



Dipartimento di Ingegneria Civile - Università di Trieste

*Criteri per la definizione e modelli per la verifica
di una disciplina della circolazione
in accordo con gli obiettivi del P.U.T.*

R. Camus, G. Longo, E. Padoano
Dipartimento di Ingegneria Civile
Università di Trieste



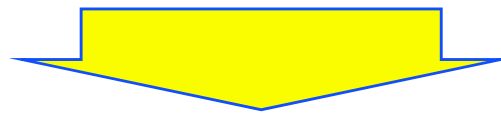
Il Piano Urbano del Traffico

- Costituito da un insieme coordinato di proposte di intervento
- Tutti gli aspetti della mobilità
- Breve periodo
- Dotazione invariata di infrastrutture e mezzi di trasporto
- Differenti livelli di dettaglio



Obiettivi del P.U.T.

- Miglioramento condizioni circolazione
- Miglioramento sicurezza stradale
- Riduzione inquinamento atmosferico ed acustico
- Risparmio energetico
- Etc.



Strategie



Strategie

- Miglioramento capacità di trasporto del sistema
 - × Fluidificazione dei movimenti veicolari
 - × Priorità al trasporto pubblico
 - × Parcheggi e sosta
 - × Pedonalizzazione
 - × Intermodalità
 - × Etc.
- Orientamento e controllo della domanda
 - × Alternative modali /spaziali /temporali
 - × Etc.



Livelli di progettazione del P.U.T.

- Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU)
- Piani Particolareggiati del Traffico Urbano
- Piani esecutivi

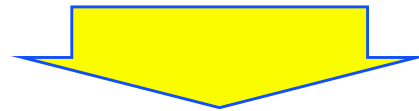
diversi per

- × Livello di dettaglio delle proposte di intervento
- × Informazioni su cui si basano
- × Estensione territoriale



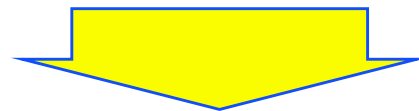
Alcune competenze del P.G.T.U.

- Classificazione delle strade
- Schema generale della circolazione veicolare



Vincoli

per la progettazione di livello sotto-ordinato



Modelli di valutazione



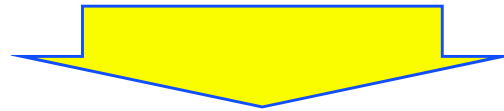
Caratteristiche dei modelli proposti

- Semplici e ampliabili
- Basati su informazioni disponibili (geometriche)
- Orientati (solo prestazioni di alcuni aspetti dell'offerta)
- Di utilizzo rapido e poco oneroso
- Risultati idonei ad essere utilizzati in analisi multi-obiettivo



Struttura

- Variabili (reali ed intere)
- Vincoli (lineari)
- Funzione obiettivo (lineare)



Modello di programmazione lineare mista



Variabili

T_c =durata del ciclo;

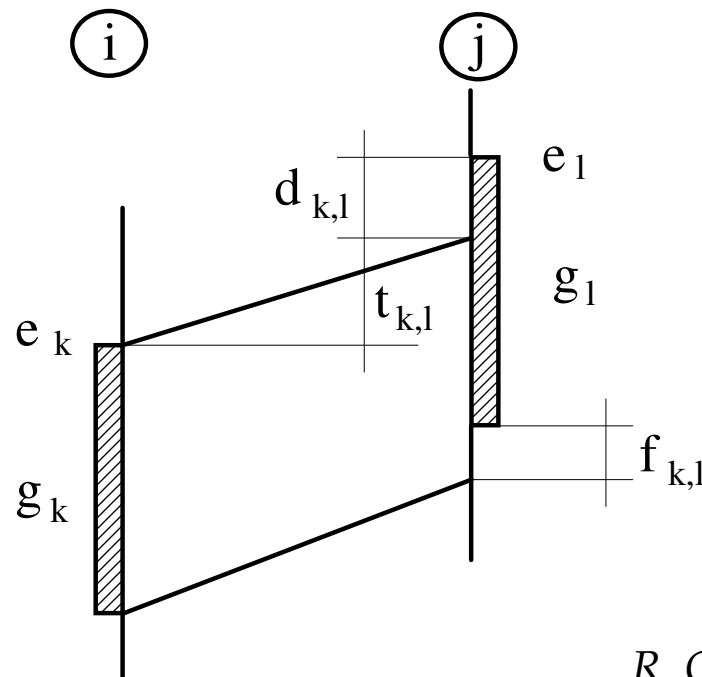
$e_k(i)$, $e_l(j)$ =fine del tempo di verde per i segnali $s_k(i)$ e $s_l(j)$;

$g_k(i)$, $g_l(j)$ =tempo di verde dei segnali $s_k(i)$ e $s_l(j)$;

$t_{k,l}(i,j)$ =tempo di viaggio dal segnale $s_k(i)$ al segnale $s_l(j)$

$d_{k,l}(i,j)$ =ritardo tra la coda del plotone in arrivo da $s_k(i)$ e la fine del periodo di verde di $s_l(j)$;

$f_{k,l}(i,j)$ =ritardo tra la testa del plotone in arrivo da $s_k(i)$ e l'inizio del periodo di verde di $s_l(j)$;





Vincoli

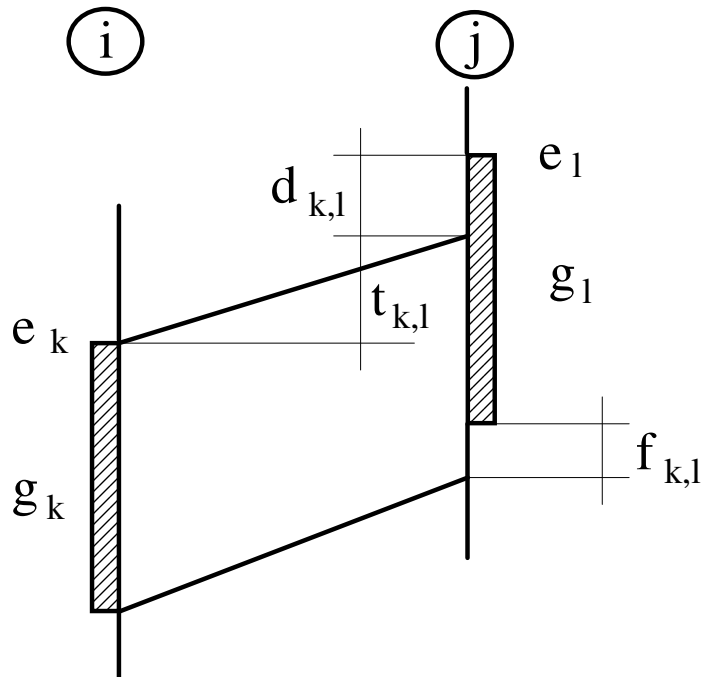
- vincoli di coordinamento;
- vincoli sulla durata dei tempi di verde;
- vincoli sulla velocità dei plotoni;
- vincoli derivanti dalla struttura delle intersezioni.



Vincoli di coordinamento

$$d_{k,l} = e_l + h_{k,l} \cdot T_c - (e_k + t_{k,l})$$

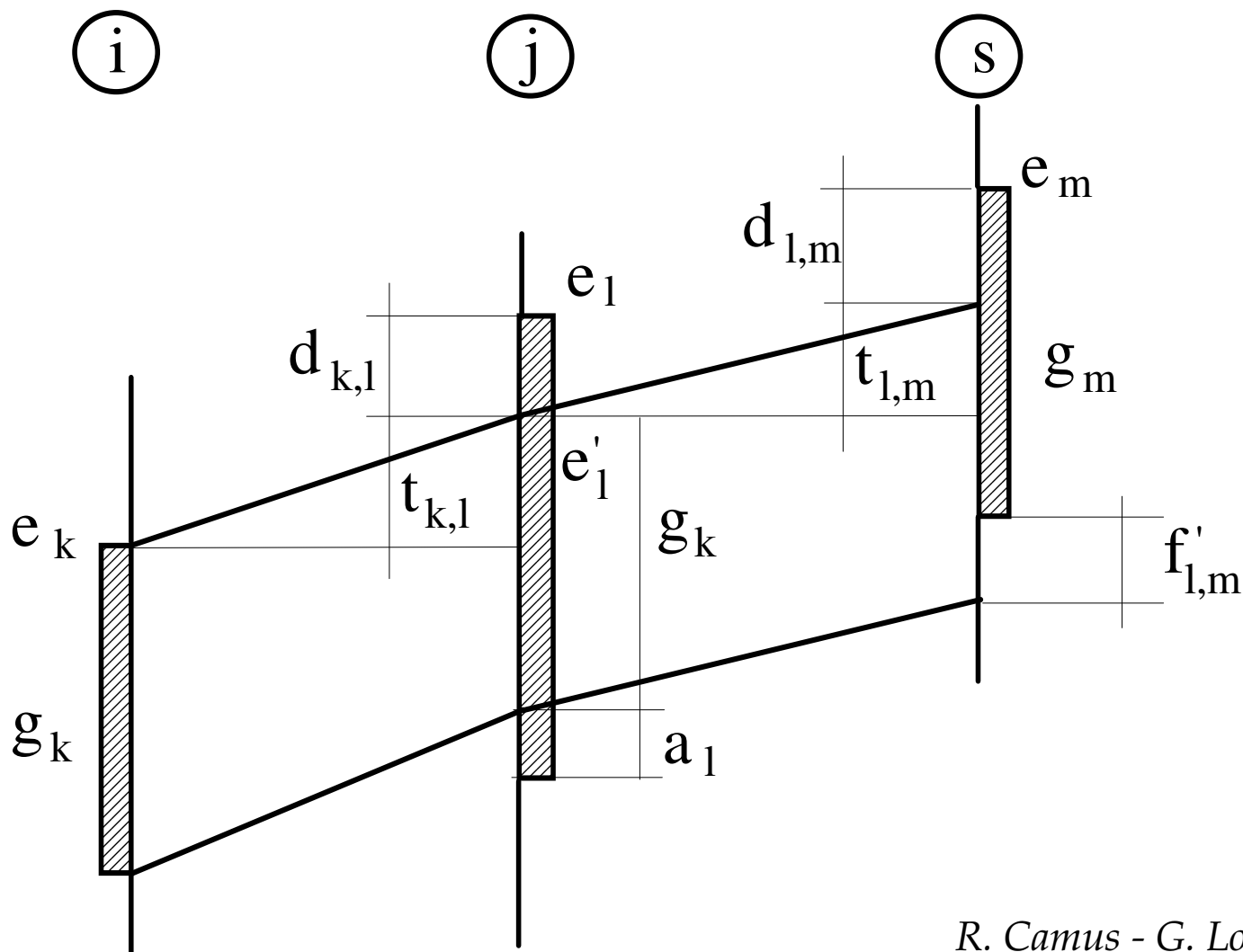
$$0 \leq d_{k,l} \leq T_c$$



$$\begin{cases} f_{k,l} + g_l \geq d_{k,l} + g_k \\ f_{k,l} \geq 0 \end{cases}$$



Vincoli di coordinamento





Vincoli di durata

Possono variare tra un minimo legato ai flussi ed un massimo (tempo di ciclo o inferiore per garantire spazio ad altri segnali

$$g_k^m \leq g_k \leq g_k^M$$



Vincoli di velocità

Possono essere espressi in termini
di tempi di percorrenza

$$t_{k,l}^m \leq t_{k,l} \leq t_{k,l}^M$$



Vincoli di struttura del ciclo

Ad esempio vincoli di sicurezza

$$\begin{cases} e_m - g_m + T_c \cdot k_{m,n} - e_n \geq c_{n,m} \\ e_n - g_n + T_c \cdot (1 - k_{m,n}) - e_m \geq c_{m,n} \end{cases}$$



Modello

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 d_{k,l}(i, j) - e_l(j) - h_{k,l}(i, j) \cdot T_c + e_k(i) + t_{k,l}(i, j) &= 0 \\
 f_{k,l}(i, j) - d_{k,l}(i, j) &\geq \Delta g_{k,l} \\
 t_{k,l}^m(i, j) \leq t_{k,l}(i, j) \leq t_{k,l}^M(i, j) \\
 0 \leq f_{k,l}(i, j) &\leq T_c \\
 0 \leq d_{k,l}(i, j) &\leq T_c
 \end{aligned} \right\} \{s_k(i), s_l(j)\} \in \mathbf{C} \\
 & \left. \begin{aligned}
 e_m(i) - g_m(i) + T_c \cdot k_{m,n}(i) - e_n(i) &\geq c_{n,m}(i) \\
 e_n(i) - g_n(i) + T_c \cdot [1 - k_{m,n}(i)] - e_m(i) &\geq c_{m,n}(i)
 \end{aligned} \right\} n, m \in \mathbf{S}(i), n \neq m, i \in \mathbf{N} \\
 & 0 \leq e_k(i) \leq T_c \quad \left. \right\} s_k(i) \in \mathbf{S}(i), i \in \mathbf{N} \\
 & h_{k,l}(i, j) = \text{intere} \\
 & k_{m,n}(i) = 0, 1
 \end{aligned}$$



Funzione obiettivo

$$\max \sum_{s_k(i), s_l(j) \in C} -f_{k,l}(i, j) \cdot w_{k,l}(i, j)$$

- Minimo tempo di attesa nel sistema
- Misura della coordinabilità della rete
- Indicatore utilizzabile in analisi multi-obiettivo
- Idoneo per confronto tra diverse alternative



Collocazione rispetto a modelli assegnativi

➤ A monte

- × Utilizzo di una minore quantità di dati
- × Indicazione quantitativa basata sulla geometria della rete
- × Valutazione speditiva delle alternative

➤ A valle

- × Conoscenza dei flussi
- × Maggiore livello di dettaglio
- × Valutazione più articolata delle alternative



(Viabilità principale del c...

R. Camus - G

(Viabilità principale del centro di Trieste)



Risultati

(diversi archi nell'area centrale destinati a viabilità principale)

	Ipotesi A	Ipotesi B	Ipotesi C
Misura (secondi)	72	142	221
Incremento (secondi)	---	+70	+79



Risultati

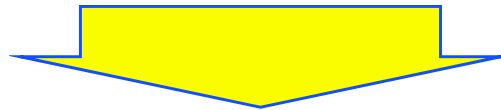
(diverse ipotesi di disciplina della circolazione)

	Ipotesi B originaria	Ipotesi B modificata
Misura (secondi)	142	176
Incremento (secondi)	---	+ 34



Possibili modifiche

- Variabili
- Funzione obiettivo



*Diversi modelli di crescente complessità per
la progettazione più fine della regolazione*



Conclusioni

- Modelli per la verifica di una disciplina della circolazione in accordo con gli obiettivi del P.U.T.
- Formulazione semplice e basata su dati reperibili
- Utilizzo a monte e/o valle dei modelli di assegnazione
- Indicatore
 - ✕ *complementare*
 - ✕ *ma utile per una migliore valutazione delle alternative progettuali*



Schema del lavoro

➤ Contesto

- × Operativo nella redazione del PUT
- × Valutazione delle alternative

➤ Obiettivi

- × Considerare problemi di regolazione nella definizione di:
 - ✓ classificazione funzionale delle strade
 - ✓ schema della circolazione (viabilità principale)
- × Utilizzo dati geometrici
- × Possibile utilizzo speditivo in analisi multi-obiettivo

➤ Oggetto

- × Modello per quantificazione della coordinabilità del sistema



Motivazione del lavoro

Strumento che consente, con pochi elementi, di
valutare le diverse alternative
in funzione della maggiore o minore possibilità
(nelle fasi successive di attuazione)
di realizzare un efficiente sistema di controllo
della circolazione sulla viabilità principale.