



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Un geodatabase per la gestione delle reti di trasporto e per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico: primi elaborati del

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Un geodatabase per la gestione delle reti di trasporto e per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico: primi elaborati del progetto THE ISSUE / Gherardo Chirici; Bruno Lasserre; Marco Marchetti; Monica Meini; Rossella Nocera; Diana Ciliberti; Andrea Ciuffi; Chiara Lembo. - ELETTRONICO. - (2014), pp. 351-357. (XVIII Conferenza Nazionale ASITA).

Availability:

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/957822> of the repository was last updated on

Publisher:

Federazione ASITA

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

(Article begins on next page)

Un geodatabase per la gestione delle reti di trasporto e per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico: primi elaborati del progetto THE ISSUE

Gherardo Chirici, Bruno Lasserre, Marco Marchetti, Monica Meini,
Rossella Nocera, Diana Ciliberti, Andrea Ciuffi, Chiara Lembo

Dipartimento Bioscienze e Territorio (DiBT) dell'Università del Molise
Contrada Fonte Lappone - 86090 – Pesche,
gherardo.chirici@unimol.it - monica.meini@unimol.it - rossella.nocera@unimol.it

Riassunto

Il progetto THE ISSUE – “Traffic Health Environment: Intelligent Solutions for Sustaining Urban Economies” – vede la partecipazione di un consorzio di 13 partner provenienti da quattro Paesi (Inghilterra, Francia, Italia e Polonia). Ogni Paese, rappresentato dal mondo istituzionale, da quello scientifico e da quello industriale, partecipa con un proprio ambito geografico di studio. Per l'Italia l'area prescelta è la regione Molise e nel presente lavoro si riportano gli studi e le elaborazioni svolte nell'ambito del progetto dall'Università degli Studi del Molise.

Il lavoro descrive le analisi svolte sul territorio e l'individuazione dei principali attrattori nonché ruoli e connessioni dei diversi attori che intervengono nei processi di *governance* del sistema dei trasporti della regione. Si sono, quindi, individuati i principali indicatori per descrivere modelli atti a realizzare schemi di gestione di mobilità e di pianificazione territoriale che garantiscano sistemi di trasporto sostenibili. Inoltre, è stato realizzato un *geodatabase*, basato in parte su open data, che ha integrato i dati sulle reti di trasporto con dati sulla mobilità e sull'inquinamento atmosferico. Il modello ottenuto consente di studiare la mobilità e di analizzarne gli impatti ambientali, economici e sociali sul territorio. Infine si sta realizzando un portale tematico *WebGis* con strumenti completamente *open source* per garantire la disponibilità delle risorse progettuali, di analisi e di consultazione e riutilizzo dei dati.

Abstract

THE ISSUE (“Traffic Health Environment: Intelligent Solutions for Sustaining Urban Economies”) is an European project led by a consortium of 13 partners from England, France, Italy, and Poland. Each country participates at institutional, research and industry levels with projects related to its own territory. The territory selected by the Italian partners is the Molise region. Here we report on the project activity of the Molise University (Università degli Studi del Molise), which focuses on the analysis of the main attractors involved in the governance of Molise's regional transportation. From this analysis, we constructed adequate model indicators for the realization of sustainable mobility and physical planning. Furthermore, we completed a geodatabase that integrates proprietary and open data concerning Molise's transportation network and air pollution. Our model analyzes the regional mobility and its economical, social, and environmental impact on the territory. In this framework, we are implementing a completely open-source, theme-oriented WebGis portal for making data and our analyses available for future regional developments.

Introduzione

Il progetto THE ISSUE - Traffic Health Environment: Intelligent Solutions for Sustaining Urban Economies” finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del VII Programma Quadro di

Ricerca vede la partecipazione di un consorzio di 13 partner provenienti da quattro Paesi (Inghilterra, Francia, Italia e Polonia). Ogni Paese partecipa con un proprio ambito geografico di studio attraverso un gruppo di diversi partner che rappresentano il mondo istituzionale della gestione del territorio, quello scientifico e quello industriale. Per l'Italia l'area prescelta è il territorio molisano e partecipano rispettivamente Sviluppo Italia Molise, l'Università degli Studi del Molise ed e-GEOS spa.

Scopo principale del progetto è quello di favorire la cooperazione tra il mondo delle istituzioni, della ricerca e dell'industria allo scopo di sviluppare metodologie efficienti per l'individuazione di nuove soluzioni al fine di migliorare gli effetti dei trasporti sull'economia locale e di mitigare l'impatto sull'ambiente, sul cambiamento climatico e sulla salute dei cittadini.

Il presente lavoro espone gli studi e il lavoro svolto all'interno del progetto dall'Università degli Studi del Molise.

Il problema della mobilità richiede un approccio molto complesso e la grande sfida consiste nell'abilità di realizzare degli schemi di gestione della mobilità in cui la pianificazione dei trasporti e la pianificazione territoriale siano integrate in modo da soddisfare la domanda generata ma anche garantire dei sistemi di trasporto sostenibili. A tale scopo sono stati individuati diversi indicatori, sia di carattere ambientale che di tipo socio-economico e culturale.

INDICATORI DI UTILIZZAZIONE POTENZIALE E INTENSITA' D'USO DEI TRASPORTI

- estensione rete stradale (scala provinciale, comunale; urbana/extraurbana)
- estensione rete trasporto collettivo (scala provinciale, comunale; urbana/extraurbana; in sede propria/non in sede propria)
- estensione rete piste ciclabili
- ripartizione modale degli spostamenti (indagini recenti sul *modal split*)
- autoveicoli circolanti e indici relativi (ad es. indice di motorizzazione, auto/100ab.)
- altri veicoli circolanti (in particolare a due ruote a motore)
- consumo di carburante (kep/anno/ab.)
- intensità d'uso dei trasporti pubblici (n. viaggi/anno/ab.)

INDICATORI DIRETTI DELLE ESTERNALITA'

- inquinamento atmosferico
- inquinamento acustico
- incidenti (morti, feriti)

INDICATORI DI GESTIONE E CONTROLLO DELLE ESTERNALITA'

- reti per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e acustico
- strumenti normativi per la gestione e il controllo (ad es. zonizzazione acustica del territorio comunale)

INDICATORI DELLE POLITICHE DI MOBILITA'

- limitazioni strutturali del traffico urbano: APU e ZTL (dimensioni, durata, compattezza)
- presenza di diversi sistemi di trasporto collettivo e loro integrazione
- stato di avanzamento della pianificazione (PUM, PUT, PUGT...)
- organizzazione e gestione della sosta
- forme di incentivazione della "mobilità alternativa"

L'eterogeneità e la complessità dei modelli di dati interessati nello studio ha richiesto lo sviluppo di un *geodatabase* allo scopo di permetterne l'integrazione e l'analisi, ma anche per poter ricavare nuove informazioni e costruire nuovi modelli.

Contesto geografico, modello insediativo e accessibilità

Sul territorio molisano insistono 136 comuni, la maggior parte dei quali presenta un numero di abitanti inferiore a 500: solo 4 comuni presentano una popolazione che si colloca nella fascia di ampiezza compresa tra i 10.000 e i 50.000 abitanti. Quest'ultimi consistono nelle città capoluogo di provincia, Campobasso e Isernia, oltre alla città di Termoli sulla costa orientale e a Venafro nella

parte sud-occidentale ai confini con il Lazio e la Campania. Tale modello insediativo ha caratterizzato fortemente l'offerta complessiva dei trasporti nella regione. Nel corso del XX secolo il sistema di comunicazioni è andato definendosi perpendicolarmente a quello dei tratturi, le antiche vie della transumanza, nel tentativo di collegare più facilmente le maggiori città dell'entroterra con la fascia costiera che era andata popolandosi sempre più, e soprattutto con Termoli.

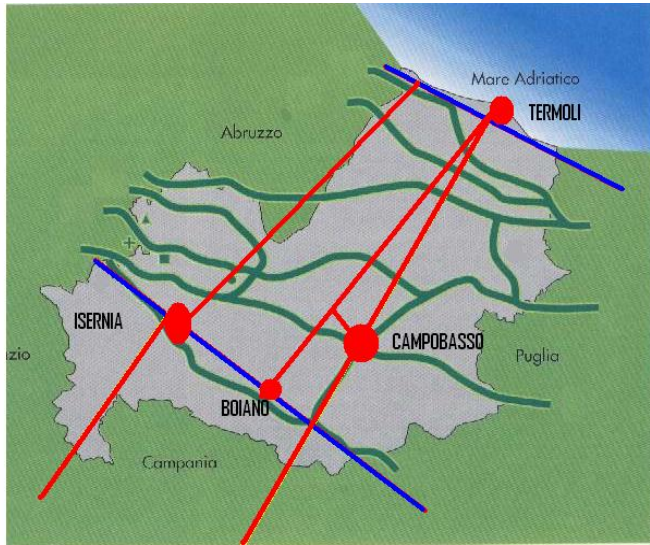


Figura 1 - Ricostruzione degli assi stradali molisani e dei principali nodi. In verde sono rappresentati i tratturi; in blu, gli assi stradali odierni che seguono in modo parallelo le vie tratturali; in rosso, quelle che si intersecano con essi in modo perpendicolare.

Oggi l'isolamento geografico della regione è particolarmente avvertito a causa della modesta dotazione delle reti di trasporto, della scarsa efficienza organizzativa e della modesta funzionalità delle stesse; sussistono, inoltre, forti carenze nelle relazioni con assi e reti europei nonché nello stesso modello interno di accessibilità. Risulta alta, dunque, la difficoltà di connessioni tra l'alto e il basso Molise. Il baricentro risulta essere il capoluogo regionale, Campobasso, la località più accessibile per il traffico interno.

Dal punto di vista dell'accessibilità esterna, invece, Campobasso risulta essere un capoluogo regionale con minimi valori di accessibilità, perché lontano da aeroporti, dalle stazioni servite da treni veloci (Termoli, Benevento e Caserta) e dalle autostrade. L'area costiera, al contrario, risulta quella con i più alti valori di accessibilità, essendo attraversata dall'autostrada A14 che la unisce all'aeroporto di Pescara ed avendo in Termoli l'unica stazione ferroviaria molisana da cui si può accedere ai treni con tratte a lunga percorrenza.

Sistema di Trasporto, ripartizione modale, intermodalità e limitazioni del traffico urbano

Nonostante l'alto numero di chilometri di strade pro-capite, determinato da una rete ramificata a servizio di un modello insediativo diffuso sul territorio ma con scarsa popolazione, l'accessibilità territoriale molisana risulta essere molto bassa. Gli aspetti generali di maggior sofferenza relativi alla infrastruttura viaria possono essere ricondotti alle seguenti cause: assenza di un asse autostradale trasversale, per il collegamento veloce Tirreno-Adriatico; assolvimento di funzioni diverse (locali e interregionali) del traffico stradale per i percorsi di fondovalle; carenze strutturali e funzionali della rete minore, soprattutto a carico dei collegamenti con le aree interne montane in cui la geometria dei tracciati e la diffusa franosità rendono estremamente problematici e pericolosi i collegamenti periferici con i centri minori.

I servizi ferroviari effettuati in Molise sono effettuati da Trenitalia S.p.A, talvolta con bus sostitutivi all'interno della regione. I treni nazionali transitano unicamente lungo l'asse costiero in direzione Nord-Sud con la sola fermata di Termoli. La rete infrastrutturale risale ai primi del '900 ed è stata oggetto di soli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, ma mai di interventi di riqualificazione, se si eccettuano i lavori di risagomatura delle gallerie, contestuale all'abbassamento del piano del ferro, per consentire il transito dei nuovi treni tipo "Minuetto diesel" il cui transito è stato cofinanziato dalla Regione Molise nel 2005. Anche le stazioni, costruite nel corso del XIX secolo, non sono state oggetto di significativi interventi di riqualificazione e permangono in condizioni di funzionalità appena sufficienti. Attualmente la rete ferroviaria molisana si estende per 265 km di cui 242 a binario semplice, 205 non elettrificati e soltanto 60 km elettrificati.

Tra le variabili che sintetizzano l'offerta di trasporto pubblico e la dotazione in termini di veicoli e capienza troviamo il numero di posti-km offerti con mezzi di trasporto nei comuni capoluogo, da cui si può rilevare una sostanziale diminuzione dell'offerta dal 2008, soprattutto per la provincia di Campobasso. Analoga diminuzione si rileva per il numero di passeggeri annui trasportati dai mezzi di trasporto pubblico per abitante.

Nello studio effettuato, si sono individuati i punti strategici per le comunicazioni interne ed esterne della regione, snodi principali del traffico interno e porte di accesso al territorio regionale. Questi punti essenziali della rete infrastrutturale sono stati identificati in Termoli, Campobasso, Isernia e Venafro. Effettuando lo studio del traffico interno, si è potuto constatare che l'80% del traffico interno regionale transita e confluisce in questi centri abitati, i quali rappresentano anche i centri più popolosi del Molise. Per entrare ed uscire dalla regione, risulta quasi sempre necessario passare per questi centri, nei quali confluiscono la maggior parte delle strade a lunga percorrenza che collegano il Molise alle regioni limitrofe, come l'autostrada A14 e le strade statali principali Adriatica, Bifernina, Trignina, Abruzzese-Sannitica, Sannitica, Venafrana.

Molto importante appare la mancanza di una integrazione tra i trasporti pubblici, cui la recente unificazione gestionale delle aziende di trasporto pubblico locale ha solo parzialmente dato risposta. L'integrazione fra modi di trasporto diversi permette una concreta qualificazione dei servizi da offrire all'utenza. Si tratta di azioni di carattere organizzativo, normativo e di coordinamento, cui è possibile inoltre associare il ricorso a nuove tecnologie che possono garantire un maggior grado di affidabilità del sistema e inferiori costi di gestione. Sono da prevedere in generale: la definizione di nuovi assetti delle reti, con l'integrazione fra linee e coordinamento degli orari relativi, la promozione di azioni per la riduzione dei tempi di attesa agli interscambi, il miglioramento dell'accessibilità e delle condizioni di parcheggio, la strutturazione di un sistema informativo integrato efficace.

Manca, anche a livello politico-strategico, una forte scelta del riequilibrio modale a favore del trasporto pubblico. Il Molise risulta infatti interessato da un uso preponderante dell'autovettura. Secondo i dati Istat nel 2011 la regione dove si è verificato un incremento maggiore del parco veicolare è proprio il Molise (+ 37% circa), con un incremento del +27% delle sole autovetture. Il *modal split* è caratterizzato da una netta predominanza del trasporto privato (74%) e bassi indici di utilizzo del trasporto collettivo (26%).

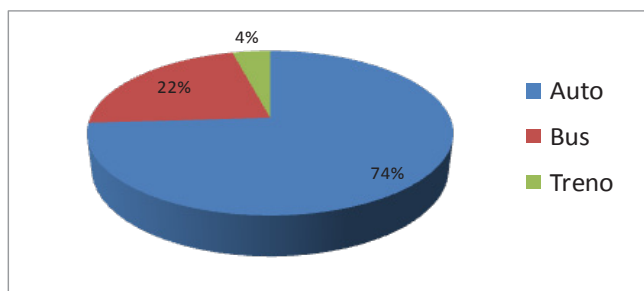


Figura 2 – Ripartizione modale trasporto pubblico e privato – Fonte: ISTAT.

Significativa la differenza tra il quadro molisano e quello nazionale, se si analizza l'andamento 2000-2011 del numero di passeggeri per km con ripartizione pubblico/privato: in questo parametro di mobilità il trasporto pubblico rappresenta in Molise poco più dell'1% di quello privato. Forse anche come riflesso dell'alto tasso di motorizzazione, in Molise non è attivo alcun servizio di *car sharing*.

Mentre non sorprende la mancanza di sistemi intermodali di trasporto, per persone e merci, in assenza di infrastrutture aeroportuali e di porti commerciali, si registra un impegno insufficiente a favorire l'intermodalità urbana e la fruizione del trasporto collettivo all'interno delle aree urbane, come testimonia la scarsa presenza di parcheggi situati nei pressi dei nodi di scambio con il trasporto pubblico (parcheggio di corrispondenza o di scambio). Nel 2011 il numero di stalli in Molise è pari a 14 per 1.000 autovetture circolanti, contro una media italiana di 17,9.

Le piste ciclabili sono aumentate dal 2008 (+6%), ma la loro densità relativa resta bassa, pari a 9,6 km per 100 Km² di superficie comunale, mentre i comuni capoluogo di provincia in Italia dispongono in media di 16,6 km di piste ciclabili per 100 Km² di superficie comunale. Sono stati attivati servizi di *bike sharing* a Isernia e Termoli.

Strumento utilizzato per il contenimento dell'inquinamento da traffico nelle aree centrali delle città sono le ZTL (Zone a Traffico Limitato). In Molise esse coprono 1,7 Km² per 100 Km² di superficie, mentre la media italiana è di 0,6 Km². Le aree pedonali, ovvero zone interdette alla circolazione dei veicoli, costituiscono una misura indirizzata a favorire l'uso di spazi urbani, sottraendoli al traffico veicolare, al fine di incentivare la mobilità pedonale e migliorare la qualità della vita nelle città. I comuni molisani capoluogo di provincia, Campobasso e Isernia, dispongono in media di 57 m² di aree pedonali per 100 abitanti, quindi anche in questo caso si tratta di una superficie più ampia rispetto alla media italiana (32,6 m²).

L'introduzione di misure di tariffazione della sosta in aree destinate al parcheggio rientra fra le strategie di mobilità urbana adottate dalle amministrazioni comunali per limitare la sosta prolungata in città. Da questo punto di vista il dato molisano è inferiore al dato nazionale: in Molise si hanno in media 47,2 stalli di sosta a pagamento ogni 1.000 autovetture circolanti, contro una media italiana (nei capoluoghi di provincia) di 51,3 stalli.

Monitoraggio della qualità dell'aria

La densità veicolare (numero di veicoli per Km² di superficie comunale), calcolata considerando tutti i mezzi adibiti al trasporto su ruota sia di persone sia di merci, incide negativamente sulla qualità ambientale. L'ARPA regionale (Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente Molise), con il suo sistema di stazioni di monitoraggio in tempo reale distribuite sulle strade delle principali città della regione, offre un flusso continuo di dati per la rilevazione rapida ed efficace dei pericoli e dei rischi, come i superamenti dei limiti degli inquinanti nell'aria. Si attua un monitoraggio continuo della qualità dell'aria urbana e di conseguenza si analizza l'inquinamento causato dal sistema di trasporto. Le informazioni ottenute tramite Internet vengono mantenute nel database interno e periodicamente inviate alla Regione Molise, che tuttavia non dispone di un sistema informativo adeguato per l'elaborazione di questi dati e la loro interpretazione ai fini della pianificazione.

Gli indicatori della qualità dell'aria, oggetto del monitoraggio delle centraline dell'ARPA Molise sono stati da noi selezionati tra quelli che, per studi scientifici di settore, risultano collegati e in diretta dipendenza con il trasporto e con la mobilità delle persone e delle merci. Tali indicatori, analizzati in uno spazio pluriennale, dimostrano una tendenza significativa della situazione sulla qualità dell'aria regionale. In particolare, vengono considerate pericolose per la salute le medie annue di PM10.

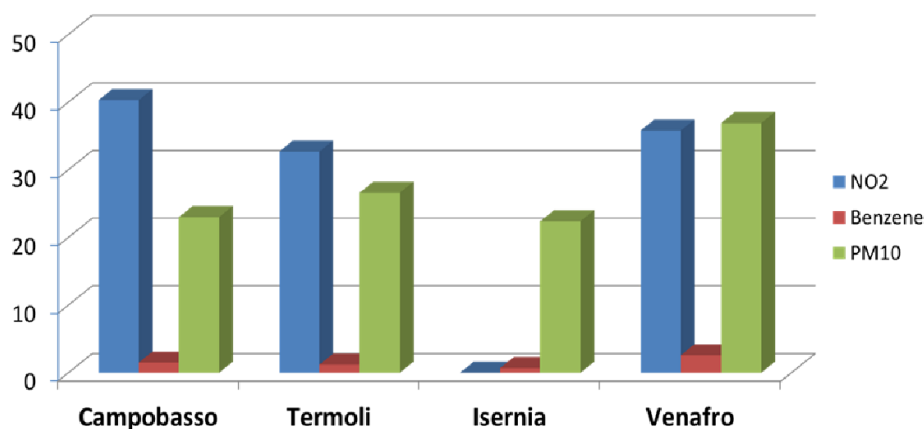


Figura 3 – Monitoraggio Qualità dell'aria 2012 – Fonte: ARPA Molise.

Piattaforma GIS per la gestione integrata dei dati

L'integrazione di tutti i dati di interesse per questo progetto in un sistema informativo geografico è una precondizione indispensabile per poter studiare gli impatti ambientali e per individuare politiche di mobilità sostenibile.

È stato, quindi, realizzato un *geodatabase*, basato in parte su *open data*, che ha integrato i dati sulle reti di trasporto con dati sulla mobilità e sull'inquinamento atmosferico. Il modello ottenuto consente di studiare la mobilità e di analizzarne gli impatti ambientali, economici e sociali sul territorio. Inoltre si sta sviluppando un portale tematico *WebGis* con strumenti completamente open source per garantire la disponibilità delle risorse progettuali, di analisi e di consultazione e riutilizzo dei dati. Gli *open data* relativi alla rete stradale sono stati opportunamente trattati per ricostruire la topologia delle reti in modo tale che ad ogni intersezione tra i diversi rami della rete corrispondesse un nodo, ovvero ogni arco risultasse connesso con gli altri archi concorrenti nello stesso nodo e permettere in tal modo le *network analysis*.

Lo scopo del *geodatabase* prodotto in questo lavoro è quello di essere integrato all'interno di un portale web e di fornire un servizio *WebGis* sulle reti di trasporto, mobilità e la qualità dell'aria della Regione Molise. A tal proposito è stata utilizzata la piattaforma *OpenGeoSuite*. Questa consiste in un servizio di *map server* per dati geografici che utilizza il software *Geoserver* ed un *browser* di navigazione ed *editing* dei dati (*Geoexplorer*). *Geoserver* è un software *open source* che permette la pubblicazione e la condivisione di dati geospaziali. È sviluppato in Java ed utilizza *open standard* per garantire l'interoperabilità e permettere la pubblicazione dei più diffusi formati di dati spaziali. Da una parte vi sono i *provider* che mettono a disposizione i dati spaziali e dall'altra parte gli utenti possono visualizzarli, interrogarli e scaricarli senza necessariamente conoscere l'architettura del sistema. Inoltre è possibile sovrapporre i dati con mappe di base di altri visualizzatori di dati spaziali quali *Open Street Map* o *Google Earth*.

I principali indicatori individuati nella ricerca derivano prevalentemente da modelli di trasporto ed ambientali. Si tratta di dati eterogenei che necessitano di un'opportuna integrazione per poter essere analizzati.

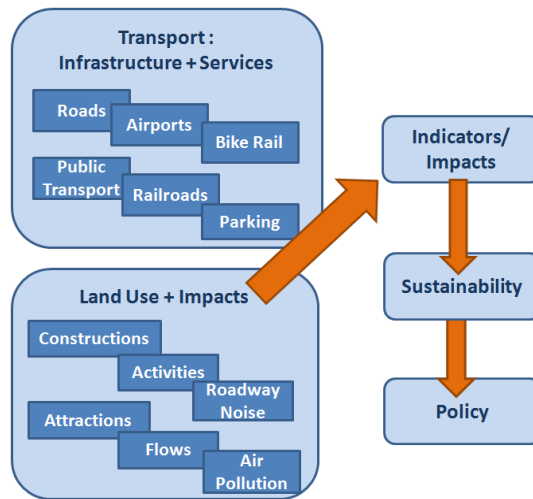


Figura 4 – Modello dati.

La piattaforma GIS appositamente sviluppata contiene dunque dati su qualità dell'aria, reti di trasporto, accessibilità, uso del suolo, ecc. e permette analisi spaziali a diverse scale ed analisi sulle reti di trasporto integrate con altri aspetti socio-economici per poter ricavare nuove informazioni ma anche per lo sviluppo di nuovi modelli.

Riferimenti bibliografici

- Meini M., Nocera R., Spinelli Gf. (2013), "L'analisi spaziale della mobilità turistica attraverso strumenti di *geotagging*: un esperimento con la *web community* di Panoramio", *Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia*, 149: 87-101.
- Monica M., Nocera R., Chirici G., Lasserre B., Marchetti M. (2013), "Mobility-oriented territorial research: the Molise agenda", *THE ISSUE Newsletter*, 4: 70-71.
- Meini M., Nocera R., Lasserre B., Chirici G., Marchetti M. (2013), "Towards sustainable mobility: a multiscale integrated approach", *Space and ICT Applications supporting Smart, Green, Integrated Transport and Urban Mobility*, THE ISSUE – NEREUS, European Commission 7th Framework Programme, 70-72 <http://www.nereus-regions.eu/sites/all/projects/THE_ISSUE/The-Issue_book_Authors.pdf>.
- Meini M., Nocera R. (2012), "Criteri di progettazione di itinerari turistici in paesaggi agro-culturali", *Annali del turismo*, 1: 305-326.
- Meini M., Nocera R., Spinelli Gf. (2012), Flussi turistici e regioni di destinazione: come misurare la mobilità turistica, in Dini F., Randelli F. (a cura di), *Oltre la globalizzazione: le proposte della Geografia economica*, Firenze, Firenze University Press (Memorie Geografiche, n.s., 9): 211-220.
- Meini M., Nocera R., Spinelli Gf. (2012), "Un approccio sistematico per l'analisi di mobilità tramite l'uso di immagini geolocalizzate", *Atti 16a Conferenza Nazionale ASITA*, Vicenza, 6-9 novembre, 957-961.
- Meini M. (a cura di) (2008), *Mobilità e territorio. Flussi, attori, strategie*, Pàtron, Bologna.
- P. Lattarulo (a cura di) (2003), *I costi ambientali e sociali della mobilità*, IRPET, FrancoAngeli, Milano.
- Meini M. (2003), "Le politiche per il governo della mobilità urbana. Un confronto tra politiche comunitarie, strategie italiane e interventi locali", *Rivista Geografica Italiana*, 2: 281-327.
- Meini M. (2003), "L'impatto ambientale e sociale della mobilità. Un modello di analisi a scala locale", *Rivista Geografica Italiana*, 4: 687-724.