

## **Studio dell'impatto di innovazioni tecnologiche e di politiche di gestione della domanda di trasporto sul comportamento degli utenti ai fini di una mobilità sostenibile**

### **PROGRAMMA SCIENTIFICO**

#### **Contesto**

La proposta è finalizzata alla messa a punto di un modello di previsione della domanda di trasporto e di un sistema valutativo dei suoi effetti. La ricerca scientifica internazionale ritiene infatti insufficiente l'approccio modellistico tradizionale, soprattutto per la valutazione delle conseguenze ambientali delle politiche dei trasporti. A tal proposito, si possono citare gli studi di Hensher<sup>1</sup>, Bowman and Ben-Akiva<sup>2</sup>, Waddell<sup>3</sup>, Næss<sup>4</sup>, Mc Fadden<sup>5</sup>, Doherty<sup>6</sup>, Lu and Pas<sup>7</sup>, Stopher<sup>8</sup>, Boarnet<sup>9</sup>, Chen<sup>10</sup>.

Il modello oggetto di studio trae origine anche dal DM 27/3/98 "Mobilità sostenibile nelle aree urbane", che introduce una serie di incentivi per la diffusione di nuove forme di trasporto, il cui sviluppo è universalmente riconosciuto essere uno dei cardini di qualunque politica volta al contenimento degli impatti ambientali della mobilità. L'entità di tali impatti, ad esempio per quanto riguarda le emissioni atmosferiche, è ben nota: su scala europea, nel 1999, il settore dei trasporti è stato la fonte del 25% delle emissioni di CO<sub>2</sub> (era il 21% nel 1990), del 54% delle emissioni di NO<sub>x</sub>, del 60% delle emissioni di VOC e del 30% delle emissioni di CO. In Italia, l'impatto dei trasporti è superiore a quello europeo: il 27% delle emissioni di CO<sub>2</sub>, il 73% delle emissioni di CO (l'Italia genera il 22% delle emissioni europee), il 57% delle emissioni di NO<sub>x</sub>, il 56% per i VOC. Tra il 1990 e il 2000, il trasporto su mezzi privati (automobili e motocicli) è cresciuto del 25,5%, allargando la quota del trasporto di persone su mezzi privati che nel 2000 copriva l'81,8% della domanda di mobilità personale (l'80% nel 1990).

Si ritiene pertanto che il sistema proposto di previsione e valutazione permetta di approfondire i

<sup>1</sup> Hensher, D.A., (2001) *Travel Behaviour Research: The Leading Edge*, Institute of Transport Studies, The University of Sydney, Australia

<sup>2</sup> Bowman, J.J., Ben-Akiva, M.E., (2001) *Activity-based disaggregate travel demand model system with activity schedules*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 35 (1) pp. 1-28

<sup>3</sup> Waddell, P., (2001) *Towards a Behavioral Integration of Land Use and Transportation Modeling*, 9th International Association for Travel Behavior Research Conference, Queensland, Australia, January.

<sup>4</sup> Næss, P., (2000) *Urban structures and travel behavior: Experiences from empirical research in Norway and Denmark*, Paper for the International Conference: "Land Use and Travel Behaviour" in Amsterdam, June

<sup>5</sup> Mc Fadden, D., (2000) *Disaggregate Behavioural Travel Demand's RUM Side A 30-Year Retrospective*, Department of Economics, University of California, Berkeley, March

<sup>6</sup> Doherty, S.T., (2000) *An Activity Scheduling Process Approach to Understanding Travel Behaviour*, Department of Civil Engineering, University of Toronto, Toronto, Canada. An earlier draft of this paper was presented at 79th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC January

<sup>7</sup> Lu, X., Pas, E.I., (1999) *Socio-demographics, activity participation and travel behavior*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 33 (1) pp. 1-18

<sup>8</sup> Stopher, P., (1996) *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*, Louisiana State University, Baton Rouge, USA, M. Lee Gosselin, Université Laval, Quebec, Canada

<sup>9</sup> Boarnet, M.G., (1996) *Can Land Use Policy Really Affect Travel Behaviour? A Study of the Link Between Non-Work Travel and Land Use Characteristics*, Department of Urban and Regional Planning, University of California, Irvine, USA, S. Sarmiento, Unison Consulting Group, Inc., USA, December

<sup>10</sup> Chen, D.T., (1996) *Travel Behavior and Sustainability: Opportunities for ITS*, Surface Transportation Policy Project, Transportation Systems and Sustainable Communities: A Policy Roundtable, Minneapolis, USA, September

temi mirati all'introduzione di nuovi sistemi di trasporto e di studiare le politiche di regolamentazione che utilizzino anche misure economiche, contribuendo alla costruzione di efficaci strumenti di governo e di indirizzo in materia.

### **Obiettivi**

La ricerca proposta intende sviluppare un modello previsionale della mobilità che anticipi, modificandolo, il comportamento degli utenti piuttosto che rispondere semplicemente a "stati osservati del sistema". Gli obiettivi sono dunque:

- costruzione di un modello di previsione della domanda di trasporto che permetta di correlare alcune delle opzioni tecnologiche oggi disponibili sul mercato dei Sistemi di Trasporto Intelligenti e alcune politiche di gestione della mobilità con le reazioni dell'utenza, ai fini della definizione di una politica di intervento ottimale;
- valutazione degli effetti, dal punto di vista ambientale ed economico, dell'utilizzo delle tecnologie e dei sistemi di regolamentazione previsti, in particolare simulando opportuni scenari.

### **Metodologia**

Il progetto di sviluppo del modello di trasporto contempla la raccolta e l'elaborazione di dati che consentano di indagare i meccanismi alla base del processo decisionale dell'individuo, al fine di favorire una migliore comprensione dei comportamenti reattivi a politiche di gestione della mobilità atte a contenere e/o ridurre gli elevati costi sociali che rendono l'attuale sistema della mobilità non sostenibile. L'individuazione delle variabili che inducono diversi comportamenti di mobilità consentirebbe di modificare l'attuale funzione di costo generalizzato e comprendere in quale misura possano essere internalizzati i costi sociali dei trasporti. Ciò permetterebbe a chi esercita funzioni di governo e indirizzo di poter intervenire sulla domanda mediante efficaci modalità gestionali ed operative. Tale risultato consentirebbe anche di definire a priori parametri di sostenibilità ambientale e di sicurezza e le relative soglie che si intendano rispettare.

La sfida è dunque quella di sviluppare un sistema di gestione della mobilità che anticipi, modificandolo, il comportamento degli utenti piuttosto che rispondere semplicemente a "stati osservati del sistema".

La *prima fase* della ricerca si occuperà dello studio dello stato dell'arte nella teoria comportamentale in riferimento a variazioni di offerta dei sistemi di trasporto e di politiche di gestione della mobilità. Al termine di questa disamina si dovrebbe stabilire una teoria affidabile nel descrivere gli effetti di variazioni indotte nel sistema e quindi le reazioni comportamentali in termini di mobilità. L'importanza di tale risultato risiede nella possibilità di individuare le variabili significative ai fini della previsione delle risposte degli utenti, ma soprattutto la classificazione degli individui e la definizione di diversi profili di utenti (Jensen)<sup>11</sup>, che consentiranno anche di definire una prima serie di possibili scenari da utilizzare come test nell'indagine successiva.

La *seconda fase* prevede la formulazione di un modello quali/quantitativo che descriva le risposte degli individui sia a breve che a lungo termine al set di scenari individuati. A tal fine, le variabili definite nella fase precedente dovranno essere testate affinché il modello abbia un buon grado di affidabilità. Il test può essere effettuato mediante diverse tecniche di indagine, l'aspetto

<sup>11</sup> Jensen, M., 1999. Passion and heart in transport – a sociological analysis on transport behaviour, Transport Policy 6 19-33.

fondamentale è che l'approccio seguito preveda sia aspetti quantitativi che qualitativi per meglio studiare il dilemma sociale e gli aspetti cooperativi che, uniti al background culturale e caratteriale di una persona (profilo utente), costituiscono gli stimoli all'azione di scelta.

La *terza fase* della ricerca si pone l'obiettivo di definire il "modello valutativo" di politiche di controllo del traffico mirate alla sostenibilità ambientale della mobilità e di mettere a punto possibili e fattibili strategie gestionali, anche monetarie, flessibili e articolate.

### **Risultati attesi**

I risultati che ci si aspetta di fornire alla Regione sono gli strumenti per poter prevedere la reazione della domanda a scelte e politiche messe in atto e quindi di rendere operativo ed efficace il controllo a priori del sistema di mobilità; in particolare:

- testare i parametri contenuti nel modello mediante indagini sul campo, avvalendosi di diverse tecniche tra cui SP (Stated Preferences), RP (Revealed Preferences) e CV (Contingent Valuation), ed esperimenti di laboratorio (campioni di individui soggetti a colloqui approfonditi)
- classificare le reazioni comportamentali in rapporto a diverse politiche di gestione della mobilità (es. road o park pricing, pedonalizzazione di aree urbane, politiche di incentivazione del trasporto pubblico, ecc.)
- individuare il grado di efficacia delle innovazioni tecnologiche e delle politiche di trasporto e di conseguenza, selezionare un set di strumenti o definirne di nuovi.

### **Ricadute**

La messa a punto e l'adozione dello strumento descritto comporterebbe un incremento dell'efficienza e dell'efficacia del processo di pianificazione del sistema dei trasporti ed una facilitazione del processo decisionale. Ciò consentirebbe di definire politiche maggiormente efficaci per la riduzione dell'uso del mezzo privato, che consisterebbero necessariamente in un mix delle misure di adozione tecnologica e di regolamentazione economica precedentemente citate. In tal modo si potrebbero avere conseguenze positive in campo ambientale (riduzione di emissioni atmosferiche e sonore, minor uso di risorse), sociale (minore incidentalità e perdite di tempo per congestione del sistema) ed economico (aumento dell'efficienza, minori costi di esercizio, maggiori ricavi).

## **PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITÀ**

Le tre fasi principali previste sono quelle descritte nella metodologia. Occorre precisare che nel campo dei trasporti non è quasi mai possibile fare esperimenti di laboratorio in senso classico. La metodologia precedentemente esposta prevede l'uso di tecniche SP, SC, RP e Contingent Valuation, che non è mai possibile predeterminare a priori. Esse verranno messe a punto nel corso della ricerca, e precisamente nella seconda fase del lavoro (cfr. il paragrafo sulla metodologia). Risulta comunque possibile suddividere le tre fasi anzidette in 10 attività (la prima fase va dall'attività 1 alla 4, la seconda dalla 5 alla 8, la terza è costituita dalla 9, mentre la 10 è la fase di disseminazione, come si può osservare in Figura 1), definendone il relativo cronoprogramma (Tabella 1).

## **Elenco e descrizione delle attività**

### A1 - Attività 1: Analisi dello stato dell'arte

La prima attività comporta l'effettuazione di un'approfondita ricerca bibliografica e la ricostruzione dello stato dell'arte nella teoria comportamentale in riferimento a variazioni di offerta dei sistemi di trasporto e di politiche di gestione della mobilità.

Tale attività comporta una *duplice linea d'azione*: da un lato un'attenta analisi dell'evoluzione storica della teoria comportamentale partendo dalle prime teorie filosofiche degli utilitaristi, grandi precursori del concetto di utente razionale utilizzato nei modelli classici di trasporto, fino alle recenti ricerche relative alle scienze cognitive, con riferimenti al sistema dei trasporti attraverso il quale si esamineranno le dinamiche dei dilemmi sociali e le problematiche della teoria del decisore razionale vista alla luce della teoria dello scambio basata sugli stati cooperativi; dall'altro un'analisi critica dell'evoluzione dei modelli di trasporto fino agli attuali modelli di scelta discreta con particolare attenzione alla funzione di utilità ed alla recente teoria sull'utilizzo, all'interno della stessa, delle variabili latenti.

I risultati attesi da questa attività sono l'acquisizione di una base teorica completa ed esaustiva che comporterà l'acquisizione di documenti di letteratura da istituti di ricerca ed università sia europee che extraeuropee (in particolare USA e Giappone) e sarà comune ai due dottorandi che dovranno essere complementari nella ricerca.

### A2 - Attività 2: Individuazione delle variabili significative

La seconda attività si focalizza sull'individuazione delle variabili che dovrebbero essere utilizzate nel modello comportamentale, basandosi sulla lettura critica della teoria approfondita nell'attività precedente (A1).

L'individuazione delle variabili che si ritengono influenti nel processo decisionale dell'utente è importante perché si svilupperà secondo un duplice approccio:

- la disanima delle variabili fino ad ora considerate all'interno dei modelli ed il confronto con la variabile aleatoria che include la componente di errore e non osservabilità del fenomeno, per evidenziare quanto, della complessità dello stesso, viene spiegato dalle variabili considerate e quanto rimane non spiegato;
- l'elencazione di tutte le variabili potenzialmente coinvolte nel processo decisionale, indagando a fondo nei processi cognitivi, esplorati in campo psicologico, ma ignorati all'interno dei modelli.

Il risultato atteso dal confronto tra i due elenchi di variabili è la definizione di un set delle stesse da considerare in fase di definizione degli scenari (A4), di indagine e di test successivo (A5).

### A3 - Attività 3: Classificazione degli utenti e definizione dei profili

La terza attività consiste in una prima classificazione degli individui e definizione di diversi profili di utente. Questa prima classificazione è condotta in parte a livello teorico, partendo da dati raccolti in letteratura e dall'analisi dei risultati di indagini già condotte da altri ricercatori, e, in parte, a livello sperimentale partendo dai dati raccolti durante precedenti indagini effettuate dal dipartimento. Tale seconda classificazione si basa sull'utilizzo della tecnica statistica di cluster analysis, che permette di individuare gruppi omogenei di utenti in funzione di variabili di comportamento di mobilità scelte a priori e consente di fare un primo confronto con dati provenienti

- RP (Revealed Preferences) per i comportamenti normalmente agiti;
- esperimenti effettuati in laboratorio in ambiente controllato (campioni di individui soggetti a colloqui approfonditi e sottoposti a stimoli tipici delle condizioni riscontrabili all'interno del sistema di trasporto per testarne le reazioni, es. dynamic game).

L'aspetto fondamentale è che l'approccio seguito preveda sia aspetti quantitativi che qualitativi per meglio studiare il dilemma sociale e gli aspetti cooperativi che, uniti al background culturale e caratteriale di una persona (profilo utente), costituiscono gli stimoli all'azione di scelta.

Il risultato atteso sarà la definizione di scenari costruiti in modo scientifico che, confrontati con quelli definiti nell'attività precedente (A4) permetterà di definire il set finale di scenari su cui effettuare le indagini.

#### A6 - Attività 6: Indagine pilota

La sesta attività comporta l'effettuazione di un'indagine pilota (pilot survey) per testare gli scenari definiti in A4 ed A5. La valutazione dei risultati di tale indagine consentirà di mettere a punto le card SP ed SC verificando la comprensione da parte degli intervistati degli scenari descritti dalle card e l'affidabilità delle risposte fornite. Analogamente, per gli esperimenti in laboratorio (del dipartimento) condotti su piccoli gruppi si metterà a punto la tecnica di colloquio, il "canovaccio" di intervista e la modalità di effettuazione della stessa mediante anche l'eventuale ausilio della simulazione fisica dello scenario (proiezione di filmati, simulazioni di rumori, odori, ecc. legati al traffico) e, quando non sufficiente, dell'ambientazione in condizioni reali di traffico (in situ).

Il risultato di tale attività consentirà di definire il questionario e gli scenari per l'indagine su vasta scala, oggetto dell'attività successiva.

#### A7 - Attività 7: Indagine su vasta scala

La settima attività consiste nella conduzione delle interviste (SP, SC, RP, CV) e degli esperimenti di laboratorio (teoria dei giochi) basata sulla ritaratura effettuata nell'attività precedente e allargando il campione di persone intervistate, per quanto riguarda le tecniche SP, SC e CV, su vasta scala mentre, relativamente alle indagini in laboratorio, estendendo l'esperimento a gruppi diversi di utenti.

L'analisi dei dati ottenuti grazie alle indagini quantitative (campione di intervistati) e qualitative (gruppo ristretto di individui) sarà prima di tipo statistico descrittivo, poi inferenziale per comprendere le relazioni di causa-effetto tra determinate variabili demografiche, economiche, sociologiche, psicologiche e quelle legate alla mobilità.

Il risultato atteso sarà di individuare le variabili, soprattutto quelle "latenti", da inserire nella funzione di utilità che permettano di prevedere le scelte degli utenti e si concretizzerà nell'attività successiva.

#### A8 - Attività 8: Formulazione del modello comportamentale

L'ottava attività si concentra sulla formulazione di un modello comportamentale quali/quantitativo di descrizione delle risposte degli utenti a breve ed a lungo termine. La definizione e stima del modello di scelta sarà possibile grazie all'individuazione delle variabili i dati raccolti nella fase precedente.

La definizione di un modello comportamentale è di grande complessità data la forte componente individuale insita nel processo di mobilità e la costruzione della funzione di utilità, basata sulle variabili “scatenanti” il desiderio di mobilità (dette latenti) ed il modo in cui questo si concretizza, è un aspetto fondamentale del modello. Questo deve essere flessibile e reattivo nella valutazione di scenari che comprendano politiche sociali, economiche ed ambientali che potrebbero essere messe in atto dalla pubblica amministrazione per poter comprendere gli effetti di tali politiche.

Il risultato sarà dunque un modello che permetterà di prevedere la reazione della popolazione all’eventuale implementazione di misure di gestione e controllo del traffico, di ecotasse, ecc. come anche la loro propensione e disponibilità a pagare per sostenere il costo prodotto dai loro spostamenti.

#### A9 - Attività 9: Costruzione del processo valutativo

La nona attività, conclusiva della ricerca teorica ed applicata, si focalizza sulla costruzione del processo valutativo e decisionale relativo a politiche di trasporto (controllo e gestione della domanda e dell’offerta) basato sui risultati del modello. Tale processo comporta la definizione delle fasi da seguire nel corso della valutazione di situazioni” ed “opzioni” di carattere pianificatorio strategico e consente la determinazione delle conseguenze degli interventi e/o politiche previsti mediante l’uso di una serie di strumenti tra cui quello messo a punto nell’attività precedente.

In particolare, il risultato sarà la possibilità valutare gli scenari e le opzioni precedentemente concordati con la Regione e testarne l’efficacia e le conseguenze, al fine di mettere a punto possibili e fattibili strategie gestionali, anche monetarie, flessibili e articolate.

#### A10 - Attività 10: Disseminazione

L’ultima attività prevista consiste nella disseminazione dei risultati che seguirà diverse linee d’azione:

- presentazione dei risultati e attività di formazione del personale della Regione all’uso dello strumento, anche attraverso esercitazioni mirate da svolgere in collaborazione che prevedano la valutazione di ulteriori “opzioni” o “scenari”;
- seminario scientifico internazionale conclusivo del progetto, con invito alla partecipazione a tutti i membri della rete ECTRI, ulteriore divulgazione dei risultati attraverso pubblicazioni e presentazioni in convegni ed organizzazione di workshop con forte coinvolgimento degli “stakeholders”;
- azione di supporto per la preparazione di opuscoli e brevi testi di facile comprensione per sviluppare la cultura della mobilità sostenibile all’interno della collettività.

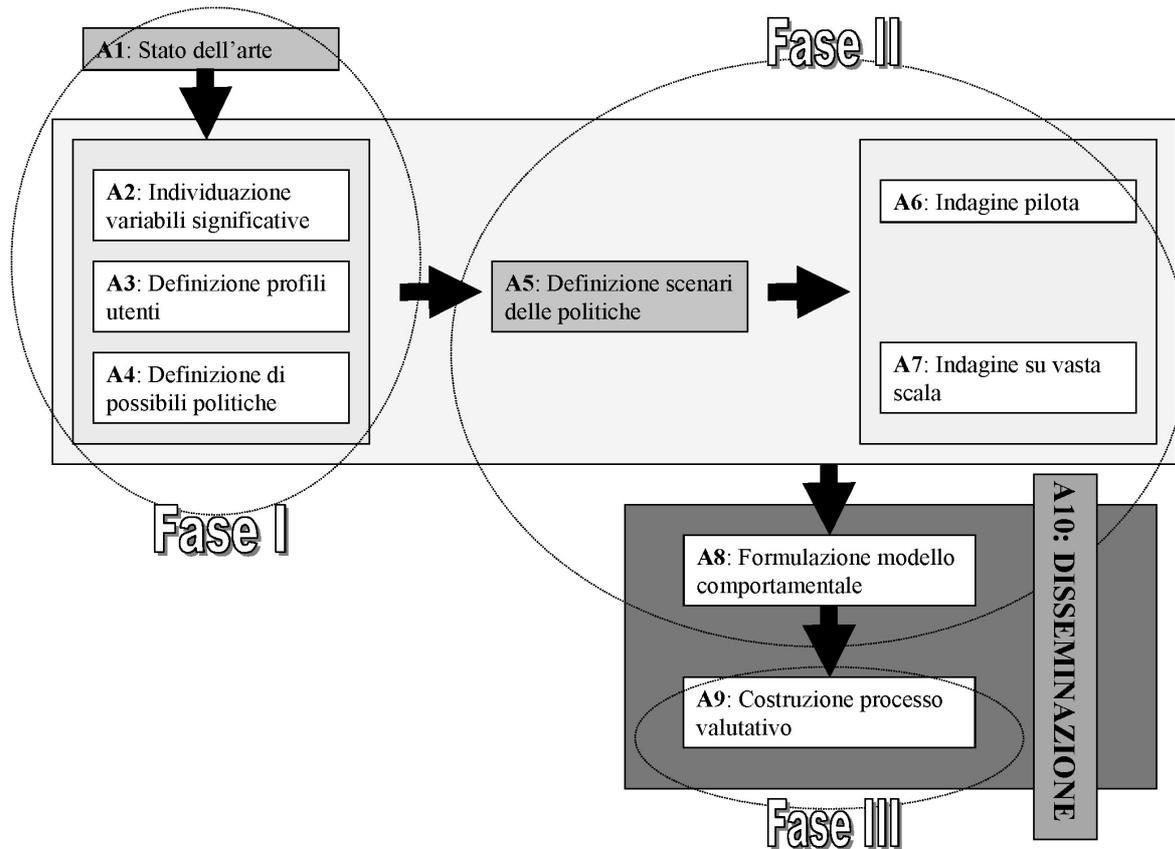


Figura 1: Diagramma delle attività

Tabella 1: Cronoprogramma

Attività	09-11 2006	12-02 2007	03-05 2007	06-08 2007	09-11 2007	12-02 2007	03-05 2007	06-08 2007	09-11 2007	12-02 2008	03-05 2008	06-08 2008
A1	█											
A2		█										
A3			█									
A4				█								
A5					█							
A6						█						
A7							█					
A8								█				
A9									█			
A10										█		