

FUNZIONI DI COSTO DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE *

di Paolo Palazzi **

Lo scopo di questo articolo è quello di illustrare, dal punto di vista teorico metodologico, i problemi connessi alla ricostruzione delle funzioni di costo relative alla fornitura dei servizi infrastrutturali urbani. Più specificatamente, con l'individuazione di alcune variabili più direttamente influenzabili dall'operatore pubblico, tali funzioni sono costruite per offrire, nell'ambito di interventi programmati, strumenti di valutazione delle possibili alternative nella realizzazione di opere di urbanizzazione.

L'ottica nella quale ci si pone è quella di ritenere auspicabili e possibili criteri di maggiore razionalità nell'intervento pubblico nelle opere di urbanizzazione, intendendo per razionale un concetto il più possibile « neutrale », come quello relativo alla minimizzazione dell'allocatione delle risorse pubbliche volte al soddisfacimento di un dato livello qualitativo e quantitativo di domanda di servizi.

L'analisi dell'intervento pubblico in Italia in campo urbanistico, e più in particolare nelle opere di urbanizzazione, mostra come *prima facie* non sia possibile individuare non tanto criteri razionali, ma addirittura un qualsiasi criterio. Sarebbe però errato giudicare questo tipo di politica come « dannosa per la società » o « inefficiente per tutti »: in una società stratificata in classi con interessi contrapposti, molto spesso non è difficile individuare nell'inefficienza la difesa di interessi di particolari gruppi per i quali tale inefficienza è del tutto « razionale ». Dopo queste considerazioni il passo successivo che va fatto è quello di valutare se l'evoluzione dei rapporti di forza fra le classi permetta o

* P. PALAZZI, *Funzioni di costo delle opere di urbanizzazione*, in *Urbanistica*, n. 66, gennaio 1977, pp. 77-84.

** Il presente scritto riporta alcuni risultati a cui si è pervenuti in una ricerca sui costi di urbanizzazione effettuata nell'ambito della Coper per il programma Gescal-CER.

meno di individuare criteri di intervento pubblico praticabili in modo che tale intervento possa essere visto come « razionale » da un maggior numero di persone⁽¹⁾.

Per quanto riguarda l'intervento pubblico nello specifico delle opere di urbanizzazione, la convinzione di chi scrive è che sia possibile, data l'evoluzione dei rapporti politici, ottenere un intervento guidato in maggior misura da criteri di razionalità volti a soddisfare i bisogni di servizi sociali delle classi lavoratrici. Indicazioni in questo senso, oltre che a livello strettamente politico, si hanno anche a livello istituzionale: la più importante può essere individuata nel generale processo di decentramento democratico del livello decisionale pubblico⁽²⁾. I campi di intervento nel settore dei servizi sono innumerevoli, ma una delle condizioni più importanti affinché possano essere praticati è quella di sopperire alla diffusa mancanza di strumenti urbanistici a livello locale. Crediamo che, al di là di continue affermazioni di interesse per soluzioni pianificate dei problemi residenziali, non sia ancora generalizzata una precisa volontà politica in questo senso: ci sembra, quindi, che l'individuazione di metodologie di razionalizzazione degli interventi possa dare un contributo nell'ambito di questa battaglia politica. È per questo motivo che nella nostra analisi prescindiamo dai vincoli burocratici ed istituzionali che si frappongono a criteri di efficienza, nell'ottica che leggi ed organizzazione possano venir modificate e non costituire dei vincoli.

1. Delimitazione del problema.

Data una certa area per la quale è prevista la costruzione di abitazioni volte ad insediare un certo numero di persone, quali sono i criteri da seguire per dotare tale area dei servizi urbani?

Il primo problema è quello politico-istituzionale relativo alla determinazione degli *standards* quantitativi e qualitativi da applicare all'interno dell'insediamento. Una certa pubblicistica, in particolar modo quella anglosassone, cerca di individuare criteri di determinazione « scientifica » degli *standards* attraverso l'analisi costi-benefici: tale im-

(1) Queste precisazioni non sono esterne ad un approccio « tecnico » dei problemi, come è il caso del presente saggio, in quanto la rilevanza stessa di un'analisi teorica va commisurata alla sua praticabilità. Si resterebbe altrimenti nell'angusto ambito dell'esercitazione fine a se stesso.

(2) Cfr. ad esempio A. VILLANI, *Le strutture amministrative locali*, F. Angeli, Milano, 1969. Cfr. anche il dibattito e gli interventi sui problemi dell'edilizia riportati su *Economia pubblica*, n. 2-3, 1975.

zione però, al di là del suo fittizio carattere di neutralità tecnica, sottende quanto meno una visione privatistica del comportamento pubblico⁽³⁾.

L'impostazione che ci sembra corretta e che seguiremo nel nostro lavoro, è quella di considerare gli *standards* dati esogenamente: in tal modo il problema risulta essere quello della individuazione di criteri di efficienza misurabili esclusivamente dal punto di vista dell'analisi dei costi da sostenere per raggiungere obiettivi dati⁽⁴⁾. Si deve cioè costruire un modello tale da permettere di valutare le diverse soluzioni relative alla dotazione dei servizi di urbanizzazione di una determinata area attraverso un confronto dei costi delle diverse soluzioni rese *indiferenti dal punto di vista qualitativo e quantitativo*⁽⁵⁾.

2. I costi.

La mancanza di un minimo di programmazione induce spesso ad avere una visione parziale dei costi da prendere in considerazione nel campo dei servizi urbani. Infatti, ogni unità decisionale è portata a minimizzare i costi che essa deve sostenere senza considerare l'opera nel suo complesso. Si verifica allora (come ben noto nell'analisi dei sistemi) che, nel processo temporale di dotazione del servizio, ogni ottimo della stadio precedente costituisce un vincolo per l'ottimo dello stadio successivo e, nel caso in cui vi siano interdipendenze tra le varie operazioni, la somma dei singoli ottimi non porta di regola ad un ottimo complessivo. Tradotto in termini di opere di urbanizzazione questo significa, ad esempio, che i costi di costruzione dell'opera vengono

(3) Cfr. ad esempio: W.Z. HIRSCH, *Expenditure of Metropolitan Growth*, in *Review of Economics and Statistics*, 1959; Id., *The Supply of Urban Public Services*, in *Issues in Urban Economics*, edited by H.S. Perloff and L. Wingo Jr., Hopkins Press, Baltimore, 1968; N. LICHFIELD, *Cost-Benefit Analysis in Plan Evaluation*, in *The Town Planning Review*, luglio 1964, n. 2; A.R. PREST & TURVEY, *Cost Benefit Analysis: A Survey*, in *Economic Journal*, dicembre 1965; A. CALOIA, *Forme e dimensioni nel processo di crescita economica*, Giuffrè, Milano, 1973; S. SIEPPI (a cura di), *Le imprese pubbliche e l'analisi costi-benefici*, Celuc, Milano, 1972.

(4) Per quanto riguarda la determinazione degli *standards*, il confronto in termini di costi monetari da sostenere nelle diverse soluzioni può al massimo essere considerato uno degli elementi di cui eventualmente la pubblica amministrazione può tener conto, e non al contrario come giustificazione *ex-post* di scelte politiche.

(5) In questo modo alcuni problemi relativi alla misurazione in termini monetari di fenomeni qualitativi possono essere superati, anche se, come vedremo in seguito, si presenteranno per la valutazione di alcune voci di costo.

minimizzati senza alcun riguardo ai costi di manutenzione ed erogazione del servizio⁽⁶⁾.

Nella nostra analisi considereremo le voci di costo relative alla costruzione, manutenzione ed erogazione del servizio nella loro interdipendenza, nell'ipotesi che l'ente programmatore sia teso a minimizzare il volume complessivo dei costi⁽⁷⁾. Ne discende che la definizione dell'unità operativa di riferimento al suo massimo livello sarà quella che ha la capacità di programmare la dotazione, l'erogazione e la gestione di tutti i servizi di urbanizzazione.

3. Le opere.

Le opere di urbanizzazione sono ufficialmente classificate secondo una valutazione dell'importanza del servizio: ci riferiamo alla distinzione in opere di urbanizzazione primaria e secondaria. Tale distinzione può però essere ignorata per due motivi: il primo è che essa sottintende una politica della città come « attrezzatura minima », mettendo in sottordine i potenziali effetti redistributivi del sistema urbano; il secondo è che tale distinzione è del tutto irrilevante per la valutazione dei costi di urbanizzazione nell'ottica di individuazione di alternative omogenee⁽⁸⁾.

Nell'economia del nostro lavoro non è rilevante una classificazione a priori delle opere di urbanizzazione, in quanto il tipo di opere da prendere in considerazione può essere un dato esogeno determinato dal numero degli abitanti dell'insediamento, ed eventuali omogenità dei fattori che influenzano la dinamica delle funzioni di costo di singole opere renderanno possibile una aggregazione a posteriori⁽⁹⁾.

(6) Molto spesso l'intervento urbanistico è così frammentato che è impossibile avere una visione unitaria della stessa costruzione delle opere.

(7) Questa definizione implica lo sganciamento del problema della dotazione dei servizi da quello del finanziamento e della redistribuzione.

(8) Per una rassegna delle possibili classificazioni dei costi di urbanizzazione cfr.: A. BUSCA - E. FATTINIANZI, *Ricerca sui costi di urbanizzazione*, Centro studi e documentazione per la pianificazione territoriale, Roma, 1968; Conseil de l'Europe, *Les coûts de l'urbanisation. Analyse des études existantes et mise en perspectives*, ottobre, 1971; C. FORTE, *I costi di urbanizzazione*, Giuffrè, Milano, 1971; A. CALOIA, *Forme e dimensioni urbane nel processo di crescita economica*, op. cit.

(9) Ad esempio, per quanto riguarda la distinzione fisico-tecnologica fra opere puntuali ed a rete, si può riscontrare una certa omogeneità nei fattori che influenzano i costi delle singole opere che appartengono a ciascuna delle due categorie: può quindi risultare utile mantenere tale distinzione.

4. I parametri.

Sotto tale voce intenderemo quelle costanti che, a seconda dei valori che assumono, determinano la struttura e la dinamica delle singole funzioni di costo. L'ente programmatore attraverso la possibilità di determinare i valori dei parametri esercita il suo parere discrezionale, le funzioni di costo hanno lo scopo di guidare tale scelta attraverso criteri di efficienza.

Prima di passare ad un'elencazione dei parametri di cui ci serviremo per costruire le funzioni di costo, va esplicitata l'ipotesi di indipendenza dei singoli parametri fra loro. Si dovranno cioè individuare, tra i possibili indicatori fisici, sociali ed economici che influenzano le funzioni di costo delle opere di urbanizzazione, quelli che possiamo definire originati, tali cioè da presentare minori gradi di interdipendenza, in modo che sia possibile analizzare separatamente la loro incidenza sulle funzioni di costo.

Una prima serie di parametri è quella che definisce il prodotto mediante il quale soddisfare uno stesso livello di servizio. In questa serie sono compresi i valori degli *standards* ma, come accennato precedentemente, a rigore *standards* diversi individuano di fatto erogazione di servizi diversi, e quindi, non confrontabili⁽¹⁰⁾. Per valutare soluzioni alternative omogenee è indispensabile considerare gli *standards* predefiniti esogenamente e costanti.

Il tipo di prodotto può essere individuato anche dalle sue caratteristiche fisiche. In particolare è possibile dotare un'area di opere di urbanizzazione che, pur erogando un medesimo livello di servizio, differiscano tra loro per morfologia, tipologia e tecnologia. La morfologia individua le relazioni spaziali che identificano la localizzazione dell'opera; la tipologia descrive il tipo di costruzione di ogni unità indipendente; la tecnologia è il modo in cui si costruisce l'opera stessa⁽¹¹⁾. Nel nostro lavoro riassumeremo in un unico parametro, che indicheremo con α , le combinazioni possibili dei tre elementi, in modo tale che ad ogni valore α corrisponda un particolare tipo di prodotto significativamente diverso dal punto di vista dell'influenza sulle funzioni di costo, ma indifferentemente dal punto di vista della soddisfazione erogata.

L'individuazione dei valori che il parametro α può assumere può

(10) Ad esempio, una scuola con lo *standard* « alunni per classe » pari a 25, descrive una soddisfazione di domanda di istruzione in modo significativamente diverso ed incomparabile, tramite il confronto dei costi, rispetto ad un'altra con *standard* pari a 35.

(11) Per una definizione più articolata vedi: A. BUSCA - E. FATTINIANZI, *La analisi morfologica delle strutture urbane*, Roma, 1970.

avvenire con un meccanismo di questo tipo: attraverso particolari indici possiamo individuare x tipi di morfologia (ad esempio, tramite valori di densità), y tipologie (ad esempio, tramite il grado di articolazione), z tecnologie di costruzione (ad esempio, tramite percentuali di prefabbricazione).

Risulteranno $x \cdot y \cdot z$ combinazioni dei tre elementi e, quindi, avremo che α_i potrà assumere $x \cdot y \cdot z$ determinazioni. Di tutti questi possibili valori di α dovremo prendere in considerazione quelli che volta per volta risulteranno significativamente rilevanti⁽¹²⁾.

Un altro gruppo di parametri è quello che definisce la dinamica temporale con la quale vengono approntate le strutture atte all'erogazione del servizio. Parte di essi, in particolare quelli che definiscono la dinamica della domanda di servizio, sono determinati esogenamente dalle caratteristiche demografiche e socio-economiche della popolazione che andrà ad occupare l'area urbanizzata; altri, relativi ai criteri temporali di approntamento dell'opera, potranno essere oggetto di scelta da parte dell'ente urbanizzatore.

Allo scopo di rendere possibile un confronto tra alternative economicamente omogenee, tutti i costi debbono essere ridotti come se sostenuti nella medesima unità temporale. Come è noto ciò comporta due grossi problemi: il primo è quello dell'individuazione di un fattore sociale di sconto, il secondo è quello di dover contemplare la possibilità di mutamenti nei prezzi relativi. La determinazione di un saggio di sconto per gli investimenti pubblici è un problema ampiamente trattato dalla teoria economica, ma si è ben lontani da una soluzione soddisfacente del problema: si va da posizioni che reputano corretto considerare nullo il saggio di sconto, a posizioni che lo vogliono eguale a quello del mercato privato⁽¹³⁾. Per quanto riguarda il presente lavoro, la scelta fatta è quella di utilizzare un fattore medio di utilizzazione dei costi effettuati in tempi diversi, che possa riassumere in sé l'eventuale tasso sociale di sconto e le previsioni di mutamenti nei prezzi relativi⁽¹⁴⁾. Dato che il problema che si affronta in questa sede è quello di indivi-

(12) Per una specificazione della natura e del calcolo del parametro α cfr.: COOPER, *Costi di urbanizzazione e caratteristiche morfologiche delle strutture residenziali*, Roma, 1975 (in particolare nel « Rapporto di sintesi » vedi le « Applicazioni » e l'appendice I).

(13) Cfr. ad esempio: W.J. BAUMOL, *Sul tasso di sconto per i progetti pubblici*, in S. STERPI (a cura di), *Le imprese pubbliche e l'analisi costi benefici*, op. cit.; M. DOBB, *Note sulla discussione del problema della scelta tra i progetti d'investimento alternativi*, in *Teoria economica e socialismo*, Editori Riuniti, Roma, 1974.

(14) Per contemplare le modificazioni dei prezzi relativi bisogna individuare una distribuzione probabilistica delle previsioni sulle variazioni del rapporto dei prezzi medi di ogni singola voce di costo, ed in particolare su quelle la cui incidenza è inversamente correlata.

duare soluzioni alternative nell'approntamento delle opere di urbanizzazione, è possibile semplificare notevolmente le questioni relative alla scelta di tale fattore di attualizzazione. Infatti, sarà sufficiente calcolare i valori di tale tasso ai quali corrispondono variazioni nelle scale delle alternative: l'analisi si può quindi limitare alla valutazione dell'attendibilità e delle ipotesi che stanno dietro alla scelta di valori superiori od inferiore a quelli di soglia.

Per alcuni costi che costituiscono un flusso continuo nel tempo è inoltre necessario fissare un limite di riferimento economico entro il quale prenderli in considerazione. È evidente come la rilevanza di tale limite sulla scala delle alternative sia strettamente correlata al tasso di attualizzazione prescelto: tale parametro potrà essere scelto dal programmatore sulla base di indicazioni relative all'affidabilità delle informazioni future sui costi oppure potrà essere considerato dato esogenamente a livello nazionale.

5. Problemi di carattere generale nella costruzione delle funzioni.

La costruzione delle funzioni di costo relative alle singole opere di urbanizzazione implica la conoscenza di una serie di funzioni che possono e debbono essere rilevate a priori dal programmatore, in riferimento alle caratteristiche specifiche dell'insediamento da urbanizzare.

a. Funzione di sviluppo dell'insediamento.

Tale funzione indica in che modo, nel tempo, si modifica quantitativamente la popolazione dell'insediamento in oggetto. La funzione è composta da due rami: il primo ramo rappresenta la dinamica della dislocazione temporale della popolazione nell'area; il secondo ramo è quello relativo allo sviluppo demo-sociale della popolazione una volta che l'insediamento sia stato completato. Analiticamente la funzione di sviluppo dell'insediamento può essere così rappresentata:

$$\begin{aligned} P_t &= f(t) && \text{per } 0 < t \leq M \\ P_t &= P_M + \Phi(t) && \text{per } t > M \end{aligned}$$

dove:

- t = anni;
- P_t = popolazione insediata dopo t anni;
- $f(t)$ = dinamica della dislocazione temporale della popolazione;
- M = numero di anni in cui l'insediamento è completato;
- P_M = popolazione massima da insediare in M anni;
- $\Phi(t)$ = funzione di sviluppo demo-sociale della popolazione.

Allo scopo di semplificare la notazione delle formule, nel presente lavoro verranno adottate le seguenti assunzioni: dinamica lineare della dislocazione temporale della popolazione e sviluppo demo-sociale nullo⁽¹⁵⁾. Sotto tali assunzioni la funzione di sviluppo dell'insediamento sarà:

$$P_t = \frac{P_M}{M} t \quad \text{per } 0 < t \leq M$$

$$P_t = P_M \quad \text{per } t > M$$

E graficamente:

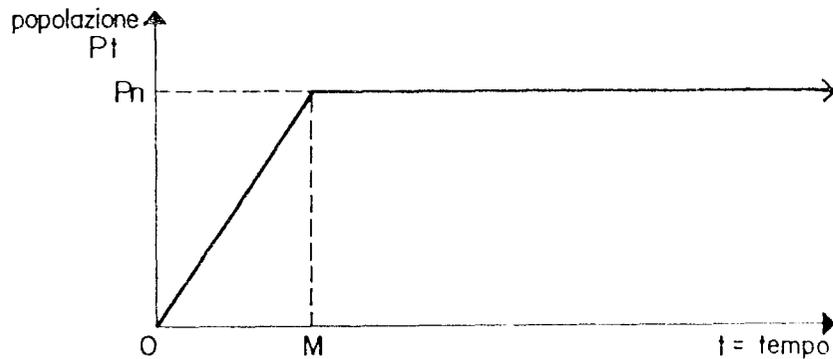


Grafico I - Sviluppo dell'insediamento.

Dato il numero massimo P_M di abitanti da insediare, la funzione è individuata dal numero di anni in cui l'insediamento della popolazione raggiunge il suo massimo; il valore di M , a seconda dei casi, può essere un dato vincolato da ragioni di necessità, oppure può essere considerato un parametro oggetto di scelta da parte del programmatore.

b. Funzione di domanda.

Questa funzione deve rappresentare la dinamica temporale della domanda dei singoli servizi e verrà espressa in termini di numero di

⁽¹⁵⁾ Le formule del modello possono essere facilmente adattate abbandonando tali ipotesi restrittive senza che l'analisi teorica subisca modificazioni. Ad ogni modo, anche se l'insediamento fosse aperto, si dovrebbe prevedere un tetto massimo di popolazione che può occupare l'area senza che gli standards di abitabilità subiscano modificazioni.

utenti da soddisfare. Per ogni tipo di servizio è possibile ricavare dalla funzione insediamento, tramite particolari coefficienti di riduzione, alcune sottofunzioni di settori della popolazione rilevanti per i diversi servizi (ad esempio: numero delle famiglie, alunni, malati, ecc.)⁽¹⁶⁾. Per ogni singola curva di domanda vanno individuati particolari valori che ne limitano il campo di variazione rilevante:

1) limite inferiore. Servendosi generalmente di *standards* legislativi, va individuato il numero di anni necessari per far scattare la necessità-obbligo di dotare l'area di quel particolare servizio, cioè l'obbligo di soddisfare la domanda all'interno dell'insediamento⁽¹⁷⁾.

2) limite superiore. Tale limite è dato dal numero di anni N che costituisce l'orizzonte temporale che il programmatore deve considerare per il calcolo dei costi⁽¹⁸⁾.

c. Funzioni di offerta: teorica ed empirica.

1. Offerta teorica. Tale funzione indica il fabbisogno minimo in termini fisici di impianti atti a soddisfare un determinato livello di domanda di servizi in ogni unità temporale. La curva di offerta teorica è immediatamente ricavabile dalla relativa curva di domanda. Si tratta di individuare il rapporto: « fabbisogno in termini fisici/fabbisogno in termini di fruitori » per ogni servizio ed applicarlo ai valori delle curve di domanda. In alcuni casi questo rapporto è univocamente determinato da *standards* legislativi o da rilevazioni statistiche ed allora, di fatto, la distinzione tra domanda ed offerta teorica è puramente nominale; in altri casi tale rapporto è dipendente dalle soluzioni relative alla morfologia, tipologia e tecnologia del servizio, cioè dal tipo di combinazione a prescelta. In questo ultimo caso ogni singola curva di domanda può dar luogo a varie curve di offerta per ogni soluzione significativa che si può adottare relativamente alla morfologia, alla tipologia e alla tecnologia (vedi grafico III).

2. Offerta empirica. Tale funzione esprime la quantità di impianti, per ogni servizio, approntata in ogni tempo. È evidente che la non

⁽¹⁶⁾ La rilevazione dei dati relativi alla domanda è in molti casi un problema estremamente delicato su cui ritorneremo più avanti. Vedi qui di seguito la nota 21.

⁽¹⁷⁾ Nei casi in cui il servizio verrà soddisfatto al di fuori dell'insediamento, è possibile verificare la possibilità di migliorare gli *standards* legislativi confrontando le maggiori spese relative a tale miglioramento con quelle da sostenere per soddisfare il servizio fuori dall'insediamento.

⁽¹⁸⁾ Noi consideriamo tale valore come dato esogenamente e dipendente dalle caratteristiche istituzionali dell'ente programmatore.

coincidenza delle curve di offerta teorica ed empirica dipende esclusivamente da criteri di rateizzazione nella dotazione del servizio diversi dalla dinamica dell'offerta teorica, che ne costituisce solamente il limite minimo in ogni punto: cioè per ogni tempo t il livello dell'offerta empirica deve essere maggiore od eguale a quello dell'offerta teorica (vedi grafico V). Il criterio di rateizzazione, esprimibile, ad esempio, attraverso il numero delle rate, sarà considerato oggetto di scelta da parte del programmatore attraverso criteri di convenienza economica.

d. Funzione di costo di produzione.

Tale funzione indica le variazioni del costo unitario (per unità di prodotto) di costruzione degli impianti delle opere di urbanizzazione al variare della quantità prodotta. Lo scopo di tale funzione è quello di individuare eventuali economie di scala nella costruzione degli impianti⁽¹⁹⁾. La dinamica di tale funzione è strettamente legata al tipo di soluzione α prescelta; avremo, quindi, per ogni opera, una serie di funzioni di costo relative alle varie soluzioni α_i (vedi grafico II). Come vedremo in seguito, la dinamica di tali funzioni avrà una notevole importanza nel guidare la scelta del programmatore per quanto riguarda il criterio di rateizzazione della costruzione degli impianti e la combinazione α .

e. Funzioni dei costi periodici.

Tutti i servizi comportano, per il periodo di erogazione del servizio stesso, costi periodici. Ci riferiamo ai costi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di gestione e di erogazione. Per questo gruppo di costi il valore medio, a parità di altri parametri, può essere generalmente considerato indipendente dalla dimensione assoluta dell'opera e dal numero di fruitori del servizio. Cioè è possibile, una volta definite le caratteristiche dell'opera attraverso la quale il servizio viene erogato, individuare un valore medio dei costi di esercizio da sostenere. In alcuni casi, ad esempio per i costi di manutenzione straordinaria, il valore medio è variabile nel tempo, dipendendo, infatti, dall'anzianità di costruzione dell'opera; quindi, per ogni soluzione adottata nella co-

⁽¹⁹⁾ L'esistenza di economie di scala significative nelle costruzioni edili è abbastanza dubbia e, comunque, non sembra attualmente rientrare in modo rilevante nei calcoli delle imprese di costruzione. Le ragioni possono essere trovate nell'enorme frazionamento delle commesse e delle imprese stesse, che non permettono soluzioni tecnologiche differenziate in modo rilevante. Ci sembra però che, specialmente in una prospettiva di edilizia pubblica programmata, il problema potrebbe assumere un notevole rilievo, anche semplicemente dal punto di vista di un diverso tipo di domanda.

struzione degli impianti (cioè per ogni α), bisogna costruire una funzione del costo medio di manutenzione straordinaria al variare dell'anzianità di costruzione dell'opera (vedi grafico IV).

6. Un esempio: funzioni di costo relative al servizio scolastico.

La serie di equazioni che proponiamo qui di seguito costituiscono l'esemplificazione di come può costruirsi un modello decisionale che sia in grado di poter individuare e valutare, secondo criteri strettamente economici, soluzioni alternative in modo tale da indicare la soluzione ottima.

Nell'esempio ci riferiremo ad un determinato ordine di scuola, ipotizzando una indipendenza di spesa fra i vari ordini⁽²⁰⁾. Bisognerà, in primo luogo, costruire le varie funzioni di costo ed, in seguito, confrontarne la dinamica al variare dei parametri oggetto di scelta da parte dell'ente programmatore.

1. Costo di costruzione degli edifici scolastici.

I progettisti e l'impresa di costruzione debbono essere in grado di fornire all'ente una serie di soluzioni morfologiche, tipologiche e tecnologiche che in teoria potrebbero essere adottate nella costruzione degli edifici scolastici: indicheremo con α_i la i -esima delle n proposte significative. Rispetto ad ognuna di tali soluzioni va individuata la curva del costo medio, per metro cubo di costruzione degli edifici scolastici, al variare dei metri cubi di costruzione effettuati in un'unica soluzione. Formalizzate, le n equazioni saranno del tipo:

$$C\alpha_i(K) = f(K)$$

dove:

K = metri cubi di edificio da costruire in un'unica soluzione;
 $C\alpha_i(K)$ = costo al metro cubo di edifici di dimensione pari a K costruiti secondo la combinazione α_i .

Possiamo esemplificare graficamente due curve di costo medio di produzione relative a due soluzioni α_1 e α_2 , dove, ad esempio, a parità di morfologia e tipologia, α_1 indica una combinazione con tecnologia a

⁽²⁰⁾ Ciò significa che la possibilità di economie di scala esiste solo nell'ambito della costruzione degli edifici di ogni singolo ordine di scuola. In caso contrario le funzioni di costo medio dovrebbero essere riferite all'aggregato di tutti gli ordini di scuola rilevanti per l'insediamento.

più alta percentuale di prefabbricazione rispetto ad α_2 . In questo caso le due curve di costo medio potrebbero avere la seguente dinamica:

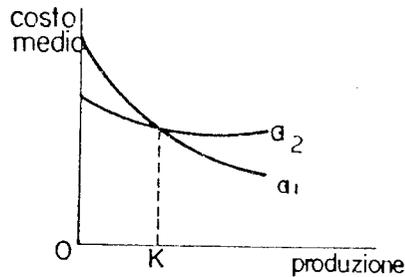


Grafico II - Costo medio di costruzione.

A parità di altre considerazioni, la combinazione α_1 è preferibile per costruzioni di quantità superiore a K , mentre per quantità inferiori è preferibile la combinazione α_2 . Il punto K indica il livello di produzione in cui le due combinazioni sono indifferenti dal punto di vista del costo medio di costruzione. Data la curva di domanda in termini di numero di alunni di quel particolare ordine di scuola ricavabile dalla dinamica di insediamento della popolazione, possiamo costruire le funzioni di offerta teorica di edifici scolastici in termini di metri cubi di edifici ⁽²¹⁾.

Analiticamente la funzione di offerta teorica sarà data da:

$$K_t^{\alpha_1} = b^{\alpha_1} A_t = b^{\alpha_1} h \cdot P_t = b^{\alpha_1} \cdot h \cdot \frac{P_M}{M} \cdot t \quad \text{per } 0 < t \leq M$$

$$K_t^{\alpha_1} = K_M^{\alpha_1} = b^{\alpha_1} \cdot h \cdot P_M \quad \text{per } t > M$$

dove:

$K_t^{\alpha_1}$ = cubatura minima necessaria al tempo t di edifici scolastici costruiti secondo la combinazione α_1 ;

⁽²¹⁾ Come già accennato precedentemente, la rilevazione dei dati relativi alla domanda (nel nostro caso l'indice di scolarità) è un problema molto delicato. Molto spesso, servendosi di dati storici, è lecito presumere che ciò che si rileva è il livello di domanda soddisfatta e non la domanda potenziale. Ove esista una forte interdipendenza fra offerta e domanda è preferibile un procedimento che veda la predeterminazione della curva di offerta teorica, servendosi delle rilevazioni di dati storici come elemento di guida per scelte di carattere essenzialmente politico. Un tipico esempio è quello relativo ad ordini di scuola diversi da quelli dell'obbligo.

- b^{α_1} = rapporto metri cubi per alunno relativo alla combinazione α_1 ⁽²²⁾;
 h = fattore di riduzione della popolazione relativo al particolare ordine di scuola cui ci si riferisce;
 A_t = numero degli alunni al tempo t ;
 P_t = popolazione insediata al tempo t ;
 M = numero di anni in cui la popolazione è completamente insediata.

Possiamo riportare graficamente la funzione di domanda e due funzioni di offerta teorica relative alle combinazioni α_1 e α_2 (grafico III).

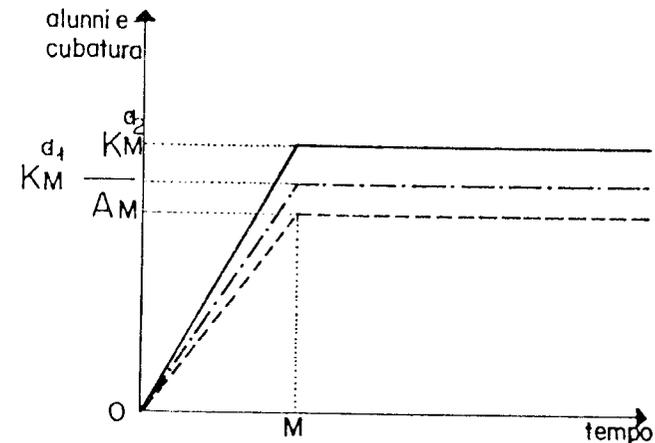


Grafico III - Curve di domanda e offerta teorica.

dove:

- funz. di offerta teorica secondo la combinazione α_2 (coefficiente angolare = b^{α_2})
- - - - funz. di offerta teorica secondo la combinazione α_1 (coefficiente angolare = b^{α_1})
- - - - - funz. di domanda (coefficiente angolare = h)

Siamo ora in grado di costruire la funzione del costo complessivo di costruzione degli edifici scolastici. Nella sua formulazione generale è utile comprendere la possibilità di frazionare nel tempo la costruzione in un certo numero z di rate, in modo tale da poter arrivare gradualmente a coprire il fabbisogno massimo.

⁽²²⁾ Più correttamente, tale rapporto andrebbe scomposto in due elementi: il primo relativo al valore *standard* « metri cubi aule/alunni »; il secondo « metri cubi totali/metri cubi aule », che è dipendente dal tipo di combinazione a prescelta.

Sotto particolari assunzioni semplificatrici l'espressione è la seguente ⁽²³⁾:

$$C_z^{\alpha_i} = \frac{K_M^{\alpha_j}}{z} \cdot C_{\alpha_i} \left(\frac{K_M^{\alpha_i}}{z} \right) \cdot \sum_{j=0}^{z-1} (1+r)^{je}$$

dove:

$C_z^{\alpha_i}$ = costo totale di costruzione al tempo 0 secondo l'alternativa α_i in z rate costanti effettuate ogni e anni;

z = numero di rate;

e = M/z ;

r = tasso di attualizzazione per costi sostenuti dopo il tempo 0;

$K_M^{\alpha_i}$ = metri cubi complessivi di edifici scolastici da costruire secondo la combinazione α_i ;

$\frac{K_M^{\alpha_j}}{z}$ = metri cubi da costruire ad ogni rata secondo la combinazione α_i .

In sintesi il costo complessivo di costruzione dipenderà dalla combinazione α , dal numero delle rate z , dal tasso di attualizzazione r e dal numero M di anni, in cui si completa l'insediamento.

2. Costo di manutenzione straordinaria.

Il costo di manutenzione straordinaria è quello da sostenere allo scopo di mantenere costante nel tempo la qualità degli edifici scolastici. Il suo valore medio a metro cubo dipende, a parità di affidabilità delle componenti dell'opera, cioè a parità di α , dall'anzianità di costruzione dell'opera.

La notazione formale sarà:

$$cm_t^{\alpha_i} = g(t)$$

dove:

$cm_t^{\alpha_i}$ = costo della manutenzione straordinaria per metro cubo di edificio scolastico costruito secondo la combinazione α_i e di anzianità di t anni.

⁽²³⁾ Le assunzioni sono: 1) si considera nullo il tempo di gestazione dell'investimento; 2) le rate sono costanti ed effettuate ogni e anni; 3) la funzione di offerta è lineare; 4) il fabbisogno di quel tipo di scuola scatta al tempo $0+\epsilon$. Tali assunzioni semplificano unicamente le formule, ma non modificano l'analisi teorica.

Possiamo esemplificare graficamente due curve di costo medio di manutenzione straordinaria relative a due combinazioni α_1 e α_2 (grafico IV).

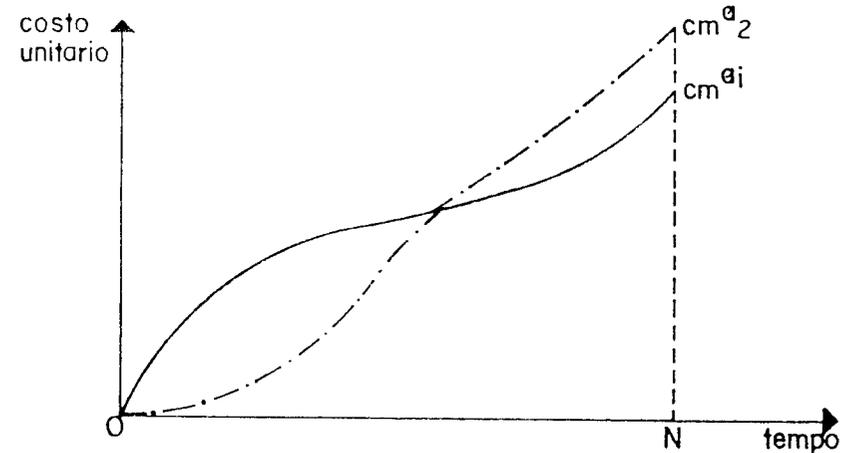


Grafico IV - Costo di manutenzione a metro cubo.

Dobbiamo ora definire, per ogni combinazione α_i , una funzione di offerta empirica tale da indicarci in ogni periodo la quantità di opera esistente a cui riferire il costo medio di manutenzione straordinaria.

La funzione di offerta empirica sarà dipendente dal numero di rate

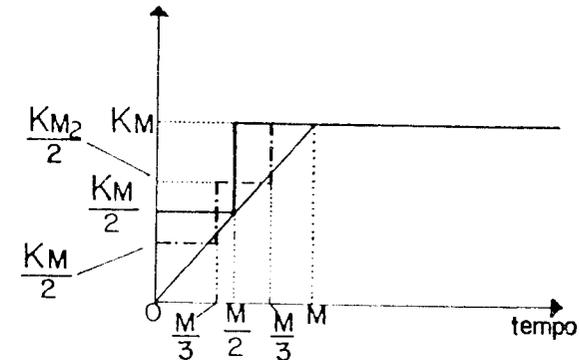


Grafico V - Curve di offerta empirica.

- funzione di offerta empirica con $z = 2$
- funzione di offerta empirica con $z = 3$
- funzione di offerta teorica

in cui si effettua la costruzione degli edifici scolastici. Indicheremo con $K_t^{\alpha_i}(z)$ i metri cubi di edificio scolastico costruiti secondo la combinazione α_i esistenti al tempo t : dipendenti per il tratto $t < M$ dal numero delle rate z e costante e pari a $K_M^{\alpha_i}$ per $t \geq M$. Possiamo esemplificare graficamente due funzioni di offerta empirica per $z = 2$ e $z = 3$ (grafico V).

Possiamo a questo punto definire analiticamente il valore attuale della manutenzione straordinaria:

$$CM_z^{\alpha_i} = \sum_{t=0}^N K_t^{\alpha_i}(z) \cdot g(t) \cdot (1+r)^{-t}$$

dove:

$CM_z^{\alpha_i}$ = valore attuale dei costi di manutenzione straordinaria degli edifici scolastici costruiti secondo la combinazione α_i ed in z rate;

$K_t^{\alpha_i}(z)$ = funzione di offerta empirica;

N = numero di anni di riferimento del calcolo economico;

$g(t)$ = media dei costi medi di manutenzione che assume i seguenti valori:

$$cm(t) \quad \text{per: } 0 < t < \frac{M}{z};$$

$$\frac{cm(t) + cm\left(t - \frac{M}{z}\right)}{2} \quad \text{per: } \frac{M}{z} \leq t < \frac{2M}{z};$$

$$\frac{cm(t) + cm\left(t - \frac{M}{z}\right) + cm\left(t - \frac{2M}{z}\right)}{3}; \quad \text{per: } \frac{2M}{z} \leq t < \frac{3M}{z}$$

$$\frac{cm(t) + cm\left(t - \frac{M}{z}\right) + cm\left(t - \frac{2M}{z}\right) + \dots + cm\left(t - \frac{(z-1)M}{z}\right)}{z} \\ \text{per: } \frac{(z-1)M}{z} \leq t \leq N$$

3. Costi di manutenzione ordinaria, di gestione e di erogazione.

Tutte queste voci di costo possono essere aggregate in quanto sono dipendenti dal volume di utilizzo del servizio. In prima approssimazione il loro valore medio per classe scolastica può essere considerato

costante nel tempo ed indipendente dalla combinazione α ⁽²⁴⁾. Con questa ipotesi semplificatrice la formulazione sarà la seguente:

$$CV_0 = \frac{cv}{y} \sum_{t=0}^N \Delta t \cdot (1+r)^{-t} = \frac{cv}{y} \cdot h \cdot P_M \cdot \left[\frac{I}{M} \sum_{t=0}^M t \cdot (1+r)^{-t} + \sum_{t=M+1}^N (1+r)^{-t} \right]$$

dove:

CV_0 = valore attuale al tempo 0 dei costi totali di manutenzione ordinaria, gestione ed erogazione;

cv = costo medio per classe (valore *standard*);

y = numero di alunni per classe (valore *standard*) ⁽²⁵⁾.

7. Alternative.

Anche con questa formulazione semplificata il modello è in grado di indicarci le diverse alternative ed i criteri di scelta da parte del programmatore. Nello schema che riportiamo vengono indicati i parametri delle funzioni di costo esaminate su cui il programmatore può influire:

	α	Z	M
costo di costruzione	*	*	*
costo di manutenzione straordinaria	*	*	*
costo di manutenzione, erogazione e gestione			*

Il segno * indica che la relativa funzione di costo è sensibile a quel particolare parametro.

A titolo di esempio ci limiteremo ad illustrare il funzionamento del modello limitatamente a due parametri: la combinazione α e il numero delle rate z . Considereremo uno alla volta i due parametri, supponendo dati e costanti gli altri, allo scopo di individuarne il valore che mini-

⁽²⁴⁾ In questo gruppo di costi non viene compreso il costo di trasporto degli alunni che è invece fortemente dipendente dalla combinazione α ed in particolare modo dalla morfologia (vedi Appendice).

⁽²⁵⁾ Abbiamo preferito non considerare come valore *standard* il costo per alunno in quanto, mentre il numero di alunni per classe è sicuramente uno *standard* legislativo, il costo medio per classe in un'analisi più approfondita può essere dipendente dalla combinazione α . Si pensi, ad esempio, al costo di riscaldamento.

mizza i costi complessivi. È chiaro però che la scelta finale dovrà essere fatta sulla base della minimizzazione totale dei costi, cioè rispetto alle variazioni simultanee di tutti i parametri considerati.

1. Scelta del *timing*.

Dati tutti gli altri parametri, si tratta di individuare il valore di z , cioè del numero di rate in cui effettuare la costruzione degli edifici scolastici, che minimizzi la somma tra costi di costruzione e manutenzione straordinaria (unici ad essere sensibili a variazioni di z).

Il campo di variazione di z è compreso fra 1 (costruzione dell'intero fabbisogno al tempo 0) e $\frac{M}{e^*}$ dove e indica il numero di anni in cui si crea il fabbisogno di edifici scolastici tale da poter permettere un intervento frazionato: e^* è quindi dipendente dalle caratteristiche di divisibilità della costruzione, e cioè dal parametro α , dal numero assoluto di alunni e dalla dinamica di sviluppo dell'insediamento. Definito il campo di variazione del numero delle rate dobbiamo individuare la dinamica delle due voci di costo in questione al variare di z .

a. Costo di manutenzione straordinaria. È immediatamente verificabile che il valore attuale del costo di manutenzione straordinaria è inversamente correlato con il numero delle rate (grafico IX). Infatti la funzione di offerta empirica $K_t^{ai}(z)$, che indica la cubatura esistente al tempo t , è per ogni t in media tanto più elevata quanto minore è il numero delle rate (vedi grafico V); inoltre il costo medio di manutenzione straordinaria è crescente al crescere dell'anzianità di costruzione (vedi grafico IV). Ne consegue che l'alternativa di un valore di $z < \frac{M}{e^*}$ può scaturire solamente dall'analisi del costo di costruzione.

b. Costo di costruzione. Il costo di costruzione va analizzato considerando separatamente la dinamica del costo medio (grafico VII) e della parte restante della funzione del costo totale di costruzione, cioè:

$$\frac{K_M^{ai}}{z} \cdot \sum_{i=0}^{z-1} (1+r)^{ie}$$

al variare del numero delle rate (grafico VI). Infatti mentre i metri cubi di edifici scolastici costruiti ad ogni rata ed il fattore di attualizzazione sono in ogni caso decrescenti al crescere di z , il costo medio di costruzione sotto determinate condizioni può risultare crescente. Se analizziamo la dinamica del costo medio al variare della cubatura avremo

che se la funzione è costante o crescente, cioè non siamo in presenza di economie di scala, il costo medio di costruzione è anch'esso inversamente correlato al numero delle rate; in questa situazione la soluzione ottima, quella cioè che individua il costo di costruzione minimo, si trova in corrispondenza del valore massimo di z pari cioè a $\frac{M}{e^*}$. Se la funzione di costo medio è decrescente al crescere

della cubatura, cioè esistono economie di scala (grafico II), il costo medio di costruzione è direttamente correlato con il numero delle rate: infatti più alto è il numero delle rate, minore è la quantità di opera da costruire ad ogni rata e quindi maggiore il costo medio (grafico VII). Solamente in questo caso è possibile individuare un minimo del costo totale di costruzione in corrispondenza di un valore di z

diverso da $\frac{M}{e^*}$. La condizione perché ciò si verifichi è che il risparmio di scala sia maggiore dell'onere derivante dall'anticipazione di interventi che potrebbero essere effettuati in futuro⁽²⁶⁾. Nei grafici VI, VII, VIII è illustrato un caso di economia di scala tale da avere un valore minimo di costo di costruzione in corrispondenza di un valore $z < \frac{M}{e^*}$.

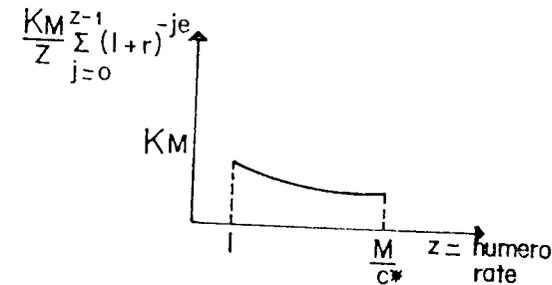


Grafico VI - Cubature complessive e fattore di attualizzazione.

⁽²⁶⁾ Confrontando i casi di $z = 1$ e $z = 2$ avremo che $C_1^{ai} < C_2^{ai}$ quando

$$\frac{C_1^{ai}(K_{ai})}{C_2^{ai} \frac{K_{ai}}{2}} < \frac{1 + (1+r)^{-\frac{M}{e^*}}}{2} < 1$$

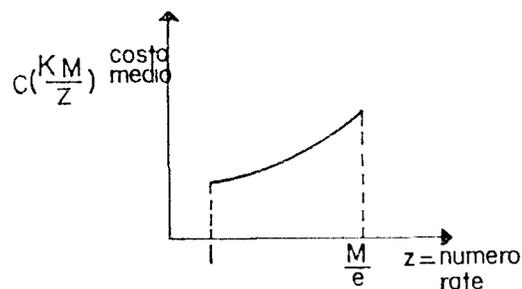


Grafico VII - Costo medio di costruzione.

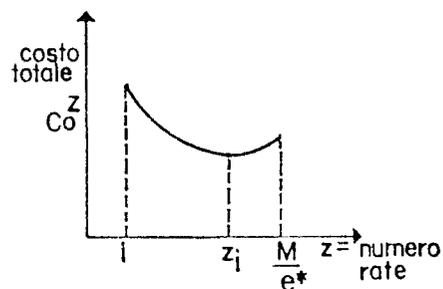


Grafico VIII - Costo totale di costruzione (prodotto fra i grafici VI e VII).

Il grafico VIII ci indica, limitatamente al costo di costruzione, un valore minimo in corrispondenza ad un numero di rate pari a $z_1 < \frac{M}{e^*}$.

L'individuazione del numero di rate che minimizza il costo complessivo, implica considerare anche la dinamica del costo di manutenzione straordinaria. Sarà conveniente un valore di $z < \frac{M}{e^*}$ se il risparmio che si avrà nei costi di costruzione sarà maggiore dei maggiori oneri di manutenzione straordinaria.

Nel grafico IX è riportato il valore attuale dei costi di manutenzione straordinaria al variare del numero delle rate. Sommando a tale grafico i valori del grafico VIII relativi al costo di costruzione, si ottiene la dinamica del costo totale al variare di z (grafico X).

Nell'esempio grafico considerato si vede come il numero ottimale delle rate, quello cioè a cui corrisponde il valore minimo del costo totale, è uguale a $z_2 \neq z_1$ e minore di $\frac{M}{e^*}$.

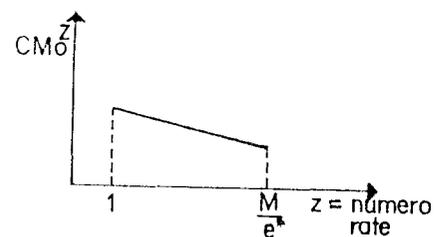


Grafico IX - Costo di manutenzione straordinaria.

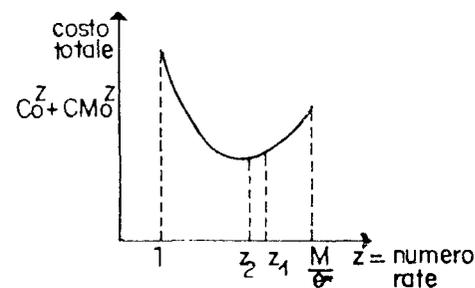


Grafico X - Costo totale (somma dei grafici VIII e IX).

2. Scelta della combinazione α .

Per quanto riguarda il parametro relativo alle diverse soluzioni morfologiche, tipologiche e tecnologiche, non è possibile individuare, al livello di astrazione fin qui seguito, la dinamica delle funzioni sensibili a modificazioni di tale parametro⁽²⁷⁾.

Ad ogni modo il procedimento da seguire è del tutto simile a quello illustrato precedente: considerando dati e costanti gli altri parametri, si dovranno confrontare fra loro i costi che si ottengono al variare della soluzione α ed individuare quella a cui corrispondono i costi minimi. È possibile esemplificare graficamente la individuazione della migliore fra due alternative α_1 e α_2 , con l'avvertenza che la dinamica delle funzioni di costo al variante di α è del tutto esemplificativa. Ponendo $z = 1$, cioè che il fabbisogno di scuole venga approvato interamente al tempo 0, possiamo calcolare i costi totali di costruzione relativi alle due alternative α_1 e α_2 (grafici XI e XII).

⁽²⁷⁾ Alcune indicazioni in questo senso sono contenute in COPER, *Costi di urbanizzazione e caratteristiche morfologiche delle strutture residenziali*, op. cit.

Costo totale di costruzione

1) Alternativa α_1 :

$$C_1^{\alpha_1} = cm_{\alpha_1} (K_M^{\alpha_1}) K_M^{\alpha_1}$$

2) Alternativa α_2 :

$$C_1^{\alpha_2} = cm_{\alpha_2} (K_M^{\alpha_2}) K_M^{\alpha_2}$$

Grafico XI - Costo unitario di costruzione.

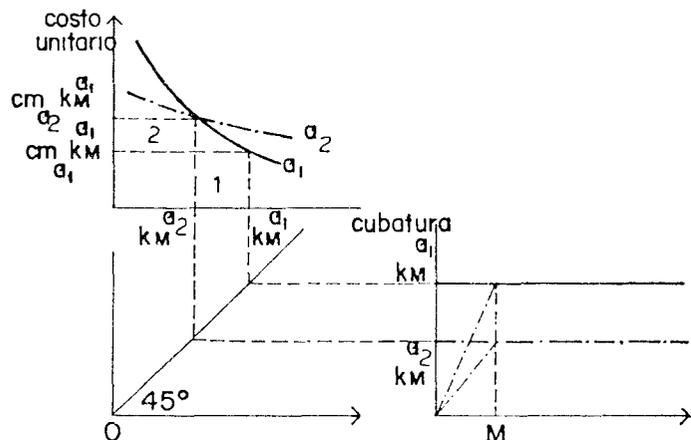


Grafico XII - Curve di offerta empirica ($z = 1$) e offerta teorica.

La differenza tra le aree contrassegnate con i numeri 1 e 2, nel grafico XI, corrisponde alla differenza fra i due costi totali di costruzione secondo le combinazioni α_1 e α_2 ; nel nostro caso abbiamo che $C_1^{\alpha_1} < C_2^{\alpha_2}$.

Dobbiamo ora esaminare il costo di manutenzione straordinaria. Nell'ipotesi di $z = 1$, questo sarà dato da:

$$CM_1^{\alpha_i} = K_M^{\alpha_i} \cdot \sum_{t=0}^N g(t) (1+r)^{-t}$$

Supponendo una dinamica lineare del costo di manutenzione possiamo individuare i due valori medi relativi alle due soluzioni α_1 e α_2 (grafico XIII).

Il confronto fra i valori attuali dei costi di manutenzione straordinaria relativi alle due soluzioni α in esame sarà dato da:

$$(K_M^{\alpha_1} \cdot cm_{\alpha_1} - K_M^{\alpha_2} \cdot cm_{\alpha_2}) \cdot \left(\frac{1 - (1+r)^{-N}}{r} \right)$$

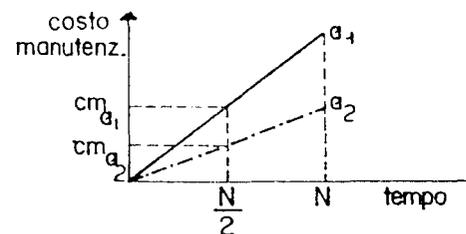


Grafico XIII - Costo unitario di manutenzione straordinaria.

A seconda che tale valore sia maggiore, minore od eguale a $C_1^{\alpha_2} - C_1^{\alpha_1}$ avremo che la soluzione ottima sarà data da α_2 , α_1 oppure, nel caso di eguaglianza, le due soluzioni saranno indifferenti.

3. Analisi del coefficiente di attualizzazione.

Come abbiamo accennato precedentemente l'analisi delle scelte del tasso di attualizzazione diventa rilevante solo se ed in quanto scelte diverse comportano scale di alternative diverse.

Attraverso l'analisi di sensitività dei costi rispetto a variazioni del fattore di sconto è possibile individuare quei valori di r per i quali la scala delle alternative viene mutata. Nel nostro caso tutti i costi presi in considerazione sono, *ceteris paribus*, costanti o decrescenti al crescere di r . Il ritmo di decrescenza è però sensibile alla variazione delle alternative (ad esempio del parametro α), cosicché il confronto tra due costi totali, relativi a due soluzioni α diverse, ponendo $r = 0$, può individuare una soluzione ottima differente da quella che si avrebbe ponendo $r = r^*$. L'individuazione di un valore di $r = r^*$, per cui due alternative prima gradualmente diventano indifferenti, permette un'analisi più puntuale nel criterio di scelta del tasso di attualizzazione⁽²⁸⁾. Più precisamente, se il valore di $r = r^*$ non è attendibile perché troppo elevato o troppo basso, la scala delle alternative di fatto non è sensibile alla scelta del tasso di attualizzazione; se è attendibile, la scelta fra le due alternative può essere considerata, dal punto di vista economico, scarsamente rilevante.

È possibile dare un'esemplificazione grafica dell'analisi di sensitività ponendo a confronto la dinamica delle voci di costo relative a due soluzioni α_1 e α_2 (grafici XIV, XV e XVI).

(28) In alcuni casi del tutto particolari i valori di r^* possono essere più di uno, ed allora l'analisi dell'attendibilità va fatta su tutti i possibili valori di r^* .

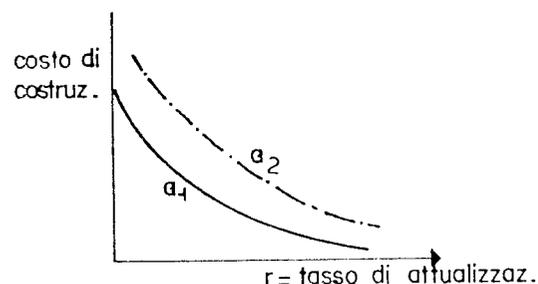


Grafico XIV - Costo di costruzione in funzione del fattore di attualizzazione.

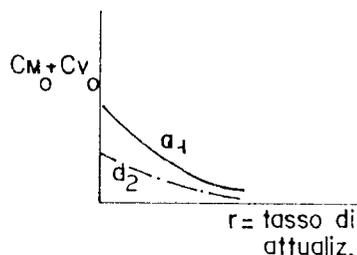


Grafico XV - Costi di esercizio in funzione del tasso di attualizzazione.

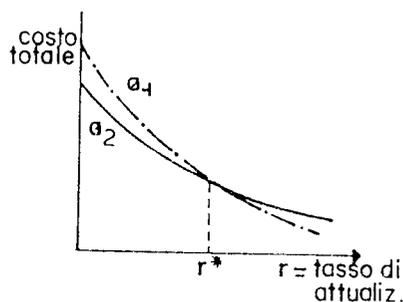


Grafico XVI - Costo totale in funzione del tasso di attualizzazione (somma dei grafici XIV e XV).

Se il valore di r^* , individuato dal grafico XVI, è troppo elevato, quale che sia il tasso di attualizzazione prescelto, avremo che l'alternativa α_2 è più conveniente; se viceversa il valore di r^* è troppo basso,

l'alternativa migliore sarà α_1 , se r^* è un valore attendibile, le due alternative possono considerarsi indifferenti. Si vede così come la scelta del tasso di attualizzazione può essere ridotta unicamente ad un'analisi dell'attendibilità del tasso di soglia.

8. Osservazioni conclusive.

In queste considerazioni conclusive possiamo riassumere brevemente i risultati a cui si è pervenuti nell'analisi delle funzioni di costo delle opere di urbanizzazione. L'ipotesi di base è stata quella della possibilità di costruire un modello formato dall'insieme delle funzioni di costo relative all'urbanizzazione di un'area. Lo scopo del modello è quello di fornire all'ente urbanizzatore gli strumenti per individuare soluzioni alternative e valutarne la convenienza sulla base del confronto dei costi da sostenere. Perché tale confronto possa venire esclusivamente attraverso valutazioni strettamente economiche è indispensabile che il modello sia in grado di individuare progetti alternativi fra loro qualitativamente e quantitativamente omogenei.

La coerenza del modello con questa impostazione comporta, anche a livelli di analisi estremamente parziali, notevoli difficoltà, dato che molto spesso si corre il pericolo di far passare come oggettivamente tecniche soluzioni che implicano di fatto scelte politiche. Ci sembra che il rigore teorico possa essere mantenuto su basi politicamente corrette soltanto se si esplicita ad ogni occasione la necessità di scelte che debbono essere fatte a monte dagli organi politici. Molto spesso in questo tipo di analisi, e più in generale quando ci si serve della tecnica costi-benefici, la tecnica viene messa al primo posto: questo comporta, nel migliore dei casi accettare lo *status quo* o assumere come feticcio le « forze libere del mercato ».

Considerando tali limitazioni possono essere individuati alcuni aspetti interessanti emersi da questo lavoro:

- 1) la necessità di considerare la maggior parte degli elementi di costo: in particolare quelli relativi all'investimento iniziale insieme a quelli, relativi al funzionamento del servizio, che costituiscono un flusso temporale;
- 2) discende dal punto precedente la necessità di un livello di programmazione adeguato alla possibilità di avere una visione globale del problema;
- 3) l'importanza che possono assumere le economie di scala nella individuazione e valutazione di scelte alternative;
- 4) il ridimensionamento del problema della scelta del tasso di at-

tualizzazione, che può essere ridotta più semplicemente ad un'analisi di attendibilità.

9. Appendice: I costi di trasporto.

Nel costo complessivo relativo alla dotazione di un servizio, nel nostro esempio quello della scuola, possono avere un notevole peso nella valutazione delle alternative i costi di trasporto, intendendo per tali costi quelli da sostenere a causa degli spostamenti per usufruire del servizio stesso: in particolare nel nostro caso i costi per il trasporto degli alunni dalle abitazioni alla scuola. Si può immediatamente rilevare come tali costi siano sensibili a tutti i parametri che abbiamo esaminato, dovrebbero quindi rientrare nel calcolo dei costi complessivi e di conseguenza nell'individuazione delle alternative ottimali.

Sorgono però problemi di notevole difficoltà sia nella determinazione quantitativa di tali costi, sia nella definizione di livelli di servizio qualitativamente omogenei. Per quanto riguarda la determinazione quantitativa, la difficoltà sta nella presenza di elementi di costo difficilmente monetizzabili, quali il tempo speso in trasporto⁽²⁹⁾. Questa difficoltà si riflette poi nella definizione di alternative qualitativamente omogenee. Soluzioni in cui i servizi sono raggiungibili in dieci minuti sono confrontabili dal punto di vista strettamente economico con servizi che si raggiungono in un'ora? O meglio, è possibile la scelta, in base alla minimizzazione dei costi, fra le due soluzioni sopra citate?

Ci sembra che questi problemi impediscano soluzioni puramente tecniche, ma demandino ancora una volta a scelte di carattere politico da effettuare a priori. Ad esempio, alternative qualitativamente omogenee possono essere considerate quelle che implicano tempi di trasporto compresi in alcune classi di valori determinate a priori. I calcoli di convenienza economica delle alternative debbono quindi essere effettuati unicamente entro queste classi di valori. Cioè, ammesso che i tempi di trasporto per raggiungere gli edifici scolastici compresi fra zero e mezz'ora siano fra loro indifferenti, va valutata la convenienza di una dislocazione spaziale delle scuole, tale da diminuire le spese di trasporto degli alunni, con quella di una dislocazione più accentrata (sempre nei limiti della mezz'ora di tempo per il raggiungimento) che può far risparmiare nelle spese di costruzione.

⁽²⁹⁾ Soluzioni che valutano il tempo speso in trasporto sulla base del reddito individuale della persona trasportata ci sembra molto pericolose in quanto di fatto possono portare a soluzioni aberranti dal punto di vista sociale.