

# ZONA 30 NELLE AREE URBANE: VALUTAZIONI E PROPOSTE TECNICI, AMMINISTRATORI ED OPERATORI A CONFRONTO

**Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti  
di Maria Nadia Postorino\* e Agostino Nuzzolo\*\***

**Aula Prodi**

**Bologna, 5 aprile 2024**

\* Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM) – Alma Mater Studiorum Università di Bologna

\*\* Università di Roma Tor Vergata e Società Italiana di Politica dei Trasporti (SIPOTRA)

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti *di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo*



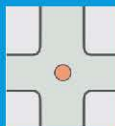
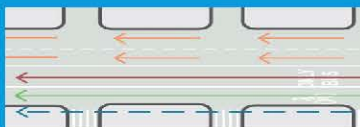
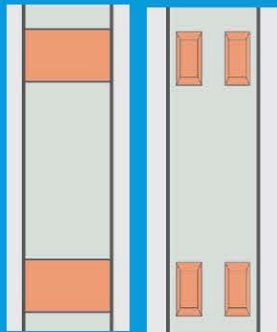
Misure di *traffic calming*:

*combinazione di misure principalmente fisiche che riducono gli effetti negativi dell'uso dei veicoli a motore, modificano il comportamento dei conducenti e migliorano le condizioni per gli utenti della strada non motorizzati [Institute of Transportation Engineers (ITE)]*

- Obiettivo immediato => ridurre velocità e volume del traffico a livelli accettabili (nota: "accettabile" è un termine generico che va quantificato in relazione alla classe funzionale di una strada e alla natura delle attività nelle vicinanze)
- Obiettivi intermedi => riduzione degli incidenti e creazione di ambienti più sicuri per l'utenza debole (es., pedoni e bambini)
- Obiettivi a lungo termine => riduzione del rumore, dell'inquinamento

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo

### Alcune strategie di moderazione del traffico

- Riduzione della larghezza delle corsie, che inducono i veicoli ad una riduzione di velocità 
- Raggi di curvatura più stretti per ridurre le velocità di svolta dei veicoli e le distanze di attraversamento dei pedoni 
- Mini-rotatorie poste alle intersezioni sia per ridurre la velocità sia per instradare i veicoli intorno all'isola anziché direttamente attraverso l'intersezione 
- Sincronizzazione semaforica tale da favorire velocità più basse lungo un corridoio 
- Dossi artificiali, formati da sezioni di strada rialzate a forma sinusoidale, in genere alte 10-15 cm e lunghe 4-6 metri. NOTA: per consentire a veicoli come gli autobus di passare senza problemi si adottano anche «*speed cushions*», simili ai dossi, ma dotati di aperture per il passaggio delle ruote dei veicoli di grandi dimensioni. I dossi sono molto efficaci nel riportare gli automobilisti a una velocità ridotta e possono essere utilizzati in serie per creare una zona (o corridoio) di rallentamento 

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti *di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo*

- La scelta della strategia migliore deve essere basata sulle caratteristiche del sistema di trasporto considerato (*domanda e offerta di trasporto*) e sulla tipologia di infrastruttura stradale.
- Deve inoltre essere coerente all'ambiente (*sistema delle attività*) circostante (ad esempio, zona scolastica, residenziale, ...)
- Gli effetti delle strategie adottate influenzeranno (positivamente o negativamente) il flusso di traffico, la routine quotidiana e le abitudini di guida degli automobilisti, ma avranno effetti anche sul sistema delle attività (es., zone commerciali)



Simulazione quantitativa del sistema di trasporto e degli impatti prodotti

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti *di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo*

### Il sistema urbano dei trasporti

- Sistema complesso di elementi interconnessi che interagiscono tra loro, spesso in modo non-lineare (effetto *farfalla* o *domino*, in cui una piccola causa può portare a conseguenze rilevanti imprevedibili)
- Ruolo (*sociale*) del sistema dei trasporti: garantire agli individui la partecipazione a varie attività distribuite nello spazio e nel tempo
- Diverse categorie di soggetti fruitori dell'*offerta* di trasporto:
  - Ciclisti, pedoni (utenza «debole»)
  - Autovetture individuali, inclusi taxi e veicoli condivisi (*car-sharing*)
  - Mezzi di trasporto collettivo (es., bus)
  - Mezzi per la distribuzione delle merci
  - Mezzi per servizi vari (es., raccolta rifiuti, emergenza, servizi d'ordine)

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti *di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo*

### Impatti rilevanti di un sistema di progetto

- Impatti economici => es., variazioni:
  - nei valori delle proprietà residenziali e commerciali
  - nella produzione economica risultante da variazioni di accessibilità
  - nelle conseguenze economiche degli **incidenti** direttamente ed indirettamente collegati al progetto
- Land use => es., variazioni:
  - nel tipo di uso del suolo (es. da residenziale a commerciale)
  - nella struttura geografica di una regione o nella qualità urbana di quartieri
- Impatti sociali => es., variazioni:
  - nell'**accessibilità** alle attività sociali (scuole, uffici pubblici, parchi, ecc.)
  - nella coesione e stabilità delle comunità locali
  - nella distribuzione delle opportunità legate agli spostamenti rispetto allo spazio (zona) e allo stato socioeconomico (classe di reddito o età) [equità sociale]
- Impatti ambientali =>
  - effetti su ecosistema, **rumore, inquinamento atmosferico** e percezione visiva
  - alterazione dell'equilibrio ecologico di fauna e flora (es., nuove infrastrutture in zone rurali)
  - intensità e distribuzione spaziale di rumore e inquinamento atmosferico

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti *di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo*

**Problema:** come confrontare impatti di natura diversa?

Vari metodi, tra cui:

- ✓ Analisi Benefici-Costi (CBA)
- ✓ Analisi multicriterio (MCDM)

- Un *metodo multicriterio* si articola nei seguenti passi principali:
  - *identificare gli obiettivi*
  - *identificare i progetti o linee di azione alternativi da valutare*
  - *identificare criteri e punteggi per ogni obiettivo*
  - *assegnare pesi ad ogni obiettivo*
  - *combinare i pesi e i punteggi per ogni progetto alternativo*
  - *verificare il grado di soddisfacimento di un obiettivo per ogni progetto alternativo considerato*
  - *identificare il punteggio totale del progetto*

- L'analisi Benefici-Costi esprime gli impatti di ogni progetto alternativo in **unità monetarie**
- Per ogni alternativa, si considera una singola misura aggregata del valore economico sommando algebricamente i diversi impatti, considerando i *benefici come positivi e i costi come negativi (compensazione)*, e *tenendo conto del tempo* in cui questi si verificano
- Quantificazione di benefici e costi dipendono dagli stakeholder per i quali viene eseguita l'analisi

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo

### Analisi e stima degli impatti rilevanti di un sistema di progetto: esempi

- Tempi di viaggio

- Calcolati tramite il **modello di rete di trasporto**

$$c = c(f)$$

$c$  costo sull'arco,  $f$  flusso veicolare

- Rilevati (Floating Car Data), come misura di confronto con il modello

- Modelli di previsione dell'incidentalità

- Es.: probabilità che si verifichino  $X_{it}$  incidenti nel sito  $i$  al tempo  $t$ :

$$p(X_{it}) = \frac{e^{-m_{it}} m_{it}^{X_{it}}}{X_{it}!}$$

$$m_{it} = \exp(\beta^T Z_{it})$$

$Z_{it}$  vettore di variabili che descrivono il tronco  $i$  al tempo  $t$  (flussi, caratteristiche geometriche e funzionali del tronco)

- Inquinamento atmosferico

- Es.: grammi di inquinante emesso per veicolo e per chilometro percorso

$$K_{CO} = 1.19 + 0.108 \cdot f_l \cdot v_l^{-0.795} \cdot e^{-0.25D}$$

$K_{CO}$  concentrazione di monossido di carbonio;  $f_l$  flusso orario di veicoli;  $v_l$  velocità media di deflusso sull'arco;  $D$  distanza del ricevitore dall'asse della strada

- Inquinamento acustico

- Es.: livello di rumore ambientale

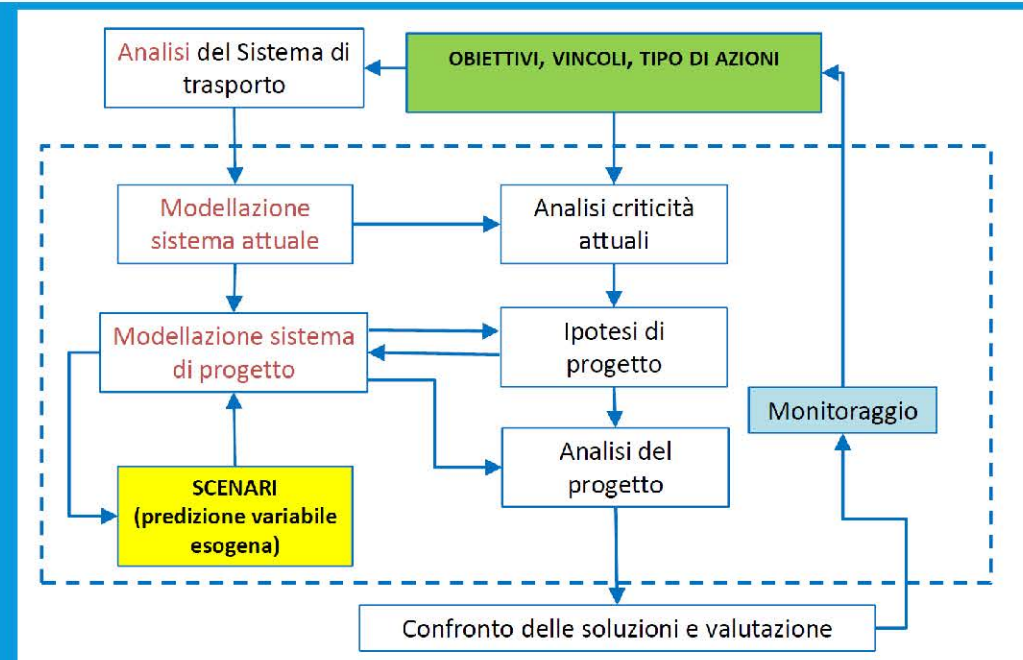
$$L_{Aeq} = 49.5 + 10.21 \log(f_{le} + 6 f_{pe}) - 13.9 \log d + 0.21 v_m$$

$L_{Aeq}$  livello sonoro continuo equivalente ponderato in scala  $A_{q_{le}}$  flusso orario di veicoli leggeri;  $f_{pe}$  flusso orario di veicoli pesanti;  $d$  distanza del ricevitore dal bordo della strada;  $v_m$  velocità media di deflusso sull'arco

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo

L'Ingegneria dei sistemi di trasporto a supporto della progettazione e pianificazione del sistema di trasporto:

- Analisi del sistema
- Simulazione matematica del sistema (*modellazione*)
- Identificazione delle aree in cui è necessario intervenire (*analisi criticità attuali*)
- Simulazione quantitativa degli effetti di ipotesi di intervento (*analisi del progetto*)
- Valutazione e confronto di progetti alternativi



Vantaggi della *rappresentazione matematica* di un sistema reale:

- ✓ Modellazione degli elementi rilevanti
- ✓ Simulazione di scenari
- ✓ Verifica degli impatti

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti *di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo*

### Elementi chiave:

- Livello di dettaglio
- Metodi/Modelli

#### Livello di dettaglio

- ✓ Modelli macroscopici
- ✓ Modelli mesoscopici
- ✓ Modelli microscopici

#### Metodi/Modelli

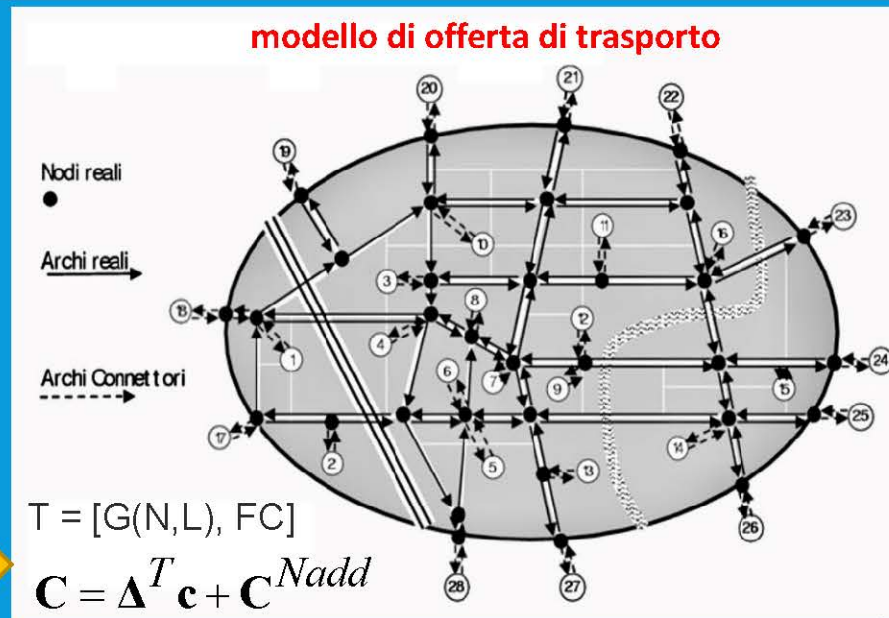
- ✓ Modelli analitici
  - Approcci dinamici
  - Approcci stocastici
- ✓ Modelli di simulazione
  - Approcci dinamici
  - Approcci stocastici

#### simulazione e analisi

- **analisi** => Il modello matematico fornisce, in forma chiusa, una soluzione numerica ad un problema – soluzione ottima (o ottimale)
  - La soluzione è univocamente determinata in funzione delle variabili del modello
- **simulazione** => Il modello matematico rappresenta una realtà fisica e riproduce le operazioni (eventi) del sistema reale (simulazione computer-based), analizzando vari possibili contesti/scenari
  - La soluzione dipende dalle estrazioni dei valori delle variabili simulate, oltre che dalla durata arbitraria della simulazione

## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo

**Domanda di trasporto** => numero di spostamenti che si realizzano con determinate caratteristiche in un prefissato intervallo temporale di riferimento, in una data area geografica che individua il sistema territoriale oggetto di analisi (*area di studio*)



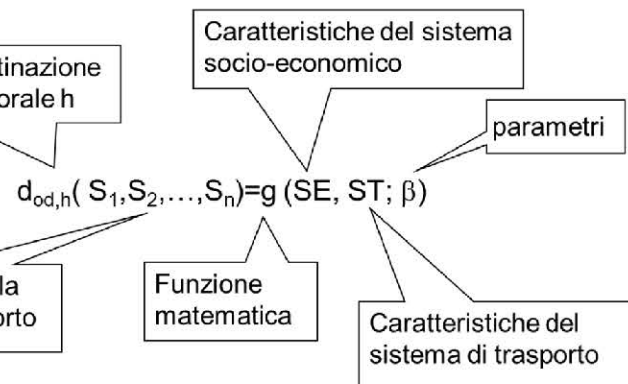
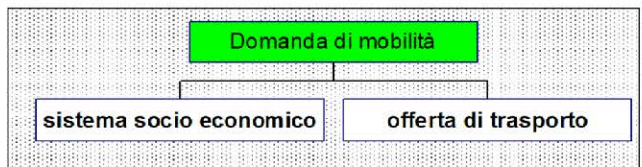
$$f = \Delta F = \Delta P(C)d$$

Flussi d'arco

Interazione domanda-offerta

**Offerta di trasporto** => insieme di infrastrutture (strade, parcheggi, linee ferroviarie, ...), servizi (linee di trasporto collettivo), regolamenti (circolazione stradale e regolamenti di parcheggio) e prezzi (tariffe, parcheggi, pedaggi stradali, ...) che producono opportunità di spostamento nell'area considerata

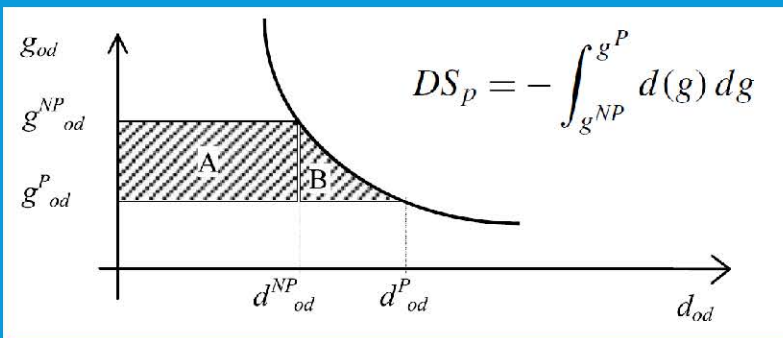
**modello di domanda di trasporto**



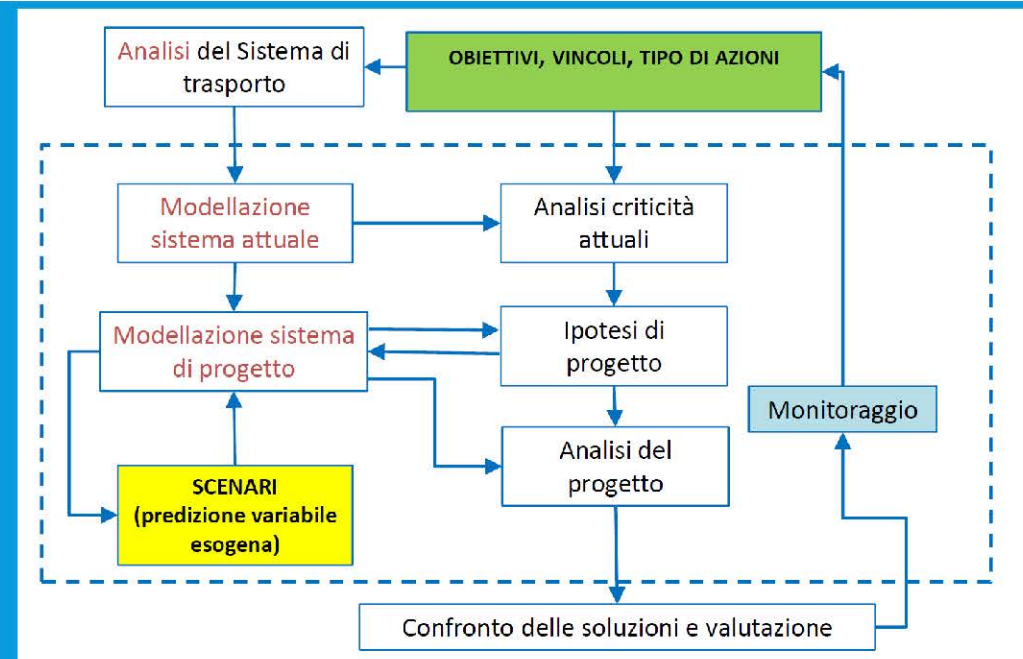
## Moderazione del traffico e sistema urbano dei trasporti di Maria Nadia Postorino e Agostino Nuzzolo

Quantificazione degli impatti a partire dalla modellazione del sistema di trasporto (*domanda, offerta, flussi e costi*), quali:

- ✓ Variazione di surplus percepito dall'utente del sistema di trasporto nel progetto e non progetto ( $DS_p$ )
- ✓ Modifica dei benefici non percepiti dagli utenti tra il progetto e il non progetto (es., variazioni dei costi dovuti a incidenti)
- ✓ Variazioni dell'impatto sui non utenti tra situazione di progetto e di non progetto (es., impatti sull'ambiente; sul sistema economico; sull'uso del suolo)



- ✓ Analisi benefici-costi
- ✓ Analisi multicriterio



# ZONA 30 NELLE AREE URBANE: VALUTAZIONI E PROPOSTE TECNICI, AMMINISTRATORI ED OPERATORI A CONFRONTO

**Maria Nadia Postorino\* e Agostino Nuzzolo\*\***

**Grazie per l'attenzione**

**Aula Prodi  
Bologna, 5 aprile 2024**

\* Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM) – Alma Mater Studiorum Università di Bologna

\*\* Università di Roma Tor Vergata e Società Italiana di Politica dei Trasporti (SIPOTRA)