

Domenico Enrico  
Massimo<sup>1</sup>  
Antonino Barbalace<sup>2</sup>  
Antonio Pietro Paolo  
Massimo<sup>3</sup>  
Riccardo Maria Cefalà<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> *Dipartimento Patrimonio Architettonico e Urbanistico (PAU), Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*

## Valutazione a criteri multipli di alternative di trasporto per fronteggiare lo sprawl

Attribuzioni. D. E. MASSIMO ha impostato la ricerca e ha redatto i paragrafi: 1, 2, 3, 9, 11. A. BARBA-LACE ha coordinato la ricerca operativa, ha costruito il sistema informativo, ha elaborato i dati, ha coordinato il panel di valutatori esperti, ha redatto i paragrafi: 4, 5, 7. A. P. P. MASSIMO ha individuato e configurato gli alternativi scenari infrastrutturali, ha stimato i costi degli investimenti negli alternativi scenari, ha partecipato al panel di valutatori esperti in infrastrutture, ha redatto i paragrafi: 6, 10. R. M. CEFALÀ ha spazializzato i motori valutativi e ha revisionato il paragrafo: 8.

---

### 1. Framework generale della ricerca e focus specifici

La ricerca generale qui introdotta concerne il fenomeno dell'urban sprawl dispiegatosi nell'ultimo secolo e definito come «the physical pattern of low density settlement in urban areas, under market conditions, mainly in the surrounding of agricultural areas as well as open land» (EEA, 2006), nel complesso sistema urbano Europeo (e non solo).

Tale ricerca generale (Massimo, 2009; Massimo *et al.*, 2009; Massimo, Barbalace, 2009a, 2009b; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009a), attraverso meta-analisi e analisi a differenti scale, ha mirato a:

- analizzare l'andamento dello sprawl nel tempo e stimare la sua consistenza ed estensione topografica in aree-studio;
- comprendere le cause dello sprawl, tentando di individuare l'eventuale nesso causale con l'incremento demografico e allo stesso tempo con la crescita economica;
- cercare, individuare ed elaborare misure per la sua mitigazione in *policy responses*, anche basandosi su alcune esperienze di riferimento;
- progettare e testare nuovi set di criteri per la valutazione multi-dimensionale delle *policy responses* finalizzate a mitigazione e fronteggiamento dello sprawl medesimo.

Focus dello specifico studio che qui si presenta, quale parte della più generale ricerca citata, è il rapporto tra sprawl e trasporti (Massimo, Barbalace, 2010;

---

<sup>3</sup> Tecnimont S.p.A., Project Control Department, Roma.

<sup>4</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, INFN, Perugia.

Massimo, Barbalace, Massimo, Cefala, 2010; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009b, 2010; Massimo, Massimo, 2010; Massimo, Musolino, Barbalace, Massimo, 2010), e un possibile approccio di pianificazione e gestione delle *policy responses* all'urban sprawl attraverso l'integrazione dei sistemi di insediamenti consolidati (nella prospettiva di una loro ri-vitalizzazione) con i trasporti pubblici verdi. Tale approccio è generalmente noto con il nome di *Transit Oriented Development* (TOD) (Arrington, Parker, 2001; Bertolini, 1999; Calthorpe, 1993; Cervero, Duncan, 2002; Cervero, Ferrell, Murphy, 2002; Huang, 1996; Porter, 1997; Reconnecting America, 2007; RICS, 2002).

## 2. Infrastrutture e sprawl

Quale punto di partenza del presente studio, una specifica domanda emerge circa lo sprawl: i trasporti pubblici verdi possono aiutare a fronteggiare e mitigare lo sprawl?

Gli studi pionieristici (Clawson, 1971, 1973), le ricerche a scala continentale (EEA, 2006; Galster *et al.*, 2001; Young, 1995), gli studi localizzati (Emiliani, 2007; Kim, 2002; Saum, 2008) hanno osservato che tra i numerosi impatti negativi dello sprawl uno è particolarmente dannoso: la disintegrazione nello spazio urbano dei consolidati mix funzionali, provocata dallo *zoning* durante l'espansione dell'ultimo secolo. Ne deriva una conseguente diminuzione dell'accessibilità strutturale nei territori perché la separazione geografica delle funzioni implica per gli abitanti l'obbligo di spostamenti quotidiani frenetici per svolgere funzioni anche solo elementari e quindi frequenti. Ciò produce l'aumento di un'artificiale mobilità individuale con le autovetture private con tutte le pesanti conseguenze che ne derivano, come da tempo documentano analisi, statistiche, inferenze e valutazioni relative ad accessibilità e trasporti (Ben-Akiva, Lerman, 1997; Ben-Akiva, Bierlaire, 1999; Cameron, Kenworthy, Lyons, 2003; Gakenheimer, Zegras, 2004; Hall, 1999; Maruccci, Gatta, 2005; Marone, 2005; Wilson, Nuzzolo, 2005; Zegras, 2009; Zegras, Gakenheimer, 2000; Zegras, Srinivasan, 2007; Zegras, Sussman, Conklin, 2004; Zhan, 2008; Zhao, Wilson, Rahbee, 2006).

A ciò si aggiunge l'espansione a bassa densità che acuisce la dipendenza dall'autovettura privata perché i trasporti collettivi, specie se ferroviari, possono servire solo insediamenti densi.

In alternativa all'espansione edilizia "libera" (selvaggia), la connessione con servizi di trasporto collettivo tra insediamenti densi può fare la differenza. Può contribuire a consolidare gli esistenti centri densamente abitati, favorire la loro accessibilità strutturale, ridurre il traffico veicolare individuale e la conseguente congestione stradale. Questo rappresenta un innovativo approccio, il sopra citato TOD, per ricostruire la positiva relazione (scomparsa negli ultimi decenni) tra insediamenti e accessibilità strutturale. Ciò favorisce anche nuove modalità nel campo della valutazione a criteri multipli di accessibilità, infrastrutture e trasporti.

### 3. Approcci valutativi e nuovi set di criteri

Il TOD rappresenta un nuovo framework del rapporto insediamento-transporto. Con esso si integra anche il modo di valutare nel settore dei trasporti dove le stime sono state spesso svolte considerando solo pochi isolati criteri di giudizio, quali:

- costi iniziali di investimento, quale input iniziale;
- velocità di crociera dei trasporti, quale output finale.

Questi sono spesso adottati come uniche e sole leve per compiere scelte nel settore degli investimenti nelle infrastrutture di trasporto. La ricerca suggerisce di: impostare la valutazione per comparazione sinottica in più scenari tra cui lo status quo; passare da due soli criteri di stima (per la scelta nel campo degli scenari di infrastrutture di trasporto) ad una valutazione a più dimensioni; includere quindi nuovi rilevanti criteri per la valutazione delle alternative; esprimere attraverso tali criteri, gli obiettivi della strategia. Ne deriva la Tabella dei criteri multipli.

Tabella 1. Accessibilità e infrastrutture. Criteri multipli di valutazione della alternative di trasporto.

TOD objective to face sprawl (requirements)	Criteria (and measures/indicators) to assess fulfillment of objectives
a Settlement and urban centers should be directly served by urban railroad, train-tram, S-Bahn	Ca Settlements crossed by transport infrastructure and services (number of)
b Larger number of residents/inhabitants should be served by railroad	Cb Residents/inhabitants served directly by infrastructures (number of)
c Tracks and organization of accessibility infrastructures should get social consensus	Cc Level of social consensus toward accessibility infrastructures (yes/no)
d Infrastructure and accessibility should not only be admitted by plans but also shall help to implement planning	Cd Convergence of planning tools and acts toward the greenest alternative in accessibility and transport (how many)
e Accessibility and transport alternatives should contribute to reducing CO <sub>2</sub> emissions	Ce Potentiality of each alternative for CO <sub>2</sub> reduction with respect to <i>status quo</i> (degree)
f Accessibility and transport alternatives investments/interventions should minimize landscape injuries and soil consumption	Cf Measure of soil consumption for transport investments/interventions, and consequent injuries to landscape (soil measure; number of injuries; degree of injuries)
g Accessibility and transport alternative must maximize both: population directly served; best possible connection with corridors as TEN, national, regional, local and with other strategic nodes	Cg Networking connection with other strategic nodes and corridors as Trans European Network (TEN), national, regional, local (yes/no)

I criteri multipli permettono di stimare l'allineamento di importanti caratteristiche in ciascuno dei progetti alternativi che compongono gli scenari di trasporto futuro all'interno del framework dell'approccio TOD, che mira a sostituire l'attuale artificiale mobilità con l'accessibilità strutturale all'interno e tra gli insediamenti.

I criteri sono logicamente collegati al nuovo modo di intendere l'organizzazione del trasporto in modo "intergrato" nel framework di accessibilità strutturale interna ai centri abitati nonché tra i sistemi di insediamenti e pertanto finalizzati a fronteggiare ed eventualmente a mitigare l'urban sprawl. Uno dei principali compiti della valutazione dovrebbe essere la stima comparativa dell'efficacia dei progetti alternativi di trasporto nel perseguimento degli obiettivi.

#### 4. Caso di Studio

Il framework generale di ricerca è stato applicato in uno specifico Caso di Studio per supportare la comunità della Calabria, la regione mediterranea più meridionale dell'Italia continentale, nell'analizzare il dilagante fenomeno dello sprawl e, possibilmente, nell'affrontarlo e mitigarlo.

Lunghe analisi dello sprawl a scala regionale (Massimo *et al.*, 2009; Massimo, Barbalace, 2009a, 2009b; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009a) hanno permesso di stimare in m<sup>2</sup> un impressionante consumo di suolo per anno, ovvero la quantità topografica di territorio annualmente distrutto a causa della disordinata e selvaggia iper-espansione edilizia nei territori agricoli circostanti le zone urbane e particolarmente sulle coste.

Dopo avere analizzato lo sprawl a scala regionale e provinciale, attraverso il citato Caso di Studio, la ricerca si è focalizzata sull'area sub-regionale centrale dell'istmo Calabrese (la più stretta parte di Italia: 40 km) dove sono localizzate la seconda (Catanzaro) e terza (Lamezia Terme) città della regione. Nella regione e nell'area di studio, a partire dal 1954 quando iniziò il periodo di industrializzazione nel Nord del Paese e fu avviato il *welfare state*, è stata avviata e poi realizzata una frammentata *housing location* con le gravi conseguenze, tra l'altro, di un elevato consumo di suolo e di un concomitante aumento della giornaliera mobilità degli abitanti dai diversi insediamenti sparsi e rarefatti. Tale artificiale mobilità è espletata maggiormente, se non esclusivamente, con auto privata, e non potrebbe essere altrimenti, portando come conseguenza: inefficienza nella vita sociale; dispersione di tempo; consumo e dipendenza dai combustibili fossili; maggiore inquinamento; aumento di rischi di incidentalità stradale; difficoltà di parcheggio nei luoghi di destinazione; costi aggiuntivi per infrazioni.

Gli impatti sopra elencati richiedono studi specifici per analizzare e valutare le possibilità di mitigare in futuro lo sprawl. Organizzazioni ed esperti (EEA, 2006; Galster *et al.*, 2001; Young, 1995) indicano tra le *policies* strutturali l'ammodernamento e la rivitalizzazione degli insediamenti esistenti, e in particolare di città e centri consolidati oggi sempre più abbandonati e trascurati, servendoli il più possibile con sistemi di trasporto pubblico verde e *feeder* per:

- migliorare l'oggettiva accessibilità strutturale negli e tra gli insediamenti per persone e cose;

- creare un'alternativa dalla mobilità individuale con l'auto privata alla accessibilità collettiva.

Dalle indicazioni di *policies* di mitigazione risulta che rivitalizzazione-rigenerazione urbana e trasporti pubblici verdi sono investimenti strutturali tra loro complementari perché contribuiscono a cambiare le caratteristiche intrinseche degli spazi urbani e delle economie locali e dovrebbero essere quindi visti come infrastrutture urbane.

## 5. Corridoi regionali con maggiore congestione e *policies* di mitigazione

La ricerca ha impostato un prodotto nuovo, ovvero un «regional overtime topographic basemap» (Dangermond) che permette di effettuare analisi, dettagliate fino alla scala topografica, della dinamica degli insediamenti nei diversi periodi storici. Tale strumento ha permesso di individuare i corridoi con la maggiore congestione della regione per prefigurare selezionati interventi strutturali di miglioramento anche attraverso investimenti alternativi. Nell'area centrale istmica della Calabria la ricerca ha quindi individuato il più grande corridoio su strada della regione. Si tratta del corridoio stradale che collega il baricentro della regione sulla costa tirrenica e il capoluogo sulla costa ionica, congestionato dalla mobilità individuale con autovettura privata di pendolari giornalieri e periodici, registrando un traffico medio giornaliero di circa 28.000 autovetture. Le analisi svolte in altre ricerche sullo sprawl rivelano che le *policies* elettive di mitigazione sono il *green public transport* su rotaia quale preferibile modalità per accrescere accessibilità intrinseca in alternativa alla mobilità individuale (*un-pooled*) su gomma e autovettura privata.

Per valutare questo scenario futuro di possibile cambiamento modale mediante *green public transport*, alternativo alla modalità attuale, il primo passo deve essere l'analisi e il *test* sulla propensione dei pendolari che già utilizzano l'autovettura privata al cambiamento modale, *modal shifting*, verso il trasporto pubblico collettivo specie su ferro per i loro spostamenti *inter-city* ed *intra-city*. La ricerca ha rintracciato specifici studi e sondaggi basati su interviste a campioni di pendolari con incoraggianti risultati circa la positiva propensione e la volontà di coloro che utilizzano attualmente l'auto privata (alcuni di essi nell'area del Caso di Studio) a cambiare modalità a favore del trasporto pubblico su ferro. Ciò conferma la necessità di focalizzare gli interventi futuri sulla creazione di una stretta connessione tra sistema urbano e sistema ferroviario.

## 6. Infrastruttura esistente sorprendentemente sottostimata nell'area del Caso di Studio

I corridoi regionali sono localizzati e geo-referenziati in un dedicato sistema informativo, integrato con il *basemap* e insieme parte di un più ampio sistema generale per la valutazione e la stima o SGV (Stanghellini, 2004: pp. 217-242). Ciò

consente la lettura spaziale cartografica dell'intera regione dal 1788 al 2011. All'interno di questa lettura è stato sorprendente scoprire che proprio nella stessa area del Caso di Studio oltre al principale corridoio stradale più trafficato e congestionato della regione esiste un parallelo corridoio ferroviario Est-Ovest. Esso fa parte dell'originario e intelligente sistema ferroviario concepito nel 1864, all'interno dell'allora Parlamento, in modo "moderno", ovvero collegante direttamente con la nuova ferrovia il numero più elevato possibile di città e centri dei fondovalle e delle coste e, in più, anche gli insediamenti interni grazie a coraggiose linee ferroviarie non-litoranee come le calabro-lucane e le gioiesi.

Tale sottostimato corridoio ferroviario trasversale Est-Ovest collega numerosi insediamenti servendo un totale di circa 250.000 residenti, includenti la seconda e terza città della regione, di cui una è il capoluogo, nonché numerosi poli scientifici e tecnologici, l'Università, due Ospedali, la sede del governo regionale, mercati generali. Esso rappresenta inoltre un potenziale raccordo con: altri importanti infrastrutture di trasporto tra cui le due dorsali ferroviarie nazionali; due corridoi continentali e i Trans European Network (TEN); l'Aeroporto Internazionale di Lamezia Terme, il più trafficato e in crescita della regione con oltre 1.500.000 passeggeri ogni anno e picchi quotidiani di oltre 10.000 passeggeri/giorno in estate; poli di concentrazioni di altre modalità di trasporto come autostazioni e parcheggi.

L'importante potenzialità dell'esistente tracciato ferroviario è trascurata illogicamente, privando le persone e i pendolari di un'importante opzione modale e mantenendo invece una costosa (sia per i bilanci dei privati, che per l'ambiente e il budget pubblico) e inefficiente unica modalità su gomma e autovettura privata come esclusivo sistema di commuting nell'area. Tutto ciò genera una condizione Pareto non-ottimale che può essere migliorata con investimenti pubblici in sequela alle strutturali indicazioni di policies, prima citate, e a già realizzati benchmarks di successo.

## 7. Alternative di trasporto nell'area del Caso di Studio

I risultati dei sondaggi sul potenziale *modal shifting* degli attuali pendolari automobilisti spingono inoltre a tenere in considerazione le esistenti e le future possibili alternative di pendolarismo nell'area e di effettuare valutazioni utilizzando più criteri, e non soltanto i due noti di: costo iniziale dell'investimento; velocità di crociera dei trasporti.

Effettuando il censimento delle esistenti e delle potenziali future alternative di trasporto, è stato sorprendente scoprire anche l'esistenza di un progetto (ideato dalla compagnia pubblica di gestione ferroviaria) che ha concepito e progettato un corridoio ferroviario totalmente alternativo e completamente nuovo. Questo è localizzato nella parte più meridionale dell'area del Caso di Studio, al di fuori di qualsiasi piano o strumento di pianificazione, sia generale e sia dei trasporti (Ministero delle Infrastrutture, 2001; Ministero dei Lavori pubblici, 2001; Provincia di Catanzaro, 2006; Regione Calabria, 2001, 2003, 2007), e non collega nessun insediamento se non il centro storico del capoluogo della regione direttamente con l'aeroporto internazionale. In tal modo si configura l'esistenza nell'area di tre potenziali alternative di trasporto.

- *Alternativa 1, (A1):* stato di fatto, *do nothing*; prevalenza di una strada principale per il commuting inter-city con autovettura privata, e non contemplando la ferrovia.
- *Alternativa 2, (A2):* forte potenziamento fisico e funzionale della ferrovia esistente (parallela a Nord rispetto all'Alternativa 1); oggi tale ferrovia è abbandonata sebbene rappresenti una potenzialità strategica per la futura gestione spaziale ed economica dell'area e della relativa pianificazione.
- *Alternativa 3, (A3):* nuovo progetto (sinora poco conosciuto) per un nuovo corridoio ferroviario (parallelo e molto a Sud rispetto all'Alternativa 1), ideato dalla compagnia pubblica di gestione ferroviaria, che non serve direttamente i numerosi insediamenti e abitanti e risulta completamente al di fuori di qualsiasi strumento di pianificazione generale dei trasporti.

## 8. Integrazione tra Geodatabase e *Multi Criteria Analysis* (MCA)

Nella ricerca è stata rilevata la necessità e utilità di strumenti e sistemi capaci di integrare i motori valutativi con quelli spaziali per consentire facilmente ai valutatori di disporre di una piattaforma supportata da sistemi geografici che forniscono dati localizzati per graduare topograficamente i criteri, consentendo di effettuare stime integrate con maggiore efficacia di risultati.

A questo scopo, partendo da originarie ricerche sulla *Multi Criteria Analysis* (MCA) (Hinloopen, 1985; Hinloopen, Nijkamp, 1986; Israels, Keller, 1986; Hartog, Hinloopen, Nijkamp, 1988), è stato messo a punto con dedicati algoritmi (Massimo, Barbalace, Massimo, Cefala, 2010) un prototipo geo-referenziato e sperimentato nel Caso di Studio. Il prototipo favorisce la valutazione comparativa di alternative lineari di trasporto, quindi dispiegate in uno spazio geografico di cui urgono informazioni topograficamente localizzate per permettere ai *panel* di esperti in infrastrutture di assegnare *scores* ovvero punteggi ordinali ai criteri. Infatti, vi è una varietà di dati che descrivono il territorio, l'insediamento, le strutture territoriali, la popolazione, i trasporti. Tali *layers* di dati sono aggiunti al Geodatabase dedicato che contiene la rappresentazione spaziale delle alternative insieme alle relative informazioni alfanumeriche.

Nello specifico sono stati adottati strumenti analitici direttamente operativi che permettono la gestione contemporanea di dati sia ordinali e sia cardinali, come la tecnica analitica del Dominant Regime Method (DRM) messa a punto da Nijkamp e Hinloopen nel 1985 (Hartog, Hinloopen, Nijkamp, 1988; Hinloopen, 1985; Hinloopen, Nijkamp, 1986; Albers, 1987), di cui è stato elaborato l'apposito software spazializzato con dedicati algoritmi (Massimo, Barbalace, Massimo, Cefala, 2010). Il sistema crea uno strato informativo per avviare la valutazione comparativa a criteri multipli da quantificare (*scoring*) tante volte quante sono le Alternative. La matrice prodotta dagli *scores*, ovvero i punteggi assegnati, è gestita grazie alla tecnica del DRM (Massimo, 1995, in Coccossis e Nijkamp: pp. 171-189), che alla fine dell'elaborazione produce un vettore specifico spazializzato quale *ranking* della alternative, mediante i passaggi metodologici descritti nel seguito.

## 9. Applicazione dei criteri per la valutazione

Nei più recenti approcci per la valutazione dei trasporti, nuovi criteri sono presi in considerazione in aggiunta ai due tradizionali relativi ai costi iniziali di realizzazione, quale input, e alla velocità di percorrenza e crociera, quale output. Ciò grazie ai contributi forniti dall'approccio *Transit Oriented Development*, TOD. Sono introdotti: numero di abitanti/residenti serviti direttamente nei centri abitati; doppio consenso verso gli investimenti nelle infrastrutture di trasporto, quali, primo, consenso sociale e, secondo, la convergenza con i piani e gli strumenti di pianificazione sia generale che dei trasporti; impatto ambientale sia sulla CO<sub>2</sub> e sia sul paesaggio; capacità di collegamento con i network ferroviari alle diverse scale geografiche (inter-regionali; regionali; nazionali; TEN). Ne risulta la seguente tassonomia di criteri.

Tabella 2. Tassonomia di criteri di valutazione.

N	Criteri
C1	Insedimenti serviti
C2	Popolazione servita
C3	Consenso sociale e organizzazioni <i>grass root</i>
C4	Convergenza della pianificazione verso una alternativa.
C5	Riduzione della CO <sub>2</sub>
C6	Impatto ambientale ovvero sul paesaggio
C7	Networking ferroviario. Globale-locale

Ruolo importante è svolto dal *panel* di esperti in infrastrutture nel valutare le alternative in relazione ai criteri. Ciascun singolo criterio, tra quelli introdotti nella precedente Tabella, è separatamente, segretamente e comparativamente valutato riservatamente da ciascun *panelist* per ciascuna alternativa assegnando punteggi (*scores*) progressivi compresi tra 1 (peggiore) e 5 (migliore) come descritto nel seguito.

### *Insedimenti serviti*

A1, prevede il mantenimento della congestionata strada già esistente, lontana dagli insediamenti, quindi l'alternativa non si configura come una ferrovia (-). A2 prevede il potenziamento della ferrovia che attraversa tutti gli insediamenti (++) dell'area del Caso di Studio. A3 è una ferrovia progettata ancora più distante dagli insediamenti (-) rispetto alla strada esistente. Il risultato è che soltanto A2 raggiunge l'obiettivo. Il *panel* assegna i seguenti punteggi o *scores*: A1:2; A2:5; A3:1.

### *Popolazione servita*

A1 serve solo indirettamente l'area attraverso il sistema stradale secondario ed è obbligatorio il ricorso ad autovetture private, quindi è utilizzabile solo dagli automobilisti (=) non essendo una alternativa ferroviaria. A2 serve con la ferrovia

circa 250.000 residenti oltre che la popolazione non residente (++)). A3 non serve direttamente i residenti (-). Il risultato è che soltanto A2 raggiunge l'obiettivo. Il panel assegna i seguenti punteggi o scores: A1:3; A2:5; A3:1.

#### *Consenso sociale e organizzazioni grass root*

La società locale auspica un cambiamento: non continuare a tenere lo stato di fatto della sola Alternativa A1 (-). Attività pubbliche e reports dei media mostrano il pro-attivo, prevalente e pressoché unanime consenso sociale verso A2 (++)). Forte è invece l'opposizione sociale verso A3 (-) che invece ha bisogno di enormi sforzi pubblici e che lascia tutti gli insediamenti dell'area senza un diretto e immediato servizio ferroviario *inter-city/intra-city*. Il risultato è che soltanto A2 raggiunge l'obiettivo. Il panel assegna i seguenti punteggi o scores: A1:2; A2:5; A3:1.

#### *Convergenza della pianificazione verso un'alternativa*

Tutti gli strumenti di pianificazione esaminati, territoriali e settoriali dei trasporti, convergono in modo chiaro verso A2 (++) quale esplicita alternativa al socialmente ed ecologicamente avversato status quo A1 (-) e alla non menzionata e poco divulgata Alternativa A3 (-). Il risultato è che soltanto A2 raggiunge l'obiettivo. Il panel assegna i seguenti punteggi o scores: A1:1; A2:5; A3:2.

#### *Riduzione della CO<sub>2</sub>*

A1 lascia l'attuale alto livello di inquinamento emesso senza mitigazione e senza possibile opzione di diversa scelta perché conserva l'unica modalità dell'auto-vettura privata (-). A2 implica riduzione di CO<sub>2</sub> nell'intero settore dei trasporti nell'area (++) sia durante il *life cycle* (preminentemente la gestione) e sia nell'investimento iniziale perché non deve essere costruita completamente da zero nessuna ferrovia. A3 ha un impatto positivo sulla riduzione di CO<sub>2</sub> nella gestione, ma non nella fase dell'investimento e ciò per due ragioni: richiede la costruzione di una infrastruttura del tutto nuova (-); implica inoltre la dismissione di A2 con un conseguente disinvestimento di un esistente funzionante capitale. Il risultato è che soltanto A2 raggiunge l'obiettivo. Il panel assegna i seguenti punteggi o scores: A1:1; A2:5; A3:2.

#### *Impatto ambientale/paesaggio*

A1 non produce alcun cambiamento negativo sul paesaggio (+). A2 produce cambiamenti di non rilevante entità sul paesaggio perché è un semplice miglioramento e potenziamento di una tratta ferroviaria già esistente (+). A3 è una costruzione completamente nuova e il suo impatto sul paesaggio è notevole (-). Il panel assegna i seguenti punteggi o scores: A1:4; A2:3; A3:1.

#### *Networking ferroviario. Globale-locale*

A1 non è una ferrovia (-). A2 connette i corridoi Pan-Europei, nazionali e interregionali con servizi locali verso tutti gli insediamenti, attuando l'approccio S-Bahn (++) o train-tram. A3 connette soltanto i corridoi di lunga distanza, ma non serve le comunità locali né inter-connette gli insediamenti esistenti (+). Il risul-

tato è che soltanto A2 raggiunge l'obiettivo. Il *panel* assegna i seguenti punteggi o scores: A1:1; A2:5; A3:4.

L'applicazione dei criteri fornisce la seguente Tabella dei primi risultati.

Tabella 3. Valutazione empirica a criteri multipli delle alternative di trasporto nell'area del Caso di Studio.

		Criteri							
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
		Ca	Cb	Cc	Cd	Ce	Cf	Cg	
		Insedimenti serviti	Popolazione servita	Consenso sociale	Convergenza pianificazione	Riduzione della CO <sub>2</sub>	Impatto ambientale	Networking ferroviario	
Alternative	A1	Status quo. Strada e auto private	-	=	-	-	--	+	-
	A2	Potenziamento della ferrovia esistente	++	++	++	++	++	+ =	++
	A3	Progetto di una nuova ferrovia a Sud	-	-	--	-	-	--	+ =

L'esame della valutazione empirica qualitativa permette di desumere che solo l'Alternativa A2 sembra raggiungere l'obiettivo di realizzare l'approccio di trasporto sostenibile in grado di integrare i servizi di *commuter* con il più generale sistema ferroviario e di connettere solidalmente molti insediamenti dell'area. L'Alternativa A3 sembra fallire alcuni obiettivi cruciali, primo fra tutti il servizio diretto verso i cittadini dentro i centri abitati e la mancanza di inter-connessione tra gli esistenti insediamenti dell'area. La valutazione empirica deriva quindi il seguente *ranking* euristico: A2; A1; A3.

Tabella 4. Valutazione empirica a criteri multipli delle alternative di trasporto nell'area del Caso di Studio. Derivazione del ranking euristico delle alternative.

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Potenziamento della ferrovia esistente	++
2	A1. Status quo. Strada e auto private	-- =
3	A3. Progetto di una nuova ferrovia a Sud	--

## 10. Stima dei costi iniziali delle alternative e seconda applicazione dei criteri

La precedente valutazione intuitiva euristica ha soppesato criteri con segni positivi e negativi. Ad oggi i criteri non hanno un peso reciproco come consentirebbero i mo-

delli analitici multicriteriali che possono essere d'aiuto in ulteriori valutazioni basate su punteggi ordinali e performando anche eventuali pesature dei criteri medesimi.

I segni positivi e negativi sono stati quindi trasformati dal *panel* di valutatori esperti in infrastrutture anche in punteggi ovvero in valori qualitativi (*scores*) elaborabili con i modelli analitici. È possibile introdurre uno dei modelli analitici di frontiera *Multi Criteria Analysis* (MCA), tra quelli intensamente applicati e validati sperimentalmente sul campo.

Nel Caso di Studio è stato adottato e sperimentato il già citato modello analitico del Dominant Regime Method (DRM) di Nijkamp e Hinloopen (1985) perché ampiamente testato (Coccosis, Nijkamp, 1995; Albers, 1987) nonché direttamente sperimentato sul campo in Casi di Studio prototipali (Massimo, 1995, 1997, 1999, 2006; Massimo, Musolino, Barbalace, 2006; Massimo, Barbalace, 2007) anche nella versione spazializzata (Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2010). Una prima tappa metodologica è la trasformazione del precedente schema intuitivo euristico nella seguente matrice di *ordinal scores* o punteggi ordinali.

Tabella 5. Applicazione del Dominant Regime Method (DRM). Matrice dei dati ordinali per la valutazione a criteri multipli delle alternative di trasporto nell'area del Caso di Studio.

		Criteri								
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		
		Ca	Cb	Cc	Cd	Ce	Cf	Cg		
		Insestimenti serviti	Popolazione servita	Consenso sociale	Convergenza pianificazione	Riduzione della CO <sub>2</sub>	Impatto ambientale	Networking ferroviario		
Alternative	A1	Status Quo. Strada e autovetture		2	3	2	1	1	4	1
	A2	Potenziamento della ferrovia esistente		5	5	5	5	5	3	5
	A3	Progetto di una nuova ferrovia a Sud		1	1	1	2	2	1	4

Il modello analitico specifico di Dominant Regimen Method (DRM) elabora la matrice e i relativi *scores* e deriva il ranking delle Alternative, che conferma l'intuizione euristica.

Tabella 6. Applicazione del Dominant Regime Method (DRM). Derivazione del ranking delle alternative di trasporto mediante applicazione del modello analitico.

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Potenziamento della ferrovia esistente	0,999
2	A1. <i>Status Quo</i> . Strada e autovetture	0,374
3	A3. Progetto di una nuova ferrovia a Sud	0,127

Nella strategia per la gestione spaziale dell'area del Caso di Studio e nella valutazione a criteri multipli per individuare la preferita tra le tre possibili alternative di trasporto *coast to coast*, una preliminare analisi è stata svolta per derivare i costi relativi alla realizzazione delle alternative A1, A2, A3. A1, stato di fatto senza intervento, non implica costi diretti di investimento perché mantiene l'esistente; A2, potenziamento della ferrovia esistente, prevede un investimento stimato pari a € 140 milioni; A3, progetto ferroviario totalmente nuovo localizzato nella parte meridionale dell'area del Caso di Studio, prevede un investimento pari a € 405 milioni secondo i preventivi più aggiornati.

Acquisiti questi ulteriori dati, il modello analitico può essere testato con una prova di sensitività anche introducendo l'ulteriore criterio del costo iniziale di investimento. Nel Caso di Studio, i preventivi possono essere valutati e tradotti in punteggi ordinali (*scores*) come ha fatto il *panel* di esperti: Alternativa 1, costa zero Euro quindi ha *score* 5; Alternativa 2 costa € 140 milioni quindi ha *score* 3; Alternativa 3 costa € 405 milioni quindi ha *score* 1.

Ne consegue l'integrazione della matrice dei dati ordinali con una ulteriore colonna di dati.

L'adozione di punteggi (*scores*) ordinali e l'inclusione dell'ultimo ulteriore criterio dei costi iniziali di investimento arricchisce la base informativa per la decisione tra progetti alternativi.

Tabella 7. Applicazione del Dominant Regime Method (DRM). Matrice dei dati ordinali per la valutazione a criteri multipli delle alternative di trasporto. Scores per il nuovo criterio dei costi di investimento.

		Criteri								
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
		Ca	Cb	Cc	Cd	Ce	Cf	Cg	Ch	
		Insedimenti serviti	Popolazione servita	Consenso sociale	Convergenza pianificazione	Riduzione della CO <sub>2</sub>	Impatto ambientale	<i>Networking</i> ferroviario	Costi iniziali investimento	
Alternative	A1	Status quo. Strada e auto private	2	3	2	1	1	4	1	5
	A2	Potenziamento della ferrovia esistente	5	5	5	5	5	3	5	3
	A3	Progetto di una nuova ferrovia a Sud	1	1	1	2	2	1	4	1

Anche con l'arricchimento dei criteri sono confermati i due precedenti *scoring* e *ranking* gerarchici, come desumibile dalle Tabelle, a ulteriore riconoscimento della coerenza dell'alternativa preferibile A2 con gli obiettivi della strategia territoriale di integrazione tra insediamento e sistema dei trasporti collettivi.

Tabella 8. Applicazione del Dominant Regime Method (DRM). Derivazione del ranking delle alternative di trasporto mediante applicazione del modello analitico.

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Potenziamento della ferrovia esistente	0,999
2	A1. <i>Status Quo</i> . Strada e autovetture	0,329
3	A3. Progetto di una nuova ferrovia a Sud	0,172

## 11. Primi risultati e considerazioni

L'integrazione tra insediamenti esistenti consolidati e trasporti pubblici, specie su ferro, costituisce un importante obiettivo delle strategie di mitigazione dello sprawl.

Tale integrazione può essere trasformata in un contenuto della pianificazione e in un criterio di valutazione delle modifiche territoriali e paesaggistiche.

La valutazione comparativa tra alternativi scenari e soluzioni del rapporto insediamenti-trasporti può avvalersi degli approcci di *Multi Criteria Analysis* (MCA) quindi dell'adozione di criteri multipli nel gradare (ranking) alternative di intervento finalizzate alla soluzione del medesimo problema con approcci e modalità differenti.

L'applicazione di un approccio valutativo, nel settore dell'accessibilità e dei trasporti, basato su criteri multipli ampi e complessivi (e non solo sui due usuali aspetti di: costi iniziali di investimento; velocità di crociera) porta con logica sistematica a preferire una alternativa anziché un'altra sulla base di importanti obiettivi espressi dalle caratteristiche delle alternative medesime, quali:

- servire direttamente popolazione, insediamenti e centri abitati con infrastrutture e servizi;
- costruire il consenso nella società, con gli *stakeholders* e con gli *stockholders*;
- attuare scelte contenute negli atti e negli strumenti sia di pianificazione generale che di programmazione settoriale e pianificazione dei trasporti;
- aumentare l'accessibilità strutturale tra e negli insediamenti, e nei territori;
- conseguentemente mitigare la forsennata mobilità intra-inter-urbana artificiale creata dallo *zoning* urbanistico, che separa spazialmente le funzioni urbane in quartieri specializzati;
- mitigare l'altra forma di dipendenza dalla mobilità individuale con autovettura privata, derivata dall'insediamento disperso e rarefatto, cioè dallo sprawl nello spazio peri-urbano e agricolo;
- per effetto, ridurre: uso di autovetture; consumo di combustibili fossili; congestione delle strade; quantità di CO<sub>2</sub> emessa; inquinamento atmosferico conseguente;
- realizzare una integrazione ferroviaria tra reti locali, regionali, sistema delle dorsali nazionali, e corridoi continentali pan-europei come il Trans European Network.

Nel Caso di Studio della ricerca sono presenti tre alternative: A1; A2; A3. A1 è lo status quo. A2 è il potenziamento della ferrovia che pur esistente è illogicamente trascurata. A3 è un inaspettato nuovo progetto dell'ente gestore ferroviario

di un nuovo tracciato a Sud dell'area completamente lontano dai più importanti insediamenti e fuori da qualsiasi piano dei trasporti o della mobilità o dell'accessibilità. Le tre alternative sono state sottoposte alla valutazione qualitativa di un *panel* di esperti. L'approccio valutativo a criteri multipli ha prodotto la preferenza per l'Alternativa A2 rispetto alle Alternative A1 e A3. L'Alternativa A2 risultata preferibile si integra perfettamente con l'esistente insediamento rispondendo ad un criterio fondamentale posto al vertice della valutazione: integrare la ferrovia urbana direttamente nei centri abitati esistenti consolidati.

Tale preferibile Alternativa A2 ha tra le sue caratteristiche peculiari:

- collega direttamente molti degli insediamenti dell'area;
- può servire circa 250.000 residenti insediati potenziali;
- collega *coast to coast* il più stretto istmo regionale e nazionale;
- realizza la più rapida e breve connessione possibile nel territorio nazionale tra le due fondamentali dorsali ferroviarie Tirrenica e Ionica;
- in tal modo contribuisce a collegare due dei mega-corridoi del Trans European Network e pan-europei I (Palermo-Berlino) e VIII (Skopje-Varna).

L'Alternativa A2 ha l'ulteriore peculiare caratteristica di svolgere il doppio servizio sia locale che sovra-locale in una sede unificata che è sia treno-tram che ferrovia a lunga distanza, in analogia con *benchmarks* ed esperienze continentali, come la S-Bahn.

Successivamente nel Caso di Studio sono stati preventivati i costi dell'Alternativa A2 di potenziamento (e "ammodernamento") della ferrovia esistente pari a € 140 milioni. Sono riportati, secondo le ultime e più *up-dated* stime i costi del progetto di tracciato del tutto nuovo localizzato molto a Sud di tutti gli insediamenti, costituente l'Alternativa A3, che costerebbe oltre € 405 milioni. Ciò perché devono essere acquisite tutte le aree e perché il tracciato attraversa terreni con difficoltà tecniche da superare mediante l'esecuzione di costose opere. Sotto il profilo dei costi l'Alternativa 2 preferita sembra essere la più equilibrata, molto più finanche dell'Alternativa 1 dello status quo (*do nothing*). Quest'ultima solo apparentemente non presenta costi. In effetti nasconde enormi costi privati e sofferenze sociali implicite e non immediatamente monetarie, dovute a: pendolarismo automobilistico (*un-pooled*) delle persone; tempi di viaggio; inquinamento dell'atmosfera; rischi di incidentalità; congestione nelle città; alti costi personali privati di uso del mezzo individuale.

Con l'ulteriore criterio dei costi è stata ampliata la Matrice dei dati ordinali e ripetuta la valutazione a criteri multipli graduando ogni criterio per ogni alternativa con punteggi (*scores*) ordinali sempre espressi dal *panel* di esperti. I risultati prodotti dal modello analitico e dal correlato software, entrambi spazializzati, hanno confermato l'ordine di grandezza della precedente graduatoria delle alternative, e sottolineato l'affidabilità del metodo e dell'approccio, in coerenza con gli obiettivi espressi dai criteri medesimi.

In prima conclusione, la ricerca ha quindi raggiunto lo scopo di strutturare analisi e valutazione di progetti alternativi di infrastrutture di trasporto in un'area geografica per derivare, mediante applicazione di un motore a criteri multipli, un ranking gerarchico per la scelta tra alternative mediante percorso metodologico ripetibile, confrontabile, confutabile, controllabile.

## References

### Ricerche introduttive sullo sprawl

Clawson M. (1971) *Suburban Land Conversion*. Washington. Mimeo

Clawson M. (1973) *Planning and Urban Growth*. Washington. Mimeo

### Sprawls

European Environment Agency (2006) *Urban Sprawl in Europe. The Ignored Challenge*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. ISSN 1725-9177

Galster G., Hanson R., Ratcliffe M., Coleman S., Freihage J. (2001) Wrestling Sprawl to the Ground. *Housing Policy Debate*. Vol. 12, n. 4

Kim A. M. (2002) *Urban Land Market Development in Transition Economies*. Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Ma, Usa. Mimeo

Emiliani V. (2007) *Il consumo di suolo in Italia*. Roma. Mimeo

Saum C. (2008) Beijing and Shanghai: Places of Change and Contradiction. *Land Lines*. Vol. 20, n. 4: pp. 2-7. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Ma, Usa

Young D. (1995) *Alternatives to Sprawl*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Ma, Usa. ISBN: 1-55844-128-X

### Ricerche sullo sprawl a scala regionale e locale

Massimo D. E. (2009) Valutazione diacronica dei rapporti tra diverse tipologie di paesaggio. Un Caso di Studio di area vasta. In: Stanghellini S. (ed) *Valutazione e progetto di paesaggio*. DEI, Roma

Massimo D. E., con Musolino M., Barbalace A., Fragomeni C., Guidara M., Malerba A., Marzo Micale A., Massimo A. P. P., Mercuri A. E. S., Vescio M. (2009) GIS dello sprawl urbanistico. Recenti innovazioni nelle stime quantitative. In: Atti della 12a Conferenza Nazionale Utenti ESRI. *Gis in action*. Roma, 27-28.05.2009. ESRI Italia, Roma. CD-Rom

Massimo D. E., Barbalace A. (2009a) Valutazione dell'urban sprawl e strumenti GIS. In: Asita (ed) *Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali*. Asita, Milano, Vol. II: pp. 1399-1404. ISBN 978-88-903132-2-6

Massimo D. E., Barbalace A. (2009b) Urban sprawl e crescita economica territoriale. La sfida della scala in una stima a livello sub-regionale. In: Atti della XXX Conferenza Italiana di Scienze Regionali, AISRe. *Federalismo, integrazione europea e crescita regionale*. Firenze, 09-11.09.2009. AISRe, Milano. CD-Rom

Massimo D. E., Musolino M., Barbalace A. (2009a) Valuation of Landscape Change. Sprawl as a Driver in the Backstage of Landscape Mosaic. *Architettura del Paesaggio*. CD-Rom. ISSN: 1125-0259

### Valutazione di infrastrutture di trasporto

Ben-Akiva M. E., Lerman S. (1997) Disaggregate Travel and Mobility-Choice Model and Measures of Accessibility. In: Hensher D., Stopher P. (eds) *Behavioural Travel Modeling*. Proceedings of the 3rd International Conference on Behavioural Travel Modeling. Croom Helm, London: pp. 645-679

Ben-Akiva M. E., Bierlaire M. (1999) Discrete Choice Method and Their Application to Short-Term Travel Decisions. In: Hall R. W. (ed) *Handbook of Transportation Science*. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa

Cameron I., Kenworthy J. R., Lyons T. J. (2003) Understanding and predicting private motorised urban mobility. *Transportation Research*. Part D, Vol. 8: pp. 267-283

Gakenheimer R., Zegras C. (2004) Drivers of travel demand in cities of the developing world. *Mobility 2030: Meeting the challenges of sustainability*. World Business Council for Sustainable Development, Conches-Geneva. Mimeo

Hall R. W. (ed) (1999) *Handbook of Transportation Science*. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa

Marcucci E., Gatta V. (2005) *Definizione e metodi di stima della qualità nei servizi: il caso dei trasporti*. Università degli Studi di Urbino, Urbino. Mimeo

- Marone E. (ed) (2005) *Le grandi infrastrutture: approcci di ordine giuridico, economico ed estimativo*. Firenze University Press, Firenze. ISSN: 1826-2481
- Marone E. (ed) (2009) *La Valutazione degli investimenti infrastrutturali urbani ed extraurbani. Aspetti giuridici, estimativi ed ambientali*. Firenze University Press, Firenze. ISSN: 1826-249X
- Stanghellini S. (2004) *La selezione dei progetti e il controllo dei costi nella riqualificazione urbana e territoriale*. Alinea Editrice, Firenze: pp. 217-242. ISBN: 888-12-583-74
- Wilson N. H. M., Nuzzolo A. (2004) *Schedule-Based Dynamic Transit Modelling: Theory and Applications*. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa
- Zegras C. (2009) Mainstreaming Sustainable Urban Mobility. In: Dimitriou H., Gakenheimer R. (ed) *Transport Policy-Making and Planning for Cities of the Developing World*. Routledge, New York, Usa
- Zegras C., Gakenheimer R. (2000) *Urban Growth Management for Mobility: The Case of the Santiago, Chile Metropolitan Region*. Lincoln Institute of Land Policy and MIT Cooperative Program, Cambridge, Ma, Usa. Mimeo
- Zegras C., Srinivasan S. (2007) Household Income, Travel Behaviour, Location and Accessibility: Sketches From Two Different Developing Contexts. *Transportation Research Record*. N. 2038. Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C., Usa. ISSN: 0361-1981
- Zegras C., Sussman J., Conklin C. (2004) Scenario Planning: a Proposed Approach for Strategic Regional Transportation Planning. *Journal of Urban Planning and Development*. Vol. 130. American Society of Civil Engineers, Renton, Va, Usa
- Zhan G. (2008) *Transfers and Path Choice in Urban Public Transportation System*. Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Ma, Usa. Mimeo
- Zhao J. H., Wilson N. H. M., Rahbee A. (2006) Estimating Rail Passenger Trip Origin-Destination Matrix Using Automatic Data Collection. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. Vol. 22, n. 5: pp. 376-387

### **Valutazione di infrastrutture di trasporto a scala regionale e locale**

- Massimo D. E., Barbalace A. (2010) Transport system to re-direct the “sprawl without growth”. Comparison between alpine and southernmost Italian regions. In: Atti della XXXI Conferenza Italiana di Scienze Regionali, AISRe. *Identità, qualità e competitività territoriale. Sviluppo economico e coesione nei territori alpini*. Aosta, 20-22.09.2010. AISRe, Milano. CD-Rom
- Massimo D. E., Barbalace A., Massimo A. P. P. (2010) Sustainable Transport to Foster Urban Sustainability versus Sprawl. In: Proceedings of the XII Scientific Meeting of the Italian Society of Transport Economics, SIET. *Sustainability, quality and security in transport and logistics systems*. Rome 17-18.06.2010. FrancoAngeli, Milano (In press)
- Massimo D. E., Barbalace A., Massimo A. P. P., Cefala R. M. con Vescio M. (2010) Sustainable Public Green Transport to Face Sprawl. Geodatabase for Impact Valuation and Alternative Choice. In: Asita (ed) *Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali*. Asita, Milano: pp. 1281-1287. ISBN: 978-88-903132-5-7
- Massimo D. E., Musolino M., Barbalace A. (2009b) Urban sprawl e valutazione di infrastrutture di trasporto. Un Caso di Studio nell'area centrale della Calabria. In: Marone E. (ed) *La Valutazione degli investimenti infrastrutturali urbani ed extraurbani. Aspetti giuridici, estimativi ed ambientali*. Firenze University Press, Firenze. ISSN: 1826-249X
- Massimo D. E., Musolino M., Barbalace A. (2010) GIS for Valuation of Urban Sprawl and Green Transportation. Proceedings of the 30th ESRI International User Conference. *Geography – Opening the World to Everyone*. San Diego, California, Usa. July 12-16.07.2010. ESRI Press, Redlands, California, Usa. CD-Rom
- Massimo D. E., Musolino M., Barbalace A., Massimo A. P. P. (2010) Valuation of green transportation to foster sustainable development. In: Borruso G., Bertazzon S., Favretto A., Murgante B., Torre C. (eds) *Geographic Information Analysis for Sustainable Development and Economic Planning: New Technologies*. IGI Global, Hershey, Pa (Usa)

**Pianificazione dei trasporti a livello europeo e statale**

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001) *PON trasporti 2000-2006*. Roma. Mimeo

Ministero dei Lavori Pubblici (2001) *Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (Gennaio 2001) nazionale e corridoi paneuropei e magrebino*. Roma. Mimeo

**Pianificazione dei trasporti a livello regionale e provinciale**

Provincia di Catanzaro (2006) *Piano di Bacino della Provincia di Catanzaro redatto ai sensi dell'art.11 della l.r. 23/1999*. Gruppo Soges, Catanzaro. Mimeo

Regione Calabria (2001) *Programma Operativo Regione Calabria. Complemento di programmazione. Scheda di Misura. Asse VI – Reti e Nodi di Servizio*. Catanzaro. Mimeo

Regione Calabria (2003) *Piano Regionale dei Trasporti. Adeguamento ed aggiornamento (Maggio 2003)*. Vol. 1: Analisi della situazione attuale e previsione degli scenari futuri. Ecosfera, Catanzaro. Mimeo

Regione Calabria (2007) *Programma Operativo Regionale, POR Calabria, FESR 2007–2013*. Catanzaro. Mimeo

**Transit Oriented Development, TOD**

Arrington G. B., Parker T. (2001) *Factors for Success in California's Transit-Oriented Development*. California Department of Transportation, Statewide Transit-Oriented Development Study, Sacramento

Bertolini L. (1999) Spatial Development Patterns and Public Transport: the Application of an Analytical Model in the Netherlands. *Planning Practice and Research*, Vol. 14, n. 2: pp. 199-210

Calthorpe, P. (1993) *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. Princeton Architectural Press, New York

Cervero R., Duncan M. (2002) Transit's Value Added. *Urban Land*, Vol. 61, n. 2: pp. 77-8

Cervero R., Ferrell C., Murphy S. (2002) Transit-Oriented Development and Joint Development in the United States: A Literature Review. *TCRP Project H-27, Research Results Digest*. October 2002, n. 52

Huang H. (1996) The Land-use Impacts of Urban Rail Transit Systems. *Journal of Planning Literature*. Vol. 11, n. 1: pp. 17-30

Porter D. R. (1997) *Transit-Focused Development: a Synthesis of Transit Practice*. National Academy Press, Washington

Reconnecting America (2007) *Why Transit Oriented Development and Why Now?* Center for Transit-Oriented Development, Washington

RICS (2002) *Transport Development Areas: Guide to good practice*. RICS, London

**Multi Criteria Analysis, MCA**

Albers L. H. (1987) *Het Gewichtloze Gewogen; cultuurhistorische betekenis van landgoederen geëvalueerd met behulp van multi criteria analyse*. Delftse Universitaire Pers, Delft, NL

Coccosis H., Nijkamp P. (eds) (1995) *Planning for Our Cultural Heritage*: Avebury Publisher, Aldershot. ISBN: 18-597-217-88

Hartog J. A., Hinloopen E., Nijkamp P. (1988) *Multi Criteria Methoden*. Vrije Universiteit, Amsterdam

Hinloopen E. (1985) *De Regime Methode*. Masterthesis Vrije Universiteit, Amsterdam

Hinloopen E., Nijkamp P. (1986) Regime-methode voor ordinale multicriteria-analyses; Een beschouwing en een commentaar. *Rev. Kwantitatieve Methoden*, n. 22: pp. 61-78

Israels A. Z., Keller W.J. (1986) Multicriteria Analyse voor ordinale data. *Kwantitatieve Methoden*. Vol. 21: pp. 49-74

Massimo D. E. (1995) Heritage conservation economics: A case study from Italy. In: Coccosis H., Nijkamp P. (eds) *Planning for Our Cultural Heritage*: Avebury Publisher, Aldershot: pp. 171-189. ISBN: 18-597-217-88

Massimo D. E. (1997) Valutazione multidimensionale dei beni culturali: il Castello di Nicastro. In: Fusco Girard L., Nijkamp P. (eds) *Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*. FrancoAngeli, Milano: pp. 388-418. ISBN: 88-464-0182-4

Massimo D. E. (1999). Riqualificazione urbana e sviluppo economico. Case Action in Calabria. In: Camagni R., Fazio V. (eds) *Politiche locali, infrastrutture per lo sviluppo e processi di integrazione euro-mediterranea*. Scienze Regionali 29. FrancoAngeli, Milano: pp. 279-296. ISBN: 88-464-1663-5

Massimo D. E. (2006) Valutazione dell'insediamento storico per la valorizzazione e lo sviluppo sostenibile. Stima tassonomica e valore culturale. *Quaderni del Dipartimento Patrimonio Architettonico e Urbanistico*. Vol. 29-32: pp. 451-478. ISSN: 1121-0745

Massimo D. E., Barbalace A. (2007) Historic Center Evaluation Using GIS: a System Provided to Government. In: Proceedings of 27th ESRI International User Conference. *GIS: The Geographic Approach*. San Diego, California, Usa, 18-22.06.2007. ESRI Press, Redlands, California, Usa. CD-Rom

Massimo D. E., Musolino M., Barbalace A. (2006) Uno strumento integrato economico-urbanistico per il governo territoriale di area vasta. Il Sistema Generale di informazione per la Valutazione, SGV. Un caso applicativo. In: Marone E. (ed) *Area vasta e governo del territorio. Nuovi strumenti giuridici, economici ed urbanistici*. Firenze University Press, Firenze: pp. 95-149. ISSN: 1826-2481

## Figure

Figura 1. Area centrale della Calabria: Sambiasi – Nicastro – Catanzaro. Alternativa A1: mobilità con autovetture private (circa 28.000 autovetture al giorno) sulla SS208, che non serve gli insediamenti.



Figura 2. Area centrale della Calabria: Sambiasi – Nicastro – Catanzaro. Alternativa A2: potenziamento della ferrovia esistente che collega gli insediamenti e serve circa 250.000 residenti.



Figura 3. Area centrale della Calabria: Sambiasi – Nicastro – Catanzaro. Alternativa A3: nuovo corridoio ferroviario lontano dagli insediamenti e fuori da qualsiasi piano dei trasporti o della mobilità.

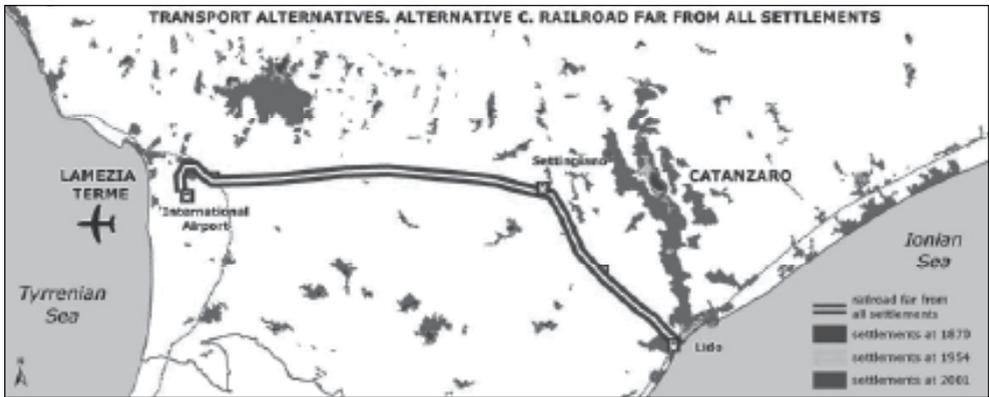


Figura 4. Impatto della preferita Alternativa A2 a scala regionale. Infrastrutture per collegare e unire la Calabria. L'istmo senza (sinistra) e con (destra) l'efficiente connessione, Sambiasi - Nicastro - Catanzaro, tra i due corridoi nazionali Tirrenico e Ionico-Adriatico nella parte più stretta d'Italia (40 km).

