

# L'ANALISI DEGLI EFFETTI ESTERNI COME ELEMENTO DI VALUTAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI

**Sascia Canale**

**Francesco Nicosia**

**Salvatore Leonardi**

## **1. PREMESSA**

La valutazione della realizzabilità dei progetti è un esercizio di previsione prima ancora che la formulazione di un giudizio. L'indagine teorica ed applicata sull'efficienza della spesa pubblica in generale, e sulla analisi economica dei progetti, in particolare, è stata sempre al centro di un vivo interesse di molti studiosi. Realizzare un investimento vuol dire impiegare risorse nel presente in vista di vantaggi futuri. L'obiettivo prioritario che si intende perseguire con la realizzazione dei "progetti" è quello di aumentare il benessere dei consumatori.

Valutare la redditività di un progetto di una infrastruttura stradale è un procedimento molto complicato che va ben oltre la semplice verifica della "diminuzione dei costi di trasporto". Realizzare una infrastruttura è, quasi sempre, una condizione necessaria per innescare un processo di crescita economica.

Qualsiasi progetto comporta sempre la trasformazione del territorio in cui si va ad innestare. In particolar modo le infrastrutture stradali sono caratterizzate da particolari effetti esterni (esternalità) che è indispensabile vengano valutati durante la fase dello studio del tracciato. La valutazione delle esternalità rappresenta un'operazione in cui vengono coinvolte parecchie professionalità, essa rappresenta l'aspetto speculativo dello studio dell'analisi costo benefici.

Nel presente lavoro partendo dalle fasi di pianificazione e studio di un progetto di investimento pubblico, punteremo la nostra attenzione sugli investimenti nelle infrastrutture stradali, tentando di mettere in luce alcuni aspetti di prioritaria importanza nella valutazione della redditività.

## **2. LA PIANIFICAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO**

Ogni forma di comunicazione, e più in generale ogni attività umana hanno una caratterizzazione spazio-temporale. Tale considerazione fa comprendere il ruolo

strategico che il sistema dei trasporti, quale elemento di supporto delle relazioni spaziali, assume nel processo evolutivo economico.

La specificità delle infrastrutture di trasporto è direttamente connessa al ruolo che i trasporti svolgono all'interno del sistema economico, un supporto al consumo (soddisfacimento dei bisogni), alla produzione (quale componente essenziale della divisione del lavoro nonché della commercializzazione) e alla integrazione economica e sociale tra i sistemi regionali.

Da queste considerazioni si intuisce il motivo per cui il ruolo dei trasporti nello sviluppo economico (sia a livello micro che macroeconomico) è sempre stato al centro di un vivo dibattito. Gli economisti, hanno sempre mostrato particolare attenzione all'impatto territoriale squilibrante o riequilibrante di nuovi investimenti infrastrutturali.

E' assodato che il ruolo dei trasporti nello sviluppo si gioca essenzialmente attorno a due elementi fondamentali: l'accessibilità geografica e funzionale da un lato e dall'altro le modificazioni della struttura produttiva (processi, specializzazione, organizzazione, distribuzione....) e del modello dei consumi derivanti da una diminuzione dei costi di trasporto.

La mancanza di un approccio teorico globale e integrato, che servisse da supporto nell'analisi operativa delle politiche e facesse chiarezza sugli effetti delle misure attuate nel settore infrastrutturale ha permesso l'emergere di tesi anche diametralmente opposte:

- dall'infrastruttura intesa come "mitigatrice" di tensioni e strozzature generate dall'interazione tra la domanda e offerta;
- al concetto dell'infrastruttura come strumento per rompere gli equilibri ed esercitare un'influenza a impulsi successivi sul processo dello sviluppo.

Mentre vi è sempre stato un ampio consenso tra gli economisti nel considerare le infrastrutture come preconditione necessaria per lo sviluppo economico di una regione, nulla invece si può dire per ciò che riguarda

l'individuazione precisa del loro ruolo all'interno del processo di sviluppo.

Le difficoltà di analisi del ruolo delle infrastrutture di trasporto nel sistema economico possono essere ricondotte:

- alla complessità insita nel fenomeno "sviluppo". La presenza congiunta di relazioni materiali e immateriali, di condizioni oggettive e condizioni soggettive rende infatti il fenomeno difficilmente riconducibile a un insieme di relazioni matematiche;
- alla continua evoluzione, sia qualitativa che quantitativa, della esigenza di mobilità;
- alla differente dinamica di "ricaduta locale" (in senso territoriale) di un investimento infrastrutturale: sia per ciò che riguarda l'attivazione o il depauperamento di risorse economiche locali (in modo diretto e/o indotto); sia per ciò che concerne il suo impatto polarizzante verso aree centrali o di impoverimento delle aree più periferiche; sia infine, relativamente ai processi di rilocalizzazione industriale e terziaria derivanti dalla modifica della attrattiva territoriale;
- all'ottica di valutazione e misurazione che si deve assumere: le inter-relazioni tra fattori dello sviluppo e infrastrutture devono essere inquadrati in una visione di lungo periodo. Questo obbliga a considerare, oltre ai cambiamenti strutturali della regione, anche le interazioni tra la domanda e l'offerta di infrastrutture complicando il processo valutativo.

La ricerca di criteri e metodi per la definizione degli effetti di un singolo progetto infrastrutturale, (o più in generale di un piano di interventi nel settore dei trasporti) deve essere collocata all'interno di un processo globale di controllo dello sviluppo strutturale e socio-economico del sistema territoriale di riferimento.

È ben noto che uno dei principali fattori che portarono alla rivoluzione industriale del secolo scorso fu proprio la diminuzione dei costi di trasporto conseguente all'introduzione della ferrovia, grazie alla capacità "attivante" degli investimenti nel settore ferroviario e alla notevole diminuzione dei tempi di percorrenza.

La diminuzione dei costi di trasporto (o dei tempi di percorrenza) si configura infatti come uno degli effetti strutturali più significativi in un contesto competitivo.

Da un lato tale diminuzione rende le imprese esistenti capaci di servire un mercato più ampio, permettendo un

aumento del livello dell'output e quindi lo sfruttamento di economie di scala. Dall'altro, l'aumento dell'accessibilità, conseguente all'introduzione di uno o più nuovi collegamenti, consente di consolidare e potenziare il vantaggio comparato di una certa localizzazione imprenditoriale (o residenziale), rendendo tale localizzazione più attrattiva anche per altre attività produttive (esistenti o nuove) o residenziali. Le favorevoli condizioni economiche tendono così a instaurare un processo di tipo moltiplicativo.

Occorre tuttavia osservare che il "circolo virtuoso" sopra richiamato è suscettibile di innescarsi in modo opposto o di modificarsi in "vizioso" quando la relativa inefficienza delle imprese localizzate nella regione collegata dalla nuova infrastruttura vengono spiazzate da quelle esterne, rendendo tale regione "terra di conquista" per tali imprese (con tutte le conseguenze che ne derivano in termini di investimenti, occupazione, reddito ecc.). Questa evenienza viene rappresentata nella figura 1, dove vengono messi in relazione gli effetti che possono essere generati dal miglioramento delle infrastrutture di trasporto con le localizzazioni industriali. Si vede chiaramente come le soluzioni prospettate possono portare ad una crescita economica con aumento della produzione o ad una insufficienza economica con una diminuzione della produzione.

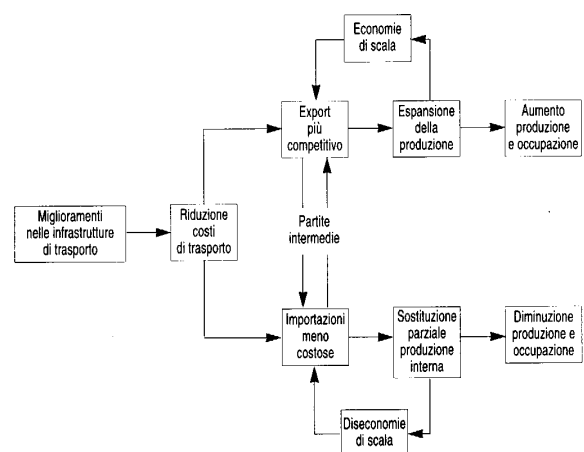


Fig. 1 Effetti dovuti al miglioramento delle infrastrutture di trasporto sull'economia.

In generale si può dunque affermare che miglioramenti nelle infrastrutture consentono aumenti di produttività dei fattori privati della produzione, senza peraltro garantirli. La qualità/quantità di servizi offerti dalle infrastrutture di trasporto influiscono notevolmente:

- sulle performances delle imprese, in termini di estensione del mercato potenziale, e di costi di produzione più o meno elevati.
- sulla scelta della tecnologia da utilizzare e, quindi, sulla qualità e la gamma dei prodotti realizzabili;

Tuttavia la risposta in termini di rendimenti dei fattori produttivi mobili è molto differenziata tra le varie regioni, perché differenti sono le potenzialità di sviluppo esprimibili da ciascuna.

Nell'ambito della teoria dello sviluppo economico, vengono individuate due possibili strategie attraverso le quali le infrastrutture possono intervenire nel processo di sviluppo: da un lato attraverso la creazione di "capacità" nella dotazione infrastrutturale (come elemento di stimolo e orientamento della domanda); dall'altro con l'eliminazione delle strozzature (che le tensioni sul fronte della domanda fanno via via emergere).

La riflessione incentrata sul potenziale di sviluppo di una regione è che «una migliore dotazione di infrastrutture incrementa la produttività degli investimenti privati e riduce i costi di produzione» determinando, quindi, un aumento differenziale del reddito e dell'occupazione rispetto a una situazione in cui non vi sono progetti di infrastrutture.

In accordo con quanto evidenziato, gli effetti spaziali di investimenti in infrastrutture di trasporto possono variare notevolmente in relazione alla loro localizzazione.

La figura 2 evidenzia i tre principali modi in cui le infrastrutture di trasporto possono influenzare lo sviluppo di una regione:

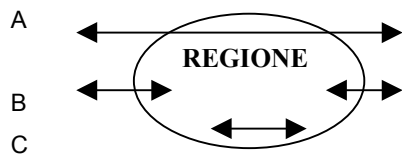


Fig. 2 Modi in cui le infrastrutture di trasporto influenzano lo sviluppo di una regione,

- ◆ **effetto A** (di attraversamento): l'infrastruttura bypassa la regione non avendo punti di accesso;
- ◆ **effetto B** (di crocevia): l'infrastruttura consente miglioramenti nelle comunicazioni da e per la regione (provocando modificazioni nei costi di approvvigionamento e in quelli di commercializzazione);

- ◆ **effetto C** l'infrastruttura migliora le comunicazioni all'interno della regione (consentendo, quindi, un aumento dell'efficienza interna).

Questa tripartizione di effetti (che può essere riferita sia a differenti infrastrutture che a differenti flussi lungo la stessa infrastruttura), consente di specificare gli effetti che l'infrastruttura ha sia sull'economia della regione in cui è localizzata, sia sulle altre regioni più o meno distanti da questa. L'infrastruttura va a modificare la competitività relativa della regione, agendo innanzitutto sulla modificazione del grado di accessibilità (nel duplice significato di più o meno facile raggiungibilità di una certa localizzazione, e di interesse che tale localizzazione suscita).

Grazie alla riduzione dei tempi e dei costi di trasporto (conseguente a un miglioramento delle infrastrutture di trasporto) può infatti innescarsi un processo di espansione e/o di rilocalizzazione dei fattori privati della produzione (capitale e lavoro) in grado a sua volta di generare cambiamenti nella gerarchia funzionale delle regioni.

L'accessibilità fa dunque riferimento a un concetto di spazio che, perso il carattere di omogeneità (proprietà identiche in ogni direzione), assume la dimensione di "campo di forze" ovvero di relazioni funzionali tra centro e periferie. Per questo motivo una delle metodologie maggiormente utilizzate per indagare sul meccanismo di riallocazione fa riferimento ai modelli gravitazionali.

Il concetto di accessibilità nei modelli gravitazionali è strettamente legato a quello di interazione. In particolare, si assume che l'interazione tra le localizzazioni di origine e le localizzazioni di destinazione sia funzione di due elementi: i costi di interazione e le condizioni nelle località di origine e destinazione, con i quali è possibile arrivare a definire un indice di accessibilità aggregata e potenziale di ogni localizzazione.

Queste misure consentono di stimare gli effetti dei cambiamenti nei trasporti (a cui sono direttamente legati i costi dello spostamento) sullo sviluppo economico nelle varie localizzazioni. Uno dei principali elementi che dimostra quale complesso processo decisionale sia richiesto dalla pianificazione delle infrastrutture di trasporto è il numero particolarmente elevato di modelli e approcci utilizzati nel tentativo di individuare i possibili impatti sullo sviluppo economico.

Una di queste classi di modelli è costituita dai modelli di tipo interregionale: essi hanno l'obiettivo di studiare gli

effetti dei cambiamenti nella rete dei trasporti sullo sviluppo regionale, ponendo particolare attenzione ai flussi commerciali interregionali. Come noto le relazioni tra trasporti e commercio interregionale sono di tipo biunivoco: da un lato, la domanda di trasporto è profondamente influenzata dalla quantità e dalla tipologia di beni e servizi scambiati; dall'altro, la dinamica crescente del volume dei traffici richiama a un sempre più razionale utilizzo delle infrastrutture nonché a un loro continuo adeguamento.

La progettazione di nuove infrastrutture o l'ammodernamento di quelle esistenti, attraverso una riduzione dei tempi/costi di trasporto, può dunque stimolare la realizzazione di nuovi scambi e, quindi, l'innescare di un circolo virtuoso per l'economia regionale.

Al contrario, il continuo sottodimensionamento dell'offerta di trasporto, sia in senso infrastrutturale che in termini di servizi, può causare il peggioramento della competitività delle imprese e, quindi, rappresentare un vincolo notevole alla crescita. Dato per scontato il carattere di "prerequisito fisico" per la realizzazione degli scambi, proprio delle infrastrutture di trasporto, uno degli elementi qualificanti dell'offerta è il costo del trasporto.

Per comprendere quale impatto differenziale sui flussi interregionali può determinare un miglioramento delle infrastrutture di trasporto è utile far riferimento al modello "standard" del commercio interregionale, assumendo la presenza di due regioni (A e B), la produzione di un unico bene e l'esistenza di scambi commerciali (A è la regione importatrice).

Condizione necessaria perché vi sia un flusso di esportazioni dalla regione B alla regione A è che il prezzo del bene in B più il costo di trasporto da B ad A sia inferiore al prezzo del bene in A.

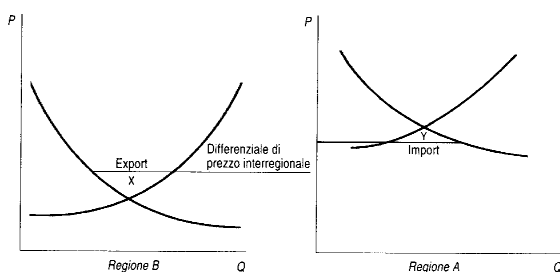


Fig. 3 Domanda e offerta in un sistema bi-regionale.

Come mostra la figura 3, rispetto alla situazione senza scambio vi è una creazione di beneficio aggiuntivo in entrambe le regioni: nella regione A è relativo ai

consumatori, che pagano un prezzo inferiore rispetto alla situazione in cui non c'è commercio tra le regioni, mentre nella regione B esso riguarda i produttori, che vendono i propri beni a un prezzo superiore.

L'effetto di un miglioramento dei trasporti tra la regione A e la regione B comporterà una riduzione dei costi di trasporto tra le due aree e, quindi, una riduzione del prezzo delle importazioni per A. Questo provocherà a sua volta un riaggiustamento nei prezzi e nelle quantità di equilibrio dell'intero sistema (biregionale, in questo caso), generando :

- nella regione A, positivi effetti sulla produzione e sul consumo: il primo grazie alla "liberazione" di risorse conseguente alla sostituzione della più "costosa" produzione interna con la più vantaggiosa importazione; il secondo grazie alla riduzione del prezzo;
- nella regione B, positivi effetti sulla produzione, ma al contrario, effetti negativi sul consumo: l'aumento della domanda per esportazioni provoca infatti un aumento del prezzo interno.

Ciò che è difficile valutare è l'impatto generato dal miglioramento nei trasporti quando le regioni sono più di due e vi è un'ampia gamma di beni prodotti e scambiati. Mentre le regioni non interessate dal miglioramento dei trasporti continueranno a non esserne influenzate, risulta difficile prevedere quale delle regioni interessate dalla nuova infrastruttura sarà la maggiore beneficiaria in termini di quote di mercato, di efficienza produttiva, di livello di benessere, ecc.

Le difficoltà cui ci si trova di fronte riguardano il fatto che un miglioramento nei trasporti, modificando le relazioni tra prezzi relativi di differenti regioni, altera il vantaggio competitivo proprio di ciascuna e, quindi, va a incidere sulle relazioni tra prodotto, processo e localizzazione produttiva. Ciò significa che non solo viene stimolato un processo di redistribuzione dei flussi di interscambio precedenti, ma si struttura anche un meccanismo di generazione di nuovi e ancora più intensi volumi di scambio (con ulteriori dirette conseguenze sul grado di efficienza produttiva). Dal ruolo preponderante delle infrastrutture di trasporto sullo sviluppo di un'area geografica si evince che lo studio della analisi di redditività di un investimento infrastrutturale assume caratteri molto allargati che vanno ben oltre la semplice verifica della diminuzione dei costi di trasporto.

### 3. ANALISI DI UN PROGETTO DI INVESTIMENTO PUBBLICO

La necessità di effettuare scelte razionali in termini economici, nella realizzazione di progetti di opere pubbliche, deriva sostanzialmente dal dover ripartire risorse scarse tra impieghi alternativi, in maniera da massimizzare il beneficio netto che la società ricava nella sua interezza.

Negli Stati contemporanei, il settore pubblico esercita una gamma vastissima di attività che influenzano non solo l'economia, ma il complesso della vita sociale. L'economia delle scelte pubbliche di beni e servizi ha per oggetto i processi mediante i quali si formano la domanda e l'offerta "collettiva" dei beni pubblici e di tutti quei beni e servizi che, pur essendo "privati", sono sottratti in qualche misura al dominio del mercato.

La comune definizione di bene pubblico è quella di bene che, una volta offerto a qualcuno, è "identicamente" disponibile (concetto di "non rivalità" nel consumo) per tutti gli altri individui senza costi aggiuntivi; o come di un bene che non è diviso mediante l'applicazione di un prezzo, perché sarebbe troppo costoso farlo, o perché gli utenti (godendone comunque, una volta offerto a qualcuno) non rivelerebbero le loro preferenze.

Le caratteristiche distintive dei beni a consumo collettivo rispetto a quelli a consumo individuale o privato risultano più chiare quando si introduce il concetto di esternalità.

Le esternalità possono essere definite come gli effetti (che possono risultare sia vantaggiosi che svantaggiosi) provocati sull'attività di produzione e/o di consumo di una persona dall'attività di produzione o di consumo di un'altra persona, che non si riflettono nei prezzi pagati o ricevuti. Il singolo che decide di produrre un bene che ha un utilizzo collettivo produce qualcosa che, senza aggiunta di costo, o con un'aggiunta minima, può essere utilizzato o consumato da altri; crea, in altre parole, economie esterne, positive o negative.

La produzione di economie esterne è massima nel caso dei beni collettivi puri ed è minima nel caso dei beni privati puri. La classificazione della infinità dei casi intermedi fra i due estremi dei beni privati puri e dei beni collettivi puri può essere allora effettuata sulla base dell'intensità, o importanza, delle esternalità prodotte.

#### 4. QUANTITA' DI UN BENE PUBBLICO DA PRODURRE

Per determinare la quantità di un bene pubblico da produrre occorre in primo luogo conoscere qual è la

domanda aggregata, cioè espressa da tutta la collettività per quel bene.

Il processo di aggregazione per i beni pubblici è ben diverso da quello dei beni privati. I beni privati sono caratterizzati dalla rivalità nel consumo e dalla escludibilità. Se un individuo vuole acquistare un bene privato è obbligato a pagare un determinato prezzo e, date le sue preferenze, il prezzo determina la quantità che acquista. Se si vuole conoscere quanto il mercato, (cioè l'insieme degli individui interessati al consumo di un dato bene) è disposto ad acquistare ai diversi prezzi, è sufficiente aggregare le singole curve di domanda dei vari individui. Per ottenere la domanda aggregata di un bene privato è necessario fare una somma orizzontale delle domande individuali. In pratica, per ogni livello di prezzo, si sommano le quantità che i vari individui sono disposti ad acquistare: si ha così una combinazione di prezzo e di quantità totale che rappresenta un punto della curva di domanda aggregata. Ripetendo l'operazione per tutti i prezzi si ha un insieme di punti che formano la curva riportata in figura 4.

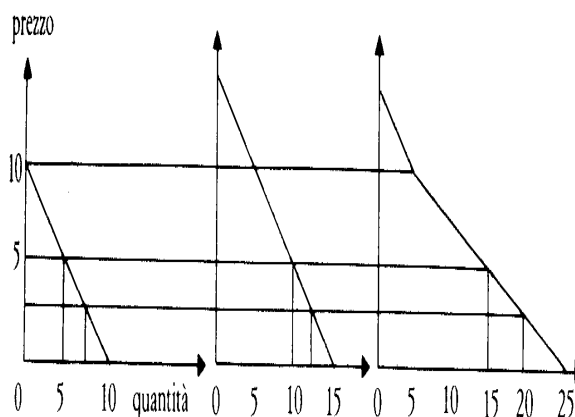


Fig. 4 Aggregazione di una curva di domanda dei beni privati

Nel caso di beni pubblici essi sono caratterizzati dalla non-rivalità nel consumo. Una volta prodotto un certo quantitativo di un bene pubblico, esso è disponibile per l'intera collettività. Dunque, se si vuole conoscere la domanda aggregata è importante conoscere quanto la collettività è disposta a pagare per le varie quantità del bene pubblico. Per fare questo si deve effettuare un'operazione di somma verticale, cioè per ogni quantità si devono sommare i prezzi/contributi pagati dai singoli individui (Fig. 5).

Per i beni pubblici come per i beni privati la regola generale di efficienza afferma che la quantità ottimale da

produrre, cioè quella che produce il massimo benessere per la collettività, è determinata scegliendo il livello di produzione per il quale il costo marginale è uguale al beneficio marginale.

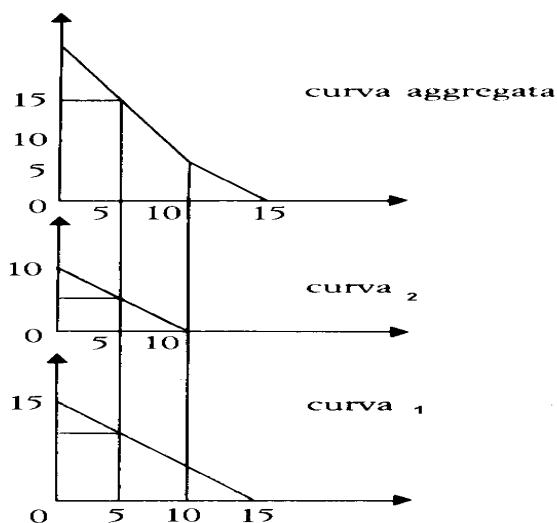


Fig. 5 Aggregazione di curve di domanda dei beni pubblici.

L'eguaglianza del beneficio al costo marginale assicura che il livello di produzione è ottimale, perciò per esso è massimo il sovrappiù del consumatore e quello del produttore.

Il concetto di sovrappiù del consumatore e del produttore trae origine da un'ipotesi generale e cioè che le persone quando decidono di effettuare uno scambio è perché si ripromettono di ottenere un vantaggio da esso, cioè di avere un guadagno rispetto alla situazione in cui si trovavano prima dello scambio stesso (Fig. 6).

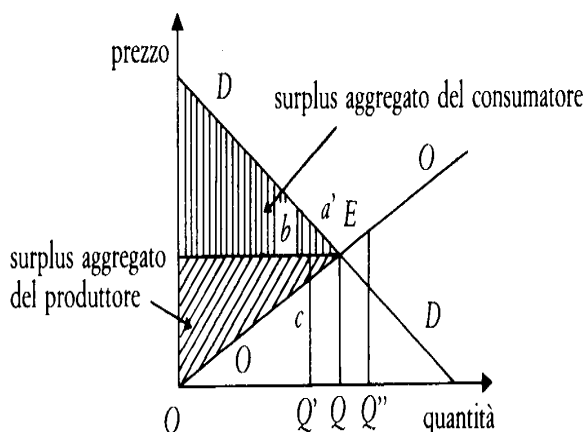


Fig. 6 Determinazione della quantità ottimale da produrre.

Nel punto E la valutazione marginale del beneficio fatta dai consumatori è uguale alla valutazione marginale del costo fatta dai produttori. Si tratta del livello di

produzione ottimale, perché in esso è massimo il vantaggio arrecato alla collettività dallo scambio, somma del sovrappiù del consumatore e del produttore.

I concetti di beneficio del consumatore e della teoria del benessere fanno parte degli strumenti per valutare la fattibilità di un progetto, ed essi sono anche la base su cui si fonda l'analisi costo benefici.

L'analisi costo benefici consente di identificare quei progetti che producono benefici netti attualizzati, (definiti dalla differenza tra benefici ottenuti e costi sostenuti), positivi; ossia i rientri sono superiori agli esborsi richiesti. In linea di principio l'analisi costi-benefici costituisce un complesso di regole destinate a guidare le scelte pubbliche tra ipotesi alternative di intervento. La base su cui si fonda l'analisi costi-benefici presuppone una nozione di razionalità individualistica applicate a scelte di rilevanza collettiva, risulta chiaro che un progetto può essere considerato economicamente realizzabile se genera una eccedenza di benefici tali da migliorare le condizioni della società nel suo complesso.

Questo concetto abbastanza semplice diventa notevolmente complesso non appena si considerano le interazioni che si generano tra i vari settori dell'economia. I principali problemi che emergono sono sostanzialmente i seguenti:

- a) la definizione e la misura del surplus del consumatore e delle rendite, cioè la valutazione dei benefici;
- b) la distinzione tra benefici e costi di trasferimento;
- c) le economie e diseconomie esterne;
- d) le problematiche relative alla determinazione dei prezzi contabili, noti anche come prezzi ombra';
- e) la scelta dei criteri di investimento;
- f) le problematiche correlate all'incertezza;
- g) la scelta del tasso di sconto
- h) le scelte connesse alla redistribuzione del reddito prodotto.

Sino alla fine degli anni cinquanta, l'elaborazione e la valutazione dei progetti erano esclusivamente fatti sulla base della congruenza finanziaria dell'operazione. Questi criteri erano applicati anche per i principali investimenti pubblici, in cui gli obiettivi d'interesse pubblico (occupazione, sviluppo d'aree arretrate, miglioramento della bilancia dei pagamenti, tutela dell'ambiente) venivano soltanto eccezionalmente quantificati.

L'analisi dei progetti d'investimento era il terreno degli esperti finanziari e solo raramente degli economisti.

Oggi la tendenza risulta, a ragione, notevolmente diversa; la valutazione di un progetto è una attività in cui vengono coinvolte numerose professionalità. La "valutazione" è diventata il campo degli analisti (per usare un termine allargato) i quali sono chiamati a pronunciarsi non solo sull'aspetto finanziario dell'operazione, bensì sugli effetti esterni che vengono generati dal progetto.

## 5. EFFETTI ESTERNI

Per effettuare la valutazione economica dei progetti pubblici occorre prima di tutto individuare i costi ed i benefici associati alla realizzazione di un determinato progetto, per tutta la durata della vita utile o, meglio ancora, per quella ritenuta economicamente rilevante. Questa fase iniziale della valutazione è molto importante in quanto, oltre a consentire una esatta definizione di tutti i termini da porre a confronto per ciascun anno di vita del progetto, delimita anche i «confini» del progetto stesso.

E' importante ribadire che per un progetto pubblico bisogna fare riferimento non soltanto ai costi e ai ricavi monetari che esso genera ma ai costi ed ai benefici sociali.

Le differenze fra gli effetti sociali di un progetto e quelli che sono gli effetti puramente monetari o finanziari sono in genere riconducibili agli «effetti esterni» da esso generati. Questi possono essere di tipo positivo (economie esterne) o di tipo negativo (diseconomie esterne). Secondo questa impostazione, si può dare la seguente definizione di costo e di beneficio sociale.

Il costo sociale di un progetto pubblico è il costo finanziario necessario per la sua realizzazione e le eventuali diseconomie esterne che esso genera.

Analogamente, il beneficio sociale di un progetto pubblico è il ricavo finanziario che da esso ne consegue e le eventuali economie esterne che esso genera.

Per diseconomia esterna si intende un danno subito dai membri della collettività a causa della realizzazione di un progetto pubblico, senza che essi vengano rimborsati.

Analogamente, per economia esterna si intende un beneficio arrecato ai membri della collettività a seguito della realizzazione di un progetto, senza che tuttavia vi sia alcun rimborso da parte dei beneficiari.

Dividendo l'economia in due settori, produttori e consumatori, si possono in genere verificare quattro tipi di esternalità:

- a) **esternalità produttore-produttore.** Questa esternalità in genere si verifica quando il prodotto di una particolare impresa dipende dal prodotto di un'altra o di altre imprese e tale effetto non è oggetto di transazione né è valutato. Per esempio, la realizzazione di un progetto che comporta la costruzione di un impianto chimico può inquinare le acque di un fiume, quindi provocare una diseconomia esterna danneggiando la pesca e la produzione di pesce o prodotti alimentari derivati;
- b) **esternalità produttore-consumatore.** Questa esternalità deriva essenzialmente dal fatto che la funzione di utilità del consumatore dipende in parte anche dal prodotto dell'impresa che origina l'effetto esterno. Tra il produttore (o colui che realizza il progetto) ed il consumatore, ovviamente, non vi è commercio, né scambio, né alcuna forma di compensazione. Questa è la categoria di effetti esterni più importante e ad essa appartengono diseconomie come la rumorosità delle autostrade, l'inquinamento delle acque e dell'aria;
- c) **esternalità consumatore-produttore.** Si tratta di un tipo di esternalità abbastanza raro. Un esempio potrebbe essere l'effetto provocato dal consumo di auto private che, causando inquinamento, può danneggiare la produzione dei fiori (diseconomia).
- d) **esternalità consumatore-consumatore.** Un esempio classico di questo tipo di esternalità è quello del consumatore che gode delle bellezze del giardino del vicino (economia esterna).

Di questi quattro tipi di esternalità, tutti sono d'accordo nel ritenere i primi due quelli più importanti, cioè produttore-produttore e produttore-consumatore, perché questi si incontrano sempre nella analisi costi-benefici. Per vedere se e come tenerne conto ai fini della valutazione è importante una ulteriore e generale distinzione. Qualunque sia il tipo di esternalità, si possono in genere avere esternalità tecnologiche o esternalità pecuniarie.

Si ha una esternalità tecnologica quando viene alterata la funzione di produzione del produttore interessato, o la funzione di utilità del consumatore interessato.

Una esternalità pecuniaria si riferisce invece ad una variazione della produzione o della utilità di terzi dovuta

a cambiamenti del livello della domanda. Gli effetti pecuniari indotti si risolvono in genere in variazioni dei prezzi e dei profitti, ma non alterano le possibilità tecniche di produzione.

Anche se questa distinzione non è sempre agevole a compiersi, in quanto in pratica possono essere simultaneamente presenti effetti indotti sia tecnologici che pecuniari, tuttavia è opinione comune che per un'analisi costi-benefici siano importanti le sole esternalità tecnologiche. Ciò in quanto esse riflettono perdite e guadagni reali. Gli effetti pecuniari riflettono invece soltanto trasferimenti da un settore all'altro della collettività, attraverso la variazione dei prezzi relativi. Un problema importante da risolvere è fino a che punto conviene prendere in considerazione i costi ed i benefici esterni; in altri termini, fino a quando bisogna spingersi nel captare effetti esterni provocati da un progetto pubblico, sapendo che per tenerne conto ai fini della valutazione bisogna poi dare ad essi un valore monetario.

Pertanto, la definizione dei «confini» del progetto, vale a dire la delimitazione della sfera di effetti che possono essere fondatamente attribuiti al progetto, è un problema basilare per l'analisi costi benefici.

Data la complessità che, nella maggior parte dei casi, caratterizza gli effetti di un progetto di investimento e le strette relazioni reciproche che spesso sussistono tra tali effetti e l'ambiente economico, non è facile tracciare una linea di demarcazione tra gli effetti che possono essere attribuiti al progetto stesso e quelli che potranno (o dovranno) essere esclusi dal computo.

Non esistono indicazioni di metodo univoche per questo tipo di problemi. In linea di principio, tutti i costi ed i benefici andrebbero trattati allo stesso modo, siano essi diretti che indiretti o esterni. Sul piano operativo, è tuttavia possibile effettuare una graduatoria degli effetti esterni in base alla loro influenza più o meno remota sul progetto, in modo che si possa scegliere lo stadio in cui i costi ed i benefici indotti diventano troppo lontani (o troppo insignificanti in termini quantitativi) perché valga la pena di prenderli in considerazione in relazione agli obiettivi che con il progetto si intendono perseguire.

## **6. AMBITI ECONOMICI DI UN PROGETTO**

L'analisi di un progetto di investimento pubblico deve sempre riferirsi a due possibili ambiti:

- micro-economici;

- macro-economici.

In generale, l'analisi micro-economica è rivolta ai problemi che investono le singole unità (consumatore, imprenditore, automobilista), mentre l'analisi macro-economica è rivolta all'esame dei problemi che riguardano il meccanismo economico nazionale o internazionale.

Quando si analizza un progetto in termini micro-economici occorre valutare i possibili fruitori dell'opera, l'inserimento in ambito locale, i piani di sviluppo; nell'analisi del progetto in termini macro-economici, invece, l'attenzione va rivolta ai parametri nazionali, al livello di occupazione, all'inflazione, all'andamento della bilancia dei pagamenti.

Relativamente alla macro-economia si è soliti distinguere una macro-economia di breve periodo da una macro-economia di lungo periodo; nel primo caso (breve periodo) si esaminano i problemi relativi alla situazione in cui la disponibilità delle risorse produttive è invariabile (problemi tipici della macro-economia di breve periodo sono: l'aumento del livello di occupazione, l'aumento dell'inflazione, la riduzione del disavanzo della bilancia dei pagamenti), mentre nel secondo caso (lungo periodo) si analizzano i problemi che sorgono in conseguenza dell'aumento della dotazione di risorse produttive, dello sviluppo economico, dell'aumento della popolazione lavorativa, dell'aumento del capitale (problema tipico della macro-economia di lungo periodo è, per gli amministratori, individuare i criteri con cui si devono selezionare i progetti di investimento pubblici).

E' importante osservare che i progetti di investimento pubblici vengono valutati come elementi avulsi dalla politica economica, soltanto per ragioni di convenienza analitica; in realtà essi dovrebbero essere utilizzati ed esaminati come parte integrante della politica economica a medio e lungo termine.

I piani macro-economici, preparati in prima istanza dagli organi centrali della programmazione sulla base degli obiettivi di sviluppo a medio e lungo termine e di modelli di programmazione basati su stime aggregate delle relazioni tra input ed output, vengono gradualmente migliorati grazie alla programmazione micro-economica a livello dei settori e dei progetti, e viceversa, fino alla definizione di un piano realistico composto di progetti specifici che, a loro volta, rispondono agli obiettivi di politica economica del paese.



Poiché il costo totale degli adempimenti per finanziare il parco progetti sarà generalmente maggiore delle risorse disponibili, saranno gli organi centrali della programmazione a definire i criteri di accettabilità dei progetti in modo che il numero dei progetti accettabili, ed il volume dei finanziamenti necessari alla loro realizzazione siano compatibili con le risorse disponibili e congruenti con i piani economico-strategici del "paese".

Le attività d'analisi dei progetti e di programmazione economica sono strettamente correlate. Il progetto deve tendere alla realizzazione di obiettivi specifici che siano coerenti con quelli globali dell'amministrazione centrale, valutando opportunamente tutte le varie alternative.

L'analisi e la scelta dei progetti d'investimento pubblico in infrastrutture stradali devono essere inserite in un ambito più vasto: quello della programmazione economica di sviluppo. Se non si fa riferimento a questo ambito, l'analisi non può venire effettuata in modo soddisfacente in quanto mancano i criteri di scelta che sono funzione degli obiettivi della società, della strategia di medio e lungo termine che s'intende perseguire per raggiungerli, dei piani in cui questa strategia si articola e dei programmi d'investimento per attuare i piani.

I progetti sono gli elementi che danno corpo ai programmi d'investimento e quindi ai piani. Gli obiettivi di politica economica a medio e lungo termine, strategie, piani e progetti non avrebbero che un valore limitato se non ci fossero progetti preparati e valutati secondo criteri e parametri tali da fare da anello di congiunzione tra programmazione economica e strategia d'investimento pubblico.

Il processo di valutazione dei progetti è essenzialmente un processo di selezione ed il pianificatore, naturalmente, spera che emerga l'alternativa migliore, contribuendo con ciò alla massimizzazione del benessere.

## **7. L'ANALISI COSTO-BENEFICI E MODELLISTICA DEI TRASPORTI**

Nella maggior parte dei casi è più facile descrivere che definire un progetto. In realtà il progetto si definisce progressivamente man mano che si prepara e mentre se ne delineano i vari aspetti.

Generalmente si può affermare che un progetto è una serie d'attività economiche con cui si utilizzano alcune

risorse scarse al fine di ottenere benefici differiti nel tempo.

Il progetto rappresenta la cornice al cui interno si manifestano i benefici ed i costi dei quali si dovrà tentare di dare una valutazione. Sia le risorse sia i benefici sono normalmente, ma non necessariamente, calcolati in termini monetari.

I costi ed i benefici devono essere definiti soltanto in relazione agli obiettivi di politica economica e, quindi, alle modificazioni del benessere sociale che essa si propone di determinare.

Nell'analisi costo benefici si esegue una analisi temporale dei flussi di cassa, per cui è necessario che si abbiano a disposizione il valore del numero degli utenti interessati dalla realizzazione della infrastruttura, ossia in termini più generali i valori del traffico attuale e quelli del traffico futuro.

Il valore del traffico futuro deve essere definito facendo riferimento al "lungo periodo di tempo" mediante opportuni modelli di assegnazione.

E' su questo terreno che si pone la questione dell'interfacciamento tra modellistica dei trasporti (e relativo *output*) ed analisi costi benefici (e relativo *input*). L'impiego razionale delle risorse nel campo delle infrastrutture di trasporto è dettato soprattutto dalle seguenti motivazioni:

- la scarsità delle risorse a disposizione è tale che l'impiego di una loro aliquota in un settore ne riduce l'ammontare da potere impiegare in un altro settore;
- la lunga vita temporale di queste opere vincola nel tempo grandi risorse e ciò non può non consentire di valutare l'efficienza della spesa in termini di produttività;
- Il mancato impiego alternativo di tali risorse in termini di costo opportunità;
- Il coinvolgimento dell'intera società o di una sua ampia parte in tali processi decisionali;
- i pesanti oneri sociali espressi in termini di mancato benessere, connessi a scelte errate.

Affrontare i problemi di interfacciamento tra modellistica dei trasporti ed analisi costi benefici sul piano concettuale significa analizzare le relazioni sussistenti tra i "sistemi di interesse" dei due predetti strumenti metodologici, tenendo conto delle modalità con cui questi (in relazione alle loro finalità) guardano ai sistemi stessi.

Il sistema di interesse della modellistica dei trasporti è la mobilità di persone e di beni in un certo territorio, vista in rapporto alle caratteristiche demografiche, economiche, sociali e comportamentali di quel territorio. Il sistema di interesse dell'analisi costi benefici per un intervento infrastrutturale stradale è l'insieme di soggetti che dalla realizzazione dell'intervento ricevono variazioni (positive e negative) delle perdite e guadagni monetari, o monetizzabili.

Naturalmente, l'attenzione è posta sia alla fase di realizzazione dell'intervento, sia alla successiva condizione di regime (per un congruo lasso di tempo).

Nella modellistica dei trasporti lo studio della molteplicità delle interdipendenze è condotto per cogliere la connettività (concatenazione e propagazione) dei rapporti di causa-effetto, ed in detto contesto collocare l'intervento infrastrutturale. Nell'analisi costi benefici lo studio delle interdipendenze tra intervento e resto del sistema è condotto in funzione di una scissione in singoli rapporti di causa-effetto, possibilmente al massimo livello di disaggregazione.

Dalla antinomia tra causa ed effetto discendono problemi di interfacciamento, sia sul piano delle scale spazio-temporali di analisi, sia nelle modalità di trattamento dei meccanismi funzionali e comportamentali.

Particolarmente problematico, a questo proposito, è il diverso assunto in ordine alla razionalità del comportamento dell'utenza nell'uso delle infrastrutture stradali.

Il comportamento dell'utenza, più in generale della domanda di trasporto, è notoriamente al centro della modellizzazione del "sistema trasporti", anche perché l'offerta è in larga parte assunta come variabile esogena. Parimenti, il comportamento dell'utenza è cruciale nell'analisi costi benefici proprio perché dalla sua variazione (in conseguenza dell'intervento da valutare) discende la gran parte dei benefici (tipicamente la riduzione dei costi di spostamento) che dovrebbero giustificare l'intervento stesso.

E' assunzione pressoché univoca, nella modellistica di simulazione dei trasporti, l'ipotesi di una *razionalità limitata* dell'utenza nelle scelte comportamentistiche; quindi, scelte economicamente subottimali.

Per contro, nell'analisi costi-benefici, per dare senso ad una valutazione basata sul calcolo economico, occorre

ipotizzare, per l'utenza, scelte pienamente razionali; cioè scelte economicamente ottimali.

Modellistica dei trasporti ed analisi costi-benefici operano entrambe su una pluralità di processi spaziali e temporali di diversa scala.

La prima, proprio per cogliere correttamente gli effetti dell'intervento infrastrutturale da valutare non trascura di inserire lo stesso in uno scenario di grandi tendenze evolutive dell'economia e della società, derivando da tale scenario, unitamente ad opportune altre ipotesi sui relativi processi, le trasformazioni delle strutture di mobilità delle ripartizioni modali, dei carichi sulle reti ecc., indotte anche dalla presenza dell'intervento.

Non c'è dubbio che è la scansione spazio-temporale degli scenari socioeconomici che giuoca questo ruolo nella modellistica dei trasporti. Anche l'analisi costi-benefici, per misurare correttamente i vantaggi economici derivanti all'utenza dall'intervento infrastrutturale, oltre ad una assai accurata individuazione e descrizione delle caratteristiche della parte di rete di trasporto interessata all'intervento, non può trascurare di considerare diverse scale spaziali e temporali di mobilità al fine di caratterizzare bene l'utenza e le sue condizioni di viaggio. Ma, per lo stesso tipo di considerazioni poco sopra svolte, se si vuole realizzare un forte dettaglio analitico, cioè non perdere i particolari dei processi più veloci, occorre avanzare ipotesi di invarianza di questi processi sulle scale temporali e spaziali maggiori. Così, nell'analisi costi-benefici, ci si concentra su una situazione 'cristallizzata', sia essa il traffico di un 'giorno tipo' sia - meglio - il traffico dei 365 giorni di un "anno tipo".

## **8. L'ANALISI COSTI BENEFICI ED I CONCETTI DI BENESSERE ED UTILITA'**

Nella valutazione di un investimento pubblico nasce l'esigenza di effettuare analisi e verifiche che vanno al di là del semplice controllo del flusso monetario connesso all'investimento. Le attuali norme sulle opere pubbliche prevedono l'uso dell'analisi costi-benefici come metodo di valutazione dei progetti pubblici; essenzialmente si tratta di eseguire un confronto di una o più proposte d'investimento con l'ipotesi di assenza dell'intervento stesso.

Le norme tecniche CNR (*Istruzioni per la determinazione della redditività degli interventi stradali* 1983) suggeriscono di applicare per la valutazione dei progetti

stradali di investimento l'analisi costi-benefici e classificare l'intervento proposto in ragione del beneficio netto che esse producono in termini di minori costi e maggiori benefici sociali rispetto all'ipotesi di non intervento o ipotesi neutra.

In estrema sintesi, la convenienza alla realizzazione di un progetto stradale viene mutuata da un'analisi che verifichi essere il costo dell'investimento (esborso a breve termine) in grado di determinare nel medio-lungo periodo (di solito 30 anni) un conveniente ritorno sotto forma di ridotti costi di trasporto per l'utenza (minori tempi di percorrenza; minori consumi di carburanti, di lubrificanti, di pneumatici ecc.)

E' necessario tenere presente che l'impatto degli investimenti infrastrutturali stradali varia rispetto:

- alla qualità/quantità delle infrastrutture già esistenti;
- alla più o meno elevata efficienza e apertura del sistema produttivo;
- al tipo di intervento realizzato e alla conseguente redistribuzione dei traffici sia dei fattori della produzione che dei prodotti (in relazione ad un più o meno accentuato effetto corridoio);
- al diverso peso che spazio, tempo, affidabilità e sicurezza del trasporto possono avere all'interno della struttura dei costi dell'impresa;
- al grado di coordinamento con le misure relative alla politica di sviluppo.

L'analisi costi-benefici tende a favorire i progetti che massimizzano il benessere collettivo (o i benefici sociali). La valutazione di un progetto implica pertanto la possibilità di misurare gli effetti differenziali delle alternative stesse sul benessere degli individui che costituiscono la collettività.

La misura dei risultati delle attività economiche e di talune attività sociali di rilevanza economica (comprese nelle definizioni generalmente accolte di Prodotto Nazionale Lordo (PNL)) si basa sui prezzi di mercato, i quali consentono di sommare grandezze eterogenee e quindi di confrontare tra di loro ipotesi di intervento diverse in termini dei loro effetti complessivi sull'economia.

L'idea che la misurazione degli effetti delle attività economiche e sociali non possa avvenire in modo soddisfacente limitandosi a considerare il prodotto ai prezzi di mercato trova un riscontro nel frequente ricorso a concetti quali «benessere» e «utilità». Tali concetti fanno riferimento a problemi reali: quando si confrontano

situazioni identiche sotto tutti i profili rappresentabili attraverso misure contabili di prodotto e di reddito, poter godere di una maggiore quantità di beni non valutati dal mercato e quindi non contabilizzati (ad esempio nel caso stradale, sicurezza, tempo libero, rischio ambientale, sicurezza di approvvigionamento energetico, ecc.) dà certamente luogo a un più alto livello di benessere.

Benessere e utilità sono espressioni che vengono usate spesso in modo promiscuo. Nella prima è accentuata la contrapposizione con le misure puramente monetarie dell'attività.

Nella valutazione dei benefici è importante introdurre il concetto di "utilità" il quale può essere assunto come equivalente a quello di preferenza (dire che il soggetto X preferisce la condizione A alla B equivale a dire che X ricava più utilità da A che da B). Nel concetto, è implicita l'idea che gli effetti di un'iniziativa (pubblica o privata) possano essere misurati sulla base dell'intensità con la quale sono percepiti. La misura dell'utilità può essere effettuata in due modi tentando di misurare l'utilità in termini di grandezze assolute (approccio cardinalista) o limitarsi a definire una gerarchia di preferenze tra gli oggetti considerati:  $U(A_1) > U(A_2) > \dots > U(A_n)$ . (approccio ordinalista).

Una visione largamente condivisa è che, ai fini dell'analisi costi benefici il primo approccio (cardinalista) non si presti ad applicazioni soddisfacenti, mentre il secondo (ordinalista) possa consentire di raggiungere lo scopo (definire le alternative preferibili e quelle da rigettare).

Il metodo proposto dall'analisi costi-benefici per effettuare le scelte fra le diverse alternative di intervento, classificato di regola come ordinalista, consiste nell'accettare o respingere il progetto sulla base della possibilità di coloro che ricevono benefici dal progetto stesso (gainers) di compensare coloro che ne sono danneggiati (losers).

Le maggiori difficoltà nell'uso dei test compensativi dipendono dalla ambiguità nella definizione dei diritti all'uso dei beni in questione e dalla complessità dei costi in genere che accompagnano la contrattazione fra le parti. Tale criterio richiede che i primi, una volta realizzato il progetto e pagata la compensazione ai secondi, si trovino in una situazione di benessere superiore o almeno non inferiore a quella di partenza (cioè, se i losers sono esattamente compensati della

perdita subita, la loro condizione non cambia a prescindere dal diverso valore che una data somma di denaro può avere per loro e per i gainers).

L'obiettivo prevalente o, meglio ancora, la giustificazione dell'applicazione dell'analisi costi-benefici alle scelte in materia di spesa pubblica per la realizzazione di progetti prevalentemente di investimento è che, con queste scelte, deve essere conseguito un incremento del benessere della collettività. Quindi ad ogni progetto deve essere associato un beneficio netto sociale positivo, inteso come differenza tra benefici conseguiti dalla collettività e costi da essa sostenuti.

Da qui la necessità della definizione di una funzione sociale del benessere della collettività, da massimizzare con la valutazione dei progetti.

### 9. L'ANALISI COSTI BENEFICI ED IL PROBLEMA DELLE SCELTE PUBBLICHE

Un primo approccio al problema, che ha dominato l'analisi costi benefici intorno al 1940, cioè all'inizio della sua applicazione al campo delle scelte pubbliche, è quello paretiano. Esso è anche noto come approccio tradizionale o efficiente. Secondo questo approccio, il benessere della collettività è considerato funzione del benessere dei singoli individui che la compongono, per cui si consegue un incremento del benessere sociale a condizione che aumenti il benessere di almeno un individuo ma che non peggiori quello di alcun altro individuo. In questo caso, la funzione sociale da massimizzare può essere scritta come:

$$W = W(U_1, U_2, \dots, U_n)$$

dove  $U_1, U_2, \dots, U_n$  sono i livelli di benessere individuali di ciascuno degli  $n$  membri che compongono la collettività, funzione a loro volta dei beni e dei fattori produttivi posseduti individualmente. Questa espressione è una funzione di benessere paretiano, in quanto si suppone che la sua derivata prima rispetto ad ogni livello di benessere individuale sia sempre positiva, cioè:

$$\frac{dw}{dU} > 0 \text{ per } h = 1, 2, \dots, n$$

In altri termini, un miglioramento individuale di benessere che perlomeno non danneggia quello degli altri individui della collettività viene considerato un incremento sociale del benessere stesso (miglioramento paretiano). In termini grafici, considerati due soli individui A e B, uno spostamento nella figura da C a D è

considerato un miglioramento paretiano e quindi un incremento di benessere (Fig. 7).

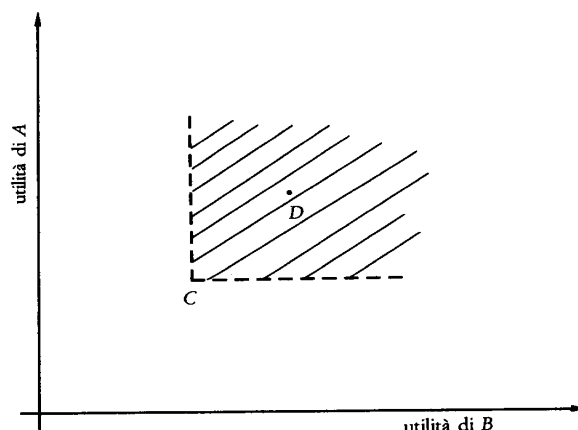


Fig. 7 Confronti interpersonali di utilità tra due individui.

Comunque, tutti i punti dell'area tratteggiata, (cioè uno spostamento verso l'alto o verso destra rispetto a C), sono miglioramenti paretiani potenziali. Un punto qualsiasi, per esempio C, è definito un punto di ottimo paretiano se, dato un detto stato dell'economia, (a sua volta definito da un ammontare dato di risorse), un dato stato della tecnica e di distribuzione iniziale del reddito, è impossibile trovare un altro punto ad esso preferibile secondo il criterio di Pareto.

Il primo teorema fondamentale dell'economia del benessere è infatti che «un equilibrio economico generale di concorrenza è efficiente in senso paretiano» e, conseguentemente, «dato uno stato di efficienza paretiana è possibile far raggiungere questo da una economia perfettamente concorrenziale tramite un certo insieme di prezzi ed un'opportuna distribuzione delle risorse». Il criterio di Pareto, anche se per la teoria classica di tipo liberista ha avuto la prerogativa di essere un equilibrio ottimale e quindi con un indiscutibile valore normativo, come è stato ampiamente dimostrato in letteratura, si presenta inadeguato come guida alle decisioni pubbliche. La sua inadeguatezza deriva fondamentalmente dal fatto che ai livelli di benessere individuali, espressi in funzione del grado di utilità che ogni individuo trae da un certo ammontare di beni che esso possiede, è impossibile attribuire una espressione numerica per farne un ordinamento cardinale, per cui è impossibile effettuare raffronti interpersonali di utilità del tipo  $U_i < \_ > U_j$ . Questo limite può essere illustrato con un grafico. Sugli assi delle ascisse e delle ordinate

sono riportate le utilità rispettivamente degli individui A e B. La curva (Fig. 8) indica la frontiera delle situazioni possibili (utility possibilities frontier).

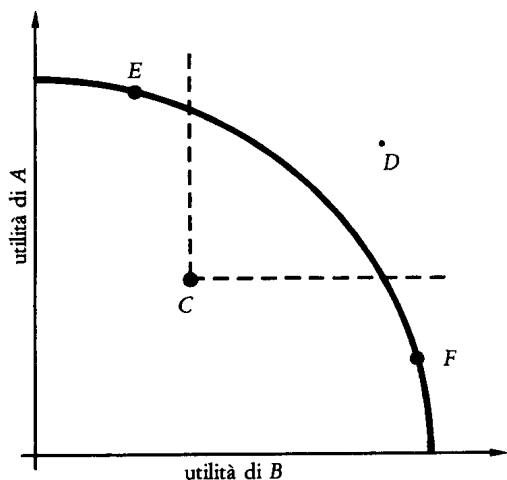


Fig. 8 Frontiera delle possibili situazioni di ottimo nell'ipotesi di due soli individui.

Se la scelta fosse tra C e D, come ipotizzato nella precedente figura 7, essa sarebbe univoca. Ma tra E e F non si può dire quale delle due situazioni ugualmente possibili è preferibile per i due individui. Rispetto a C, sia E che F sono miglioramenti paretiani, ma quali dei due sia da preferire non è possibile stabilire. Ciò in quanto nella situazione E vi è una perdita di utilità di B a vantaggio di A, viceversa nella situazione F.

Le scelte in materia di spesa pubblica comportano quasi sempre delle situazioni in cui alcuni individui o classi sociali (gainers) conseguono un vantaggio a danno di altri individui o classi sociali (losers).

Nel caso ad esempio della costruzione di un ponte per l'attraversamento di un fiume che va a sostituire una linea di traghetto privato. Chi si avvantaggia di questa scelta sono coloro che attraverseranno il fiume senza più pagare alcun pedaggio e magari conseguendo un beneficio aggiuntivo anche in termini di risparmio di tempo. Coloro che ne sopporteranno i costi dipendono invece dal modo in cui la costruzione del ponte viene finanziata. I primi saranno di sicuro coloro che gestivano il servizio di traghetto privato. Vi potrà poi essere l'intera collettività (se l'autorità pubblica istituisce una imposta supplementare che verrà pagata da tutti gli individui indipendentemente dal loro livello di reddito); oppure potranno essere categorie ben individuate di contribuenti (se viene scelta una imposta specifica) e, ultima ipotesi, potranno essere le generazioni future (se l'autorità pubblica decide di indebitarsi). Ad ogni scelta pubblica

sono associati gainers e losers, problema questo di cui il criterio di Pareto non consente di tenere conto.

Ciò che abitualmente si definisce «economia del benessere» sarebbe sostanzialmente l'applicazione del principio di ottimo paretiano al campo delle scelte pubbliche, con la evidenziazione delle possibili imperfezioni che non consentono il perseguimento di una situazione di ottimo paretiano e quindi dei possibili rimedi che vengono suggeriti. Al fine di consentire l'applicazione dell'approccio paretiano alle scelte pubbliche e quindi all'analisi costi benefici, sono stati proposti tra l'altro criteri con cui risolvere il problema dei gainers e dei losers.

La cosiddetta nuova economia del benessere è infatti piena di studi intorno al principio di compensazione e alla sua applicazione alle decisioni in materia di spesa pubblica.

La nozione di test compensativo cela tuttavia alcune ambiguità. E' possibile definire almeno due metodi per verificare se un progetto comporti un miglioramento paretiano. I due tipi fondamentali di test si riferiscono rispettivamente alla situazione anteriore e a quella successiva alla decisione e all'effettuazione del progetto. Problemi considerevoli nascono dal fatto che le valutazioni dei gainers e dei losers possono non coincidere tra di loro e che, inoltre, le valutazioni degli uni e degli altri possono differire tra la situazione ex ante e quella ex post.

Ciò si comprende intuitivamente tenendo conto del fatto che le due situazioni corrispondono a livelli di benessere differenti. I due test non danno quindi necessariamente risultati concordanti. Può darsi, poniamo, che il test ex ante sia superato (perché la somma che i gainers sono disposti a pagare ai losers è superiore al minimo che questi ultimi pretendono), ma che il test ex post non sia superato perché, nella nuova situazione (con il progetto eseguito), i losers richiedono, per rinunciare al miglioramento ottenuto, un compenso superiore a quello che i gainers sono disposti a pagare. Ma può darsi altresì che entrambi i test siano superati o che non lo sia nessuno dei due. Ciò si deve, naturalmente, agli effetti del reddito generati dal progetto: ai nuovi prezzi, l'utilità marginale del reddito degli individui sarà diversa rispetto alla situazione ex ante.

Poiché i costi ed i benefici del progetto si verificheranno nel tempo, un'accurata previsione è una pre-condizione

per la quantificazione delle grandezze fisiche e dei prezzi.

Occorre tenere conto:

- in che misura il progetto può avere un impatto sui prezzi (cioè quanto le vendite e gli acquisti del progetto non sono marginali) e se esiste l'impatto come se ne può tenere conto;
- come è probabile che i prezzi medesimi si modifichino in futuro per l'influenza di altri fattori.

Il fatto che i benefici e costi si verifichino in momenti diversi per un arco di tempo di lunghezza variabile fa sorgere il problema della loro aggregazione temporale. Il metodo comunemente adoperato consiste nel rapportare benefici e costi ad un comune denominatore temporale, attualizzandoli con un fattore che riflette il tasso al quale il valore dell'unità di misura in cui vengono espressi declina al passare di ogni unità di tempo: tale fattore viene chiamato **saggio di attualizzazione** o **tasso di sconto**.

Questo tasso é, nelle procedure di valutazione, un dato esogeno fissato dal competente decisore pubblico, sia in base allo stato di salute dell'economia del Paese, sia come strumento di politica di spesa (incentivata/disincentivata; a breve/lungo termine). Esso é poi assunto costante lungo tutto l'arco temporale di attualizzazione di costi e benefici; tale semplificazione, se da un lato consente una facile soluzione del problema di attualizzazione, dall'altro impone l'assenza della variazione che può intervenire nei prezzi dei vari beni e servizi tra l'anno oggetto di stima e l'anno base.

Uno dei parametri econometrici fondamentali nell'analisi costo benefici è il **VAN** (Valore Attuale Netto); esso ha un'espressione in cui vengono messi a confronto i benefici che si ottengono con e senza il progetto al tempo  $t$ , con i costi da sostenere per realizzare il progetto o per mantenere lo status quo (Fig. 9):

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{B_i - C_i}{(1 + \tau)^i}$$

dove:

$B_i$  = beneficio relativo all'anno  $i$ -esimo;

$C_i$  = costo relativo all'anno  $i$ -esimo;

$n$  = numero complessivo di anni;

$\tau$  = saggio di attualizzazione.

Il **SRI** (Saggio di Rendimento Interno) è definito come quel saggio di attualizzazione per il quale il VAN del progetto è nullo.

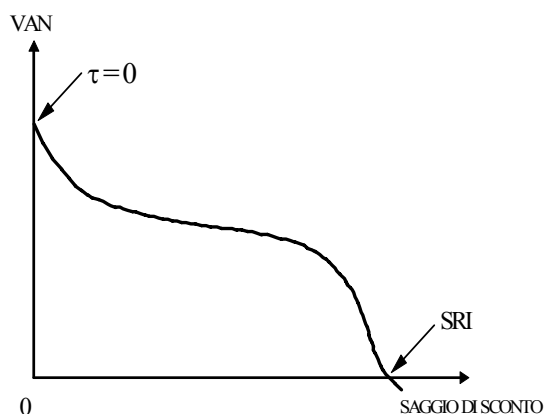


Fig. 9 Esempio di relazione tra il VAN ed il Saggio di Sconto di un dato investimento.

Nello studio di un tracciato stradale, l'analista tenta sempre di affrontare il calcolo del costo e dei benefici in modo deterministico. Poiché non è possibile individuare in maniera deterministica i costi ed i benefici ipotizzati è indispensabile la realizzazione di scenari futuri; lo studio dei vari scenari ipotetici è quell'operazione che va sotto il nome di analisi di sensitività. L'analisi di sensitività consente all'analista di verificare se le ipotesi che stanno alla base dei vari scenari ipotizzati hanno caratteristiche stabili.

L'analisi di sensitività (sensitivity analysis) è il procedimento tecnico per selezionare le variabili che influenzano significativamente l'indice di rendimento dell'investimento. La scelta dei valori estremi di variabilità di tali indici costituisce il campo di variabilità estrema.

Gli estremi dovrebbero essere scelti tra quei valori della variabile che si presume abbiano una minima probabilità di verificarsi nelle circostanze più ottimistiche e più pessimistiche. Oltre a questi valori estremi può essere utile studiare il comportamento della variabile in un intorno relativamente piccolo della migliore stima della variabile originaria. Se le variabili in gioco sono poche, basta inserire (in modo sequenziale) nei sistemi di conti utilizzati i nuovi valori e ottenere nuove stime per ciascuna variabile. In questo modo si analizza la variazione del SRI e del VAN in funzione della variazione arbitraria delle variabili stocastiche (considerate una alla volta) e permette di verificare se l'impatto è modesto o molto rilevante, ad esempio attraverso il calcolo di un parametro di elasticità.

Quando si vuole analizzare un numero elevato di variabili, poiché risulta complesso attribuire ad ognuna di

esse un peso ponderale di probabilità, è necessario passare attraverso una analisi spinta di probabilità di accadimento.

Lo studio della sensibilità del rendimento nell'intorno di alcuni valori permette di scartare tutte quelle variabili che influenzano di pochissimo il rendimento.

## **10. LA FASE DELL'INDIVIDUAZIONE E DELLA QUANTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI**

La valutazione dei costi e dei benefici deriva da una attenta analisi che si conclude in due fasi distinte:

- la individuazione;
- la quantificazione.

Per individuazione si intende la determinazione dei costi e dei benefici rilevanti per il tipo di analisi che si vuole effettuare; essi saranno differenti a secondo del punto di vista da cui si vuole valutare la redditività.

Individuare l'impatto complessivo di un progetto sull'economia può essere in certi casi eccessivamente complesso, sia perché tale impatto non può essere facilmente identificato sia perché non è facile attribuire ad esso una valutazione monetaria.

La individuazione degli impatti secondari è l'argomento specifico dell'analisi economica, in cui sono importanti gli impatti diretti ed indiretti.

Una delle caratteristiche peculiari dell'analisi costi-benefici è la separazione fra analisi finanziaria ed analisi economica le quali, pur avendo entrambe l'obiettivo della determinazione del flusso attualizzato dei benefici e costi relativi ad un dato investimento (così da rilevarne gli eventuali vantaggi) partono da differenti punti di vista, quello del singolo per la prima e quello della collettività per la seconda.

Da un punto di vista economico-sociale, non interessa tanto il profitto monetario in senso stretto, quanto piuttosto i vantaggi apportati alla società dalla realizzazione dell'intervento in questione, e gli effetti sull'economia in generale.

Sebbene gli organismi finanziari reputino tale metodo di analisi adatto soprattutto ai progetti relativi ai paesi in via di sviluppo, esso trova estesa applicazione nei paesi industrializzati per quanto riguarda la realizzazione di grandi opere principalmente infrastrutturali (ad esempio autostrade), per le quali è possibile prevedere un notevole effetto esterno.

Oggetto dell'analisi finanziaria è l'accertamento che, attuando l'investimento, si abbia un rendimento dei fondi

investiti. Oggetto dell'analisi economica è il contributo del progetto al benessere economico nazionale.

La più comune approssimazione del benessere economico di un paese è il prodotto interno lordo.

La prassi di prendere il PIL pro-capite o il consumo pro-capite a riferimento della politica economica si giustifica solo in quanto si possa supporre che i prezzi con cui si valorizzano beni e servizi siano approssimativamente indicatori di benessere.

Tuttavia i prezzi osservati sono spesso lontani da essere misure di benessere, se non altro perché la stessa moneta non è una misura costante di valore.

L'ampiezza delle correzioni da apportare al sistema dei prezzi empiricamente osservabili per avere una misura del benessere economico nazionale dipende soprattutto da che cosa si vuole misurare; in definitiva dipende dagli obiettivi della programmazione pubblica.

Gli obiettivi dell'analisi finanziaria consigliano l'impiego di prezzi e tariffe effettive (e per quanto possibile correnti), anche quando alcuni di questi siano fissati a livello zero dal governo o siano altrimenti «amministrati». Dal punto di vista dell'accertamento dell'equilibrio finanziario dell'investitore e della redditività dell'investimento espresso in valori nominali, i prezzi correnti previsti ai fini del progetto costituiscono il segnale rilevante per l'agente, anche quando questo agente appartenga al settore pubblico.

Ma se l'obiettivo dell'analisi economica di un progetto è il suo contributo al benessere economico, occorre definire quale o quali siano i segnali rilevanti, e quali indicatori contabili rappresentino le migliori approssimazioni di ciò che il governo considera un incremento di benessere.

Se, ad esempio, ci si accontenta di identificare un incremento di benessere con un incremento del PIL reale ai prezzi di mercato, la variabile obiettivo della valutazione degli investimenti pubblici sarà il loro contributo netto al valore aggiunto nazionale utilizzando, quali prezzi di conto, la serie dei prezzi costanti di un anno base.

Se si vuole anche tenere conto dell'esistenza di distorsioni nei prezzi al consumo derivanti da imposte e sussidi si deve ricorrere ad un sistema di prezzi di conto un poco più lontani da quelli correnti effettivi, in quanto si dovrà ricorrere al costo dei fattori invece che ai prezzi al consumo. Se si vuole inoltre, prendere un considerazione altre distorsioni nei prezzi (ad esempio di tassi di cambio rigidi, misure di protezione, prezzi di

cartello oligopolistico), e se vi sono anche effetti distributivi nei cui confronti il governo non è neutrale, dai beni pubblici privi di valore di mercato, ma giudicati utili dal governo, ecc., i sistemi di prezzi di conto adatti a rendere ragione di tutto ciò divengono via via più complessi. È pertanto improprio dire che esiste un solo modo di effettuare l'analisi «economica»: in effetti esistono vari modi di impostare sistemi di conti coerenti ed efficienti rispetto alla finalità di misurare il contributo di un progetto ad uno o più obiettivi pubblici.

Nell'ottica classica dell'analisi costi-benefici, non viene presa in considerazione la redistribuzione del reddito, poiché quello della comunità considerata nel suo insieme, conseguentemente a tale redistribuzione, non varia. E' chiaro che è impensabile concepire una situazione che rispecchi il cosiddetto "ottimo paretiano", secondo il quale un progetto è accettabile se aumenterà il reddito (o, più in generale, il benessere) di almeno un individuo lasciando inalterato quello di tutti gli altri e non considerare la redistribuzione del reddito, inoltre risulta molto limitativo trascurare la redistribuzione del reddito quando le opere che si stanno progettando hanno un effetto esterno diretto alla crescita economico-sociale.

Un intervento infrastrutturale viario è un intervento, i cui effetti non possono esaurirsi in meri benefici per l'utenza dell'infrastruttura (come variazione nei costi di viaggio, per il traffico 'deviato' e per quello 'generato'). E' ragionevole pensare che un siffatto intervento possa anche arrivare a mutare l'"immagine" di un certo territorio, ad influenzarne i trend di sviluppo economico e sociale e la posizione relativa (centralità, gerarchia ed accessibilità) rispetto ad altri territori.

Purtroppo per l'analisi di questi aspetti, l'interfacciamento tra modellistica dei trasporti ed analisi costi-benefici appare lacunoso.

Da un lato, la modellistica non considera i fenomeni detti che pure potrebbero essere "modellizzati" con formule di generazione 'elastica', (cioè sensibile alle variazioni globali e locali di centralità, gerarchia ecc.) e, dall'altro lato, lo strumento di valutazione non computa i benefici (od i costi), per la collettività, associati a quei fenomeni (ad esempio, l'incremento zonale di accessibilità).

## **11. L'ANALISI COSTI BENEFICI NELLA VALUTAZIONE DEI PROGETTI STRADALI**

In Italia, la valutazione di un significativo intervento infrastrutturale nel campo dei trasporti, per poter essere

presa come base per l'assunzione di decisioni da parte degli amministratori pubblici, deve avvenire - secondo quanto stabilito nella Legge 531/82 "*Piano decennale della viabilità di grande comunicazione*" - in conformità con quanto previsto nei:

- a) "*Manuale di valutazione dei progetti per la Pubblica Amministrazione italiana*" del Ministero del Bilancio e della Programmazione Economica (Segreteria Generale della Programmazione - Nucleo di Valutazione degli Investimenti Pubblici) (1982);
- b) Bollettino Ufficiale del CNR n°91 del 2 maggio 1983 "*Istruzioni per la determinazione della redditività degli interventi stradali*".

L'economia del benessere è un ramo della teoria economica che è rivolto esplicitamente alla comparazione, dal punto di vista della desiderabilità sociale, di situazioni economiche alternative. La desiderabilità sociale di una situazione economica viene valutata in base a due criteri normalmente confliggenti fra loro: l'efficienza nell'allocazione delle risorse fra i diversi usi possibili e l'equità nella distribuzione delle risorse stesse fra gli individui che fanno parte della collettività.

Da questo primo approccio si evince già il problema fondamentale, e cioè che le infrastrutture viarie pubbliche non hanno un prezzo di mercato, proprio perché non esiste un mercato delle opere pubbliche; ma c'è di più: ogni progetto è accompagnato da effetti collaterali, definiti di solito effetti esterni indiretti, spesso di numero rilevante, molti dei quali non sono affatto trascurabili.

L'analisi costo benefici per la valutazione dei progetti stradali rientra nella categoria delle analisi di redditività macro-economiche. Un Ente che adotta la regola della redditività economica deve indirizzare e selezionare i criteri con cui tale analisi va sviluppata. In questo contesto, si fa riferimento alle norme tecniche CNR (CNR, 1983) i cui criteri sono chiari ma di non immediata applicabilità.

Gli investimenti infrastrutturali stradali nel settore dei trasporti sono in grado di generare differenti effetti che possono essere classificati in tre grandi categorie:

- ◆ **effetti sul sistema dei trasporti**
- ◆ **effetti sull'attività economica**
- ◆ **effetti sull'ambiente**

Volendo studiare l'impatto che le infrastrutture stradali esercitano è necessario fare riferimento agli effetti di



lungo periodo, ovvero a tutto quell'insieme di effetti che possiedono una chiara e prevalente dimensione spaziale, ai quali sono direttamente connessi i cambiamenti nella geografia dei prezzi.

L'analisi costo benefici risponde alla necessità di instaurare un criterio economico a più soggetti in cui le voci di costo e di ricavo vengano riferite in modo indifferente rispetto a chi gode di un beneficio o sopporta un costo.

Il beneficio è una differenza tra costi: precisamente, tra i costi che si hanno con l'intervento e quelli che si hanno senza intervento (caso definito neutro). I costi sono da valutare in termini economici, e non finanziari, e l'analisi economica deve basarsi su costi convenzionali (cioè, i costi come sono visti dall'utente) depurati di eventuali carichi fiscali. I costi possono essere interni o esterni: i primi sono relativi agli utenti ed i secondi alla collettività. La determinazione del beneficio implica l'individuazione del tasso di interesse attivo o passivo, qui detto di attualizzazione, che consenta di valutare nel tempo l'investimento.

Secondo le norme CNR, si può scrivere, per il valore attualizzato dei benefici netti, B, la seguente relazione:

$$B = C_{,ut}^0 + C_{,es}^0 - (C_{,ut} + C_{,es} + K - V_r)$$

dove:

$C_{,ut}^0$  = valore attualizzato del costo complessivo di utenza in ipotesi neutra;

$C_{,es}^0$  = valore attualizzato del costo di esercizio delle infrastrutture in ipotesi neutra;

$C_{,ut}$  = valore attualizzato del costo complessivo di utenza in alternativa di progetto;

$C_{,es}$  = valore attualizzato del costo di esercizio delle infrastrutture in alternativa di progetto;

K = capitale investito;

$V_r$  = valore residuo attualizzato dell'alternativa progettuale considerata.

Le funzioni di costo che devono essere analizzate per l'utenza sono:

- ◆ i tempi di viaggio;
- ◆ il consumo di carburante;
- ◆ il consumo di pneumatici;
- ◆ il consumo di lubrificante;
- ◆ la manutenzione dei veicoli.

Compito del progettista stradale è in fase di progettazione tentare di esprimere in base alle sue competenze la soluzione progettuale che consenta di massimizzare l'impiego delle risorse disponibili, sia dal punto di vista strettamente monetario sia per cercare di eliminare le diseconomie presenti sul mercato.

La valutazione del progetto stradale connessa con l'applicazione della teoria dell'analisi costo-benefici consente di eseguire un'indagine comparata tra la situazione ante e post opera.

La normativa CNR (1983) tuttavia, "...preso atto della carenza nel nostro Paese di acquisizioni sperimentali dirette, che pure sarebbero indispensabili per una caratterizzazione dei processi circolatori aderente alle specificità della situazione italiana...", propone un procedimento che considera rilevanti ai fini del calcolo dei costi di circolazione :

- i tempi di percorrenza ed i consumi di carburante, ovviamente funzione dell'entità e composizione dei flussi di traffico sui singoli archi della rete, variabili in ordine al tempo (ora, giorno, anno);
- i consumi di lubrificante e di pneumatici, oltre alla manutenzione, funzione delle sole percorrenze chilometriche dei flussi stessi.

La definizione del valore attualizzato netto di un progetto e, conseguentemente, di tutti gli indicatori ad esso relativi, non può dunque derivare che dalla conoscenza dei flussi di scambio tra le diverse zone di generazione e di attrazione afferenti ai singoli archi della rete, ossia le portate orarie di traffico di ogni arco della rete, distintamente per i veicoli leggeri ( $q_a$ ) e per i veicoli pesanti ( $Q_a$ ).

L'input richiesto per la valutazione del tronco esaminato è il valore del TGM e la sua evoluzione nel tempo.

Per stimare l'evoluzione del traffico è necessario formulare ipotesi legate, per esempio, alla variazione del parco veicoli (sia nella composizione sia nel numero), della matrice O/D ecc.. I valori risultanti da queste ipotesi vengono utilizzati nella valutazione economica dell'investimento. E' ovvio che l'evoluzione del traffico vada sempre stimata sia in assenza sia in presenza di intervento. Vi sono due componenti che contribuiscono a modificare il traffico complessivo: il traffico deviato dalla presenza del nuovo intervento ed il traffico di nuovo sviluppo che modifica la domanda di base. Sulla prima componente non vi sono controversie nel considerarla sempre; e, comunque, rientra nella fase legata alla

assegnazione della domanda alla rete. Il traffico di sviluppo va considerato solo se si è certi della sua formazione: non è detto che una nuova strada provochi traffico di nuovo sviluppo; è convinzione fondata che, nelle aree più urbanizzate, una nuova strada si limiti solo a redistribuire il traffico già esistente. Le ipotesi di evoluzione del traffico legate, per esempio, alla variazione del parco veicolare (sia nella composizione sia nel numero), della matrice O/D ecc.. devono essere utilizzati nella valutazione economica dell'investimento.

Le norme del CNR per il calcolo del consumo energetico e del tempo di viaggio consigliano una relazione diretta tra velocità e flusso.

Il tempo di percorrenza, che si calcola come rapporto tra la lunghezza dell'arco e la velocità di percorrenza, viene calcolato facendo riferimento alla formula:

$$x_1(q, Q) = \frac{3600}{[a + b\lambda + c\lambda^2 + d\lambda^3] * [1 - \delta(p - 0.025)4.2]} + \alpha(q + eQ) + \beta(q + qQ)^3$$

dove:

p = pendenza fittizia, calcolata come rapporto tra la somma in valore assoluto di tutti i dislivelli e la lunghezza totale del tronco;

$$\delta = 0 \text{ se } p \leq 0,025; \quad \delta = 1 \text{ se } p > 0,025;$$

e,  $\alpha$ ,  $\beta$ , a, b, c, d si ricavano dalle tabelle per tipo di strada CNR;

q, Q = rispettivamente, flussi di veicoli leggeri e di veicoli pesanti percorrenti l'arco in esame in una certa ora di un certo giorno di un certo anno;

$\lambda$  = percentuale di visibilità di sorpasso. Questa è calcolata come rapporto tra i casi di visuale libera per il sorpasso ed il totale dei casi. I casi si ottengono suddividendo il tracciato in un numero intero di tratti per ognuno dei quali si calcola la visuale libera.

Tipo di strada CNR	Valori di e
VI	4+175p
V	3+175p
IV	3+150p
Speciale A	2+150p
III	2+150p
I e II	2+125p

Tab. 1 Definizione del valore e

Tipo di strada	Valori di	
	$\alpha$	$\beta$
CNR		
VI	0.0054	$3.90 \times 10^{-9}$
V	0.0030	$1.36 \times 10^{-9}$
IV	0.0020	$1.21 \times 10^{-9}$
Speciale A	0.0010	$0.25 \times 10^{-9}$
III	0.0010	$0.25 \times 10^{-9}$
I e II	0.0010	0

Tab. 2 Definizione dei valori di  $\alpha$  e  $\beta$ .

Tipo di Strada	Valori di			
	A	B	c	d
CNR				
VI	40	119.00	-80	16.00
V	37	141.33	-108	26.67
IV	29	194.33	-184	58.67
Speciale A	31	194.33	-184	58.67
III	31	194.33	-184	58.67
I e II	113	0	0	0

Tab. 3 Definizione dei valori di a, b, c, d

La distanza di visibilità può essere calcolata (CNR, 1980) come:

$$D_a = \frac{V}{3} + \frac{V^2}{2.54(100f_a + i)}$$

dove:

V = velocità di progetto;

i = pendenza longitudinale del tratto considerato;

$f_a$  = coefficiente di aderenza longitudinale (funzione della velocità).

Per i veicoli pesanti, la formula del tempo di percorrenza è:

$$X_1 = \frac{3600}{V_{\max}} + 662.4 \left[ p - \frac{3600}{662.4V_{\max}} + 0.0625 \right] \alpha$$

dove, mantenendo la precedente notazione per p:

$$\alpha = 0 \text{ se } p \leq \frac{3600}{662.4V_{\max}} + 0.0625$$

oppure:

$$\alpha = 1 \text{ se } p > \frac{3600}{662.4V_{\max}} + 0.0625$$

Va sottolineato che se  $X_1 < x_1$ , nella formula per i veicoli pesanti  $X_1$  va sostituito con  $x_1$ , poiché si assume che i

veicoli pesanti non possano viaggiare a velocità medie superiori a quelle dei veicoli leggeri.

Le norme del CNR propongono una correlazione diretta tra tempi di percorrenza e valori del traffico.

Le curve di deflusso riportate nelle norme del CNR (1983) hanno una forma a linea spezzata, caratterizzata da punti rappresentativi delle condizioni dell'inizio di condizionamento e dell'inizio di saturazione (Fig. 10).

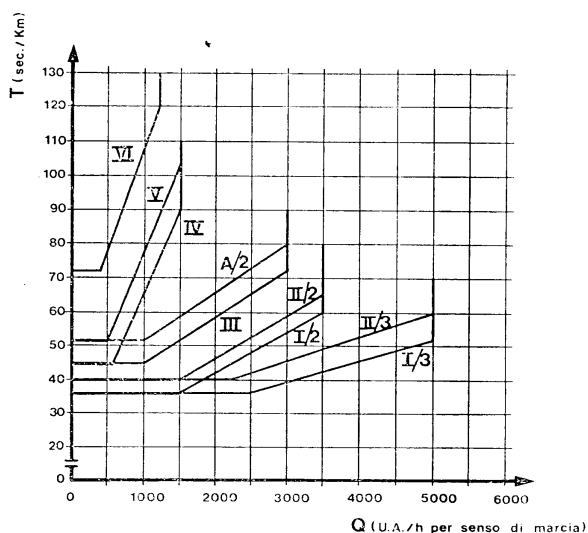


Fig. 10 Tempi di percorrenza al variare del flusso veicolare per differenti sezioni tipo.

Nel caso dell'autostrada, gli effetti esterni rilevanti che si possono valutare sono la variazione dell'inquinamento della zona, il miglioramento della sicurezza stradale.

Tutti questi sono fattori difficilmente valutabili, ma per l'applicazione corretta dell'analisi economico-finanziaria è necessario non solo valutarli, ma anche esprimerli in unità monetaria omogenea.

All'obiettivo sicurezza fanno riferimento tutti gli elementi connessi con la sicurezza di viaggio, inteso sia in termini di miglioramento della guidabilità che della minimizzazione della possibilità di incidente.

All'obiettivo ambiente fanno riferimento tutti quei fattori che riguardano l'uso dell'ambiente esterno e le interazioni esistenti con la realizzazione dell'opera.

I vari obiettivi sono misurabili talora in maniera diretta, altre volte ricorrendo a delle proiezioni. Per alcuni aspetti progettuali risultano disponibili solo delle valutazioni qualitative che possono essere ricondotte ad una scala ordinata degli effetti, ad esempio:

- la capacità dell'opera ad adattarsi a fornire servizi diversi o in situazione anomala, come può

accadere in presenza di un qualche evento calamitoso;

- gli effetti esterni generati sui non utenti, in particolare il decongestionamento sul traffico locale.

## 12. VALUTAZIONE DELL'EFFETTO ESTERNO SICUREZZA

Nell'ambito dell'obiettivo sicurezza vanno tenuti distinti i criteri legati alle persone da quelli inerenti alle cose.

Per quanto riguarda la riduzione dei rischi temuti dagli utenti, essi non vengono presi in considerazione, non essendo disponibili indicazioni affidabili per la loro modellizzazione. E' però ragionevole supporre che una stima soddisfacente di questi effetti, strettamente dipendenti dai fenomeni di congestione, richieda come input l'andamento nel tempo del flusso veicolare, della velocità e della distanza media tra i veicoli (cioè della densità veicolare).

Non tenere conto dei costi dell'utenza dovuti al disagio o al rischio rappresenta un limite enorme, come del resto si evince da numerosi correlati agli aspetti ergonomici, i quali hanno messo in evidenza che tale valutazione può diventare fondamentale nelle operazioni valutative.

L'analisi di sicurezza, in generale, ha come obiettivo la valutazione della probabilità che si verifichi un incidente e la determinazione delle conseguenze prodotte.

Nel caso di infrastrutture stradali gli studi condotti sull'argomento hanno consentito un approfondimento nella conoscenza dei fenomeni incidentali (tipologie, condizioni, conseguenze) sulla rete attuale e di individuare modelli capaci di prevedere i possibili sviluppi futuri.

Gli studi eseguiti riguardano sia gli eventi incidentali con conseguenze sui mezzi e sulle persone direttamente coinvolti nell'incidente, sia gli incidenti che, interessando mezzi trasportanti merci pericolose, possono avere conseguenze di raggio più vasto, anche all'esterno dell'infrastruttura.

Possono essere così approfondite le misure e le opere che contribuiscono potenzialmente alla riduzione delle frequenze incidentali o alla limitazione delle loro conseguenze.

Lo studio della incidentalità nella rete stradale esistente può fornire anche utili indicazioni nella fase di progettazione delle nuove infrastrutture.

Dagli studi effettuati è possibile estrapolare dei modelli previsionali di incidentalità.

La prima fase che caratterizza una analisi di sicurezza è l'identificazione delle sorgenti di rischio

Questo primo livello di analisi si compone essenzialmente di tre passi:

1. analisi del sistema ed identificazione di tutte le potenziali sorgenti di rischio (*eventi iniziatori*);
2. determinazione degli *effetti-conseguenze sul sistema* derivanti da ciascuna sorgente;
3. valutazione della *probabilità di accadimento* delle sequenze riconosciute pericolose.

L'identificazione può essere realizzata attraverso una analisi dettagliata del sistema, grazie alla quale viene individuato un insieme di eventi potenzialmente pericolosi. Per la determinazione delle conseguenze risulta di notevole aiuto la costruzione dell'*albero degli eventi*: si tratta di un albero la cui radice è rappresentata dall'evento iniziatore ed i cui rami sono tutti i possibili sviluppi che derivano dal suo verificarsi.

La terza fase prevede infine una stima quantitativa della probabilità con cui si verifica l'evento pericoloso e viene valutata dalla combinazione della probabilità con cui si verifica ciascun nodo dell'albero.

La probabilità del nodo, a sua volta, viene ricavata essenzialmente attraverso due vie:

- a) *statistica*: quando la frequenza di accadimento di quell'evento è sufficientemente elevata da consentire una buona stima statistica;
- b) *logica*: utilizzando la tecnica dell'*albero dei guasti*, oppure la tecnica dell'analisi dei modi di guasto e dei loro effetti.

Al termine della fase di identificazione del rischio si dispone di una analisi accurata della struttura del sistema, che viene definita, in termini tecnici, *analisi di affidabilità* del sistema, e di una stima della probabilità con cui possono verificarsi le sequenze rilevanti ai fini della sicurezza del sistema stesso.

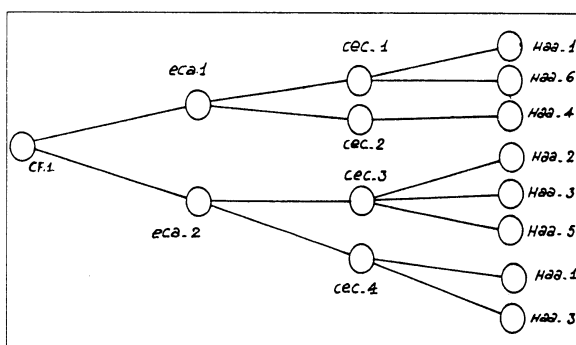


Fig. 11 Albero degli eventi.

Con riferimento al settore delle infrastrutture stradali, il sistema è rappresentato dalla rete stradale accoppiata ai mezzi di trasporto che circolano su di essa (veicoli leggeri e pesanti). La potenziale sorgente di rischio connessa al sistema stradale è rappresentata da tutti gli incidenti che coinvolgono uno o più veicoli, che vengono pertanto assunti come *eventi iniziatori*. Le conseguenze degli incidenti sulla popolazione sono sicuramente dannose in quanto coinvolgono sempre almeno un individuo, la cui salute/vita viene messa in pericolo. L'analisi completa delle conseguenze degli incidenti può essere condotta mediante un albero degli eventi ed un primo passo per la costruzione di tale albero è la distinzione tra due grandi categorie di incidenti:

- *incidenti localizzati*;
- *incidenti ad ampie conseguenze*.

Alla prima categoria appartengono tutti quegli incidenti i cui effetti sono limitati alla zona in cui si sono verificati, mentre alla seconda categoria appartengono gli incidenti che estendono i loro effetti al circondario;

Le cause che originano o che possono favorire tali incidenti sono le più svariate e non sempre identificabili; le più evidenti possono essere distinte in:

- *condizioni del guidatore* (disattenzione, malore, stanchezza, errata valutazione, ecc.);
- *condizioni atmosferiche* (pioggia, nebbia, ghiaccio, vento, ecc.);
- *condizioni del manto stradale* (sconnesso, scarsamente segnalato, tortuoso, in manutenzione, ecc.);
- *condizioni del veicolo* (guasti, stato di manutenzione, ecc.).

La prima fase dell'analisi di sicurezza si conclude fornendo i valori di probabilità con cui si verificano gli incidenti.

Normalmente per la sua stima del rischio di incidente si fa con riferimento a due termini: *probabilità di accadimento* di un evento ed *entità delle conseguenze* derivanti dal suo verificarsi. La funzione più semplice e più usata per definire il rischio è il prodotto tra le due grandezze; si assume cioè che la funzione di rischio sia data da:

$$R = P * D$$

La probabilità di accadimento P di un evento viene dedotta a partire dai dati derivanti dalla fase relativa all'analisi di sicurezza.

La probabilità con cui si verifica la sequenza incidentale si ottiene dal prodotto delle probabilità sui rami, di un albero di guasto. La metodologia è quella di scomporre il sistema nei suoi elementi costitutivi fino all'evento top che è l'incidente, fino ad individuarne gli eventi primari la cui probabilità di accadimento è nota.

La valutazione quantitativa delle conseguenze D richiede invece una analisi del tutto differente. Occorre in prima analisi dividere il danno in *danno diretto* e *danno indiretto*.

Il danno diretto è relativo a tutti quei casi in cui l'individuo viene colpito in modo diretto al momento stesso del verificarsi dell'evento pericoloso.

Il danno indiretto è relativo a tutti quei casi in cui gli individui subiscono le conseguenze dell'evento.

Uno studio approfondito sulla valutazione quantitativa delle conseguenze prodotte deve basarsi sulle analisi e le indagini statistiche di incidenti similari, ponendo particolare attenzione agli elementi iniziatori della valutazione del rischio calcolato, al fine di valutarne la sua accettabilità.

Nelle applicazioni modellistiche hanno fondamentale importanza i dati di ingresso utilizzati, da essi dipende, in larga misura, una rappresentazione realistica del fenomeno proposto dal modello. Tuttavia molto spesso ci si deve confrontare con una serie di dati non sempre esaustiva ed affidabile; nel caso di una nuova infrastruttura è necessario fare ricorso a modelli per la determinazione dei dati di inputs:

- ◆ dati di traffico;
- ◆ dati meteorologici.

Nello specifico i dati necessari, relativamente al traffico, possono essere sintetizzati in:

- traffico giornaliero medio;
- composizione del traffico (veicoli pesanti - veicoli leggeri);
- velocità media di percorso dei veicoli leggeri e dei veicoli pesanti.

Il rischio è frutto dell'incertezza sul verificarsi o meno, in un futuro più o meno prossimo, di un evento da cui deriva un danno. Incertezza vuol dire non sapere se e quando un evento si verificherà o non si verificherà.

E' necessario quindi distinguere un rischio in senso assoluto che sussiste quando l'incertezza sul verificarsi di un evento futuro dannoso sia assoluta, ed un rischio in senso relativo quando sussista la certezza sul fatto che l'evento dannoso si verificherà in futuro, ma non si

sa quanto prossimo o remoto questo futuro sia, né in quale forma l'evento stesso si manifesterà.

Fra il valore estremo rappresentato dalla certezza che l'evento non si verificherà, e l'altro rappresentato dalla certezza opposta, giacciono tutti i valori che l'incertezza può assumere, e (di conseguenza) anche quelli relativi alla concretezza o meno del concetto di rischio.

Se indichiamo con certezza assoluta il verificarsi di un qualsiasi evento temuto e lo si pone pari ad uno, automaticamente la corrispondente certezza assoluta del fatto che esso non si verificherà assumerà, valore nullo, e sarà quindi pari a zero.

Fra questi due nuovi valori-limite, possono trovarsi tutti quelli intermedi che rappresentano certezze parziali o previsioni sul verificarsi stesso dell'evento.

Certezza parziale vuol dire probabilità e cioè misura della verificabilità in concreto di un qualunque evento rispetto alla sua possibilità materiale di verificarsi.

Il concetto di probabilità fa comodo ai fini dell'esplorazione del concetto di rischio; esso trova il suo fondamento nell'esistenza di stati d'incertezza sia assoluta che relativa, e, come questa, assume, in riferimento ai vari fenomeni valori compresi fra zero ed uno. Di un evento rischioso, ciò che emerge è il fatto che esso può provocare un danno misurabile in danaro.

Se dividiamo la strada in sezioni elementari caratterizzati da una peculiare tipologia costruttiva (curva, viadotto, galleria...) è possibile individuare per ogni sezione una matrice di rischio.

Ogni matrice di rischio possiede nella prima riga tutti gli eventi che possono produrre danni (intendendo il complesso di fenomeni che possono innescare un evento indesiderato) e nella prima colonna la quantificazione dei danni ottenibili (intendendo il complesso di danneggiamenti che possono essere subiti).

EVENTI DANNO	NEBBIA	ACQUAP.	n	
1				$\sum D1*P1$
2				$\sum D2*P1$
n				
	$\sum Di*P1$	$\sum Di*P2$		$\sum Di*Pi$

Fig. 12 Matrice del rischio.

Una tabella (come quella riprodotta nella figura 12) formato di righe e colonne all'incrocio delle quali esistono caselle destinate ad ospitare dei valori numerici definiti (anche se nulli) viene detto "matrice di rischio".

I valori dei danni possono essere ordinati in maniera crescente attraverso l'individuazione di classi caratterizzati da solo danni materiali fino alle classi in cui sono presenti danni alle persone.

Il totale di ogni riga della matrice rappresenta il valore del rischio connesso ad un determinato valore del danno, mentre il totale di ogni colonna rappresenta il valore del rischio connesso ad un determinato evento.

Per ogni sezione la matrice del rischio individua il valore del rischio complessivo in quella determinata sezione.

L'espressione del rischio per ogni sezione elementare diventa;

$$R = \sum_{i=1} P_i * D_i$$

Per il calcolo complessivo del rischio connesso al funzionamento dell'infrastruttura è necessario effettuare la sommatoria pesata, in base alla probabilità di verificarsi di un determinato evento ( $P_J$ ), del rischio relativo ad ogni singola sezione. In definitiva, il rischio di funzionamento dell'intera infrastruttura vale:

$$R_T = \sum_{T=1} R_J * P_J$$

Per delimitare una fascia di valori estremi del rischio occorre tener conto (sia per quanto riguarda la misura della probabilità che per quanto concerne quella del danno) di un valore massimo ed uno minimo di entrambi. Le regole che legano le due variabili e che stabiliscono come la seconda varia al variare della prima, si chiamano "relazioni funzionali" o "algoritmi".

Conoscendo l'algoritmo della funzione del rischio è possibile costruire un piano cartesiano in cui far corrispondere l'asse delle x con l'andamento della possibilità dell'evento dannoso e l'asse delle y con il valore del danno temibile.

Se si rappresentano nel piano diversi livelli di rischio, si otterrà una serie di curve tutte parallele tra loro (curve di indifferenza) in cui il rischio assume un valore ben definito (Fig. 13).

Tutte le progettazioni sono caratterizzate dall'assunzione di un determinato livello di rischio, il quale dipende da molti fattori tra cui l'aspetto socio economico. La scelta di una politica progettuale in materia di rischio equivale a individuare una curva di indifferenza, cambiare politica

progettuale, maggiore o minore rischio, vuol dire spostarsi su curve diverse.

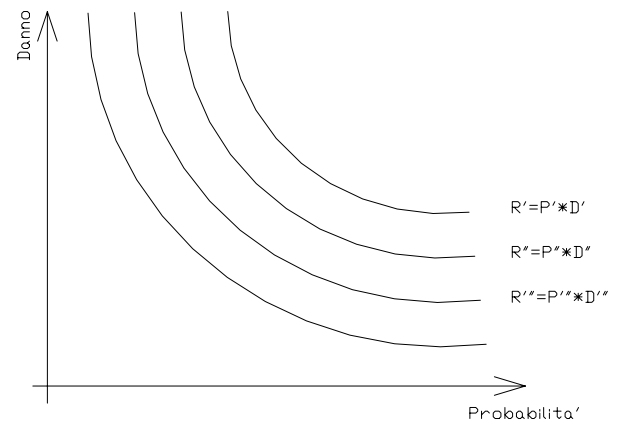


Fig. 13 Curve di isorischio.

Conosciuto il valore del rischio che si considera accettabile, è possibile tracciare una linea orizzontale relativa ai valori del danno limite accettabile ed una linea verticale per quelli relative alle probabilità limite di accadimento. Nel piano P-D si verrà a determinare un'area compresa tra questa curva di indifferenza e le rette che tagliano fuori i rischi che non interessano a nessuno.

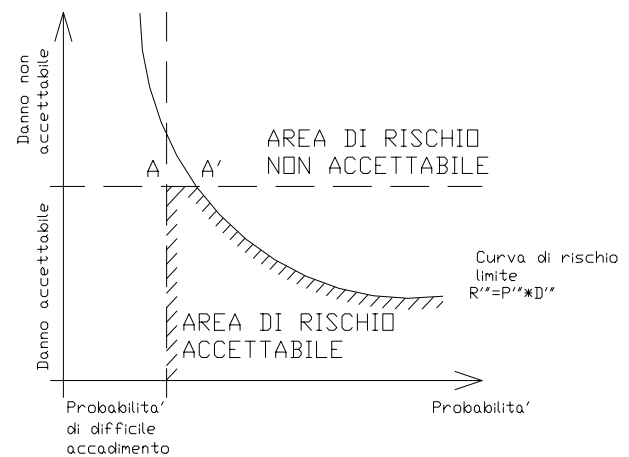


Fig. 14 Curva del rischio accettabile.

La costanza del valore del rischio implica, che ove il valore del danno, non sia considerato accettabile, per mantenere lo stesso livello di rischio, è necessario ridurre la misura della probabilità dell'evento dannoso, (vuol dire passare dal punto A al punto A'), ciò può essere ottenuto ipotizzando degli elementi progettuali particolari (Fig. 14).

La valutazione del rischio di riferimento ad un approccio razionale, con dati noti o comunque conoscibili, od almeno stimabili in modo più o meno approssimato.

La scelta di un livello di rischio in fase di progettazione equivale a definire degli standard progettuali.

I parametri che contribuiscono alla diminuzione del rischio possono essere suddivisi in elementi connessi con la sicurezza attiva (che tentano di limitare il verificarsi di eventi indesiderati) ed elementi connessi con la sicurezza passiva (che tentano di diminuire l'entità del danno una volta innescato l'evento indesiderato).

Negli studi di analisi costi benefici, nella fase della valutazione economica, risulta indispensabile per una infrastruttura stradale valutare gli effetti esterni connessi con la riduzione del livello del rischio e/o la misura del danno che esso produce (o può produrre).

Riconosciamo che tale valutazione del rischio di funzionamento di una infrastruttura risulta di difficile quantificazione. Però è importante che si concentrano gli sforzi metodologici per tentare di evitare la costruzione di infrastrutture che, anche se soddisfano i requisiti di redditività dell'investimento in termini finanziari, non costituiscano un elemento decisamente negativo dal punto di vista economico.

Purtroppo in Italia e nel mondo esistono esempi di infrastrutture stradali che non appena vengono messe in esercizio denotano la alta pericolosità, obbligando gli a posteriori gli Enti gestori a proporre delle opere per minimizzare gli effetti dannosi (incidenti anche mortali) che hanno luogo. Spesso tali opere più che risolvere il problema risultano degli accomodamenti di poco valore.

### **13. VALUTAZIONE DELL'EFFETTO ESTERNO TUTELA AMBIENTALE**

Le tensioni e le deformazioni cui viene sottoposto l'ambiente sono ormai fenomeni onnipresenti in tutti i sistemi economici, da quelli più poveri a quelli più ricchi, al di là dell'ideologia politica che li contraddistingue.

Vi è ancora incertezza circa la precisa natura e il grado delle interdipendenze globali tra crescita economica e sistemi di difesa ambientale. L'inevitabile futura crescita economica mondiale è destinata a ridurre ulteriormente questa parte della natura, in cui i sistemi di autoregolazione naturali possono rigenerarsi senza l'intervento dell'uomo e, quindi, come si sostiene da più parti, si sta restringendo il margine d'errore per la

pianificazione economica che è in grado di determinare un cambiamento irreversibile sullo stock delle risorse naturali.

Per poter apprezzare le moderne dispute, sorte tra gli anni Sessanta e gli anni Ottanta sia all'interno della professione economica che tra economisti ed altri studiosi dell'ambiente, è opportuno rivedere le radici storiche dell'economia dell'ambiente.

Bisogna valutare le teorie economiche entro quel contesto più ampio che è il paradigma ambientale, perchè una complessa interazione ha luogo quando sia la teoria scientifica (naturale, fisica e sociale) che l'ordine sociale evolvono.

I modi stessi con cui la ricerca scientifica pone le sue domande, con l'intento di spiegare il mondo dell'uomo e della natura, sono di volta in volta influenzati da fattori sociali, culturali e politici, come pure la tendenza alla preservazione e alla conservazione della natura muta con l'evoluzione dell'umanità e della natura.

Molte idee lasciate in eredità dagli economisti classici sono tuttora rilevanti e sono state reintrodotte nei dibattiti contemporanei sull'ambiente. L'economia politica classica sottolineava la capacità del mercato di stimolare sia la crescita che l'innovazione, ma rimaneva sostanzialmente pessimista circa le prospettive di crescita di lungo periodo, reputando che la crescita economica fosse una fase puramente temporanea tra due posizioni di equilibrio stabile, dove la posizione finale (lo stato stazionario) veniva a coincidere con un livello di esistenza di mercato di mera sussistenza.

In analogia ai processi di valutazione tecnico-economica messi a punto dal Ministero del Bilancio e della Programmazione, anche per il programma di tutela ambientale nazionale e per i relativi progetti di investimento è stato sviluppato uno specifico criterio di valutazione tecnico-economica normalizzata.

Il degrado ambientale è diventato ormai un fenomeno ricorrente in tutti i sistemi economici.

Nei Paesi più poveri della terra è la povertà stessa a essere nel contempo la causa principale e l'effetto dei problemi ambientali. Essa provoca distorsioni ambientali che portano al degrado delle risorse.

I critici più innovatori hanno cercato di incorporare nell'analisi economica i modelli di bilancio dei materiali e, in misura più limitata, i modelli dell'entropia. E mentre l'inquinamento viene visto come un segnale di fallimento del mercato, si riconosce anche che esso è un

fenomeno diffuso e inevitabile (a causa delle leggi della termodinamica), che richiede l'intervento dello Stato attraverso un pacchetto di strumenti di regolamentazione e di incentivi.

In linea di principio, sotto alcune ipotesi semplificatrici è possibile definire un livello ottimale di inquinamento (nel senso dell'efficienza economica): sarebbe quel livello di inquinamento in corrispondenza del quale i benefici marginali netti privati dell'impresa inquinante sono uguali ai costi marginali esterni di chi viene danneggiato. Ma a causa delle lacune nei dati e dei limiti di questo approccio statico, l'ottimo non rappresenta un obiettivo realizzabile di politica economica. Al contrario, la società fissa dei livelli (standard) «accettabili» di qualità ambientale, che si cerca di raggiungere attraverso strumenti di politica economica.

Molti economisti sono a favore dell'uso di tasse sugli scarichi (per unità di inquinamento), ma, nella realtà, le regolamentazioni che comportano sono spesso riduzioni uniformi delle emissioni inquinanti. A causa delle incertezze presenti si dovrebbe considerare la politica di controllo dell'inquinamento come un processo iterato di ricerca basato su un principio «soddisfacente» piuttosto che «ottimizzante».

Di fronte alla complessità derivante dalle interdipendenze ecologiche e dalle incertezze che circondano la gestione delle risorse sono stati proposti due approcci alternativi. Alcuni studiosi si sono schierati a favore dell'adozione di una analisi costi-benefici che utilizzi valutazioni monetarie incorporanti un esplicito processo di riconoscimento dell'incertezza e dell'irreversibilità di molti processi produttivi, mentre altri sollecitano un approccio in termini di standard fissi come un modo per realizzare una politica macroambientale.

Gli standard macroambientali potrebbero comprendere la definizione di livelli di qualità dell'aria e dell'acqua; standard che, in questa forma, funzionerebbero come vincoli effettivi e, benché flessibili nel tempo (man mano aumenta la conoscenza), ridurrebbero l'analisi costi-benefici ad un'analisi dell'efficienza in termini di costi.

Nel contesto della politica economica l'accettazione dell'assioma di sostituibilità infinita e di tassi di sconto positivi, nonché la fiducia nelle capacità di resistenza di lungo periodo da parte dell'ecosistema si indebolirebbero di fronte ad una ristrutturazione radicale

determinata dalla crescita economica o dalle politiche di fissazione dei prezzi delle risorse.

I critici più innovatori, d'altro canto, suggerirebbero di essere cauti di fronte a questo ottimismo, respingerebbero il principio di sostituibilità infinita e sosterrrebbero una posizione a difesa della conservazione.

In alcuni Paesi in via di sviluppo si sono accumulate nell'arco di decenni pesanti perdite per l'ecosistema; problemi di inquinamento globale quali l'innalzamento della temperatura, la distruzione dell'ozono e la contaminazione degli oceani minacciano di causare in futuro problemi su più ampia scala; i vincoli di sostenibilità, se trascurati, potrebbero anche determinare dei fenomeni di irreversibilità per le generazioni future, sia dei sistemi economici sviluppati che di quelli in via di sviluppo: questi fenomeni comportano la perdita permanente di aree e zone umide e terreni produttivi e fanno passare in secondo piano le scelte di sviluppo, favorendo le scelte di conservazione e/o preservazione delle risorse.

Nei casi di probabili danni ambientali localmente irreversibili provocati dallo sviluppo economico è stata proposta l'idea del «progetto ombra» (shadow project approach), secondo cui dovrebbero essere aumentati i costi del progetto di sviluppo responsabile di questi danni di un ammontare sufficiente a finanziare un progetto «ombra» destinato a rimpiazzare il patrimonio ambientale perduto.

I sostenitori dell'ACB estesa (in contrapposizione all'ACB tradizionale) hanno adottato un approccio in termini di «sensibilità ai valori» e hanno cercato di incorporare nella loro analisi, criteri di decisione. L'attacco «positivista» contro la ACB estesa si fonda su un curioso argomento secondo il quale i giudizi di valore tradizionali che sottostanno al concetto di ottimalità paretiana (e alla ACB tradizionale) richiedono un ampio consenso e proprio questo consenso li rende «obiettivi», mentre l'analisi che utilizza criteri multipli (come l'ACB estesa) di fatto implica un trade off tra maggiore estensione e perdita di precisione. La valutazione delle politiche ambientali che coinvolgono rischi e costi considerevoli per le future generazioni ha anche spinto alcuni studiosi a considerare le implicazioni di sistemi etici alternativi.

Esistono varie interpretazioni del termine valore, ma gli economisti si sono concentrati sul valore monetario che viene espresso attraverso le preferenze individuali del



consumatore; su questa base, il valore nasce solo se c'è interazione tra un soggetto e un oggetto e, di conseguenza, non è una qualità intrinseca di una cosa. Un certo oggetto può allora avere delle differenze nella percezione dei valori posseduti in funzione di coloro che devono compiere la valutazione e dei diversi contesti in cui viene elaborata la valutazione stessa. I valori economici assegnati sono espressi in termini della disponibilità individuale a pagare (DAP) e della disponibilità ad accettare una compensazione (DAC).

La letteratura sull'ambiente ha individuato tre relazioni fondamentali tra i valori che sembrano essere alla base della politica economica dell'etica adottate nella società; si tratta dei valori espressi attraverso le preferenze individuali, dei valori collettivi che trovano espressione attraverso le norme sociali e infine del valore delle funzioni fisiche dell'ecosistema.

Alcuni studiosi affermano che le misure economiche del valore sono valori assegnati e peculiari al contesto cui si riferiscono e che, perciò, possono risultare inappropriati come uniche misure del valore nel caso delle risorse pubbliche. In alternativa, le ideologie ecocentriche, cercano di porre alla base della politica economica le norme sociali (preferenze collettive) che gli individui accettano in quanto membri di una comunità e che vengono rese operative attraverso una legislazione «sociale»; la deep ecology, invece, pone l'enfasi soprattutto sulla distinzione tra valore strumentale (espresso attraverso i valori posseduti dagli individui e valore intrinseco, non collegato alle preferenze, fissando una particolare attenzione sul fatto che le funzioni e le capacità degli stessi ecosistemi sono una ricca fonte di valore intrinseco, valore che esisterebbe anche se gli uomini e le loro preferenze non ci fossero.

I problemi ambientali ai confini tra il sistema economico e quello naturale sono senza dubbio complessi e coinvolgono molteplici discipline appartenenti alle scienze sociali e a quelle naturali e ancora oggi esiste inoltre l'incertezza circa la precisa natura e il grado delle interdipendenze globali tra crescita economica e sistemi di difesa ambientale.

Un indicatore generale di progettabilità è il VAN, esso può essere modificato per tenere conto degli effetti esterni ambientali secondo la seguente equazione:

$$\text{VAN} = \text{Bi} + \text{Be} + \text{Ci} + \text{Ca} + \text{Ce}$$

Dove:

VAN= Valore Attuale Netto

Bi = Benefici interni al progetto

Be = Benefici esterni

Ci = Costi interni

Ca = Costi della salvaguardia ambientale

Ce = Costi esterni

La caratteristica dell'ACB classica è la determinazione precisa dei costi e benefici interni al progetto, dei costi esterni e dei costi di salvaguardia ambientale sia per l'analisi finanziaria che economica.

Soprattutto per gli aspetti dell'ACB finalizzata alla valutazione della salvaguardia ambientale, l'identificazione e la quantificazione di specifici temi riveste un ruolo fondamentale e coinvolge numerosi esperti multidisciplinari. Il delicato compito dell'analista è quello di scegliere e applicare la metodologia migliore per effettuare una analisi che si confronta con beni estinguibili o non commercializzati.

Le principali procedure di analisi sono le seguenti:

*a) Metodo delle risorse salvaguardate o costi alternativi evitati*

La procedura consiste nella stima delle risorse salvaguardate o dei costi alternativi evitati, mediante l'uso di strumenti di misura non ambientali e analisi alternative, nonché lo sviluppo di modelli di simulazione.

*b) Metodo dei prezzi di indennizzo e valore di mercato delle produzioni perdute*

Il metodo consiste nello stimare il valore degli indennizzi per quelli che rinunciano ai loro diritti.

Tale metodo tiene conto anche dei valori intangibili che possono essere altresì sottratti (come quello della rinuncia a un tipo di esistenza).

*c) Metodo dei costi di sostituzione*

Tale procedura è una tra le più utilizzate e si caratterizza nella stima dei costi di rimpiazzo dei beni ambientali danneggiati o distrutti dal progetto.

*d) Valutazioni di mercato*

La procedura consiste nell'osservazione dei prezzi di mercato, dei beni impiegati nel progetto e degli output del progetto sulla base del valore di beni finali riferiti ai prodotti intermedi realizzati con il progetto.

I problemi di natura concettuale tra l'analisi economica-finanziaria e modellistica dei trasporti, trovano un largo riscontro anche nell'interfacciamento tra quest'ultima e le analisi relative all'inquinamento nell'ambito degli studi di impatto ambientale.

In particolare, emerge che la radice comune dei problemi è nello scollamento tra la *realtà dei fatti* (che sono quelli con cui si misurano l'azione progettuale ed i relativi studi di impatto ambientale che questa necessita) e le *ipotesi interpretative della realtà* soggiacenti alla modellizzazione del sistema territorio-ambiente-trasporti. Al livello più profondo, le ipotesi che risultano critiche sono quelle della "onnicomprendibilità", del "riduzionismo" e della "reversibilità" che stanno alla base della totalità (o quasi) della predetta modellistica.

Detto in termini assai generali, la modellistica TAT (territorio-ambiente-trasporti) non si sottrae alle debolezze dell'approccio scientifico classico, di cui è figlia.

In tale azione progettuale, la modellistica dei trasporti deve connotarsi come uno strumento di uso agevole, flessibile alle diverse condizioni di applicazione, fortemente finalizzato agli obiettivi delle diverse fasi progettuali.

Lo studio ambientale nel suo complesso deve condurre da un lato alla individuazione del tracciato ottimale fra le alternative proposte, dall'altro alla pre-valutazione delle conseguenze connesse alla costruzione ed esercizio dell'infrastruttura. Al termine di queste analisi dovrebbe essere possibile esprimere un parere sulla compatibilità dell'infrastruttura con riferimento al tracciato scelto.

Per esempio per valutare gli effetti ambientali esterni al subsistema stradale è possibile fare riferimento all'inquinamento atmosferico ed acustico.

- ***inquinamento atmosferico.*** Per quanto riguarda quest'aspetto, si fa riferimento essenzialmente ad indicatori di emissione e concentrazione in aria di determinate sostanze. Vi sono limiti massimi di accettabilità e/o valori guida, espressi come medie aritmetiche, mediane o percentili di concentrazioni medie in periodi opportunamente definiti (ad esempio, il DPR n.203 del 24 maggio 1988). Le concentrazioni medie, a cui si fa riferimento, possono essere calcolate su periodi di lunghezza differente, con variazione da 1 ora a 1 giorno. Numerosi modelli consentono di stimare il valore degli indicatori nell'intorno del tronco. E' possibile anche tener conto degli effetti connessi con la velocità dei veicoli nonché con la presenza di intersezioni e di edifici circostanti all'asse stradale

- ***inquinamento acustico.*** Il principale parametro utilizzato è il livello di rumorosità espresso in decibel. I limiti ammissibili di esposizione al rumore, definiti in Italia

dal DPCM 1 marzo 1991, sono espressi come livelli di rumorosità equivalenti medi, diurni e notturni. La stima di questi valori pone problemi affrontabili per mezzo di specifici modelli.

Tali valori possono essere molto sensibili ai fattori di traffico dinamici, e pertanto la loro determinazione richiede che i flussi e le velocità siano espressi in modo dipendente dal tempo.

Lo studio ambientale deve condurre, con riferimento al tracciato prescelto, alla quantificazione delle conseguenze connesse alla realizzazione e all'esercizio dell'infrastruttura e, più in generale, consentire la valutazione della compatibilità ambientale dell'opera.

Gli eventuali punti critici individuati dovranno preliminarmente essere analizzati al fine di verificare che alcuni di essi non pregiudichino la compatibilità dell'opera. In questo senso vengono delineate le possibili opere e le misure da adottarsi per la riduzione dei livelli di criticità.

Lo studio ambientale, nel suo complesso, pone particolare attenzione alla valutazione delle situazioni critiche precedentemente individuate, nonché alla definizione delle opere e misure da adottarsi per la minimizzazione degli impatti sulle diverse componenti ambientali.

Le opere di mitigazione rappresentano un costo non indifferente per la realizzazione dell'infrastruttura. Nei casi di studio economico-finanziario del tracciato, devono essere evidenziati tutti gli aspetti di inquinamento che la realizzazione dell'infrastruttura genera ed i possibili effetti esterni collegati con il decremento del valore delle aree circostanti per effetto dell'inquinamento, magari attraverso la adozione di un "progetto ombra".

La ricerca economica, per quanto riguarda la valutazione monetaria dei beni ambientali, benché siano stati fatti notevoli progressi, è ancora in uno stato di transizione. Lo sforzo che deve essere condotto è quello di trovare una metodologia univoca che possa essere adottata dai progettisti durante la fase della progettazione.

#### **14. CONCLUSIONI**

Il ruolo preponderante delle infrastrutture stradali nell'ambito del processo economico evolutivo è stato sempre al centro di un vivo dibattito. Molti studiosi hanno cercato di interpretare mediante modellazioni più o meno

sofisticate l'effetto polarizzante delle infrastrutture stradali.

La ripartizione dei fondi disponibili nell'ambito della programmazione della spesa pubblica viene effettuata utilizzando dei criteri di redditività che tentano di far aumentare il grado di benessere sociale. Nel caso delle infrastrutture stradali il calcolo della redditività, limitato solo alla valutazione della riduzione dei tempi e costi di percorrenza, non basta ad individuare la validità di un'opera. Le esternalità collegate alla realizzazione di una infrastruttura stradale assumono un forte valore ponderale, soprattutto quando si analizza il problema della sicurezza e quello ambientale.

Valutare gli effetti esterni è un processo che coinvolge numerose professionalità e spesso ne risulta difficile la quantificazione.

Una procedura utilizzata per la valutazione dei progetti di investimento pubblico è l'analisi costi benefici; con tale metodologia vengono confrontati, attualizzandoli, i costi ed i benefici che l'opera genera sia come effetti esterni che interni. Con il presente lavoro abbiamo tentato di puntualizzare alcuni aspetti caratteristici della valutazione degli effetti esterni delle infrastrutture, focalizzando l'attenzione su due aspetti particolari, la sicurezza e l'ambiente.

Questo lavoro è il primo di una serie di ricerche che il nostro gruppo sta portando avanti tendenti alla modellazione e alla quantificazione degli aspetti peculiari che devono essere affrontati in fase progettuale, per evitare di costruire opere che possiedano una alta pericolosità intrinseca ed un elevato costo ambientale.

## 15. BIBLIOGRAFIA

- 1) ANAS (1986). **La redditività degli investimenti stradali** (a cura di Da Rios G., Rinelli S.), *Le Strade*, 88, n.1225, febbraio.
- 2) Ance **Legge 64 come partecipare allo sviluppo del mezzogiorno**, Sapere 2000, 1987.
- 3) AA. VV. **Manutenzione e sicurezza. Monitoraggio delle caratteristiche di aderenza e opportunità della ripetizione annuale delle misure** – Riv. Le Strade - n. 1293 - Maggio 1993.
- 4) "Ministero del bilancio e della programmazione economica" **Manuale di valutazione dei progetti per la pubblica amministrazione**, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato (1984).
- 5) C.N.R. (1983) **Istruzioni per la determinazione della redditività degli investimenti stradali**, Bollettino Ufficiale (Norme Tecniche), 17, n. 91.
- 6) FF.SS. **Valutazione economico finanziaria del Sistema Ferroviario Italiano ad Alta Velocità**, Ufficio studi tecnico-economici e pianificazione, 1988

- 7) P.M.A. **Il project management e la trasparenza nei grandi progetti**, Atti della giornata di studio, 14-12-1992.
- 8) SVIMEZ, **Rapporto sull'economia del mezzogiorno**, 1988, 1996.
- 9) *Uniontrasporti*, **Il ruolo dei trasporti nello sviluppo del mezzogiorno**, Il sole 24 ore libri, 1994.
- 10) Bertuglia C.S., Debernardi A., Rabino G.A., Rinelli S. (1993) **Il problema dell'interfacciamento coerente tra modellistica dei trasporti ed analisi Costi-Benefici: uno stato dell'arte ed una agenda di studi futuri**, PFT2, Unità Operativa ECOPLAN S.p.A. (1993).
- 11) Bettini V., Falqui E., Alberti M. **Il bilancio di impatto ambientale CLUP 1990**.
- 12) Bonora Grassilli A. **Introduzione alla scelta degli investimenti e finanziamenti**, Patron 1991.
- 13) Brosio G. **Economia e finanza pubblica**, Nis 1994
- 14) S. Canale, F. Nicosia, S. Leonardi. **Nuovi criteri progettuali per le curve stradali** – Riv. Autostrade - n. 3 - luglio/settembre 1995.
- 15) S. Canale, F. Nicosia, S. Leonardi. **Analisi finanziaria-economica dei progetti di investimento pubblico** Quaderno n.92 dell'Istituto di Strade Ferrovie ed Aeroporti (Università degli Studi di Catania) - 1997.
- 16) Catalano G., Lombardo S. **L'analisi costi-benefici nelle opere pubbliche**, Dario Flaccovio Editore, 1995.
- 17) A. Cornwell **L'ambiente e l'uomo**, Ulissedizioni 1989.
- 18) M. R. De Blasiis – **Un modello innovativo per la verifica della sicurezza stradale** – Riv. Le Strade, n° 1299 – Gennaio 1994.
- 19) Dellepiane N. **Graph Theoretic methodo in transportation type problems** Levrotto e Bella 1992
- 20) Dellepiane N. **Metodi iterativi e metodi integrati per le decisioni operative e finanziarie di impresa nel breve periodo**. Levrotto e Bella 1987.
- 21) M. Donata, G. Battiato. **Confronti e valutazioni tecnico-economiche delle diverse strategie di manutenzione delle sovrastrutture stradali sulla rete delle Autovie venete** - Atti del XXI Convegno Nazionale Stradale - Trieste - Giugno 1990.
- 22) Dossena G. **Project Financing e asset securitization** EGEA 1995.
- 23) Greco Mankiw N. **Macroeconomia**, Zanichelli 1995.
- 24) D. W. Harwood, J. G. Viner, E. R. Russle. **Procedure for developing truck accident and release rates for hazmat routing** – Journal of Transportation Engineering – Vol. 119, n° 2 – March/April 1993.
- 25) P. Ferrari, F. Giannini. **Ingegneria stradale - Geometria e progetto di strade** - Ed. ISEDI - 1991.
- 26) Florio M. **La valutazione degli investimenti pubblici**, Il Mulino 1991
- 27) Gatti G. **Contributo per la determinazione della redditività degli investimenti nelle infrastrutture stradali**, *Le strade* 11,12/94
- 28) Giunta U., Ignaccolo M. **Linee guida per la valutazione di investimenti privati e pubblici nei sistemi di trasporto**, Appunti del Corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti dell'Istituto di Strade Ferrovie ed Aeroporti (Università degli Studi di Catania) – 1994-95.
- 29) Irvin G. **Analisi Costi e Benefici dei progetti di investimento nei paesi in via di sviluppo**, Zanichelli 1995.

- 30) *F. La Camera. Il calcolo del progetto stradale* - MASSON Editoriale SEA - 1992.
- 31) *Leoni P., Scarponi P. I consumi di carburante (benzina e gasolio) in relazione a tempi di percorrenza e distanze. Dalle funzioni di arco e di nodo a quelle di cammino*, Atti di Trasporti n.7, Dip. di Idraulica, Trasporti e Strade, Università di Roma "La Sapienza", Roma (1992).
- 32) *Lipsey G. Introduzione all'economia*, Etaslibri 1996.
- 33) *Lorenzoni F., Zeppella L. Politiche pubbliche di sviluppo del mezzogiorno*. NIS 1988
- 34) *Lotti E., Colle L. Analisi dell'economia Italiana*, Levrotto e Bella 1977.
- 35) *Marcello A. Il Rischio Aziendale – Analisi valutazione e gestione*, PEG 1993
- 36) *Nuti F. L'analisi costi-benefici*. Il Mulino 1987.
- 37) *Padovano E. La valutazione degli interventi all'interno dei piani di investimento nel settore delle infrastrutture di trasporto*, Le strade 1,2/95
- 38) *Pearce D., Turner R. Economia delle risorse naturali e dell'ambiente*, Il mulino 1989.
- 39) *Pennisi G. "Ministero del bilancio e della programmazione economica" Tecniche di valutazione degli investimenti pubblici*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato (1984).
- 40) *Petretto A. Procedure e stime per la valutazione di un progetto stradale secondo la metodologia FIO*, Quaderno Formez 1991
- 41) *Pincdyck R., Rubinfeld D. Microeconomia*, Zanichelli 1996.
- 42) *Rabino G.A. Teoria e modelli di interazione spaziale*, in Bertuglia C.S., La Bella A., (a cura di) *I sistemi urbani, vol.2, I modelli, gli strumenti di supporto alle decisioni, i processi di governo*, Angeli, (1991)
- 43) *Rasool I., Skrotzky La terra un pianeta speciale*, Ulissedizioni 1988.
- 44) *Samuelson P., Nordhaus W. Economia*, Zanichelli 1995.
- 45) *Valori G. Matematica finanziaria* Patron 1992.