questo punto di vista è rappresentata dalla metodologia di deformazione spaziale definita da Gastner e Newman (Gastner, Newman, 2004). Si propone come esempio (Figura 9.) la medesima cartografia illustrata in Figura 8. elaborata attraverso questo processo di computazione. È evidente il fatto che la deformazione dello spazio in relazione al valore assunto da una determinata variabile permette di leggere direttamente nello spazio (e non attraverso una classificazione per coroplete) un determinato fenomeno, consentendo quindi di visualizzare graficamente in una sola cartografia più di una variabile per volta. Realizzando un esempio che qui non è stato riportato, la Figura 8. potrebbe essere rappresentata visualizzando come coroplete i caratteri di occupazione, verificandone la corrispondenza o meno con i caratteri di isolamento dei diversi contesti (rappresentati dalla deformazione).

Figura 9 – Isocrone di accessibilità a 60 min. dei comuni alpini ad almeno un centro di rango 1/2/3/4 con deformazione metodo Gastner-Newman



6. Sistemi alpini di integrazione e bacini di gravitazione funzionale

Sulla base dei contenuti emersi dalle analisi precedenti è stata sviluppata una metodologia di costruzione dei bacini di gravitazione dei centri alpini, che costituiscono un quadro di sintesi di analisi interpretativa.

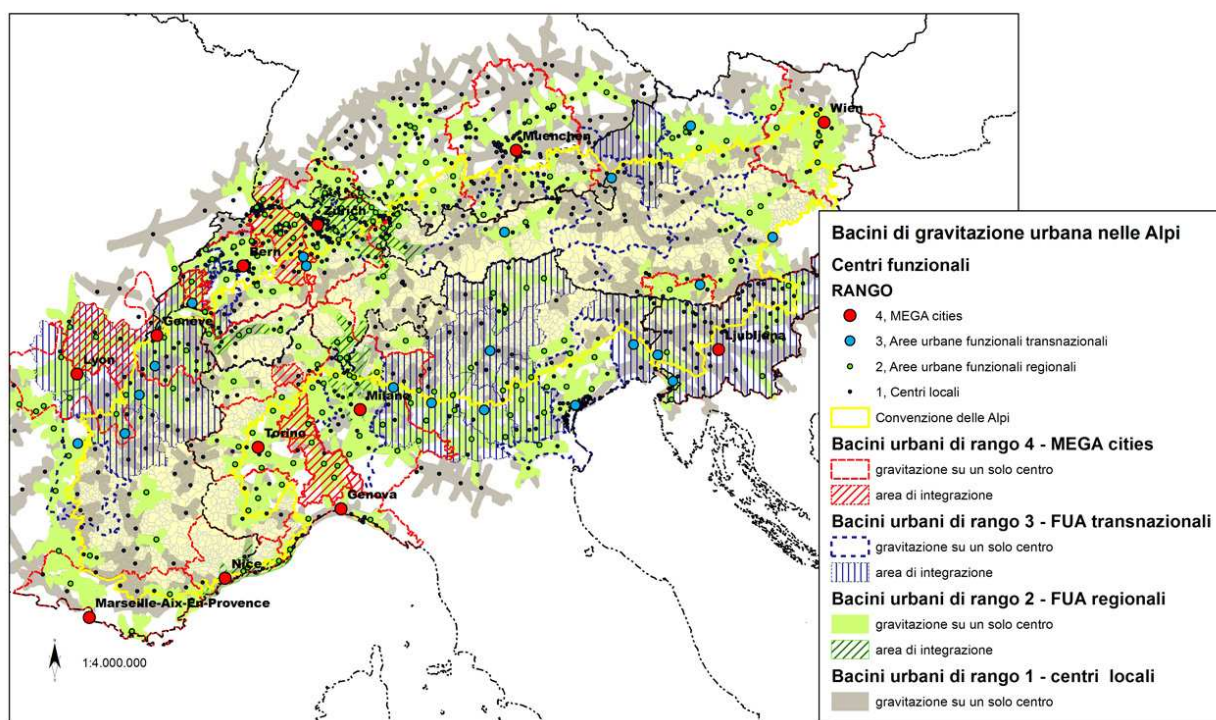
La dimensione dei bacini di integrazione deriva dalla necessità di integrare la dimensione dell'accessibilità alle relazioni funzionali intra e intersistemiche, come guida per il rafforzamento delle relazioni funzionali del sistema dei luoghi centrali. Sono articolati sulla base dei caratteri della geografia fisica e delle preesistenze insediative, oltre che i livelli amministrativi, i livelli di gravitazione effettiva e la relazione tra gerarchie di centri. Su queste basi una prima elaborazione, effettuata attraverso l'assegnazione di diversi livelli di pesatura, è servita a individuare i livelli della gravitazione e definisce l'integrazione sulla base dell'accessibilità possibile a centri di ranghi differenti (qui non riportata questa parte di lavoro per brevità). Una seconda elaborazione invece porta a mostrare una definizione dei bacini di riferimento dei differenti sistemi urbani, adeguati alla soglia delle dimensioni territoriali (condizioni fisiche, geografiche, amministrative) e ad un criterio di integrazione definito sulla sovrapposizione di più bacini; la metodologia è analoga a quella adottata per la costruzione delle PUSH-PIA areas Espon, 2004, anche se articolata in più dimensioni. È importante

evidenziare che le raffigurazioni non mostrano uno scenario, ma sono riferite alla situazione attuale.

I requisiti di base su cui ci si è confrontati per il lavoro finale tengono conto de:

- il raggiungimento di una soglia minima demografica per ciascun bacino di riferimento, capace di giustificare la presenza di un mercato e di un'utenza per i più importanti servizi urbani superiori, catalizzatori potenziali di attività, accessibilità e dimensioni immateriali delle catene informative (a diversi livelli, da quelle amministrative a quelle di ordine economico);
- la definizione di un'accessibilità interna potenziale, riferita a livello infra-sistemico, definita sulle isocrone di spostamento non superiori all'ora di trasporto per la maggior parte di utenti all'interno del sistema;
- la definizione di un'accessibilità interna-esterna, riferita ad un livello intra-sistemico in relazione alle grandi città europee delle aree di avampese e dei centri principali;
- l'adeguamento rispetto ai confini amministrativi a tutte le scale, dal livello NUTS3 (provinciale) per la gravitazione su MEGA cities a quello comunale (considerabile per certi territori delle Alpi piuttosto importante, in riferimento alla gestione di attività e servizi con elevato contenuto identitario).

Figura 10 – Bacini di gravitazione urbana nelle Alpi

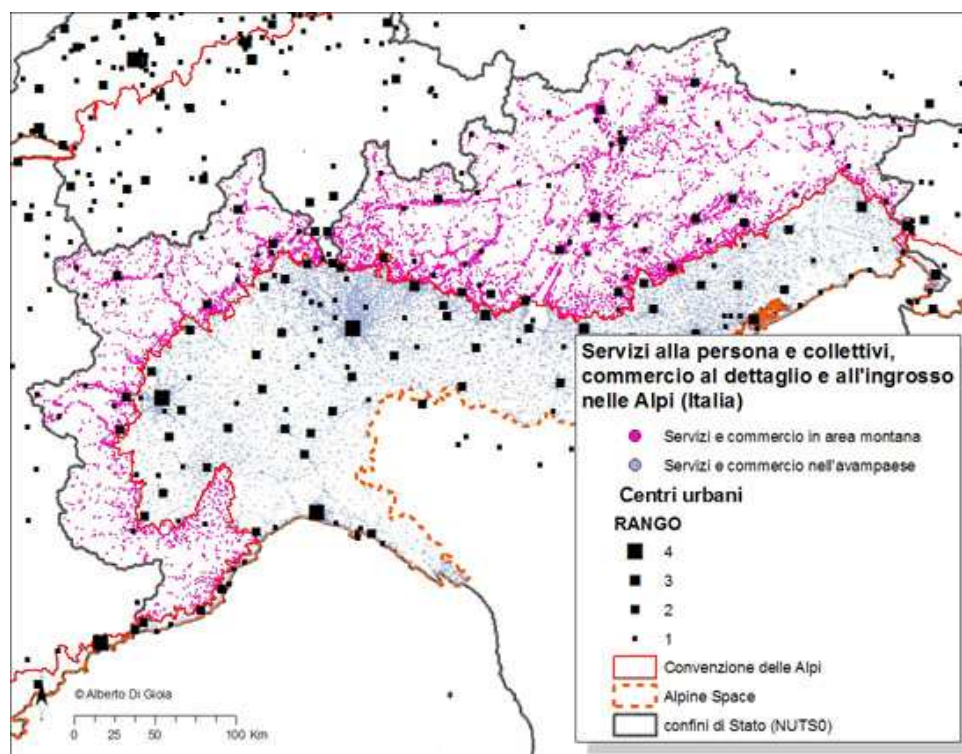


7. Conclusioni

L'uso della tecnologia GIS per l'analisi territoriale, in associazione ad una miglior precisione di dati e variabili rispetto al passato, alle capacità di calcolo accresciute e ad una maggior capacità di aderenza con i contesti territoriali, ha condotto all'affermarsi di metodologie problem solving, con modelli definiti di sketch-planning-type mirati a risolvere problemi specifici e questioni di portata locale piuttosto che orientati al conseguimento di vasti obiettivi strategici. Da questo punto di vista i modelli analitici di nuova generazione non vanno pensati per fornire chiavi di comprensione e di semplificazione del reale, bensì piuttosto come veri e propri attrezzi da utilizzare per la soluzione di specifici problemi. Nel contributo proposto in questo testo le analisi condotte sui sistemi urbani alpini alla scala vasta, valutandone struttura, interdipendenze, caratteri socio-economici, possono costituire una base conoscitiva di partenza per approfondire, ad esempio:

- i parametri di debolezza strutturale, in relazione ai parametri di accessibilità o di scarsa integrazione con i centri di servizio locale;
- con analisi condotte sul sistema dei servizi, delle unità commerciali e dell'occupazione (partendo da una quantificazione complessiva, figura 11), l'individuazione delle determinate specializzazioni funzionali che concorrono alla caratterizzazione dei diversi bacini di gravitazione presentati al paragrafo precedente (Figura 10) incidendo di conseguenza sull'attrattività locale. Questa parte di analisi è in realtà in fase di realizzazione come continuazione del lavoro complessivo qui presentato;

Figura 11 – Servizi commerciali ed attività commerciali nelle Alpi italiane



- con un approfondimento condotto sui parametri ambientali, potrebbero essere quantificati i livelli di utilizzazione ambientale dei differenti centri, in relazione al consumo di suolo, al livello di antropizzazione (da calcolare in relazione alle funzioni insediate), all'incidenza delle attività umane sulle risorse (calcoli da realizzarsi partendo dalle risorse ambientali e le funzioni umane presenti, in termini di localizzazioni e di flussi, considerando la presenza delle risorse in termini di offerta di servizi ambientali, in base alle categorie contenute in Costanza, 1992);
- dal punto di vista degli scenari, potrebbero essere valutate le tendenze al futuro in all'individuazione di aree di sviluppo potenziale, calcolate sulla base dei parametri di integrazione e specializzazione (di risorse o funzioni), individuando aree strategiche di rafforzamento, di livello locale o regionale.

Esempi, questi, che evidenziano come l'analisi territoriale condotta attraverso strumenti GIS possa considerarsi, in primo luogo, un valido strumento di supporto alla conoscenza, in relazione (questo sempre e comunque) alla disponibilità e la qualità dei dati disponibili. In secondo luogo risulta uno strumento facilmente configurabile per indagini multisettoriali, legate a temi differenti e con il possibile intervento analitico di vari campi e discipline. Infine, proprio il supporto conoscitivo fornito dall'applicazione di strumenti di questo tipo, può rappresentare un valido strumento di aiuto alla decisione, nel campo della progettazione, della pianificazione, delle politiche territoriali alle diverse scale.

Bibliografia

- Bailey T.C., Gatrell A.C. (1995), *Interactive spatial data analysis*, Longman, Harlow (UK).
- Bätzing W. (2005), *Le Alpi. Una regione unica al centro dell'Europa*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Cavallero M., Di Gioia A. (2010), "Innovazione territoriale ed erbe alpine in Val Varaita", in Corrado F. (a cura di), *Ri-abitare le Alpi*, Eidon, Genova, 35-53.
- Costanza R. (1992), *Ecological Economy*, Columbia University Press, New York.
- Dematteis G. (1974), *Le città alpine*, estratto dagli Atti del XXI Congresso Geografico Italiano, Verbania.
- Dematteis G. (2009), Polycentric urban regions in the Alpine Space, *Urban Research and Practice*, 2, 1: 18-35.
- Dematteis G. (eds.), (2011), *Montanari per scelta. Indizi di rinascita nella montagna piemontese*, Franco Angeli, Milano. (In fase di stampa durante la redazione del paper).

- Di Gioia A. (2010), “Dinamiche urbane e sistemi regionali nelle Alpi”, in Corrado F., Porcellana V. (eds.), *Alpi e ricerca. Proposte e progetti per i territori alpini*, Franco Angeli, Milano, 15-31.
- Di Gioia A. (2011), Oltre la crisi nelle città alpine piemontesi a fronte della parziale riforma delle Agenzie di Sviluppo montano: criticità ed aspetti programmatici, Proceedings del XXVII Congresso INU “La città oltre la crisi: risorse, welfare, governo”, tenutosi a Livorno: 7-9 aprile.
- ESPON (2004), *Potential and Polycentric Development in Europe*, Espon Project Report 1.1.1, Lead Partner Nordregio, Stockholm, Sweden, <http://www.espon.eu>.
- Gastner M.T., Newman M.E.J. (2004), Diffusion-based method for producing density-equalizing maps, Proceedings of the NAS del 18 maggio 2004, vol.101, 20: 7499-7504.
- Goodchild M. (1992), “Geographical information science”, *International Journal of Geographical Information Systems*, 6, 1: 31-45.
- Gunther F. (2010), Strategie condivise per il contesto montano italo-svizzero, paper presentato al convegno *Verso una megaregione europea delle Alpi*, tenutosi a Milano: 8 giugno.
- Jogan I. (2002), Alcune considerazioni a margine della “svolta ontologica” della Gis Science, *Archivio di studi urbani e regionali*, 74: 183-196.
- Laudon K.C., Laudon J.P., Morabito V., Pennarola F. (2009), *Management dei sistemi informativi*, Pearson Paravia Mondadori, Piacenza.
- Lombardo S. (1991), Recenti sviluppi nella modellistica urbana, in Bertuglia C.S., La Bella A. (a cura di), *I sistemi urbani. Vol.2*, Franco Angeli, Milano, 641-706.
- Lombardo S. (1994), Complessità, conoscenza e progettazione della città, in Maciocco G. (a cura di), *La città, la mente, il piano. Sistemi intelligenti e pianificazione territoriale*, Franco Angeli, Milano, 193-204.
- O’Sullivan D., Unwin D. (2002), *Geographic Information Analysis*, John Wiley & Sons, New York.
- Perlik M. (2001), *Alpenstädte zwischen Metropolisation und neuer Eigenständigkeit*, Geographica Bernensia, P38.
- Perlik M., Messerli P., Bätzing W. (2001), Towns in the Alps. Urbanization processes, economic structure, and demarcation of European Functional Urban Areas (EFUAs) in the Alps, *Mountain Research and Development*, 21, 3: 243-252.
- Perlik M. (2010), L’économie des territoires alpins à la croisée des chemins, intervento alla XXXI Conferenza AISRe – ASRDLF *Identità, Qualità e Competitività territoriale. Sviluppo economico e coesione nei Territori alpini*, tenutasi ad Aosta: 20-22 settembre.
- Pumain D. (1999), Quel rôle pour les villes petites et moyennes des régions périphériques?, *Révue de Géographie Alpine*, 87, 2: 167-184.