

Paola Villani

"Il controllo e la gestione in tempo reale dei flussi
di traffico" in Spazio E - n.4- Ed.Albedo - Milano,

1990

ARTICOLO PER LA RIVISTA DEL DST
RASSEGNA DI STUDI E RICERCHE DEL DIPARTIMENTO DI
SCIENZE DEL TERRITORIO

COME MIGLIORARE IL SISTEMA DEI TRASPORTI: UNA SINTESI CRITICA

ANALISI DEL PROBLEMA

Parlando di trasporti si affronta una realta' caratterizzata da un lato dall'aumento costante della mobilita', indotta dalla conversione occupazionale trasferitasi dal luogo di produzione ai luoghi per l'applicazione dei servizi e dall'altro da un motorizzazione individuale incrementata dalla carenza di investimenti nel trasporto pubblico.

Questa situazione puo' essere affrontata con tre diversi tipi di provvedimenti:

a) recupero a ruoli piu' adeguati dei modi di trasporto alternativi

b) potenziamento delle infrastrutture stradali

c) ottimizzazione delle risorse esistenti

Poiche' un aumento dell'offerta (b), anziche' determinare una corrispondente diminuzione della domanda, stimola una quota di mobilita' aggiuntiva (vedi il caso di Parigi ed altre citta' europee), risulta necessario agire in un'ottica di continua compensazione degli interventi che risultino fattibili nell'arco di breve tempo ma soprattutto efficacemente funzionali (a+c).

Per quanto riguarda il punto c relativo all'ottimizzazione delle risorse esistenti descrivero' sinteticamente le politiche di intervento e le tecniche di gestione dei sistemi di trasporto, pubblico e privato, emerse dalle relazioni presentate ad Urbania/Padova (19-23 febbraio).

Considerando le caratteristiche del territorio d'intervento, costituito prevalentemente da un sistema territoriale fortemente strutturato, nel quale l'azione piu' immediata, e in tutti i casi quella di minore impatto ambientale, risulta essere quella relativa all'ottimizzazione delle infrastrutture esistenti (1) quali strumenti, in termini di ottimizzazione dell'esistente, e' possibile oggi utilizzare per soddisfare la sempre crescente domanda di mobilita'?

Una prima risposta potrebbe essere data da un duplice intervento basato sullo sviluppo dell'intermodalita', costituendo un sistema equilibrato, integrato e in grado di assolvere efficacemente alla funzione preposta, e sulla sua gestione ottimizzata, intesa non come strumento di supporto ma come parte integrante del sistema multimodale realizzato.

Ecco dunque emergere la necessita' di coniugare gli interventi sull'offerta (attuale o ipotizzabile per il futuro) ed esercitare politiche di controllo sulla domanda (gestione attraverso vari tipi di regolazione: normative, tariffari, fisici).

SISTEMI PER LA GESTIONE ED IL CONTROLLO DEI SISTEMI DI TRASPORTO

Alla base della ricerca internazionale viene rilevata l'importanza dell'applicazione delle tecnologie elettroniche, informatiche e telematiche per la realizzazione di sistemi integrati finalizzati al controllo e alla gestione del traffico.

Lo scenario analizzato dalla CEE e proposto per il 1995 prevede il raggiungimento di differenti obiettivi per la guida assistita (2), per lo sviluppo di software applicativo che utilizzi i sistemi elettronici presenti sul veicolo (3) e per la gestione ed il controllo del traffico (4).

Condividendo la definizione data da Lucio Quaglia (5) sui Piani della Mobilità, risulta immediato, riflettendo su quanto ci proporrà lo sviluppo tecnologico, pensare ai sistemi per la gestione del trasporto come a possibili modificatori degli attuali modelli di comportamento nell'utente.

Prima però di anticipare situazioni avveniristiche che presenteranno effetti, e forse problemi, difficilmente pronosticabili in questa sede, mi sembra opportuno sintetizzare quale sia attualmente lo stato dell'arte in relazione ai differenti sistemi per il controllo e la gestione del traffico.

Questi si possono suddividere in due grandi categorie:

1) la prima categoria raccoglie interventi tesi all'aumento della capacità della sede stradale, per quanto riguarda il trasporto privato, ed il miglioramento dell'offerta, per possibili ottimizzazioni del trasporto pubblico.

Rientrano in questa schematizzazione:

- le tecnologie per il controllo del traffico (punto A)
- gli interventi per esercitare un controllo delle reti viarie di scorrimento e quelli tesi alla loro banalizzazione (punto B)
- controllo delle reti prioritarie del trasporto pubblico (punto C)
- controllo dei parcheggi (punto D)

2) La seconda categoria raccoglie i possibili interventi tesi ad esercitare un controllo sulla domanda di trasporto (privato); molti di questi provvedimenti tendono a modificare l'attuale ripartizione modale a favore degli spostamenti effettuati a piedi o con mezzi collettivi di trasporto pubblico oppure mediante un uso più efficiente dell'auto privata.

Rientrano in questa schematizzazione gli interventi riguardanti:

- le tecnologie per il controllo del traffico (punto A)

- il controllo delle reti prioritarie del trasporto pubblico (punto C)
- il controllo delle reti degli impianti semaforici (punto E)
- la gestione dei sistemi elettronici di informazione (punto F)

A) TECNOLOGIE PER IL CONTROLLO DEL TRAFFICO

La ricerca dei meccanismi che governano la mobilità e il funzionamento dei sistemi di trasporto, attraverso l'utilizzo di modelli sempre più sofisticati di interazione domanda/offerta e di interazione trasporti/territorio, risulta attualmente piuttosto frenata dalla mancanza di dati affidabili e comparabili.

In questo contesto appare importante "monitorare" il sistema di trasporto, rilevando dati e informazioni sulle condizioni del sistema con continuità'.

Utilizzando dati rilevati in continuazione dalle sedi stradali, attraverso differenti sensori e grazie all'applicazione combinata di tecnologie elettromagnetiche (spire di rilevamento), informatiche (i software applicativi) e telematiche (le reti di trasmissione dati da e per l'utenza) e' possibile implementare sistemi per il controllo e la gestione dei flussi veicolari: questi sistemi consentono di fornire una prima efficace risposta al problema della congestione, generatrice di numerose esternalità negative, tra le quali possiamo menzionare l'aumento dei tempi di viaggio, la diminuzione dell'affidabilità del sistema di trasporto, l'aumento del consumo di carburante e delle emissioni inquinanti dei veicoli.

B) CONTROLLO DELLE RETI VIARIE DI SCORRIMENTO E LORO BANALIZZAZIONE

Consiste nella realizzazione di un sistema atto ad incrementare il valore del *livello di servizio* (6) di un asse stradale. L'utilizzo prevalente risulta essere quello per la gestione ottimizzata delle arterie interessate da forti spostamenti pendolari, ma e' possibile ipotizzarne l'uso anche per risolvere situazioni, straordinarie, di massima congestione: e' possibile considerare questo sistema efficace qualora punte di massimo flusso non giustifichino la realizzazione di un nuovo asse stradale o l'ampliamento di uno esistente.

La banalizzazione consiste nella gestione delle corsie, ottenuta attraverso appositi dispositivi di segnalazione: la possibile flessibilità d'utilizzo della sede stradale, adeguabile aumentando le corsie relative ai flussi nella direzione prevalente ed

eliminando o riducendo le corsie sottoutilizzate, consente di migliorare particolari condizioni di criticita' del sistema.

Tuttavia questo tipo di controllo, che rientra nei provvedimenti tesi all'aumento della capacita' del sistema stradale, poiche' riduce i tempi ed i costi di utilizzo del veicolo privato, rappresenta un'appetibile alternativa modale per gran parte dell'utenza, contribuendo a ricreare quelle situazioni di congestione che avevano determinato l'adozione del sistema.

C) CONTROLLO DELLE RETI PRIORITARIE DEL TRASPORTO PUBBLICO

Il controllo delle reti prioritarie di trasporto pubblico si esplica attraverso l'attuazione di corsie preferenziali, che limitino la promiscuita' sulla sede stradale: essendo dotate di semaforizzazione ottimizzata riducono i tempi di attesa aumentando la capacita' della linea.

Interventi piu' radicali e costosi implicano:

- la completa automatizzazione delle linee metropolitane esistenti. Questo consente di aumentare la frequenza dei convogli sino a raggiungere la soglia limite di 90 secondi (che attualmente e' raggiunta solo in particolari momenti di punta n.d.r.) che non puo' essere mantenuta dai conducenti, costantemente, per evidenti problemi di stress (7);
- la realizzazione di sistemi di trasporto collettivo in sede propria, che possano essere completamente automatizzati minimizzando tutti quei costi di esercizio, che attualmente gravano pesantemente sui bilanci dell'ente pubblico.

Le condizioni al contorno per la realizzazione di questo tipo di interventi sono riassumibili nell'esistenza (o nella creazione) di una potente rete di telecomunicazioni, sia analogica che digitale che consenta una costante visualizzazione del sistema da parte dei supervisori e una continua interrogazione dello stesso da parte del supercalcolatore preposto al funzionamento dell'intera rete (8).

D) CONTROLLO DEI PARCHEGGI

I sistemi informativi per l'utenza possono trovare un'efficace applicazione assolvendo la funzione di segnalazione e indicazione dei parcheggi: questi sistemi ottimizzano la disponibilita' di posti liberi presso i differenti punti, pubblici e privati, di sosta costodita (9).

E) CONTROLLO DELLE RETI DEGLI IMPIANTI SEMAFORICI

I sistemi di controllo della circolazione sono rappresentati dagli impianti semaforici, intesi come ripartitori/distributori del tempo di via libera: la gestione avviene operando sui differenti tempi semaforici dell'intero sistema, rappresentato graficamente su un computer a cui risultano collegate in rete tutte le centraline semaforiche. Attraverso uno specifico software e' possibile ottimizzare lo scorrimento dei flussi veicolari manipolando i tempi semaforici.

F) SISTEMI ELETTRONICI DI INFORMAZIONE

Oggi l'utente del trasporto stradale sceglie i propri comportamenti nella quasi totale ignoranza dello stato effettivo dell'itinerario che deve affrontare, riassumibile nelle seguenti incognite: grado di congestione, condizioni atmosferiche, stato di pavimentazione, eventuale presenza di motivi di perturbazione della normale circolazione e relativa possibile disponibilita' di percorsi alternativi. Tutto questo e' la diretta conseguenza del grado di sottoutilizzazione delle possibilita' offerte dai sistemi elettronici e telematici.

I sistemi informativi per l'utenza, rappresentati dai pannelli a messaggio variabile, sono in grado di coadiuvare l'utenza proprio nella fase di scelta del percorso da compiere e possono assolvere questo gravoso compito, anche in ambito urbano, attraverso la tripla funzione di:

- 1) guida ai parcheggi, ottimizzando in questi stessi la disponibilita' di posti liberi;
- 2) di guida ai percorsi alternativi piu' liberi;
- 3) avviso agli automobilisti del superamento dei livelli di soglia dell'inquinamento di origine veicolare, responsabilizzando su questo importante problema il fruitore della sede stradale, inducendolo nella scelta dei percorsi alternativi.

F1) CONTROLLO DEI LIVELLI DI INQUINAMENTO DI ORIGINE VEICOLARE

Esiste una naturale correlazione tra le dinamiche dei flussi veicolari e le situazioni di allarme dovute all'elevata concentrazione di inquinanti atmosferici incrementate da particolari condizioni ambientali (10)

L'ipotesi di controllo e gestione dei livelli di inquinamento vede gli interventi decisionali indirizzati alla ridistribuzione dei flussi eccedenti sulle arterie non ancora congestionate, effettuabile attraverso la gestione in linea diretta delle centraline semaforiche: qualora si rilevino particolari tassi di inquinamento, e' possibile

attivare piani di traffico (11) specifici inducendo una riduzione del grado di congestione, responsabile del danno atmosferico dovuto ai gas di scarico dei motori, dell'area urbana interessata.

G) SISTEMI DI CONTROLLO DELLA SOSTA E DEL MOVIMENTO

Questo tipo di intervento ha l'obiettivo di modificare direttamente il livello e la distribuzione spaziale e temporale della domanda: i provvedimenti tendono a modificare l'attuale ripartizione modale a favore del trasporto pubblico o inducendo un uso più efficiente dell'auto privata.

Sono attuabili attraverso differenti strategie:

- aumento delle tariffe per la sosta
- introduzione di pedaggi
 - per l'accesso a determinate aree (cordon pricing)
 - per il transito su determinate arterie (road pricing).

I sistemi di controllo che utilizzano provvedimenti tariffari sono da considerarsi sicuramente più efficienti di quelli basati sulla penalizzazione del tempo che, rappresentando la dissipazione di una risorsa non reintegrabile, non consentono di reinvestire i ricavi a vantaggio dell'offerta di trasporto (pubblico).

Per evitare problemi di sperequazione sociale potrebbe essere importante associare il costo di transito sia al tempo di occupazione dell'area sia al numero di persone trasportate sul veicolo sottoposto a pedaggio (sistema Singapore, 1973): attraverso un sistema di car pooling è possibile ridurre contemporaneamente le auto in circolazione, minimizzando così i problemi della sosta in determinate aree, migliorando l'efficienza del servizio pubblico, attraverso la redistribuzione degli introiti della tariffazione veicolare sul sistema collettivo.

Sebbene per alcuni il road-pricing non rappresenti altro se non un'offerta di accesso a pagamento a determinate zone della rete stradale urbana, nelle quali verrà effettuata una gestione ottimizzata della percorribilità, della sosta, relativo uso dell'area, e dell'accesso agli altri sistemi di trasporto, non bisogna dimenticare come il problema della congestione non sembri arginabile mediante l'attuazione di norme tese ad un'eccessiva limitazione dell'utilizzo del mezzo di trasporto privato: infatti le restrizioni eccessive all'uso dell'autoveicolo, in presenza di un sistema di trasporto pubblico complessivamente mediocre e di non adeguata capacità, possono indurre aggravii sul costo generalizzato di alcuni spostamenti, distorsioni sul livello di distribuzione della domanda di trasporto unitamente a differenti strutturazioni d'uso del suolo e delle attività economiche, generando costi

tali da superare quelli relativi ai benefici conseguiti attraverso la riduzione della congestione. E' importante infatti ricordare come i differenti sistemi di tariffazione o limitazione della sosta, o del transito, causino a lungo termine delle importanti differenze d'uso dell'area sottoposta a pedaggio, inducendo in questa la localizzazione di attivita' stanziali o relazionali (12).

Questo fenomeno di retro-azione, rappresenta il principale elemento di autoregolazione del sistema di trasporto: limita la domanda, ne determina la distribuzione nell'arco della giornata, condiziona pesantemente la scelta della destinazione e del modo di trasporto, determina il carico relativo dei diversi elementi del sistema e, nel lungo periodo, influenza lo sviluppo economico e insediativo delle diverse zone della citta' e dell'area metropolitana. Le eventuali decisioni di intervento, tese alla limitazione dei fenomeni di congestione, devono essere fondate su attente analisi delle diverse alternative attuabili operando sulla complessita' del sistema.

3.UNA APPLICAZIONE PER IL CONTROLLO E LA GESTIONE DEL TRAFFICO

Nell'ambito delle esperienze condotte in Italia per la gestione e il controllo del traffico, si segnalano due casi significativi, che hanno oltrepassato la soglia della sperimentazione: Bolzano e Padova.

LA GESTIONE DEL TRAFFICO A BOLZANO

L' esigenza di garantire la mobilita' a tutti i cittadini, sia con il mezzo privato che con il mezzo pubblico, ha reso indispensabile la razionalizzazione della rete viaria esistente.

Il progetto, affidato nel 1986 alla Italtel di Milano, ha permesso di implementare e realizzare un sistema di governo e controllo centralizzato del traffico cittadino.

Ai fini della realizzazione dei piani di traffico sono state individuate quattro zone di traffico omogeneo nelle quali sono state evidenziate le arterie primarie di maggior scorrimento da privilegiare.

Sono in fase di studio altri interventi tesi alla

- preferenziazione semaforica dei mezzi di soccorso e dei mezzi pubblici
- guida al parcheggio
- gestione di una rete di apparati per il rilevamento fotografico per la repressione delle infrazioni (alta velocita', mancato arresto al rosso semaforico, ecc.)
- installazione di pannelli a messaggio variabile per fornire indicazioni sulle condizioni delle strade e della circolazione.

LA GESTIONE DEL TRAFFICO A PADOVA

Nato da un'iniziale esperienza di centralizzazione semaforica e' stato presentato a Urbani, Padova, 25 febbraio-1 marzo 1990, il sistema Path-Messenger che, dopo solo un anno di attivazione, ha gia' assunto la fisionomia di punto di riferimento per la gestione della normalita' come dell'emergenza su tutto il territorio urbano. Ad esso fanno infatti riferimento tutte le aree di intervento (sorveglianza e controllo del traffico, polizia urbana, protezione civile).

La struttura del software, implementato da V.M.Curti, e' stata concepita in modo tale da non richiedere per il proprio funzionamento uno specifico intervento da parte del personale addetto. Il sistema infatti, e' del tutto autonomo e segnala, aggiornando la mappa urbana attraverso i dati forniti dalle spire elettromagnetiche, lo stato delle arterie, o degli incroci particolarmente congestionati o l'anomala sconnessione di un impianto semaforico dal sistema delle centraline.

A Padova e' possibile visualizzare, in tempo reale, sulla mappa della citta' l'intera situazione viabilistica evidenziando:

- l'andamento del traffico sulle arterie particolarmente critiche
- il formarsi di code o rallentamenti
- le capacita' residue esistenti sulle arterie
- lo stato delle apparecchiature (regolatori semaforici, punti di misura)
- lo stato di concentrazione di particelle inquinanti di origine veicolare attraverso il rilevamento della direzione e della velocita' del vento, della pressione atmosferica e il calcolo teorico delle emissioni attraverso appositi algoritmi.

Il programma Path-Messenger consente inoltre di effettuare modificazioni sui concentratori d'area per adattare la rete alle nuove esigenze dettate dalla congestione veicolare, dal grado di inquinamento o dalla disponibilita' dei posti auto nei parcheggi.

Per il futuro a Padova e' prevista l'installazione di una serie di pannelli a messaggio variabile per fornire suggerimenti riguardo a eventuali percorsi alternativi, definiti dal programma attraverso algoritmi di cammini ottimi a costo minimo. In attesa dell'installazione comunque a Padova questi vengono gia' comunicati all'utenza attraverso programmi radiofonici.

CONCLUSIONI

Chiaramente le ridotte dimensioni delle città alle quali questi casi si riferiscono hanno giocato un ruolo fondamentale nella realizzazione dei sistemi di controllo e gestione.

Sebbene alcuni tentativi siano in atto a livello di grandi città, ad esempio a Torino (13) è stato implementato un sistema di controllo semaforico ottimizzato per il mezzo pubblico su un'area di 7 kmq, e' auspicabile che, in un arco temporale limitato, analoghi esperimenti possano essere sviluppati anche nelle grandi aree metropolitane dove la questione della mobilità riveste una posizione di primo piano.

NOTE

1) come ricordato nel PGT del 1985, attraverso l'adozione di Piani di Traffico che rappresentino il miglior uso delle risorse esistenti.

2) Ci riferiamo qui ai tre differenti progetti industriali:

PRO-CAR, Sviluppo di sistemi intelligenti a bordo dei veicoli per la guida assistita;

PRO-NET, Sviluppo di una rete di comunicazione veicolo-veicolo per consentire la percezione al di là della portata visiva;

PRO-ROAD, Sviluppo di un sistema di comunicazione terra-bordo per la localizzazione dei veicoli sulla rete agli effetti della gestione ottimizzata del traffico.

3) Si tratta delle seguenti attività di ricerca (che vedranno coinvolte le maggiori industrie in collaborazione con Università e CNR):

PRO-CHIP, Sviluppo di componenti integrati;

PRO-ART, Sviluppo di software applicativo che utilizzi l'intelligenza artificiale dei sistemi di bordo;

PRO-COM, Sviluppo di tecniche e protocolli di comunicazione per l'ottimizzazione del trasferimento di informazioni tra veicoli, strada e ambiente.

4) Ci riferiamo allo sviluppo di sistemi integrati di gestione e controllo del traffico, che analizzino anche i problemi inerenti alla sicurezza, all'impatto ambientale unitamente al quadro socio-economico e normativo, affidato alle Università e agli Istituti di ricerca con il nome di PRO-GEN.

5) "I Piani della mobilità non sono altro che i Piani di comportamento dei cittadini per muoversi nella città,..", Lucio Quaglia, in -Mobilità e vivibilità-, Onda Verde n.5

6) Si intende per livello di servizio la capacità di una determinata arteria di supportare flussi veicolari sino ad una determinata soglia detta di saturazione.

7) Relazione presentata ad Urbania 90 dal Prof.F.Bombi, non pervenuta alla stesura degli atti del convegno.

8) Ad esempio la rete metropolitana di Lione completamente automatizzata.

9) Il Decreto Ministeriale in relazione all'art.2 della legge 24/3/1989, n.122 definisce varie categorie di parcheggi:

- di interscambio, finalizzati a ridurre l'afflusso dei veicoli privati nei centri urbani

- di prima cintura, situati cioè al di fuori dei centri storici e finalizzati a favorire la fluidità del traffico veicolare eliminando la sosta dalle arterie adibite alla principale viabilità cittadina

- strategici, finalizzati ad agevolare la fruizione di aree pedonali urbane o zone a traffico limitato o aree ad esse assimilabili (museali, fieristiche, ricreative, museali, ospedaliere, ecc.) mediante la sosta dei veicoli privati per periodi di tempo limitati.

10) C.Molinari, V.M.Curti, 1990, Impatti ambientali di origine veicolare all'interno di strutture urbane a canyon: un progetto software, Dipartimento di P.P.P.E., Facoltà di Architettura, Politecnico di Milano.

11) Un piano di traffico memorizza svariati cicli semaforici in relazione a determinati tipi di flussi e li riaggiorna in continuazione, ottimizzando i tempi di via libera, in relazione ai flussi registrati.

12) Lucio Quaglia, Sperimentazioni d'avanguardia, Onda Verde, n.3.

13) P.Gentile, V.Mauro, 1988, Experience with SIS, Torino's Public Transport Operation AID System. International Conference on Automatic Vehicle Location in Urban Transit System, Ottawa.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV., "Atti del Convegno Urbania, Padova 25 febbraio-1 marzo 1990" E.A.Fiera, Padova, 1990

- AA.VV., "Atti del Convegno Urbania, Padova 19-23 febbraio 1991" E.A.Fiera, Padova, 1991

- E.Cascetta, A.Nuzzolo, 1988, Un modello di equilibrio domanda-offerta per la simulazione dei sistemi di trasporto nelle aree urbane di media dimensione, Relazione al Quinto Convegno CNR-PFT, Napoli

- M.De Luca, 1989, Tecnica ed economia dei trasporti, CUEN, Napoli

- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto di cui all'art.2 della Legge 24 marzo 1989, n.122