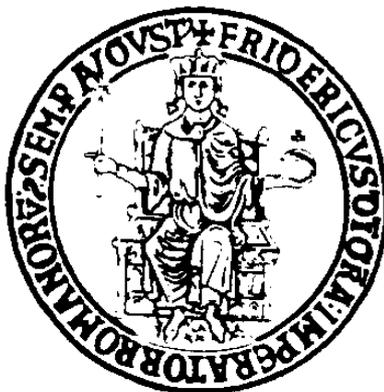


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DEI TRASPORTI "L. TOCCHETTI"

ELABORATO DI TESI

VALUTAZIONI DI SCENARIO DI UN SISTEMA DI  
TRASPORTI ED ANALISI DELLA SENSITIVITÀ

Relatore

Ch.mo Prof. Ing. Vincenzo Torrieri

Candidata

Sara Gallucci matr. 518/395

ANNO ACCADEMICO 2010/2011

## Introduzione

La mobilità è un fenomeno da sempre strettamente connesso al sistema delle attività sociali, economiche e culturali e, pertanto, si rileva l'esigenza di analizzare al meglio le caratteristiche dei sistemi di trasporto in tutta la loro complessità.

L'ingegneria dei sistemi di trasporto si propone di simulare il funzionamento attuale del sistema di trasporto e le proposte di scenari futuri, consentendo così di valutare gli effetti degli interventi prima che essi siano realizzati.

Costruire un modello semplificato della realtà significa garantire il giusto compromesso fra la capacità di simulare il fenomeno in maniera sufficientemente aderente alla realtà e la trattabilità teorica e computazionale del modello stesso, considerate le conoscenze e gli strumenti a disposizione dell'analista.

Questi strumenti matematici utilizzati per simulare i sistemi di trasporto riproducono i flussi di domanda, le prestazioni dell'offerta, le loro iterazioni ed i principali effetti che tali sistemi reali o ipotetici hanno sul "mondo esterno".

E' in questo contesto che si pone grande attenzione all'analisi di sistema e ad un tipo di analisi in particolare, **l'analisi di sensitività** intesa come studio della variazione degli output di un modello, dovuta, qualitativamente o quantitativamente, a differenti cause di incertezza in funzione della variazione degli input. All'inizio di una qualsiasi analisi di sensitività si definiscono i fattori più consoni all'analisi e il compito del modellista è chiedersi quali fattori includere, e decidere se far variare tutti o solo una parte dei parametri considerati.

Riportiamo i punti che schematizzano il processo dell'analisi di sensitività:

- Sviluppare l'esperimento (indicare a che domanda il modello dovrebbe rispondere) e valutare i fattori di input che si sceglieranno per l'analisi.
- Assegnare le funzioni di densità di probabilità o intervalli di variazione per ogni fattore di ingresso.
- Generare un vettore / matrice di input attraverso un progetto appropriato.
- Valutare il modello e creare una distribuzione di output per la risposta di interesse.
- Valutare l'influenza o l'importanza relativa di ciascun fattore di ingresso sulle variabili di output.

## Caso studio

Durante questo lavoro di tesi è stata effettuata la valutazione di scenario di un sistema di trasporto e sono state confrontate due diverse soluzioni progettuali (Scenario 1 - Scenario 2) con quella di riferimento (Scenario 0).

Lo Scenario 0 è costituito da due località A e B, in A sono insediate principalmente attività residenziali mentre B è sede di attività di lavoro. In C vi è la stazione ferroviaria (Fig. 1).

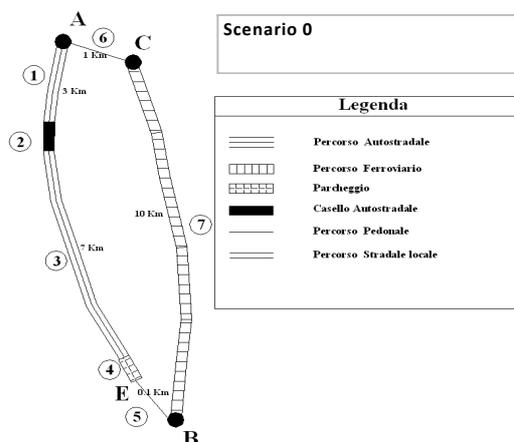


Fig. 1: Scenario 0, scenario di riferimento.

Per quanto concerne lo scenario 0 in cui non è stato effettuato alcun intervento si evincono delle criticità in corrispondenza dei tratti 1- 2 - 3 che risultano sovrasatura (trasporto privato) e il tratto 7 (trasporto collettivo) risulta sottosatura. Per questi motivi si è optato di progettare lo Scenario 1 (Fig. 2) tale da favorire l'utilizzo del collettivo rendendo raggiungibile la stazione ferroviaria attraverso una strada locale e offrendo il servizio di park and ride, riducendo, anche, i costi relativi alla collettività (inquinamento, rumore ed incidentalità) cioè quelli che incidono sull'ambiente.

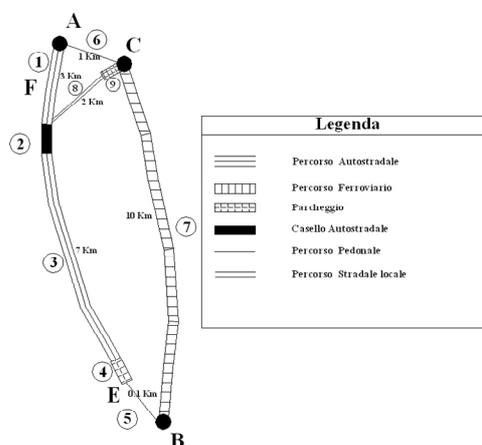


Fig. 2: Scenario 1.

La nuova configurazione di progetto prevista dallo **Scenario 1** adotta la cosiddetta politica di "pull" cioè in grado di attirare utenza verso modi di trasporto più sostenibili, i risultati ottenuti in tale scenario sono estremamente positivi in quanto si rispettano gli obiettivi proposti.

Per quanto riguarda lo **Scenario 2** (Fig. 3) si è optato semplicemente di ridurre il grado di saturazione dei tratti di strada 1 - 2 - 3 aumentando la capacità degli stessi, mediante costruzione di ulteriori corsie. Ma non si sono ottenuti risultati molto diversi da quelli dello Scenario 0 di non intervento, in riferimento agli utili di gestione e costi generalizzati percepiti dall'utenza.

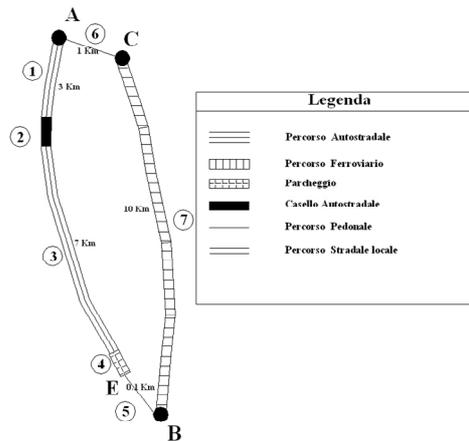


Fig. 3: Scenario 2.

Infine, attraverso l'**analisi di sensitività**, si è investigato su quale parametro influenza maggiormente i costi generalizzati, i costi esterni, e gli utili di gestione.

Si è notato che variando la velocità del treno da 60 a 120 km/h si riducono i costi percepiti dall'utenza perché migliorano le prestazioni del sistema ferroviario che influenzano la scelta del percorso da parte dell'utenza, e proprio in base a questa redistribuzione dei flussi che gli utili aumentano, mentre restano pressappoco costanti i costi esterni (Fig. 4).

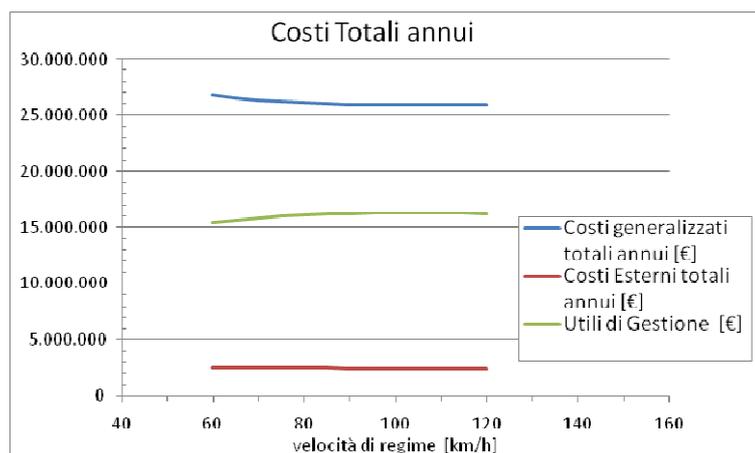


Fig. 4: Variazione dei costi in funzione delle velocità del treno.

La variazione del costo del parcheggio in prossimità della stazione ferroviaria, è il parametro meno influente, esso comporta solo una relativa

riduzione degli utili.

La variazione del biglietto del treno da € 0 a € 6 genera un incremento degli utili di gestione (Fig.5), fino ad un valore di circa 3 euro a cui corrisponde un valore di costo generalizzato accettabile per l'utenza.

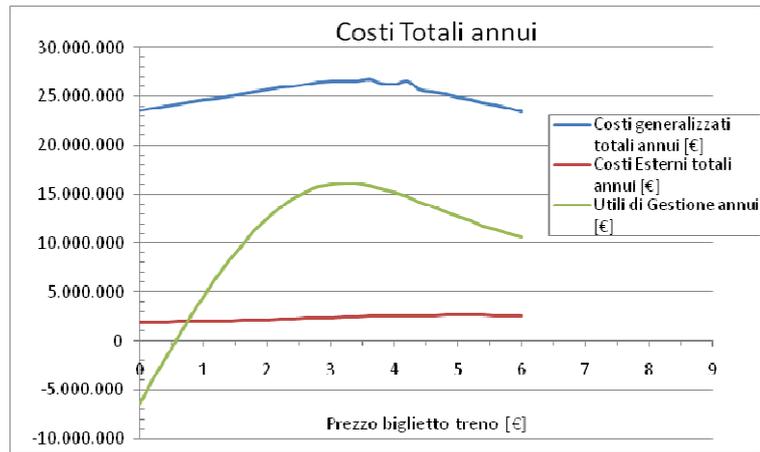


Fig. 5: Variazione dei costi in funzione del prezzo del biglietto del treno.

La variazione del pedaggio e del biglietto del parcheggio in prossimità della località B influenza molto gli utili di gestione ed anche i costi generalizzati, infatti all'aumentare dei costi del biglietto e pedaggio aumentano i costi generalizzati mentre i costi esterni si abbattano, per la scelta dell'utenza rivolta maggiormente verso il trasporto collettivo.

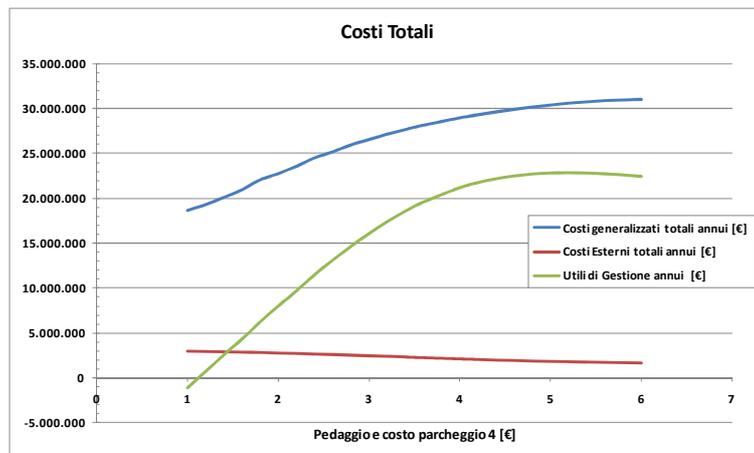


Fig. 6: Variazione dei costi in funzione del pedaggio e del costo del parcheggio.

In conclusione il problema del trasporto analizzato si proponeva di ricercare la configurazione del sistema di produzione che, nei vincoli posti dal sistema territoriale, economico e ambientale, ottimizzasse il servizio secondo criteri di efficacia, qualità, ed efficienza ovvero secondo criteri che corrispondono sia alla soddisfazione della domanda e delle prestazioni attese dalle comunità servite (“*efficacia e qualità*”) che all’ottimizzazione delle risorse utilizzate per la produzione dei servizi richiesti (“*efficienza*”).