

**SISTEMI SPAZIALI
APPROCCI
E METODOLOGIE**

a cura di

Maurizio Bielli e Aura Reggiani

Associazione italiana
di scienze regionali

FRANCOANGELI

Scienze regionali

Collana dell'Associazione italiana di scienze regionali (AISRe)

Comitato direttivo dell'AISRe:

Rosanna Bellotti, Flavio Boscacci, Raffaele Brancati, Roberto Camagni, Domenico Campisi, Domenico Cecchini, Paolo Costa, Lidia Diappi, Giuseppe Gario, Gioacchino Garofoli, Francesco Latella, Silvana Lombardo, Riccardo Mazzoni, Giorgio Preto, Aura Reggiani, Lanfranco Senn, Fabio Sforzi.

La collana intende diffondere contributi di studiosi italiani all'evoluzione delle scienze regionali, intese, nel modo più lato possibile, come lo studio dei fenomeni sociali, economici, politici e comportamentali che hanno una dimensione spaziale. Al crocevia di apporti disciplinari e metodologici diversi, immerse in una realtà in continua e profonda evoluzione rispetto alla dimensione territoriale, le scienze regionali in Italia vanno continuamente rinnovando il loro statuto tra disciplinarietà e interdisciplinarietà, adeguatezza dei metodi di rilevanza dei temi e dei risultati.

Con questa collana — costituita da collezioni di saggi o da monografie affidate di volta in volta a curatori e autori di diversa formazione —, l'Associazione italiana di scienze regionali si prefigge di contribuire a una progressiva definizione del campo d'indagine e all'integrazione dei linguaggi e dei metodi.

SISTEMI SPAZIALI APPROCCI E METODOLOGIE

a cura di

Maurizio Bielli e Aura Reggiani

**Associazione italiana
di scienze regionali**

FRANCOANGELI

Gli autori ringraziano l'arch. Rossella Meneguzzo per la disponibilità e la collaborazione prestata nell'organizzazione e revisione dei testi

Copyright © 1991 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy
È vietata la riproduzione, anche parziale o ad uso interno o didattico, con qualsiasi mezzo effettuata, non autorizzata

I lettori che desiderano essere regolarmente informati sulle novità pubblicate dalla nostra Casa Editrice possono scrivere, mandando il loro indirizzo, alla "Franco Angeli, Viale Monza 106, 20127 Milano", ordinando poi i volumi direttamente alla loro Libreria.

INDICE

Introduzione, di Maurizio Bielli e Aura Reggiani pag. 7

Parte prima

Analisi e informazioni sulle interazioni spaziali

Una famiglia generalizzata di modelli di interazioni spaziale, <i>di Giovanni A. Rabino</i>	» 15
Processi spazio-temporali nei modelli logit dinamici, <i>di Peter Nijkamp e Aura Reggiani</i>	» 33
L'uso e l'interpretazione di regressioni basate su dati territoriali nella modellistica economica, <i>di Giuseppe Arbia</i>	» 57
Segmenti di famiglie e soddisfazione residenziale: il Veneto dieci anni dopo, <i>di Silvio Griguolo, Massimo Mazzanti e Mariolina Toniolo Trivellati</i>	» 73

Parte seconda

Valutazione e regionalizzazione dei processi spaziali

La valutazione delle azioni in campo urbano in un contesto caratterizzato dall'impiego dei modelli matematici, <i>di Cristoforo R. Bertuglia, Giovanni A. Rabino e Roberto Tadei</i>	» 97
Una metodologia per la valutazione di interventi complessi, <i>di Manfredo Montagnana, Franco Prizzon, Riccardo Roscelli e Ferruccio Zorzi</i>	» 144
Metodi a confronto per l'identificazione di sistemi metropolitani. Il caso romano, <i>di Enzo Scandurra, Giuseppe Gofredo e Silvia Macchi</i>	» 167

Metodologie per l'interpretazione dell'organizzazione spaziale: l'analisi reticolare come superamento dei tradizionali criteri di aggregazione per polarizzazione ed omogeneità. Un'applicazione all'area nord-est di Milano, *di Anna Moretti, Paolo Demaestri e Paola Villani*

pag. 200

Parte terza

Organizzazione e struttura spaziale dei processi produttivi

Successo e crisi delle economie locali: un approccio diacronico interregionale, *di Roberto Camagni e Roberta Capello*

» 221

La gestione del processo innovativo. Strumenti ed ambiti di applicazione, *di Maurizio Bielli, Lionello Negri e Marco Stampa*

» 244

Analisi microeconomica della dismissione dei suoli urbani, *di Gianluigi Gorla*

» 284

Sistemi gerarchici territoriali e teoria della base economica, *di Lanfranco Senn*

» 332

La struttura gerarchica del sistema dei luoghi centrali in Lombardia: un'applicazione del calcolo baricentrico e del principio di scomposizione, *di Lidia Diappi, Michael Sonis e Stefano Stabilini*

» 354

INTRODUZIONE

di Maurizio Bielli e Aura Reggiani

Le scienze regionali, dalle origini ad oggi, hanno sempre focalizzato l'attenzione sull'analisi dei sistemi spaziali nei vari settori dell'attività umana: la produzione, la residenza, i trasporti, i servizi.

In particolare negli ultimi anni si è riscontrato un interesse sempre crescente verso l'analisi dei sistemi spaziali con riferimento alle *decisioni* ed ai *processi* sottostanti: da ciò il progressivo affermarsi di lavori interdisciplinari (in particolare, tra economia, geografia, scienze regionali, fisica, psicologia e teoria delle decisioni) in cui lo spazio assume il ruolo di elemento unificante teorico operativo.

È importante sottolineare come gli approcci internazionali più recenti all'analisi spaziale tendano ad indagare più concretamente i sistemi reali: analizzano pertanto il livello disaggregato piuttosto che quello aggregato, l'aspetto incerto e probabilistico di un sistema piuttosto che quello deterministico, la dinamica dei processi piuttosto che la loro stazionarietà, la complessità delle interazioni tra sottosistemi piuttosto che la semplicità, il disequilibrio piuttosto che l'equilibrio.

Più specificatamente gli ultimi sviluppi delle scienze regionali sono stati caratterizzati da un forte orientamento quantitativo e modellistico (si veda Boyce et al, 1991)¹ adottando ad esempio le seguenti metodologie: l'analisi spaziale di autocorrelazione, l'econometria spaziale, i modelli input-output, l'analisi multicriteri, i modelli entropici, i modelli di interazione spaziale, l'analisi di scelta discreta, l'analisi dinamica non-lineare.

Ne derivano queste nuove direzioni di ricerca per l'analisi spaziale:

- a. analisi dei sistemi spaziali a livello macro (ad es., attraverso l'approfondimento dei modelli di interazione spaziale, della teoria dell'entropia);
- b. analisi dei sistemi spaziali a livello micro (ad es., attraverso i mo-

- d. della comportamentistici spaziali di scelta discreta);
- c. analisi della dinamica dei sistemi spaziali con particolare attenzione a condizioni di incertezza, stocasticità, shocks esogeni ed endogeni (ad es., attraverso l'analisi non lineare);
- d. sviluppo di metodi e analisi degli strumenti di valutazione (ad es., attraverso l'analisi multicriteri);
- e. analisi dei dati (ad es., attraverso la statistica qualitativa e quantitativa, i sistemi informativi).

Il presente volume costituisce un esempio di ricerca integrata, che raccoglie organicamente contributi provenienti da diverse discipline (economia, geografia, urbanistica, statistica), nell'area delle decisioni, dei processi spaziali e dei sistemi spaziali in genere; esso si configura come una selezione dei contributi italiani presentati alla IX Conferenza Italiana di Scienze Regionali, tenutasi a Torino. La sua impostazione accopra le fondamentali linee di ricerca (di cui ai punti a. - e.) secondo tre aree tematiche:

- l'analisi e le informazioni sulle interazioni spaziali;
- la valutazione e la regionalizzazione dei processi spaziali;
- l'organizzazione e la struttura spaziale dei processi produttivi.

Il volume ha pertanto la finalità di offrire una raccolta significativa, seppure certamente non esaustiva, degli studi italiani attualmente condotti sulle nuove e promettenti direzioni di ricerca nell'ambito delle analisi spaziali.

La prima parte comprende contributi volti ad approfondire un tema classico delle scienze regionali come i modelli di interazione spaziale e l'analisi dei dati ai quali questi modelli si riferiscono.

È nota l'importanza dei modelli di interazione spaziale nella storia delle scienze regionali come strumento operativo e come schema concettuale-formale di riferimento per molti altri modelli (sia a livello statico che dinamico).

Il lavoro di Rabino si colloca pertanto in questa direzione di ricerca con un'analisi introduttiva teorico-metodologica relativa ai modelli di interazione spaziale, individuando una struttura concettuale generale che possa introdurre anche i comportamenti individuali, nonché le interazioni tra tali comportamenti.

Gli stessi modelli di interazione spaziale vengono studiati quindi a livello dinamico nel contributo di Nijkamp e Reggiani, in cui si dimostra la possibilità di comportamenti «caotici» (pertanto non prevedibili) per elevati valori dell'utilità marginale. Si sottolinea qui lo sforzo (per ora teorico data la mancanza di dati «dinamici») di modell-

lizzare, attraverso la teoria del caos, comportamenti casuali e complessi che possono emergere nei sistemi spaziali.

Accanto a questi lavori teorici si collocano due contributi volti ad approfondire l'utilizzo dei dati.

Arbia sviluppa due tra i problemi fondamentali che sorgono nell'interpretazione dei risultati di regressioni basate su serie spaziali, ovvero il problema dell'individuazione di legami di causalità tra variabili economiche e il problema della connessione tra stime basate su serie temporali e stime basate su serie spaziali.

Nell'ambito di una ricerca relativa alla domanda di abitazione in termini disaggregati per tipo di alloggio nella Regione Veneto, Griguello, Mazzanti, Toniolo e Crivellato sviluppano un'analisi canonica, seguita da un'accurata procedura di valutazione, per filtrare le informazioni relative alla soddisfazione residenziale; essi adottano quindi un modello logit per spiegare la soddisfazione per l'alloggio secondo due scadenze temporali. Si ricorda qui l'utilizzo del modello logit, formalmente equivalente (in termini aggregati) al modello di interazione spaziale, per interpretare le variabili più significative atte a spiegare l'insoddisfazione residenziale.

I contributi relativi alla prima parte del volume offrono senza dubbio integrazioni e collegamenti reciproci, sia dal punto di vista teorico che empirico anche perché il modello di interazione spaziale e l'equivalente modello logit, nella loro versione logaritmica, si riducono alla forma di una regressione.

La seconda parte del volume affronta problemi di valutazione e regionalizzazione dello spazio.

Bertuglia, Rabino e Tadei focalizzano il loro lavoro sulla valutazione delle azioni in campo urbano e quindi sull'utilizzo degli strumenti relativi, quali l'analisi multicriteri e gli indicatori di performance, alla luce di un contesto caratterizzato dall'impiego di modelli matematici.

Montagnana, Prizzon, Roscelli e Zorzi, a partire dalla necessità di definire strumenti atti ad indagare decisioni complesse, propongono l'utilizzo e la sperimentazione del metodo AHP (Analytic Hierarchy Process) con riferimento ad un progetto di riqualificazione urbana nell'area torinese.

Seguono due lavori volti ad esaminare alcuni metodi di identificazione dei sistemi metropolitani.

Il primo, di Scandurra, Goffredo e Macchi consiste nell'individuazione di un subsistema fortemente gerarchizzato attorno a Roma, a cui successivamente viene applicato un metodo di aggregazione dei centri basato sulla massimizzazione dei flussi interni.

Il secondo lavoro, di Moretti, Demaestri e Villani, propone una diversa interpretazione dell'organizzazione territoriale sulla base dell'utilizzo dei sistemi reticolari applicati all'area milanese.

È interessante osservare la possibilità di integrazione tra i lavori relativi alla seconda parte del volume, in quanto gli strumenti di valutazione possono certamente costituire un ulteriore metodo di individuazione dei sistemi territoriali.

La terza e ultima parte del volume concerne i contributi inerenti alla struttura spaziale e alla organizzazione dei processi produttivi.

Al fine di analizzare il successo e la crisi delle economie locali negli ultimi venti anni, Camagni e Capello propongono un modello dinamico, o comunque comprensivo di tutti gli effetti di retroazione dello sviluppo passato su quelli futuri, accompagnato da uno studio sui fattori di successo relativi allo sviluppo recente della terza Italia e dei più recenti fenomeni di rivitalizzazione urbana.

Con l'obiettivo di evidenziare la rilevanza dell'innovazione all'interno dell'organizzazione produttiva, Bielli, Negri e Stampa conducono un'analisi ed una valutazione dei principali strumenti istituzionali legislativi di incentivo e sostegno all'innovazione tecnologica, sia a livello nazionale che europeo.

Il lavoro di Gorla focalizza l'attenzione sull'analisi di un modello interpretativo di tipo microeconomico elaborato per lo studio dei processi di dismissione e di sviluppo dei suoli urbani, suggerendone alcune estensioni teoriche.

I lavori finali di Senn e Diappi, Sonis e Stabilini si collocano nell'ambito più specifico degli studi relativi alla struttura gerarchica dei sistemi territoriali.

In particolare Senn propone il concetto di sistema gerarchico territoriale come nuovo elemento di analisi su cui fondare la teoria della base economica, alla luce di una ricerca sulle imprese multilocalizzate in Italia.

Diappi, Sonis e Stabilini sviluppano un nuovo modello interpretativo della gerarchia territoriale, sulla base del concetto di gerarchia mista derivato dalla teoria dei luoghi centrali. Tale modello, applicato alla Regione Lombardia, viene successivamente interpretato attraverso il paradigma reticolare.

In sintesi i contributi relativi a quest'ultima parte del volume rappresentano i nuovi approcci atti ad indagare le fasi più significative del processo produttivo e della struttura spaziale ad esso collegato.

Concludendo, dalla panoramica dei precedenti lavori emergono tre principali linee di tendenza:

- la ricerca di nuovi approcci e metodologie atti ad integrare o a supplire carenze presenti nei metodi classici solitamente usati;
- la necessità di un'analisi dinamica che espliciti fattori e/o le variabili significative nell'evoluzione dei fenomeni spaziali;
- la necessità di una nuova modellistica dei comportamenti e delle decisioni a partire dalla nuova disponibilità di informazione dovuta a sistemi tecnologici avanzati.

Sulla base di queste considerazioni si auspica l'ampliarsi dell'interesse pubblico e privato nei riguardi delle scienze regionali e in particolare dei sistemi spaziali.

Nota

1. Boyce, D.E., Nijkamp, P. e D. Shefer, *Regional Science: Retrospect and Prospect*, Springer Verlag, Berlin, 1991.

UNA FAMIGLIA GENERALIZZATA DI MODELLI DI INTERAZIONE SPAZIALE

di *Giovanni A. Rabino*

Introduzione

I modelli di interazione spaziale, della forma generale:

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j \exp(-\beta c_{ij}) \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, n \quad (1)$$

dove:

T_{ij} è il valore di una qualche variabile di interazione (ad esempio, flussi o interscambi di persone, beni, informazioni, ecc.) tra due zone dello spazio (i = indice della zona di origine; j = indice della zona di destinazione; n = numero di zone in cui è articolato il sistema spaziale in esame);

O_i e D_j sono i valori di due grandezze zonali da cui dipendono – o, almeno, sono direttamente associate – rispettivamente la generazione (o produzione, ecc.) e la attrazione (o consunzione, ecc.) della variabile di interazione;

$\exp(-\beta c_{ij})$ è la frizione esercitata dallo spazio sulla propagazione delle interazione (c_{ij} = distanza fra le zone i e j ; β = parametro che grada l'effetto frizione della distanza);

A_i e B_j sono opportuni fattori di normalizzazione che possono assicurare il soddisfacimento del vincolo $\sum_{ij} T_{ij} = \text{costante prefissata}$ (nel modello di interazione spaziale cosiddetto «non vincolato») o del vincolo $\sum_j T_{ij} = O_i$ (nel modello «vincolato alle origini») o del vincolo $\sum_i T_{ij} = D_j$ (nel modello «vincolato alle destinazioni») o di entrambi questi due ultimi vincoli (nel modello «doppiamente vincolato») (Wilson, 1971);

costituiscono senza dubbio uno degli strumenti più utilizzati nelle ana-

lisi quantitative territoriali.

Va da sé, quindi, che tra gli studiosi del settore sia sempre esistito un vivo interesse ad analizzare i fondamenti teorici (economici, sociali, ecc.) dei predetti modelli, al fine di fornire una solida base concettuale alle applicazioni empiriche.

Nel paragrafo 1 verranno brevemente richiamati i fondamenti teorici a cui più usualmente si fa riferimento; ciò al fine di mostrare che, pur proponendosi detti modelli di essere più «realistici» dei modelli ottimizzatori di localizzazione-allocazione spaziale (e ciò nel senso che tengono conto di una certa casualità e/o eterogeneità insita nei fenomeni osservati), ciò nonostante seri limiti sussistono in essi, quanto al cogliere:

- i. le specificità microcomportamentistiche alla base dei macro-fenomeni allo studio (ed in questo contesto, il considerare anche la natura intrinsecamente multidimensionale e spesso non «rigorosa» — nel senso di non quantitativa — della valutazione e/o scelte e/o decisioni alla base dei microcomportamenti individuali);
- ii. le interdipendenze tra i comportamenti individuali o, in altri termini, gli effetti cooperativi o sinergetici presenti alla mesoscala (ed in questo contesto, il considerare anche il ruolo dello scambio più o meno perfetto di «informazioni» tra gli individui nonché l'interdipendenza tra quadro informativo disponibile all'individuo e suo microcomportamento).

I lineamenti generali di una nuova fondazione teorica, che assuma gli elementi appena sopra introdotti e che così possa condurre verso una nuova più vasta classe di «realistici» modelli di interazione spaziale, sono presentati nel paragrafo 2.

Il paragrafo 3 individua e discute alcuni strumenti teorici formalizzati che già da ora si riconosce possano essere utilizzati allo scopo detto.

Si sottolinea anche una possibilità di approccio di studio «bottom-up» (risalendo man mano dalla analisi micro alla costruzione di nuovi macromodelli) certamente più valido e di maggiore generalità, ma anche di lungo periodo e più impegnativo di risorse; alternativamente, è possibile un approccio «top-down» (operando direttamente ed opportunamente in funzione delle considerazioni di livello micro).

Questa seconda via, immediatamente operativa anche se meno impegnativa, utile anche ai fini del procedere secondo l'altro approccio, viene illustrata con alcuni esempi nel paragrafo 4.

Concludono il saggio alcune considerazioni sugli sviluppi di ricerca più immediati.

1. Fondamenti teorici classici dei modelli di interazione spaziale e loro limiti

Al di là della interpretazione gravitazionale, per mera analogia con la meccanica fisica, la prima fondazione teorica, del massimo rispetto, dei modelli di interazione spaziale, è certamente la loro derivazione col metodo della massimizzazione dell'entropia (o, equivalentemente, col metodo della massima verosimiglianza), dovuta a Wilson (1970).

I modelli, della forma delle equazioni (1), sono ricavati, col metodo dei moltiplicatori di Lagrange, dalla massimizzazione dell'entropia S delle variabili di interazione T_{ij} :

$$S = - \sum_{ij} T_{ij} \ln T_{ij} \quad (2)$$

subordinatamente al rispetto di certi vincoli, tra cui in primo luogo, un vincolo sulla distanza media di interazione \bar{c} :

$$\sum_{ij} c_{ij} T_{ij} / \sum_{ij} T_{ij} = \bar{c} \quad (3)$$

ed altri sui totali per riga e per colonna della matrice T_{ij} (che, opportunamente combinati, specificano il tipo di modello in esame: vincolato alle origini, doppiamente vincolato, ecc.).

Due altre fondazioni teoriche, più recenti, della massima importanza, sono rispettivamente quella basata sul concetto di «surplus» del consumatore (importante perché, al di là della derivazione entropica ancora basata su un'analogia — quella della termodinamica fisica — fornisce un fondamento micro-economico ai modelli) (Coelho, Wilson, 1976) e quella basata sul concetto di «utilità casuale» (importante perché approfondisce l'analisi degli aspetti comportamentistici insiti nei fondamenti microeconomici) (Williams, 1977).

Nel primo caso, con procedimento analogo a quello della massimizzazione dell'entropia, i modelli sono ottenuti dalla massimizzazione rispetto ai T_{ij} del «surplus» dei consumatori, Z , (ossia del beneficio u_{ij} associato all'interazione tra i e j) che vale:

$$Z = \sum_{ij} T_{ij} \left[\frac{1}{\beta} \ln O_i + \frac{1}{\beta} \ln D_j - c_{ij} \right] = \sum_{ij} T_{ij} u_{ij} \quad (4)$$

La massimizzazione, oltre ai consueti vincoli sui totali di riga e/o colonna della matrice T_{ij} , è vincolata ad un prefissato livello di stocasticità (entropia) dei T_{ij} stessi. Tale vincolo ha la forma dell'equa-

zione (2).

Nel secondo caso, pure, si assume una utilità individuale u_{ij} — come specificata nella (4) — componente deterministica di una più generale utilità individuale u^*_{ij} costituita anche da un termine casuale ϵ_{ij} associabile alla presenza di diverse cause di stocasticità nella percezione soggettiva delle utilità:

$$u^*_{ij} = u_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (5)$$

Assumendo poi che la distribuzione di probabilità delle ϵ_{ij} presenti determinate caratteristiche (vedi Leonardi, 1985) e che tutti gli individui abbiano la stessa identica e indipendente distribuzione di probabilità delle ϵ_{ij} , si può ricavare, con i dovuti passaggi, un'espressione per le probabilità di interazione tra i e j che conduce, per i valori assoluti di interazione, a formule del tipo equazioni (1).

Tra le tre predette fondazioni teoriche (ed altre che, ragioni di spazio, impediscono di riportare) è stata dimostrata da diversi studiosi, come Coelho et al. (1978) e Leonardi (1977), la totale equivalenza concettuale nonché la reciproca derivabilità formale. Ciò permette nella presentazione dei limiti microcomportamentistici dei modelli classici di interazione spaziale di fare riferimento ad un identico quadro logico, anche se nel seguito, per comodità e chiarezza espositiva, si richiamerà ora l'una ora l'altra delle derivazioni sopra riportate.

Per quanto attiene ai comportamenti individuali, cominciamo con l'osservare che, pure con la compresenza della dispersione entropica dei comportamenti, c'è comunque l'assunzione di fondo di un atteggiamento ottimizzatorio rispetto ad una funzione di interazione spaziale (come è il caso del surplus del consumatore). Viene escluso, in altri termini, un possibile comportamento meramente soddisfattorio (volto, cioè, al perseguitamento di una determinata soglia di surplus (Smith, 1987)) od un possibile comportamento normato (con un livello di surplus fissato dal soggetto od imposto dall'esterno).

La funzione obiettivo viene poi assunta come eguale per ogni individuo, sia per gli elementi che la costituiscono (le «masse zonali» O_i e D_j e le «distanze generalizzate» c_{ij}), sia per il peso relativo attribuito a questi elementi. Si esclude, a titolo di esempio, la possibilità che un individuo preferisca ottimizzare di più il tempo di viaggio ed un altro di più il costo di viaggio.

Questi elementi vengono poi ipotizzati tutti perfettamente noti e rigorosamente valutati¹. Non si considera il caso, ad esempio, che l'individuo conosca solo la distanza tra un sottoinsieme di zone (le

sole prese in considerazione dal soggetto) ed il caso, sempre come esempio, che l'individuo possieda solo una stima induttiva di tali distanze.

In sintesi, per quanto attiene ai comportamenti individuali, come trattati nei modelli di interazione spaziale classici, il quadro che emerge è quello di un rigoroso «*homo oeconomicus*», perturbato – ad un certo livello – da una vena di irrazionalità.

Nessuno spazio viene lasciato alle specificità individuali (o, almeno, di tipologie di individui) specialmente con riferimento alle scelte non-economiche (ma sociali, sentimentali, emozionali, etiche, ecc.) e con riferimento alle peculiarità «umane» (limiti delle conoscenze, qualitatività dei giudizi, condizionamenti biofisici, ecc.).

Per quanto attiene all'interazione tra i comportamenti individuali, (cioè agli effetti sinergetici alla mesoscala) cominciamo con l'osservare che la totale assenza di interazioni è alla base stessa della derivazione dei modelli di interazione spaziale classici a partire dai loro fondamenti teorici: così, nel metodo della massimizzazione dell'entropia, secondo l'analogia termodinamica, tutti i mesostati sono possibili ed equiprobabili (il che sottointende che non esistono relazioni tra gli individui tali da rendere diversamente probabili i diversi mesostati); così, nel metodo dell'utilità casuale, la distribuzione di probabilità del termine casuale è identica ed indipendente per tutti gli individui (il che sottointende, di nuovo, l'assenza di relazioni tra questi).

Sono, in altri termini, esclusi effetti sinergetici che – a titolo di tentativo – organizziamo secondo tre modalità²:

- i. interazione tra comportamenti e comportamenti;
- ii. interazione tra comportamenti e decisioni comportamentali;
- iii. interazione tra decisioni comportamentali e decisioni comportamentali.

Come esempi delle tre modalità, si possono considerare:

- i. i fenomeni di agglomerazione degli individui o, al contrario, i fenomeni di congestione;
- ii. i fenomeni di imitazione comportamentale o, al contrario, i fenomeni di differenziazione;
- iii. i fenomeni di coalizione o, al contrario, i fenomeni antagonistici.

Nel seguito (paragrafo 2) si forniranno esempi più specifici di questi fenomeni, nel contesto di processi di interazione spaziale.

Qui si vuole, invece, richiamare l'attenzione su una forma particolare di realizzazione della interazione sinergetica, di cui al punto iii:

lo scambio di informazioni tra gli individui.

Già si è detto che, molto difficilmente, ogni individuo può avere una conoscenza diretta di tutti gli elementi che definiscono il suo «surplus» nell'interazione spaziale (cioè i diversi O_i , D_j e c_{ij} delle zone del sistema di studio). Una possibilità di acquisizione di queste informazioni, è attraverso la comunicazione con altri individui che hanno direttamente (o, anche loro, indirettamente) quelle conoscenze. Gli individui si trovano così ad operare scelte di comportamento, in un quadro di informazioni generalmente incompleto e sovente imperfetto (anche per i limiti insiti nella comunicazione interpersonale, quando pure questa non voglia essere deliberatamente fuorviante) che mina la stessa razionalità del comportamento del soggetto, quando pure questo intenda operare come puro «*homo oeconomicus*». Si tratta dei cosiddetti fenomeni di «informazione incompleta e razionalità limitata», a cui l'economia matematica sta dedicando una crescente attenzione (Iasi-Cnr, Nato, 1987).

In sintesi, per quanto attiene all'interazione tra i comportamenti individuali, come trattata nei modelli di interazione spaziale classici, il quadro che emerge è quello di una massa di individui tutti eguali, ciascuno dei quali attua le sue azioni, nel più chiuso silenzio, senza curarsi degli altri. Nessuno spazio viene lasciato alla considerazione dei benefici e vincoli posti dall'operare dell'uno sull'altro, alla considerazione degli effetti indotti dell'osservazione dei comportamenti degli altri, ed alla considerazione delle comunicazioni sociali (con tutto quanto sopra comporta in termini di conseguenze sui comportamenti individuali).

2. Nuovi fondamenti teorici comportamentistici per una famiglia generalizzata di modelli di interazione spaziale

La costruzione di una famiglia generalizzata di modelli di interazione spaziale nasce dalla rimozione di uno, o più, dei limiti dei modelli classici, enunciati nel paragrafo precedente.

Naturalmente, da quando i predetti limiti sono diventati evidenti (e cioè sostanzialmente a partire dalla fine degli anni '70) numerosi studiosi si sono impegnati nella costruzione di modelli esenti dai limiti stessi³. Agli studiosi che in questa direzione hanno lavorato con specifico riferimento ai modelli di interazione spaziali, quali (solo per citare qualche nome ed opera) Wilson (1981), Leonardi (1980), Roy (1988) e Fotheringham (1983), bisogna aggiungere gli studiosi che han-

no considerato la stessa problematica in settori assai vicini (e strettamente imparentati) con l'interazione spaziale; per esempio, Papageorgiou (1979) nell'economia dello spazio, Couclelis (1989) nella geografia comportamentistica, Sheppard (1985) nei modelli multistato o compartmentali, Anas (1983) nei modelli di scelta discreta, solo per ricordare qualche autore e suo studio. È con riferimento ai modelli di scelta spaziale discreta, in particolare, che i tentativi di superamento dei limiti nei fondamenti teorici presentano un elevato grado di organicità (Golledge, Timmermans, 1988).

Nonostante tutto quanto sopra, la problematica in questione sembra essere affrontata ancora in termini parziali, anziché nella sua globalità; ciò almeno nella opinione dello scrivente.

Qui si desidera presentare, pertanto, un approccio più sistematico al problema, anche se le proposte risolutive fornite, data la vastità della materia, non potranno che essere un po' generiche, incomplete e, soprattutto, a carattere esemplificativo.

Consideriamo, come sopra, prima i comportamenti individuali, poi l'interazione tra i comportamenti.

Per i comportamenti individuali, cominciamo con l'osservare che il fare riferimento ad una matrice multicriterio (di scelta) di comportamento potrebbe permettere di superare quanto detto nel primo paragrafo in relazione alle implicazioni dell'assunzione di un atteggiamento ottimizzatorio rispetto ad una singola funzione di interazione spaziale⁴. Il trattamento differenziato dei diversi criteri può permettere, ad esempio, di considerare un atteggiamento soddisfattorio rispetto ai costi di viaggio (costi inferiori ad una data soglia) ed ottimizzatorio rispetto ai tempi di viaggio (minimizzazione dei tempi).

Quanto proposto può anche, poi, permettere di differenziare i vari comportamenti individuali⁵. Attraverso diversi insiemi di pesi relativi dei vari criteri (cioè di punti di vista individuali) ciascuno corrispondente ad una certa tipologia di individui si può, a titolo di esempio considerando il caso degli spostamenti casa-lavoro, separare coloro che «fremono» dall'ansia di raggiungere il posto di lavoro (e cercano di minimizzare il tempo di viaggio) da coloro che, per qualche loro motivo, non hanno nessuna voglia di raggiungerlo (e si limitano a non superare una soglia massima di tempo di viaggio).

È ovvio, poi, che la matrice multicriterio di comportamento consente di differenziare secondo elementi diversi di scelta comportamentale. Questi, ad esempio e sempre con riferimento agli spostamenti casa-lavoro, possono essere, oltre ai consueti fattori come il tempo ed il costo di viaggio, anche fattori assai soggettivi, sia consci come la espli-

cita preferenza per un certo percorso, sia eventualmente anche inconsci come la comodità della ripetitività dello stesso percorso⁶.

La matrice multicriterio di comportamento consente, infine, di trattare quegli elementi di valutazione incompleti e qualitativi su cui spesso si basano le scelte. Taluni dei criteri di comportamento possono essere infatti espressi su scale ordinali (come una scala di preferenza tra percorsi diversi) o binarie (come l'accettabilità o meno di un certo livello di costo di viaggio) o puramente nominali (come la qualità estetica di un percorso). E questi giudizi possono eventualmente essere espressi solo per un sottoinsieme delle alternative comportamentali possibili (come, ad esempio, solo il sottoinsieme dei percorsi noti all'individuo, rispetto a tutti i percorsi possibili).

Passando a considerare l'interazione tra i comportamenti individuali, procederemo analizzando nell'ordine le tre modalità di interazione (comportamento-comportamento; comportamento-decisione; decisione-decisione) introdotte nel primo paragrafo.

Nel primo caso si tratta di fare riferimento a funzioni obiettivo di scelta comportamentale (od a matrici multicriterio di comportamento, se non si vuole rinunciare a quanto appena sopra esposto) i cui elementi non siano esogenamente definiti (o, al più, endogenamente definiti da alcune condizioni esterne di vincolo sulla funzione obiettivo), ma siano, a loro volta, funzioni del comportamento di altri individui. Così, con riferimento al consueto esempio degli spostamenti casa-lavoro, si può pensare ad una utilità di viaggio tra coppie di zone che sia funzione dei flussi di persone tra le zone stesse. Se questa funzione è crescente e concava, si danno economie di scala (o di agglomerazione) nel trasporto di persone sulla considerata coppia di zone; se la funzione è convessa, si danno fenomeni di congestione e saturazione.

Nel secondo caso (interazione tra comportamento e decisione comportamentale) si tratta di fare riferimento a tipologie diverse di individui con diverse funzioni obiettivo di scelta comportamentale (decisione comportamentale); e queste funzioni obiettivo, come nel caso precedente, sono funzioni del comportamento degli altri individui. Per esemplificare, con riferimento alla consueta interazione casa-lavoro, si possono considerare due tipi di individui:

- il primo tipo ha una funzione di utilità di viaggio tra due zone che dipende dal flusso di persone tra le zone stesse ed è crescente e concava;
- il secondo tipo ha una funzione di utilità analoga, ma convessa anziché concava.

Ciò che si modellizza così è una situazione in cui due gruppi di

individui reagiscono diversamente rispetto al flusso di persone (tra le coppie di zone considerate) da loro stessi determinato. Il primo gruppo di individui è scoraggiato dalla congestione; il secondo attratto dall'agglomerazione di persone.

Nel terzo caso, infine, (interazione tra decisione e decisione) si tratta, sostanzialmente, di rendere mutuamente funzionalmente dipendenti le (eventualmente diverse) funzioni obiettivo, di cui al caso precedente. Queste funzioni obiettivo, oltre che funzione le une delle altre, possono (o non possono) essere funzione diretta dei comportamenti, come nel caso precedente.

Si è già detto, nel primo paragrafo, che una forma particolare di realizzazione di questa tipologia di interazione è lo scambio di informazioni tra individui. Una esemplificazione di ciò può essere, nel nostro consueto caso esemplare, ed in particolare per l'ultima situazione appena sopra considerata, il fatto che la valutazione sull'entità dei flussi di persone tra le diverse coppie di zone è ottenuta attraverso la comunicazione interpersonale (ciascuno conosce direttamente solo il flusso sulla propria coppia di zone).

È evidente che l'informazione che così si ottiene è incerta (l'informatore può appartenere sia al gruppo degli scoraggiati dalla congestione sia al gruppo degli attratti dalla agglomerazione e pertanto dare un giudizio soggettivo sul livello di flusso) ed incompleta (è assai improbabile che si ottengano informazioni su «tutte» le coppie di zone). Una scelta di percorso attuata su questi elementi di valutazione non potrà, quindi, avere i canoni della razionalità più completa. Tutto ciò costituisce un esempio, nel campo dell'interazione spaziale, dei fenomeni di «informazione incompleta e razionalità limitata» di cui si è già anche accennato nel primo paragrafo.

3. Fondamenti operativi per i nuovi modelli: due programmi di ricerca

Lo scopo di questo paragrafo è mostrare la possibilità di costruire modelli operativi basati su nuovi fondamenti concettuali proposti nel paragrafo precedente, utilizzando metodologie formalizzate già attualmente disponibili.

A questo fine occorre subito precisare che si può procedere secondo due linee di avanzamento del tutto opposte:

- i. passare dal micro al macro, formalizzando i fondamenti microcomportamentistici prima introdotti e quindi aggregando i microcomportamenti per ottenere macromodelli (naturalmente tenendo conto,

nel fare ciò, degli effetti sinergetici alla mesoscala);

- ii. operare direttamente sui macromodelli, costruendone ex novo o modificando gli esistenti, in modo tale da catturare nel modello quelle peculiarità micro e meso comportamentali di cui si è detto.

Nella prima linea di avanzamento, che chiameremo con ovvia terminologia «bottom-up»⁷, uno strumento formalizzato immediatamente coinvolto è quello delle tecniche multicriteri, per la trattazione della matrice multicriteri di scelta comportamentale.

Non occorre, in questa sede, fare altro che ricordare che questo «corpus» di metodologie, peraltro in rapido sviluppo (si veda, ad esempio, la rassegna di Nijkamp, Voogd, 1984), consente di trattare scelte con quelle caratteristiche (comportamento ottimizzatorio, soddisfattorio, o altro; diversità dei criteri individuali di valutazione; molteplicità irriducibile dei criteri; incompletezza e qualitatività dei giudizi) che si sono individuate come centrali nel nuovo approccio.

Ciò detto, conviene anche sottolineare che nella costruzione della matrice di scelta comportamentale (nella individuazione dei criteri, della definizione dei pesi dei criteri, nella valutazione dell'impatto delle diverse scelte rispetto a ciascuno dei criteri) non è inutile tenere conto di risultati, anche quantitativi, ottenuti in ordine alla psicologia delle scelte (si veda, ad esempio, Tversky, Kahneman, 1981) quali, ad esempio:

- i. la diversità di atteggiamento rispetto al tipo di rischio associato ad una scelta (generalmente, avverso al rischio nel caso di possibili guadagni e favorevole al rischio nel caso di possibili perdite);
- ii. l'importanza del «contesto» nel definire il «referenziale» (dato di riferimento) rispetto a cui le scelte sono valutate;
- iii. l'effetto cosiddetto di «contabilità mentale» (tendenza a raggruppare insieme i diversi elementi che costituiscono rispettivamente i costi o i benefici associati ad una scelta) nella selezione dei criteri di scelta⁸.

Uno dei passaggi fondamentali, nella costruzione di macromodelli a partire dai fondamenti microcomportamentistici, come già si è accennato, è l'aggregazione delle scelte individuali (espresse dalle matrici multicriteri di scelta) in modelli di scelta collettiva.

In questa operazione, oltre ai metodi già ampiamente collaudati – quali, ad esempio, i modelli derivati dal logit (Domenichich, McFadden, 1975) e similari – suggeriamo l'applicazione della teoria matematica dei giochi (un testo fondamentale di riferimento per questa teoria è Owen, 1982).

In sostanza, questa teoria, assunto un insieme di regole che discipli-

nano il gioco in esame ed assunte alcune condizioni al contorno (quali lo stato iniziale del gioco, il cosiddetto «stato di natura»), analizza, in modo formalizzato, l'esito del gioco stesso (ad esempio, le eventuali soluzioni di equilibrio) in funzione delle diverse strategie di gioco dei diversi giocatori.

Tutto ciò viene studiato per un insieme di situazioni (quali la cooperazione, o no, tra i giocatori; la ripetitività, o no, del gioco; lo scambio, o no, di informazioni tra i giocatori; il grado di precisione e completezza dell'informazione sullo stato del gioco) oltre che per una vasta tipologia di «regole del gioco», tale da ricoprire una larghissima parte della casistica degli effetti sinergetici di interazione comportamentale alla mesoscala introdotti nei paragrafi precedenti.

Nel nostro caso, ovviamente, le strategie dei giocatori sono le scelte di comportamento spaziale degli individui e le regole del gioco (nonché le diverse possibili situazioni) i già citati effetti sinergetici «di interazione spaziale».

Nella definizione della procedura di aggregazione delle scelte, oltre a basarsi su metodi formalizzati quali quello sopra introdotto, può essere utile avvalersi dei risultati teorici, anche quantitativi, ottenuti in ordine delle scelte collettive razionali (si veda, ad esempio, Mueller, 1979). A titolo di esempio, si possono riportare, sulla base di quanto stabilito dal «teorema di impossibilità»⁹ di Arrow (1951) e di quanto ottenuto in studi condotti successivamente (per cercare di superare i limiti imposti alle scelte collettive dal teorema indebolendone gli assiomi basilari) i seguenti risultati (Blair, Pollak, 1983):

- i. una scelta collettiva razionale è possibile solo nell'ambito di una norma (imposta da un decisore o accettata per consenso unanime);
- ii. una scelta collettiva equalitaria (cioè equa per tutti gli individui) è possibile solo a scapito di qualche irrazionalità;
- iii. una aggregazione di scelte individuali che voglia essere razionale ed equalitaria non conduce ad una scelta collettiva globale¹⁰.

In conclusione una procedura che tenda a costruire i nuovi macrodelli di interazione spaziale qui proposti, secondo l'approccio «bottom-up» deve basarsi sui seguenti due passi:

- i. costruzione delle matrici multicriterio di scelta comportamentale, usando tecniche multicriteri ed applicando, tra l'altro, i risultati della psicologia delle scelte;
- ii. aggregazione delle scelte individuali in un macromodello operativo, usando metodi già consolidati o la teoria matematica dei giochi

e tenendo in considerazione, tra l'altro, i risultati della teoria delle scelte collettive.

Passiamo ora a considerare, brevemente, la seconda linea di avanzamento che chiameremo approccio «top-down»¹¹, essendo volto ad incapsulare le proprietà micro e meso direttamente nei macromodelli (sia esistenti che ideati ex novo).

Non c'è qui da indicare qualche specifica metodologia di modellizzazione; tuttavia le soluzioni operative proposte nell'altro approccio (come, ad esempio, la teoria dei giochi) e gli altri riferimenti teorici individuati (come, ad esempio, la psicologia delle scelte) possono costituire una guida alla ideazione e formalizzazione di modelli anche secondo l'approccio qui considerato.

4. Alcuni esempi dei nuovi modelli

Non è difficile costruire esempi dei nuovi modelli generalizzati di interazione spaziale, se ottenuti operando lungo la seconda linea di avanzamento proposta nel paragrafo precedente (approccio «top-down»). Qui ne vengono forniti alcuni. Si deve però, prima, osservare che, per la natura stessa dell'approccio, è più agevole, almeno in una fase iniziale, incapsulare nei modelli effetti sinergetici alla mesoscala che effetti alla microscala.

Gli esempi proposti concernono, quindi, questo tipo di effetti e sono articolati secondo le tre modalità di interazione alla mesoscala evidenziale nel primo paragrafo.

Un primo esempio di modello di interazione spaziale, con considerazione della interazione tra i diversi comportamenti individuali, è il seguente modello doppiamente vincolato¹²:

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_i T_{ij}^{\alpha} \exp(-\beta c_{ij}) \quad (6)$$

con A_i e B_j opportunamente definiti in modo tale da assicurare $\sum_j T_{ij} = O_i$ e $\sum_i T_{ij} = D_j$ e dove α è un opportuno parametro.

In questo modello i flussi tra coppie di zone sono funzioni del livello dei flussi stessi (come relazione funzionale si è qui assunta la potenza, ma forme più generali sono possibili):

- i. se $\alpha \geq 1$ si descrive un effetto agglomerativo nei flussi;
- ii. se $0 \leq \alpha < 1$ si descrive un effetto di congestione.

Notiamo ancora che, come casi particolari, quando $\alpha = 0$, la (6)

diviene un consueto modello di interazione spaziale doppiamente vincolato; quando $\beta=0$, la (6) diviene una procedura di aggiustamento biproporzionale, con considerazione di effetti agglomerativi o deglomerativi.

Un secondo esempio di modello della tipologia qui considerata è:

$$T_{ij} = A_i B_j [\Sigma_j T_{ij}]^{\alpha_1} [\Sigma_i T_{ij}]^{\alpha_2} \exp(-B c_{ij}) \quad (7)$$

dove α_1 e α_2 sono parametri ed A_i e B_j sono delle variabili definite o esogenamente (costanti) o endogenamente in funzione di qualche condizione di vincolo sulla (7) (fattori di normalizzazione).

Questo modello è una generalizzazione del modello di Harris e Wilson (1978), a cui si riduce assumendo $\alpha_1=1$, i $[\Sigma_j T_{ij}]$ uguali a valori prefissati e gli A_i tali che Σ_i della (7) rispetti i detti prefissati valori (in altre parole, trasformando il modello in vincolato all'origine)¹³.

L'equazione (7) è il prototipo di una famiglia di modelli di interazione spaziale che definiamo «autovincolata» alle origini o alle destinazioni od a entrambe, posto che il relativo termine massa è definito in funzione (in questo caso, si è assunta la potenza, ma altre forme sono possibili) dei flussi arrivanti o partenti. I diversi membri della famiglia si possono ottenere agendo opportunamente sui totali (general, di righe e di colonne) della matrice T_{ij} e sui fattori A_i e B_j , come per il caso mostrato del modello di Harris e Wilson.

Scegliendo adeguatamente i valori di α_1 e α_2 si possono modellizzare effetti di agglomerazione e deglomerazione nelle origini, nelle destinazioni ed in entrambe¹⁴.

L'equazione (7) merita ancora una considerazione. I fenomeni di «autovincolo» nel macromodello sono associati (considerando una derivazione di tipo entropico del modello) a vincoli alla microscala del tipo:

$$\Sigma_j [\Sigma_i T_{ij}] \ln [\Sigma_i T_{ij}] = \bar{W} \quad (8)$$

anziché a vincoli del tipo consueto nei modelli di interazione spaziale:

$$\Sigma_j [\Sigma_i T_{ij}] \ln W_j = \bar{W} \quad (9)$$

dove W_j e \bar{W} sono quantità date. Si noterà che la (8) ha la struttura tipica di una entropia, per cui i modelli di interazione spaziale «autovincolati», possono essere anche definiti come modelli «entropicamente vincolati» alle origini, alle destinazioni od a entrambi gli estremi.

Passiamo, ora, ad esaminare due esempi di nuovi modelli di intera-

zione spaziale, con la considerazione di effetti sinergetici di interazione del tipo decisione comportamentale-comportamento.

Il primo esempio è una scelta di destinazione influenzata dal comportamento di altri tipi di individui:

$$T_{ij}^k = A_i^k \cdot O_i^k \cdot \left[\sum_{h \neq k} [\Sigma_i T_{ij}^h]^{\alpha_{hk}} \right] \exp(-\beta c_{ij}) \quad (10)$$

dove gli indici h e k contraddistinguono diverse tipologie di individui e gli A_i^k sono fattori di normalizzazione che assicurano $\sum_j T_{ij}^k = 0^k$.

Il termine massa alla destinazione è dato, nella (10), dal totale degli arrivi (nella zona considerata) di tutte le altre tipologie di individui ($h \neq k$) opportunamente «pesati» dall'esponente α_{hk} .

Se $\alpha_{hk} \geq 1$, ciò indica che il totale degli arrivi, in una data zona, della tipologia h di individui è incentivante per la scelta di quella zona come destinazione da parte della tipologia k di individui; se $\alpha_{hk} < 1$, l'effetto è disincentivante.

Il secondo esempio è un modello di interazione spaziale a generazione elastica dove la propensione a spostarsi da una zona è data dal grado di congestione della zona, causato dagli arrivi nella zona stessa:

$$T_{ij} = A_i \cdot [\Sigma_i O_i] \cdot p_i \cdot D_j \cdot \exp(-\beta c_{ij}) \quad (11)$$

$$p_i = \sum_j T_{ij} / \sum_i \sum_j T_{ij}$$

con $A_i = [\sum_j D_j \exp(-\beta c_{ij})]^{-1}$ consueto fattore di normalizzazione. p_i è il detto grado di congestione¹⁵; vale $0 \leq p_i \leq 1$, $\sum_i p_i = 1$.

Presentiamo, infine, due esempi di nuovi modelli di interazione spaziale, con la considerazione di interazioni del tipo decisione comportamentale-decisione comportamentale. Illustriamo, in particolare, il caso dello scambio di informazioni tra gli individui.

Nel primo esempio assumiamo che, attraverso la comunicazione interpersonale, il comportamento degli individui nello spostamento tra una certa coppia di zone sia influenzato dal comportamento degli individui che si spostano tra le altre coppie di zone:

$$T_{ij} = A_i \cdot O_i \cdot D_j \cdot [\Sigma_l \Sigma_m a_{ij}^{lm} T_{lm}] \cdot \exp(-\beta c_{ij}) \quad (12)$$

con a_{ij}^{lm} matrice i cui elementi misurano l'influenza che gli spostamenti tra la coppia di zone 1 ed m hanno sugli spostamenti tra la coppia di zone i e j ; A_i , fattore di normalizzazione, vale:

$$A_i = [\sum_j D_j (\Sigma_l \Sigma_m a^{lm}_{ij} T_{lm}) \exp(-\beta c_{ij})]^{-1}.$$

Nel secondo esempio assumiamo che gli individui non posseggono una informazione completa sulle zone di destinazione — per esempio, per carenza di comunicazioni interpersonali — e quindi effettuino la scelta della destinazione solo tra le zone e loro note:

$$T_{ij} = A_i O_i D_j a_{ij} \exp(-\beta c_{ij}) \quad (13)$$

con a_{ij} matrice i cui elementi identificano se la zona j è nota agli individui in i ($a_{ij} = 1$) o se non è nota ($a_{ij} = 0$);

$A_i = [\sum_j D_j a_{ij} \exp(-\beta c_{ij})]^{-1}$ è il fattore di normalizzazione.

5. Conclusioni

In questo lavoro si è tentato di costruire una nuova famiglia di modelli di interazione spaziale, più generale di quella oramai classica. Si sono individuati i limiti dei fondamenti microcomportamentistici dei modelli tradizionali e, cercando di superarli, si sono proposte nuove basi concettuali.

Queste nuove basi vogliono introdurre, nelle analisi delle interazioni spaziali, una maggiore attenzione a quegli aspetti dei comportamenti individuali che escono dal paradigma della pura razionalità economica.

I nuovi fondamenti vogliono, altresì, introdurre una maggiore attenzione alla interazione tra i comportamenti individuali, sia quando l'interazione è diretta sia quando l'interazione è attraverso lo scambio di informazioni e valutazioni.

Sia nella descrizione dei comportamenti individuali che nella descrizione dell'interazione tra questi comportamenti, viene sottolineato il ruolo della qualitatività e dell'impreciso ed incompleto sull'agire degli individui.

Vengono quindi proposti alcuni strumenti operativi e teorico-metodologici per costruire i nuovi modelli di interazione spaziale, secondo due linee di approccio: top-down e bottom-up. Nel primo caso vengono già anche forniti alcuni esempi dei nuovi modelli.

Gli sviluppi di ricerca, più immediati, che si intravedono, sono così ancora secondo l'approccio «top-down» appena citato.

Occorre:

i. sul piano teorico e metodologico, sviluppare più estesamente le

possibilità modellistiche¹⁶ appena accennate nel paragrafo 4 (ciò, in particolare, con riferimento ai microcomportamenti individuali che, negli esempi del paragrafo detto, non sono neanche stati presi in considerazione);

- ii. sempre sul piano teorico e metodologico, analizzare in dettaglio le proprietà strutturali dei nuovi modelli. Date le caratteristiche intrinseche dei modelli (presenza di effetti sinergetici non-lineari) è facilmente prevedibile l'apparire di proprietà interessanti;
- iii. sul piano operativo, sviluppare adeguate procedure di uso e calibrazione dei nuovi modelli;
- iv. sul piano sperimentale, infine, procedere ad una estesa serie di applicazioni, anche al fine di verificare l'effettiva superiorità dei nuovi modelli rispetto a quelli tradizionali, oltre ad acquisire una effettiva capacità d'uso per la soluzione di problemi reali.

Note

1. Si potrebbe obiettare che, nella derivazione dei modelli col metodo delle utilità casuali, il termine casuale può corrispondere ad una non perfetta conoscenza ed approssimata valutazione della funzione utilità. Facciamo notare che tale termine casuale si traduce, nel modello di interazione spaziale, nella dispersione entropica dei comportamenti; ma questi comportamenti sono definiti in funzione di grandezze deterministiche ($i c_{ij}$, O_i e D_j) perfettamente note per tutte le zone o coppie di zone, i e j , del sistema di studio.

2. Si potrebbe osservare che le tre modalità di interazione non sono sostanzialmente differenti, in quanto dalla decisione comportamentale discende il comportamento attuato. Preferiamo però riportare la casistica, sia per interesse classificatorio, sia perché — come si mostrerà nel seguito — ne possono discendere diverse opzioni modellistiche.

3. Oltre agli studi intenzionalmente volti al superamento dei limiti nei fondamenti teorici classici, non si deve dimenticare la vastissima attività, nel decennio passato, di costruzione di modelli di interazione spaziale in versioni più o meno «manipolate» rispetto alla formulazione standard, e quindi proprio perché diverse da questa, più o meno inconsapevolmente variate nei fondamenti teorici.

4. Il lettore noterà che quanto viene qui proposto non può assolutamente essere ricondotto ad un «supercriterio» ottimizzatorio, combinazione lineare dei criteri, come accade invece nei modelli classici di interazione spaziale, ad esempio per il cosiddetto «costo generalizzato» di viaggio.

5. Il lettore potrebbe obiettare che quanto proposto è equivalente alla disaggregazione secondo tipologie di individui, propria dei modelli classici di interazione spaziale. Se ciò è vero nel caso di un trattamento separato di ciascuna tipologia di individui e se per ciascuna di queste tipologie il punto di vista è un singolo vettore di pesi dei criteri, si possono però dare situazioni più complesse, non riconducibili alla semplice disaggregazione, come, ad esempio, il caso in cui il punto di vista per una certa tipologia di individui è una matrice di pesi di criteri. Si tratta cioè di considerare individui non «monodimensionali» ma con una ricchezza di specificità individuali e di peculiarità «umane» che li porterà ad operare e valutare le proprie scelte di comportamento secondo

una pluralità di punti di vendita. La semplice disaggregazione viene poi anche superata dalla congiunta considerazione dell'interdipendenza dei comportamenti.

6. Il lettore forse noterà che le esemplificazioni riportate concernono tutte caratteristiche proprie dell'interazione tra coppie di zone. È qui sufficiente dire che esemplificazioni concernenti caratteristiche zonali (delle zone di origine o di destinazione dell'interazione) possono essere individuate senza difficoltà. Come esempio si può citare la vicinanza a persone care come fattore soggettivo di scelta zonale residenziale.

7. Il lettore noti che quanto viene qui proposto è un vero e proprio programma di ricerca, la cui dimensione e durata non è facile da stabilire ma appare, ampia ed impegnativa per tempi e risorse da coinvolgere.

8. Lasciamo al lettore il trovare esempi, nel campo dell'interazione spaziale, degli effetti sopra citati.

9. Il teorema dimostra, sulla base di cinque assiomi intuitivamente accettabili, che è impossibile aggregare scelte individuali in una scelta collettiva che sia al contempo razionale, decisiva (cioè effettivamente una scelta) ed egualitaria (cioè una scelta rispettosa di tutte le scelte individuali). A titolo di curiosità, invitiamo il lettore a riflettere su questo teorema applicato agli esistenti macromodelli di scelta collettiva ed, in particolare, ai modelli di interazione spaziale. Per instradare il lettore, diciamo solo che è il principio di equità che è sacrificato ed è, quindi, alquanto buffo che questi modelli vengano talora usati come modelli «normativi» di allocazione e localizzazione di risorse!

10. Lasciamo al lettore il trovare esempi, nel campo dell'interazione spaziale, dei risultati sopra citati.

11. Il lettore noti che anche quanto viene qui proposto è un vero e proprio programma di ricerca, di dimensione e durata non facile da stabilirsi, ma apparentemente un poco meno impegnativo sul piano teorico metodologico del precedente approccio «bottom-up». Può essere una direzione di ricerca onerosa, però, sul piano operativo e sperimentale ma utile, oltre che di per sé, anche in funzione dell'altra linea di avanzamento.

12. Nell'equazione che segue, e nei modelli successivi, diamo per scontato che gli indici i e j sono da intendersi estesi a tutto l'insieme di zone del sistema di studio ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$) là ove opportuno. Si noti anche che il modello in oggetto, ed i successivi, al fine di agevolare la descrizione dei fenomeni teorici, sono formulati in forma implicita: $y = f(x, y)$. La trasformazione in forma esplicita $y = g(x)$, peraltro, sovente non è agevole.

13. Il modello mostra anche uno stretto imparentamento con i modelli di interazione spaziali cosiddetti di Alonso (1973).

Lasciamo al lettore approfondire la relazione.

14. Lasciamo al lettore analizzare i diversi casi.

15. Lasciamo al lettore il verificare che il modello descritto è strettamente imparentato con i modelli autovincolati prima introdotti. In particolare si può vedere che si tratta di un modello autovincolato alle origini e non vincolato alle destinazioni.

16. La costruzione di versioni dinamiche dei modelli presentati è, naturalmente, una delle direzioni prioritarie di studio.

Riferimenti bibliografici

Alonso, W. (1973), *National demographic accounts: a prototype*, monograph 17, Institute of Urban and Regional Development, University of California at Berkeley, California.

Anas, A. (1983), «Discrete choice theory, information theory and the multinomial logit and gravity models», *Transportation Research B*, 17, 13-23.

- Arrow, K.J. (1951), *Social choice and individual value*, Wiley, New York.
- Blair, D.H., Pollak, R.A. (1983), «Scelte collettive razionali», *Le scienze*, 182, 12-19.
- Coelho, J.D., Wilson, A.G. (1976), «The optimum location and size of shopping centres», *Regional Studies*, 10, 413-421.
- Coelho, J.D., Williams, H.C.W.L., Wilson, A.G. (1978), «Entropy maximising submodels within overall mathematical programming frameworks: a correction», *Geographical Analysis*, 10, 195-201.
- Couclelis, H. (1989), «Macrostructure and microbehaviour in a metropolitan area», *Environment and Planning B: Planning and Design*, 16, 141-154.
- Domenichich, F.A., McFadden, D. (1975), *Urban Travel Demand. A Behavioural Analysis*, North-Holland, Amsterdam.
- Fotheringham, A.S. (1983), «A new set of spatial interaction models: the theory of competing destinations», *Environment and Planning A*, 15, 15-36.
- Colledge, R.G., Timmermans, H. (1988), *Behavioural modelling in geography and planning*, Croom Helm, London.
- Harris, B., Wilson, A.G. (1978), «Equilibrium values and dynamics of attractiveness terms in production-constrained spatial interaction models», *Environment and Planning A*, 10, 371-388.
- Iasi-Cnr, Nato (1987), lavori presentati all'Advanced Study Institute, *Incomplete information and bounded rationality decision models*, Anacapri, 8-18 giu.
- Leonardi, G. (1977), «Analogie meccanico-statistiche nei modelli di interazione spaziale», *Atti delle giornate di lavoro Airo*, Parma, 530-539.
- Leonardi, G. (1980), «A unifying framework for public facility location problems», *Environment and Planning A*, 13, 1001-1028, 1085-1108.
- Leonardi, G. (1985), «Asymptotic approximation of the assignment model with stochastic heterogeneity in the matching utilities», *Environment and Planning A*, 17, 1303-1314.
- Mueller, D.C. (1979), *Public choice*, Cambridge U.P. Cambridge.
- Nijkamp, P., Voogd, H. (1984), *A survey of qualitative multiple criteria choice models*, in Nijkamp, P., Leitner, H., Wrigley, N., eds., *Measuring the Unmeasurable* Martinus Nijhoff, The Hague, 425-447.
- Owen, G. (1982), *Game Theory*, Academic Press, London.
- Papageorgiou, Y.Y. (1979), «Agglomeration», *Regional Science and Urban Economics*, 9, 1, 41-59.
- Roy, R.J. (1988), «Unsatisfied demand and excess supply in models of spatial interaction», *Sistemi urbani*, X, 1, 109-115.
- Sheppard, E.S. (1985), «Urban system population dynamics: incorporating nonlinearities», *Geographical Analysis*, 17, 47-73.
- Smith, T.E. (1987), «A threshold theory of discretionary interaction behaviour», *Regional Science and Urban Economics*, 17, 4, 495-517.
- Tversky, A., Kahneman, D. (1981), «The framing of decisions and the psychology of choice», *Science*, 211, 4481.
- Williams, H.C.W.L. (1977), «On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit», *Environment and Planning A*, 9, 285-344.
- Wilson, A.G. (1970), *Entropy in urban and regional modelling*, Pion, London.
- Wilson, A.G. (1971), «A family of spatial interaction models, and associated developments», *Environment and Planning*, 3, 1-32.
- Wilson, A.G. (1981), *Catastrophe theory and bifurcation. Applications in urban and regional geography*, Croom Helm, London.

PROCESSI SPAZIO-TEMPORALI NEI MODELLI LOGIT DINAMICI*

di Peter Nijkamp e Aura Reggiani

Introduzione

Un importante evento scientifico negli ultimi anni è stata la scoperta della teoria del caos e della sua rilevanza per le scienze economiche e sociali.

La teoria del caos affronta sistemi deterministici non lineari che sono in grado di produrre movimenti così complessi da risultare completamente casuali. In particolare piccole incertezze possono crescere esponenzialmente (benché tutte le traiettorie siano delimitate) portando ad andamenti completamente differenti nel tempo; pertanto, in presenza di tali sistemi, risulta quasi impossibile condurre previsioni precise a lungo termine.

Dopo una serie interessante di studi sui fenomeni caotici nel campo della fisica, biologia, metodologia ed ecologia (per una rassegna storica si veda Nijkamp, Reggiani, 1990) la teoria del caos è stata introdotta ed indagata anche in economia e geografia al fine di meglio comprenderne le potenzialità teoriche ed applicative e di valutarne le implicazioni anche nel settore delle scienze sociali.

La possibilità di comportamenti caotici è stata così individuata nei modelli di crescita economica (si vedano, ad esempio, i lavori pionieristici di Benhabib, Day, 1982; Day, 1982; Guckenheimer et al., 1977; Grandmont, 1985 ed il numero speciale di *Journal of Economic Theory* edito da Grandmont nel 1986), nei modelli di tipo «cobweb» (Chia-

* Il presente lavoro è stato svolto con il contributo Cnr n. 90.01247.CT11.

Gli autori ringraziano Gunther Haag e Michael Sonis per i preziosi commenti ad una precedente versione di questo lavoro. Si ringrazia inoltre Andrea Gerali (Università di Bergamo) per le elaborazioni condotte al calcolatore relativamente ai diagrammi di biforcazione.

rella, 1988) e nell'analisi economica delle onde lunghe (Nijkamp, 1987a; Sterman, 1985). I modelli caotici sono stati inoltre analizzati anche in economia urbana e regionale e nell'analisi territoriale; ad esempio nel campo dei sistemi industriali (White, 1985), nella dinamica urbana (Dendrinos, 1984; Dendrinos, Sonis 1987; Sonis, Dendrinos 1987), nell'occupazione (Dendrinos, 1986), nell'emigrazione (Reiner et al., 1986), nella teoria dell'innovazione (Sonis, 1986 e 1988), nell'evoluzione urbana con particolare riferimento al declino urbano (Nijkamp, Reggiani, 1990) ed anche nei trasporti (Reggiani, 1990).

Ampie rassegne sulla teoria del caos possono inoltre essere reperite in vari contributi (si veda, ad esempio, Boldrin, 1988; Kelsey, 1988; Lung, 1988; ed il numero speciale di *System Dynamics Review*, edito da Andersen nel 1988) da cui emergono ulteriori ed interessanti aspetti dell'analisi caotica nel contesto delle scienze economiche e territoriali.

Si può tuttavia osservare che i contributi finora sviluppati, relativi alla teoria del caos, si riferiscono ad un livello «macro» di analisi. In questo lavoro si intende superare tale limite studiando i collegamenti tra comportamenti micro (ossia a livello individuale) e macro (relativamente a gruppi od entità spaziali), in particolare dimostrando come un modello logit dinamico (emergente dalla teoria microeconomica) possa esibire un comportamento macro-caotico, per certe condizioni della sua funzione utilità dinamica.

È noto inoltre come i contributi scientifici nel campo dei modelli logit dinamici siano tuttora molto scarsi, salvo alcuni esempi interessanti (cfr. Ben-Akiva, De Palma, 1986; De Palma, Lefevre, 1983; Fischer, Nijkamp, 1987; Haag, 1986; Leonardi, 1983). Pertanto l'analisi di seguito condotta intende offrire nuove direzioni di ricerca anche in questo settore, mostrando gli sviluppi dinamico-caotici dei modelli logit.

Il lavoro è strutturato come segue: la prima parte è essenzialmente diretta a dimostrare le proprietà caotiche dei modelli logit dinamici; a questo proposito si ricorda che il campo delle relative applicazioni è molteplice in quanto, come noto, i modelli logit vengono applicati ai più svariati settori di ricerca dell'evoluzione urbana, quali l'analisi di migrazione, dei trasporti, della scelta residenziale, della localizzazione industriale, ecc. (si veda, ad esempio, Golledge, Timmermans, 1988; e il numero speciale di *Regional Science and Urban Economics*, edito da Nijkamp, 1978b).

Nella seconda parte del lavoro si dimostrerà invece come l'introduzione di un fattore «ritardo» in un modello logit dinamico possa far emergere un comportamento dinamico ancor più complesso per specifiche condizioni della funzione utilità.

1. Comportamenti instabili e caotici nei modelli logit dinamici

In questo paragrafo si dimostrerà come un modello di scelta discreta di tipo logit possa esibire comportamenti instabili e caotici¹ in relazione a determinate condizioni della funzione utilità.

Consideriamo pertanto il seguente modello logit dinamico:

$$P_{j,t} = \exp(u_{j,t}) / \sum_{\ell} \exp(u_{\ell,t}) \quad (1)$$

dove $P_{j,t}$ rappresenta la probabilità di scelta dell'alternativa j ($j = 1, \dots, J$) al tempo t e $u_{j,t}$ è l'utilità di scelta dell'alternativa j al tempo t .

Il modello (1) è la generalizzazione temporale di un modello logit statico (cfr. Heckman, 1981); l'equazione (1) può anche emergere come soluzione di un problema spaziale di controllo ottimo, la cui funzione obiettivo è una funzione di entropia cumulata (si veda Nijkamp, Reggiani, 1988a, 1988b e 1989).

Consideriamo quindi il tasso di transizione di $P_{j,t}$, rispetto al tempo t (ossia $dP_{j,t}/dt$):

$$\frac{dP_{j,t}}{dt} = P_{j,t} = \frac{d}{dt} [\exp(u_{j,t}) / \sum_{\ell} \exp(u_{\ell,t})] \quad (2)$$

Si può facilmente verificare che l'espressione (2) ha come risultato:

$$\dot{P}_{j,t} = \dot{u}_{j,t} P_{j,t} (1 - P_{j,t}) - P_{j,t} \sum_{\ell \neq j} \dot{u}_{\ell,t} P_{\ell,t} \quad (3)$$

dove $\dot{u}_{j,t} = dt_{j,t}/dt$ rappresenta il tasso di cambiamento di $u_{j,t}$ rispetto al tempo.

L'espressione (3) rappresenta un sistema di tipo predatore-preda (appartenente alla famiglia delle equazioni di Lotka-Volterra) con crescita limitata della preda P_j ; P_{ℓ} può essere interpretato come il predatore il cui effetto è quello di ridurre la popolazione P_j attraverso il parametro \dot{u}_{ℓ} . In particolare il primo termine della (3) rappresenta la nota equazione logistica di crescita della popolazione P_j (basata sull'equazione di Verhulst); il secondo termine della (3) rappresenta gli effetti di interazione che influenzano chiaramente la dinamica dell'espressione (3).

Approssimiamo ora l'equazione (3) in termini discreti considerando un periodo di tempo unitario:

$$P_{j,t+1} - P_{j,t} = (u_{j,t+1} - u_{j,t}) P_{j,t} (1 - P_{j,t}) - \\ P_{j,t} \sum_{t \neq j} (u_{t,t+1} - u_{t,t}) P_{t,t} \quad (4)$$

È interessante osservare che eliminando l'influenza del termine di interazione ed assumendo come costante il valore dell'aumento dell'utilità, ossia:

$$u_{j,t+1} - u_{j,t} = \alpha_j \quad (5)$$

ricaviamo l'espressione dinamica per un modello logit «degenero»:

$$P_{j,t+1} - P_{j,t} = \alpha_j P_{j,t} (1 - P_{j,t}) \quad (6)$$

In altre parole l'equazione (6) rappresenta la scelta dinamica tra due diversi stati di natura (ad es., muoversi o non muoversi).

L'equazione (6) può essere inoltre riformulata come segue:

$$P_{j,t+1} = (\alpha_j + 1) P_{j,t} \left(1 - \frac{\alpha_j}{\alpha_j + 1} P_{j,t}\right) \quad (7)$$

Si può ora confrontare l'espressione (7) con l'equazione standard per la crescita logistica (si veda May, 1976) di una popolazione biologica X_t ($X_t < 1$):

$$X_{t+1} = N X_t (1 - X_t) \quad (8)$$

dove N è un parametro esprimente il tasso di crescita ($0 < N < 4$).

L'equivalente di N nella nostra equazione è $(\alpha_j + 1)$, cosicché possiamo riscrivere la (7) come segue:

$$P_{j,t+1} = N P_{j,t} \left(1 - \frac{N-1}{N} P_{j,t}\right) \quad (9)$$

È evidente che se operiamo la trasformazione:

$$X_{j,t} = P_{j,t} (N-1)/N \quad (10)$$

l'equazione (9) può essere riscritta secondo la forma canonica (8) (si veda anche Wilson, 1981). *La versione degenero di un modello logit dinamico, come specificato nell'equazione (9) appartiene dunque alla stessa famiglia del modello di May.*

Bisogna tuttavia verificare che nel nostro caso X_j non superi il va-

lore dell'unità al fine di evitare comportamenti non realistici nel nostro modello logit dinamico. A questo proposito l'unica forma sicura di confronto risulta essere il diagramma delle biforcazioni.

Consideriamo dapprima il modello (8), indagato approfonditamente da May (1976). Questo autore mostra che per:

$$1 < N < 3 \quad (11)$$

il punto fisso $(1 - 1/N, 1 - 1/N)$ è un attrattore ed il sistema tende a tale punto stabile². Per $N = 3$ il sistema si biforca dando origine ad un ciclo di periodo 2. Successivamente per:

$$3 < N < 4 \quad (12)$$

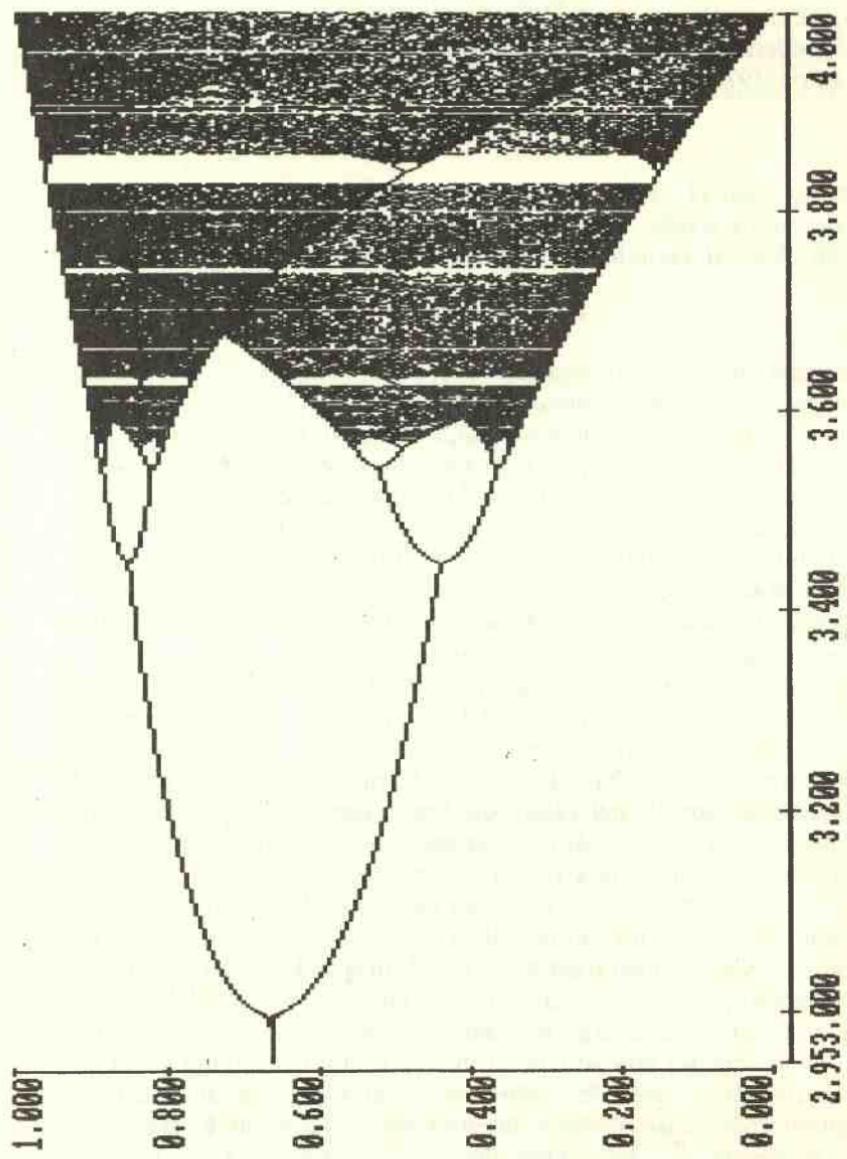
emergono successive biforcazioni che danno origine ad una cascata di altre biforcazioni di periodo due nell'intervallo $3 < N < 3,8\dots$.

In particolare per il valore $N = 3,8\dots$, si sviluppa un punto fisso di periodo tre, dando luogo al cosiddetto «regime caotico» secondo il famoso teorema di Li e Yorke (1975) «Period three implies chaos». La sequenza di questo processo di biforcazione è mostrata in fig. 1 e 2; ulteriori dettagli possono essere reperiti in May (1976) e Collet ed Eckmann (1980).

Consideriamo ora il diagramma delle biforcazioni relativo al nostro modello logit dinamico (9) nel caso degenere (fig. 2).

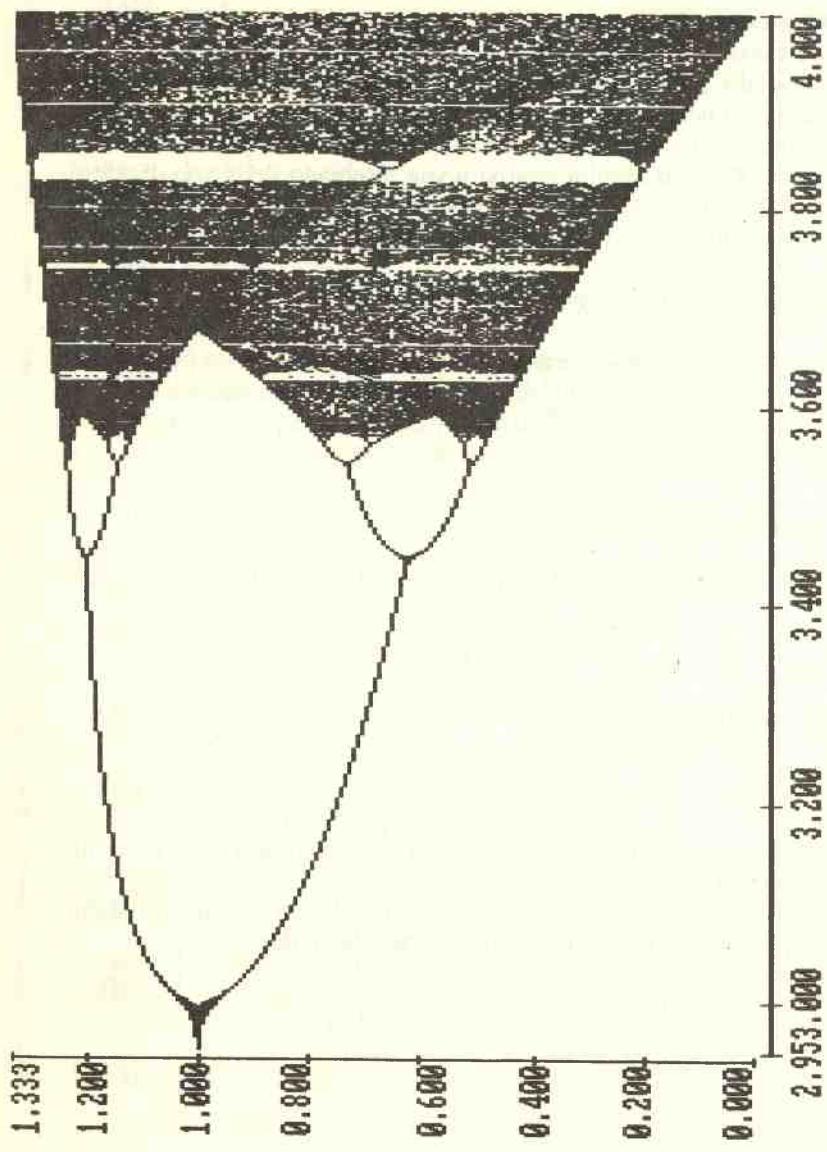
Si può osservare che il diagramma mostra la medesima tipologia di biforcazione riscontrata nel modello di May con sequenze di periodo tre (e quindi con comportamento «caotico»). La differenza consiste nel valore della variabile ($P_j = 1$) per la quale inizia il processo di biforcazione, nonché nel valore del limite superiore $P_j > 1$. È chiaro che per tutto il processo di biforcazione si hanno valori non realistici della variabile considerata ($P_j > 1$); di conseguenza si può affermare che per tutto l'intervallo $3 > N > 4$ la mappa logit (9) mostra un regime instabile, con valori non accettabili. In altre parole, solo quando l'aumento α_j della funzione d'utilità u_j è < 2 (in quanto $\alpha_j = N - 1$) si hanno soluzioni periodiche o stabili nella scelta dinamica dell'alternativa j ; quando $2 \geq \alpha_j < 3$ emerge un comportamento «caotico», caratterizzato da movimenti non accettabili in uno studio di variabili economiche o territoriali quali la probabilità P_j di scelta dell'alternativa j ; in quest'ultimo caso si passa direttamente a valori di P_j minori di uno, causando così improvvisi «salti» nella traiettoria del sistema.

Dopo aver esaminato il caso degenere di un modello logit dinamico, diventa interessante valutare *l'effetto del termine di interazione nell'e-*



(3 < N < 4) Asse Y = X, Asse X = N

Fig. 1 - Diagramma delle biforcazioni della mappa logistica di May



($3 < N < 4$) Asse Y = P_j ; Asse X = N

Fig. 2 - Diagramma delle biforcazioni della mappa logit nel caso degenero

spressione (4). A questo proposito consideriamo il caso particolare di un sistema di tre equazioni differenziali (ossia il problema della scelta dinamica fra tre alternative): è facile verificare ancora una volta l'importanza del parametro α_j nell'andamento delle traiettorie.

Tale analisi può essere condotta attraverso simulazioni che illustrano i diversi comportamenti del modello logit dinamico al variare di α_j . In particolare le simulazioni condotte si riferiscono al modello logit dinamico (4) sia in termini relativi (ossia inserendo il vincolo di additività $\Sigma_i P_i = 1$), che in termini assoluti (considerando in pratica l'equivalente modello di interazione spaziale), come di seguito illustrato.

1.1 Processi dinamici nei modelli logit

In questo paragrafo si presentano risultati di alcune simulazioni che sottolineano la stabilità/instabilità del modello logit dinamico (4). In particolare verrà valutata l'influenza del parametro α_j , nonché delle condizioni iniziali, sull'andamento delle traiettorie.

a. Comportamento stabile

In questa simulazione vengono considerati i seguenti valori dei parametri:

$$\alpha_1 = 1 \quad \alpha_2 = 0.9 \quad \alpha_3 = 1.1$$

con le condizioni iniziali:

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 = 0.333 \\ P_3 &= 0.334 \end{aligned}$$

La figura 3 mostra chiaramente un andamento tendente alla stabilità per il modello in esame.

È interessante inoltre notare l'emergenza di comportamenti stabili anche per valori sufficientemente elevati dei parametri.

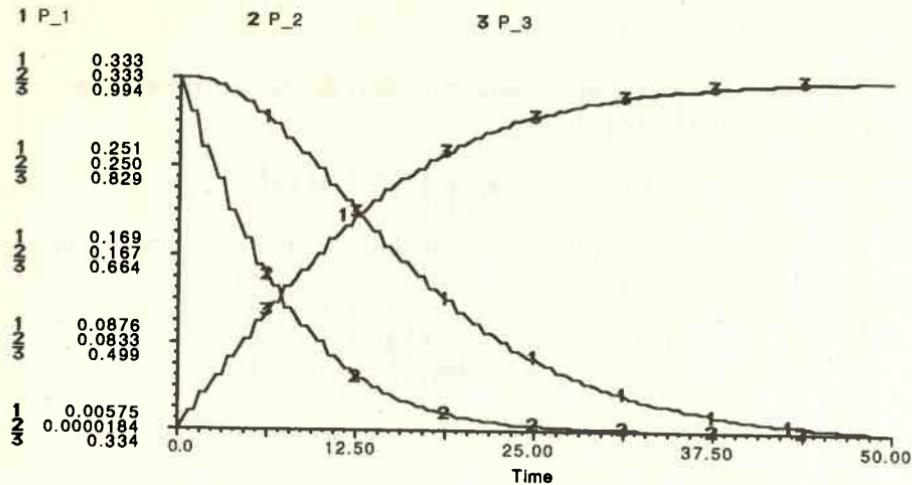
Infatti per i seguenti valori:

$$\alpha_1 = 3 \quad \alpha_2 = 2.85 \quad \alpha_3 = 2.88$$

con

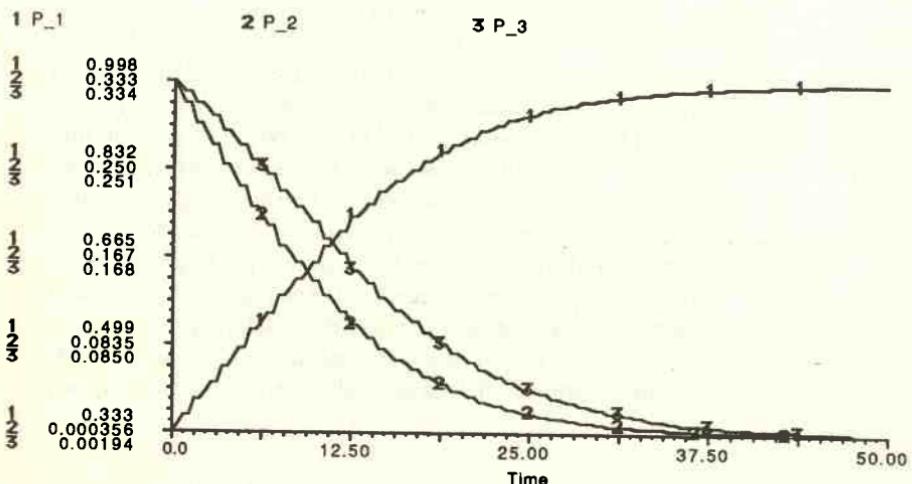
$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 = 0.333 \\ P_3 &= 0.334 \end{aligned}$$

si ottengono ancora traiettorie stabili (si veda la fig. 4).



Asse Y = P₁, P₂, P₃; Asse X = tempo

Fig. 3 – Comportamento stabile in un modello logit dinamico



Asse Y = P₁, P₂, P₃; Asse X = tempo

Fig. 4 – Comportamento stabile per valori crescenti dei parametri

b. Comportamento oscillatorio

Per questa simulazione si assumono valori dei parametri particolarmente elevati e precisamente:

$$\alpha_1 = 4 \quad \alpha_2 = 3.5 \quad \alpha_3 = 6$$

con i medesimi valori iniziali delle variabili utilizzati nelle simulazioni precedenti:

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 = 0.333 \\ P_3 &= 0.334 \end{aligned}$$

La figura 5 evidenzia un comportamento oscillatorio tendente a movimenti periodici nei tempi lunghi.

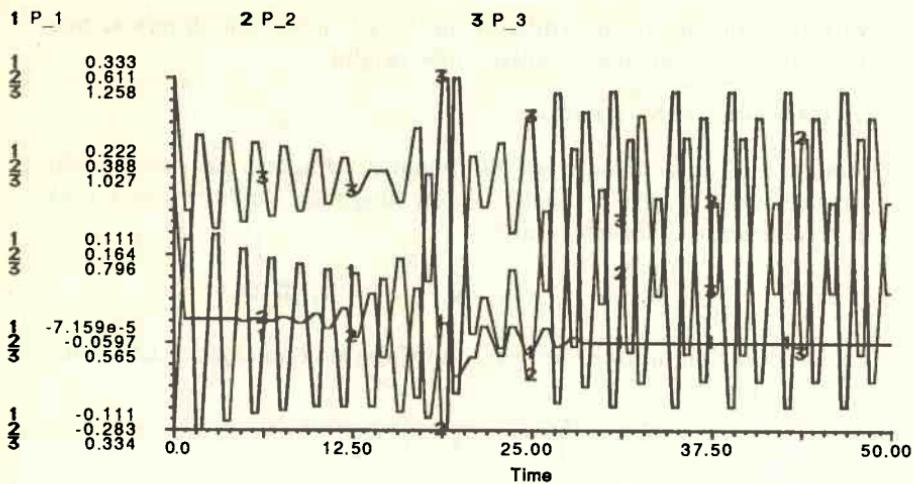
Si può quindi osservare la sensitività del modello alle condizioni iniziali variando solo le condizioni iniziali delle variabili (assumendo, ad es., $P_1 = 0.5$; $P_2 = 0.2$; $P_3 = 0.3$): si ottiene in questo caso un tipo di configurazione ancora oscillatorio ma con caratteristiche diverse (si veda la fig. 6).

Dai precedenti esempi emerge chiaramente l'importanza del parametro α_j . In particolare all'aumentare del valore del parametro α_j è facile verificare l'*instaurarsi di movimenti oscillatori instabili* con la comparsa anche di valori negativi (e quindi di improvvisi «salti» nella traiettoria del sistema). Tali andamenti tendono inoltre, nei tempi lunghi, alla stabilità od a movimenti periodici. Pertanto se non si può affermare l'esistenza di movimenti caotici, si può certamente sottolineare, in questi modelli, l'esistenza di comportamenti instabili, *sicuramente nei primi periodi e per valori abbastanza elevati di α_j* .

Un ulteriore approfondimento di questo risultato, già di per sé significativo, è l'esame di un modello di interazione spaziale. Nel paragrafo successivo verranno riportate alcune simulazioni relative a tale analisi: in particolare si dimostrerà, per questa versione del modello logit, l'emergenza di comportamenti fluttuanti anche per valori non elevati del parametro α_j .

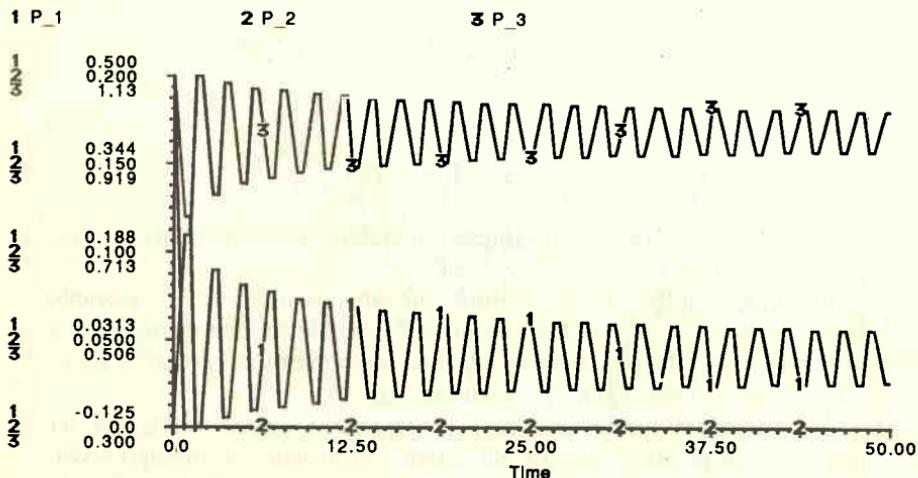
1.2 Processi dinamici nei modelli di interazione spaziale

Come già specificato precedentemente, in questo paragrafo verranno condotte le simulazioni relative al modello logit (4) considerando l'equi-



Asse Y = P_1, P_2, P_3 ; Asse X = tempo

Fig. 5 – Comportamento oscillatorio nei modelli logit dinamici



Asse Y = P_1, P_2, P_3 ; Asse X = tempo

Fig. 6 – Comportamento oscillatorio al variare delle condizioni iniziali

valente formulazione in termini assoluti, ossia il modello di interazione spaziale semplicemente vincolato alle origini³.

a. Comportamento stabile

Al fine di un confronto tra gli andamenti dinamici nei due modelli consideriamo in primo luogo i valori analizzati nell'esempio 1.1 a) e precisamente i seguenti valori:

$$\alpha_1 = 1 \quad \alpha_2 = 0.9 \quad \alpha_3 = 1.1$$

con le condizioni iniziali che non soddisfano la condizione di additività $\sum P_j = 1$; ad es.:

$$P_1 = P_2 = P_3 = 0.333$$

La figura 7 mostra un pattern stabile chiaramente analogo a quello della figura 3.

b. Comportamenti instabili

Se si considerano ora i valori del secondo esempio analizzato nel paragrafo 1.1. a. cioè:

$$\alpha_1 = 3 \quad \alpha_2 = 2.85 \quad \alpha_3 = 2.88$$

con

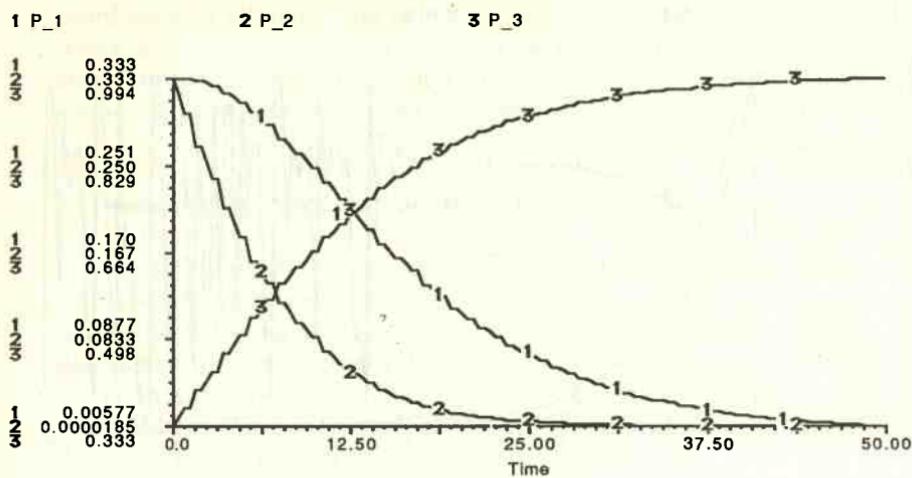
$$P_1 = P_2 = P_3 = 0.333$$

si osserva un andamento totalmente instabile, probabilmente caotico (si veda la fig. 8).

Variando inoltre le condizioni iniziali assumendo ad esempio $P_1 = 0.5$, $P_2 = 0.3$, $P_3 = 0.2$ si riscontra il cosiddetto fenomeno dell'intermittenza per la popolazione P_1 , dove andamenti irregolari si alternano a traiettorie stabili (si veda la fig. 9).

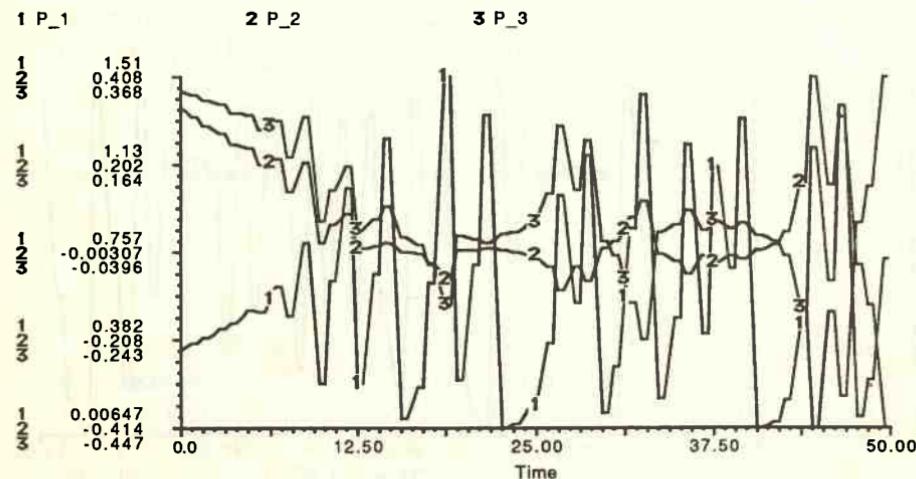
È interessante notare che se si considerano uguali valori nei tre parametri, a parità di condizioni iniziali, si ottiene un analogo andamento, irregolare per tutte e tre le popolazioni (si veda la fig. 10 dove $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 2.98$).

Dai risultati emersi in questo paragrafo si può pertanto trarre la conclusione che in genere il modello logit dinamico mostra comporta-



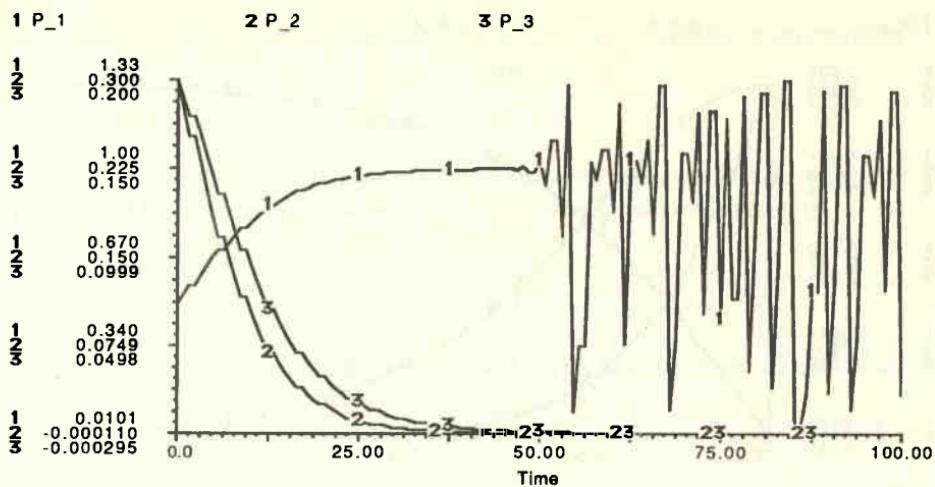
Asse Y = P_1, P_2, P_3 ; Asse X = tempo

Fig. 7 – Comportamento stabile nel modello di interazione spaziale



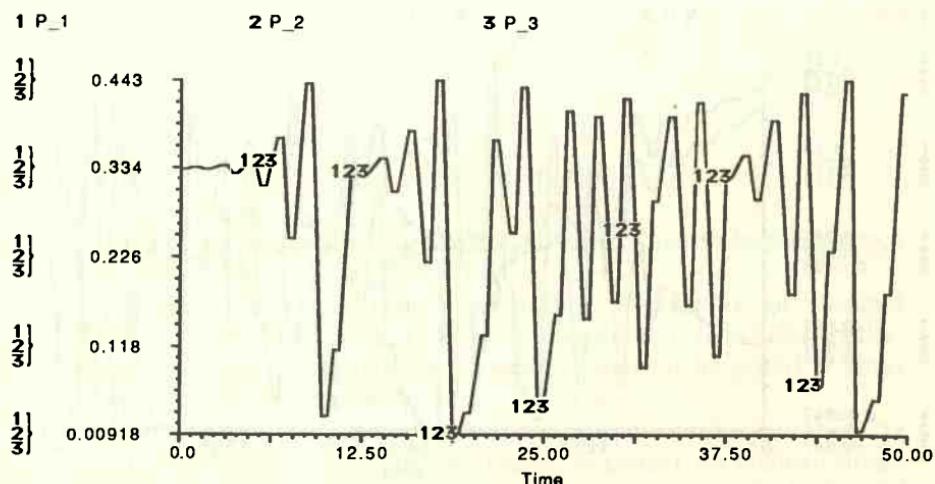
Asse Y = P_1, P_2, P_3 ; Asse X = tempo

Fig. 8 – Comportamento caotico nel modello di interazione spaziale



Asse Y = P_1, P_2, P_3 ; Asse X = tempo

Fig. 9 – Il fenomeno dell'intermittenza nel modello di interazione spaziale



Asse Y = P_1, P_2, P_3 ; Asse X = tempo

Fig. 10 – Comportamento irregolare nei modelli di interazione spaziale con uguali valori dell'utilità marginale

menti instabili all'aumentare del valore dell'utilità marginale. In particolare a parità di valori nei parametri e nelle condizioni iniziali, il modello logit dinamico in termini assoluti mostra un andamento nel tempo più chiaramente irregolare rispetto al logit in termini relativi.

2. Dinamiche caotiche nei modelli logit con ritardo

In questo paragrafo verrà esaminato il comportamento dinamico emergente da un modello logit con ritardo. In altre parole si analizzerà la crescita della popolazione P_j (in percentuale) la cui evoluzione in dato periodo (t) è governata dalla popolazione del tempo precedente ($t-1$). Assumiamo per semplicità il caso degenero, eliminando l'influenza del termine di interazione nell'espressione (4) ed incorporiamo l'effetto ritardo nell'equazione (9) come segue:

$$P_{j,t+1} = N \cdot P_{j,t} \left(1 - \frac{N-1}{N} \cdot P_{j,t-1}\right) \quad (13)$$

È evidente che il nuovo modello logit-degenero (13) (in termini discreti) contiene un termine non lineare che regola la dimensione della popolazione attraverso l'effetto «ritardo» della generazione precedente.

L'equazione con ritardo (13) può essere poi trasformata in un sistema bidimensionale (si veda anche ad es. Nijkamp, Reggiani, 1991), introducendo la seguente variabile ausiliaria:

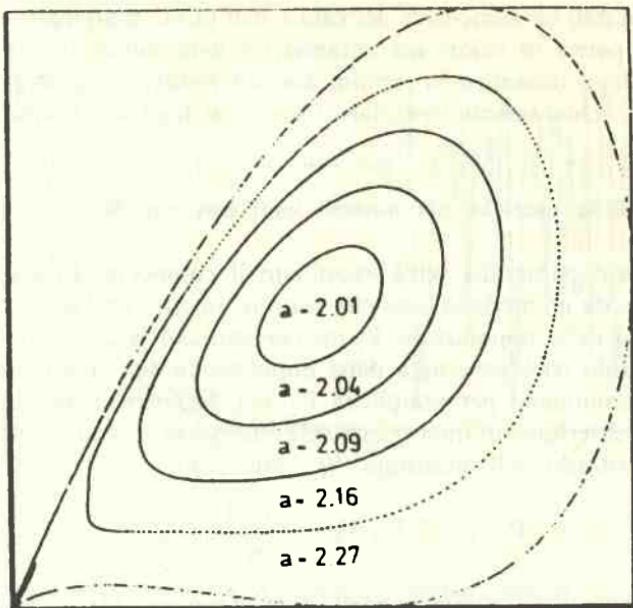
$$Q_{j,t} = \epsilon P_{j,t-1} \quad (14)$$

cosicché l'equazione (13) risulta equivalente a:

$$\begin{aligned} P_{j,t+1} &= N \cdot P_{j,t} \left(1 - \frac{N-1}{N\epsilon} \cdot Q_{j,t}\right) \\ Q_{j,t+1} &= \epsilon P_{j,t} \end{aligned} \quad (15)$$

Il sistema (15) rappresenta un caso speciale della classe di relazioni di tipo preda-predatore. $Q_{j,t}$ (predatore) può essere infatti interpretato come la mancanza (cumulata) di disponibilità dell'alternativa j (ad esempio, la mancanza di capacità nei mezzi di trasporto) la cui influenza è la riduzione della popolazione P_j (preda) attraverso il parametro $N-1/\epsilon$; $\epsilon \leq 1$ è il tasso secondo cui $Q_{j,t}$ aumenta in relazione alla popolazione del tempo precedente.

L'analisi di stabilità relativa al sistema (15) mostra infine un pun-



Asse Y = P_{t+1} ; Asse X = P_t

Fig. 11 - L'attrattore strano per la mappa dell'equazione logistica ritardata (Aronson et al., 1982, p. 309)

to fisso in $(0,0)$, stabile per $0 \leq N < 1$ ed instabile per $N > 1$. Il secondo punto fisso $(1,\epsilon)$ risulta instabile per $0 < N < 1$, stabile per $1 < N < 2$ e soggetto ad una biforcazione di Hopf per $N = 2$ (si veda l'Appendice A).

Questi risultati sono indubbiamente interessanti se confrontati con quelli emergenti dall'equazione logistica standard — con ritardo — relativa ad una data popolazione biologica P (cfr. Maynard Smith, 1968):

$$P_{t+1} = N \cdot P_t \cdot (1 - P_{t-1}) \quad (16)$$

dove P_t rappresenta la densità della popolazione nella t -esima generazione ed N è il solito parametro di crescita.

Il modello (16) è stato analizzato da parecchi autori (si veda, ad esempio, Aronson et al., 1982; Lauwerier 1986; Pounder, Rogers, 1980). In particolare è stato dimostrato che il punto fisso $(N - 1/N, N - 1/N)$

relativo al sistema (16) è stabile per $1 < N < 2$. Appena N supera il valore 2 il punto fisso perde la stabilità attraverso una biforcazione di Hopf, dando origine ad un regime caotico. In particolare per $N = 2.27$ emerge un orbita omoclinica (cfr. Pounder, Rogers, 1980) che determina un attrattore strano la cui configurazione è abbastanza simile a quella ottenuta da Hénon (1976) (si veda la fig. 11).

Si può concludere quindi che per il valore $N > 2$ si ha la possibilità di un regime caotico sia per il modello logit con ritardo – nella versione degenera (13) – che per l'equazione logistica con ritardo (16); l'unica differenza consiste nel valore del punto fisso non banale. Il modello logit (degenera) con ritardo può inoltre evidenziare i *caratteri frattali* del tipo di Hénon.

Se osserviamo inoltre i diagrammi di biforcazione (fig. 12 e fig. 13) emergenti dai due casi, si può certamente affermare che, analogamente al modello (16), il modello (13) mostra un andamento caotico per $2 < N < 2.27$.

Bisogna tuttavia notare che – nel caso del modello logit con ritardo – il regime caotico produce valori non accettabili (ossia valori di P_j negativi o maggiori dell'unità); ai fini di una soluzione fattibile l'unico comportamento accettabile è il passaggio a valori di P_j positivi o minori di uno, determinando così improvvisi «salti nel processo di decisione».

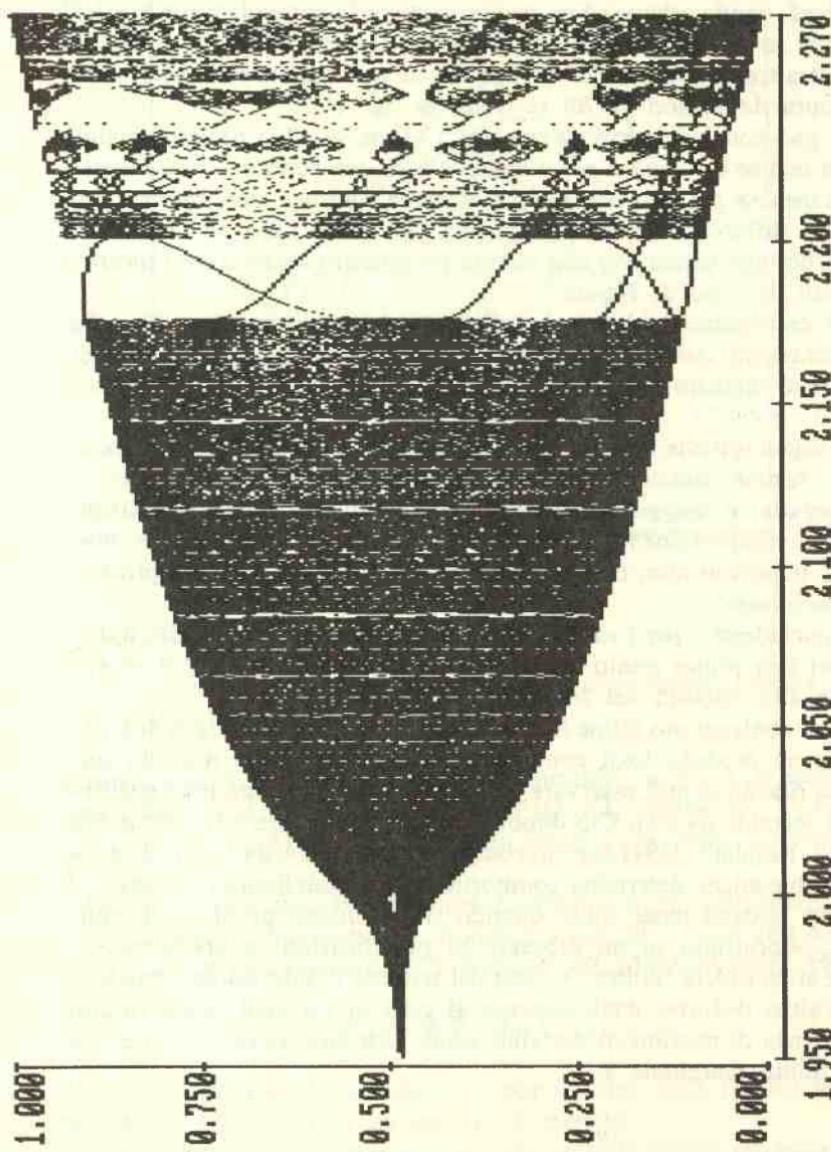
Concludendo, per i valori $0 < N < 1$ il sistema (15) tende alla stabilità nel suo primo punto fisso $(0,0)$; per i valori $1 \leq N < 2$ il sistema tende alla stabilità nel secondo punto fisso $(1, \epsilon)$.

Se si confrontano infine le condizioni di stabilità – nel caso degenera – di un modello logit con ritardo con quelle di un modello logit senza ritardo si può osservare che le prime ($N < 2$) sono più restrittive delle seconde ($N < 3$). Ciò dimostra ancora una volta (cfr. anche Nijkamp, Reggiani, 1991) che l'introduzione di effetti «ritardo» nelle equazioni dinamiche determina comportamenti destabilizzanti e caotici: di questo bisogna tener conto quando si affrontano problemi di «time lag», soprattutto in un processo di pianificazione e previsione.

Se si considera inoltre l'effetto del termine di interazione, possiamo senz'altro dedurre, analogamente al caso di un logit senza ritardo, l'esistenza di movimenti destabilizzanti, sicuramente per valori elevati dell'utilità marginale α_j .

3. Conclusioni

In questo lavoro si è mostrata la possibilità di comportamenti insta-



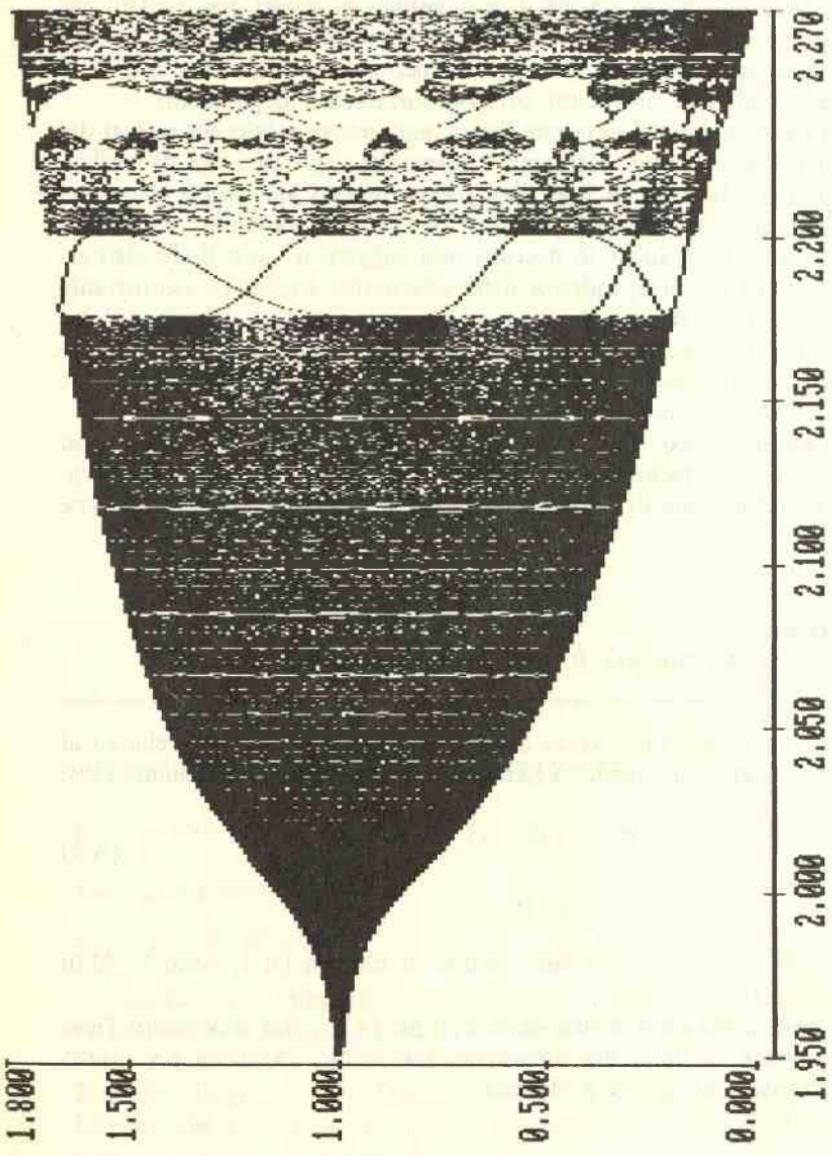


Fig. 13 – Diagramma di biforcazione per il modello logit ritardato nel caso degenero ($1.9 < N < 2.27$)

bili e caotici per un modello logit dinamico con o senza ritardo.

A questo proposito si rendono necessarie alcune osservazioni conclusive. In primo luogo poiché il caos appare in questi due modelli per valori elevati dell'utilità marginale α_j , è necessario esaminare le condizioni economiche e fisiche che producono alti valori di α_j e di conseguenza difficili previsioni sul comportamento degli attori.

In secondo luogo, la possibilità di andamenti caotici emergenti dai modelli logit dinamici richiama l'attenzione sugli altri tipi di modelli (come il probit, nested logit, ecc.) appartenenti alla stessa classe dei modelli di scelta discreta: in altre parole ci si domanda se il caos possa instaurarsi anche in decisorii non soggetti al noto limite dell'assunzione dell'interdipendenza delle alternative irrilevanti (sottostante i modelli logit dinamici).

Infine i modelli esaminati mostrano l'importanza della funzione logistica (a cui si possono ricondurre) in quanto questa può sicuramente evidenziare dinamiche caotiche.

Di conseguenza l'analisi di questa funzione, relativamente anche ad altri modelli, nonché l'esame della velocità di cambiamento dei parametri risulta essere di primaria importanza per l'instaurarsi del regime caotico.

Appendice A.

Analisi di stabilità per il modello logit con ritardo

In questa appendice verrà condotta l'analisi di stabilità relativa al modello logit con ritardo. Riscriviamo, per comodità, il sistema (15):

$$P_{j,t+1} = NP_{j,t} \left(1 - \frac{N-1}{N\epsilon} Q_{j,t}\right) \quad (A.1)$$

$$Q_{j,t+1} = \epsilon P_{j,t}$$

È evidente che i punti fissi relativi al sistema (A.1) sono $F_0 (0,0)$ e $F_1 (1, \epsilon)$.

Il comportamento locale della mappa (A.1), nel suo punto fisso F , è governato dalla sua linearizzazione locale, calcolata per mezzo del relativo Jacobiano J . Poiché

$$J = \begin{vmatrix} N - (N-1)Q_j/\epsilon & -(N-1)P_j/\epsilon \\ \epsilon & 0 \end{vmatrix} \quad (A.2)$$

otteniamo

$$J(0,0) = \begin{vmatrix} N & 0 \\ \epsilon & 0 \end{vmatrix} \quad (A.3)$$

L'equazione caratteristica della matrice (A.3) è:

$$K^2 - NK = 0 \quad (A.4)$$

con autovalori $K_1 = 0$ e $K_2 = N$. È evidente che per $N < 1$ si ha $K_1 < 1$ e $K_2 < 1$, con la conseguente stabilità del punto F_0 .

Consideriamo quindi:

$$J(1,\epsilon) = \begin{vmatrix} 1 & (1-N)/\epsilon \\ \epsilon & 0 \end{vmatrix} \quad (A.5)$$

ottenendo la seguente equazione caratteristica:

$$K^2 - K + (N-1) = 0 \quad (A.6)$$

con autovalori:

$$K_{1,2} = (1 \pm \sqrt{5-4N})/2 \quad (A.7)$$

L'equazione caratteristica (A.6) è la stessa che emerge dalla linearizzazione della mappa logistica con ritardo (13) intorno al suo punto fisso $(N-1/N, N-1/N)$: essa è stata profondamente analizzata da Pounder, Rogers (1980). Seguendo quindi questi autori possiamo affermare che si origina una soluzione stabile per $1 < N < 2$. Per $N = 2$ subentra una biforcazione di Hopf.

Come sintesi possiamo infine compattare i risultati nella forma finale illustrata dalla tabella 1:

Tab. 1 - Soluzioni dell'analisi di stabilità per il modello logit con ritardo (13)

N	$F(0,0)$	$F(I,\epsilon)$
$0 < N < 1$	nodo stabile	nodo instabile
$1 < N < 1.25$	nodo instabile	nodo stabile
$1.25 < N < 2$	nodo instabile	nodo stabile
$2 < N$	nodo instabile	nodo stabile

Note

1. Nel presente lavoro vengono sottintese alcune definizioni e conoscenze elementari sulla dinamica non lineare e sulla matematica del caos. Per ulteriori dettagli si raccomandano alcuni testi base, quali: Collet, Eckmann (1980), Devaney (1986), Guckenheimer, Holmes (1983), Iooss (1979), Poston, Stewart (1986) e Schuster (1988).
2. Per la definizione di punto fisso, attrattore ed altri termini relativi all'analisi non lineare si veda anche Nijkamp, Reggiani (1990).
3. Per ulteriori approfondimenti sull'equivalenza tra modelli logit e modelli di interazione spaziale si veda Nijkamp, Reggiani (1989).

Riferimenti bibliografici

- Andersen, D.F., ed. (1988), *Chaos in System Dynamic Models; Special Issue System Dynamics Review*, 4, 1-2.
- Aronson, D.G., Chory, M.A., Hall, G.R., Mc Gehee, R.P. (1982), «Bifurcation from an Invariant Circle for Two-Parameter Families of Maps of the Plane: A Computer-Assisted Study», *Communication in Mathematical Physics*, 83, 303-345.
- Ben-Akiva, M., De Palma, A. (1986), «Analysis of a Dynamic Residential Location Choice Model with Transaction Costs», *Journal of Regional Science*, 26, 2, 321-341.
- Benhabib, J., Day, R.H. (1982), «A Characterization of Erratic Dynamics in the Overlapping Generations Model», *Journal of Economic Dynamics and Control*, 4, 37-55.
- Boldrin, M. (1988), *Persistent Oscillations and Chaos in Dynamics Economic Models: Notes for a Survey*, Sfi Studies in the Science of Complexity, Addison-Wesley, Redwood City, CA, 49-75.
- Chiarella, C. (1988), «The Cobweb Model: Its Instability and the Onset of Chaos», *Economic Modelling*, 5, 4, 377-384.
- Collet, P., Eckmann, J.P. (1980), *Iterated Maps on the Interval ad Dynamical Systems*, Birkhauser, Boston.
- Day, R.H. (1982), «Irregular Growth Cycles», *American Economic Review*, 72, 406-414.

- Dendrinos, D.S. (1984), *Turbulence and Fundamental Urban/Regional Dynamics*, rel. all'American Association of Geographers, Washington D.C., Apr.
- Dendrinos, D.S. (1986), «On the Incongruous Spatial Employment Dynamics», in Nijkamp, P., ed., *Tecnological Change, Employment and Spatial Dynamics*, Springer, Berlin, 321-339.
- Dendrinos, D.S., Sonis, M. (1987), «The Onset of Turbulence in Discrete Relative Multiple Spatial Dynamics», *Applied Mathematics and Computation*, 22, 25-44.
- De Palma, A., Lefevre, C. (1983), «Individual Decision-Making in Dynamic Collective Systems», *Journal of Mathematical Sociology*, 9, 103-124.
- Devaney, R.L. (1986), *Chaotic Dynamical Systems*, Menlo Park, CA.
- Fischer, M.M., Nijkamp, P. (1987), «From Static Towards Dynamic Discrete Choice Modelling: A State of the Art Review», *Regional Science and Urban Economics*, 17, 1, 3-27.
- Golledge, R., Timmermans, H.J.P., eds. (1988), *Behavioural Modelling in Geography and Planning*, Croom Helm, London.
- Grandmont, J.M. (1985), «On Endogenous Competitive Business Cycles», *Econometrica*, 53, 995-1046.
- Grandmont, J.M., ed. (1986), *Special Issue Journal of Economic Theory*, 40.
- Guckenheimer, J., Holmes, P. (1983), *Non-Linear Oscillations. Dynamical Systems and Bifurcation of Vector Fields*, Springer, Berlin.
- Guckenheimer, J., Oster, G., Ipachti, A. (1977), «The Dynamics of the Density Dependent Population Models», *Journal of Mathematical Biology*, 4, 101-147.
- Haag, G. (1986), «A Stochastic Theory for Residential and Labour Mobility including Travel Networks», *Tecnological Change. Employment and Spatial Dynamics* (Nijkamp, P., ed.), Springer Berlin, 340-357.
- Heckman, J.J. (1981), «Statistical Models for Discrete Panel Data», in Manski, C.F., McFadden, D., eds., *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications* MIT, Cambridge, Mass., 114-178.
- Hénon, M. (1976), «A Two-dimensional Mapping with a Strange Attractor» *Communication in Mathematical Physics*, 50, 69-70.
- Iooss, G. (1989), *Bifurcations of Maps and Applications*, North-Holland, New York.
- Kelsey, D. (1988), «The Economics of Chaos or the Chaos of Economics» *Oxford Economic Papers*, 40, 1-31.
- Lauwerier, H.A. (1986), «Two-Dimensional Iterative Maps», in Holden, A.V., ed., *Chaos*, Manchester U.P., Manchester, 58-95.
- Leonardi, G. (1983), «An Optimal Control Representation of Stochastic Multistage Multiactor Choice Process», in Griffith, D., Lea, A., eds., *Evolving Geographical Structures*, Martinus Nijhoff, The Hague, 62-72.
- Li, T.Y., Yorke, J.A. (1975), «Period Three Implies Chaos», *American Mathematical Monthly*, 82, 10, 985-992.
- Lung, Y. (1988), «Complexity and Spatial Dynamics Modelling: From Catastrophe Theory to Self-Organizing Process: a Review of Literature», *The Annals of Regional Science*, 22, 2, 81-111.
- May, R. (1976), «Simple Mathematical Models with Very Complicated Dynamics», *Nature*, 261, 459-467.
- Maynard Smith, J. (1968), *Mathematical Ideas in Biology*, Cambridge U.P., Cambridge.
- Nijkamp, P. (1987a), «Long-Term Economics Fluctuations: A Spatial View», *Socio-Economic Planning Sciences*, 21, 3, 189-197.

- Nijkamp, P., ed. (1987b), *Discrete Spatial Choice Analysis: Special Issue Regional Science and Urban Economics*, 17, 1.
- Nijkamp, P., Reggiani, A. (1989a), «Entropy, Spatial Interaction Models and Discrete Choice Analysis: Static and Dynamic Analogies», *European Journal of Operational Research*, 36, 2, 186-196.
- Nijkamp, P., Reggiani, A. (1988b), «Dynamic Spatial Interaction Models: New Directions», *Environment and Planning A*, 20, 1449-1460.
- Nijkamp, P., Reggiani, A. (1989), «Spatial Interaction and Discrete Choice: Statics and Dynamics», in Hauer, H., Timmermans, H., Wrigley, N., eds., *Urban Dynamics and Spatial Choice Behaviour*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 125-151.
- Nijkamp, P., Reggiani, A. (1990), «Theory of Chaos: Relevance for Analysing Spatial Processes», in Fischer, M.M., Nijkamp, P., Papageorgiou, Y.Y., eds., *Spatial Choice and Processes*, North Holland, Amsterdam, 49-80.
- Nijkamp, P., Reggiani, A. (1991), «Impacts of Multiple Period Lags in Dynamic Logit Models», *Geographical Analysis* (in corso di stampa).
- Poston, J.M.T., Stewart, H.N. (1986), *Non-Linear Dynamics and Chaos*, Wiley, Chichester.
- Pounder, J.R., Rogers, T.D. (1980), «The Geometry of Chaos: Dynamics of a Non-Linear Second-Order Difference Equation», *Bulletin of Mathematical Biology*, 42, 551-597.
- Reggiani, A. (1990), *Spatial Interaction Models: New Directions*, Ph.D. Dissertation, Department of Economics, Free University, Amsterdam.
- Reiner, B., Munz, M., Haag, G., Weidlich, W. (1986), «Chaotic Evolution of Migratory System», *Sistemi urbani*, 2-3, 551-597.
- Schuster, H.G. (1988), *Deterministic Chaos*, VCM, Weinheim.
- Sonis, M. (1986), «A Unified Theory of Innovation Diffusion, Dynamic Choice of Alternatives, Ecological Dynamic and Urban/Regional Growth and Decline», *Ricerche Economiche*, XL, 4, 696-723.
- Sonis, M., Dendrinos, D.S. (1987), «Period-Doubling in Discrete Relative Spatial Dynamics and the Feigenbaum Sequence», *Mathematical Modelling: an International Journal*, 9, 539-546.
- Sterman, J.D. (1985), «A Behavioural Model of the Economic Long Wave», *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 5, 17-53.
- White, R.W. (1985), «Transition to Chaos with Increasing System complexity» *Environment and Planning*, 17, 387-396.
- Wilson, A.G. (1981), *Catastrophe Theory and Bifurcation*, Croom Helm, London.

L'USO E L'INTERPRETAZIONE DI REGRESSIONI BASATE SU DATI TERRITORIALI NELLA MODELLISTICA ECONOMICA*

di Giuseppe Arbia

Introduzione

In anni recenti si è registrato tra statistici ed econometri un crescente interesse nell'uso dei dati spaziali per la validazione di teorie economiche (Fisher, 1971; Granger, 1974; Upton, Fingleton, 1985; Bennett, Haining, 1985).

Tale fenomeno può essere ricondotto a due ordini di motivi. Il primo motivo è che l'osservazione di una variabile economica distribuita nello spazio è di interesse per il ricercatore il cui scopo sia quello di testare teorie economiche regionali quali, ad esempio, l'esistenza di spill-over regionali, diffusione territoriale o teorie delle località centrali (Paelink, Nijkamp, 1975).

Il secondo motivo riguarda l'interesse più generale rivolto all'analisi di dati spaziali da statistici ed econometri per il fatto che questi forniscono di norma un più gran numero di gradi di libertà da sfruttare nelle analisi di regressioni e, di conseguenza, stime più accurate dei parametri (Hepple, 1984; Bennet, 1979). Le serie spaziali attualmente disponibili in Italia, ad esempio, forniscono per tutta una serie di variabili economiche una disaggregazione al livello comunale la quale fornisce più di 8000 osservazioni simultanee del fenomeno oggetto di studio; quante ne fornirebbe, pertanto, una serie storica mensile lunga 700 anni!

La maggior parte della letteratura esistente si è concentrata sui pro-

* Utili suggerimenti sono stati tratti dalle discussioni avute con il prof. P. Sylos Labini dell'Università di Roma e con il prof. C.W.J. Granger dell'Università della California a San Diego.

blemi statistici che sorgono nell'uso di dati spaziali nelle regressioni (Bennet, 1979; Cliff, Ord, 1981; Ripley, 1981; Upton, Fingleton, 1985) un problema al quale abbiamo dedicato anche alcuni nostri studi precedenti (Arbia, 1986 e 1989b). Molti meno sforzi sono stati dedicati, invece, alla interpretazione delle stime statistiche basate su dati spaziali sia in termini di una comprensione del meccanismo causale sottostante l'economia, sia in termini della loro relazione con le stime fornite da serie storiche. Mentre utili suggerimenti sull'argomento possono essere raccolti dalla letteratura che tratta dei legami tra serie storiche e dati sezionali (si vedano, ad esempio, Modigliani, Brunderg, 1959; Blalock, 1964; Stocker, 1982; Friedman, 1956; Sargent, 1979) gli unici esempi di lavori direttamente connessi con tale problematica restano, a nostra conoscenza, i lavori dovuti a Clive Granger negli anni '70 (Granger, 1969b e 1974).

Lo scopo principale della presente nota è quello di introdurre alcuni dei problemi teorici che sorgono nella interpretazione di regressioni basate su dati spaziali e di fornire alcune possibili spiegazioni. L'organizzazione del lavoro è la seguente. Nel paragrafo 1 introdurremo alcune definizioni utili per gli sviluppi successivi del lavoro.

Nel paragrafo 2 discuteremo alcune delle condizioni per l'uso di dati spaziali al fine di individuare legami di causalità tra variabili economiche. Il paragrafo 3 è dedicato alla discussione delle relazioni tra coefficienti di regressioni basate su serie storiche (d'ora in avanti TSR) e quelle basate su serie spaziali (SSR). Nel corso di questo paragrafo verrà dimostrata empiricamente l'esistenza di un legame tra i coefficienti TSR ed i coefficienti SSR. Nel paragrafo 4 dimostreremo analiticamente la relazione empirica riscontrata nel paragrafo 3. Infine, nel paragrafo 5 riassumeremo i principali risultati mentre il paragrafo 6 è dedicato ad alcune considerazioni conclusive.

1. Definizioni

Lo scopo del presente paragrafo è quello di introdurre due dei problemi fondamentali che sorgono nell'interpretazione dei risultati di regressioni basate su serie spaziali, ovvero il problema dell'individuazione di legami di causalità ed il problema di stabilire quale sia il legame tra stime basate su serie storiche (TSR) e stime basate su serie spaziali (SSR).

In termini formali possiamo riassumere la situazione che ci interessa come segue. Si supponga di essere interessati nella spiegazione del

Tab. 1

	Spazio	<i>I</i>	2	<i>j</i> <i>n</i>
Tempo				
1		$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	$x_{1,j} \dots x_{1,n}$
2		$x_{2,1}$	$x_{2,2}$	$x_{2,j} \dots x_{2,n}$
<i>t</i>		$x_{t,1}$	$x_{t,2}$	$x_{t,j} \dots x_{t,n}$
T		$x_{T,1}$	$x_{T,2}$	$x_{T,j} \dots x_{T,n}$

comportamento di una variabile economica *Y* e che, sulla base di ragionamenti di natura teorica, abbiamo selezionato una seconda variabile *X* come una possibile spiegazione del meccanismo causale che soggiace i valori di *Y*. Si assume inoltre di avere a disposizione osservazioni temporali e spaziali di entrambe le variabili articolate secondo la tabella 1 con un'analogia tabella per la variabile *Y*.

Qualora le informazioni statistiche fossero disponibili ad un tale livello di dettaglio sarebbe immediato costruire modelli spazio-temporali e studiare lo sviluppo temporale nonché, la diffusione spaziale di entrambe le variabili e delle loro mutue relazioni (Bennet, 1979).

Sfortunatamente questa però è solo una situazione teorica. Ad esempio in Italia non esistono variabili economiche raccolte ad un buon livello di dettaglio territoriale su base periodica (il massimo livello di disaggregazione al quale si possono ottenere serie storiche sufficientemente lunghe è il livello delle 20 regioni amministrative). Ciò che accade più di frequente nella pratica è avere a disposizione dati spaziali dettagliati solo con frequenza molto bassa o in corrispondenza di indagini occasionali (ad esempio dieci anni in occasione dei censimenti) e di disporre invece di serie storiche aggregate su una base più regolare.

Tale situazione implica che il ricercatore ha in mano solo una versione ridotta della tabella dei dati precedentemente riportata che può essere schematizzata nella tabella 2 dove $x_t = \sum_j x_{tj}$ con $j = 1, \dots, n$ ed analogamente per *y*.

La scelta che si pone dunque è quella di stimare la relazione dinamica tra le due variabili ad un livello aggregato facendo uso della serie storica disponibile o, alternativamente, di concentrarsi sulle caratteristiche statiche della relazione e stimarla sulla base della serie spaziale sincronica disponibile per un particolare istante di tempo *t'*.

Tab. 2

Spazio	1	2	...	n
Tempo				
1				$x_{1,1}$
2				$x_{2,1}$
...				...
t'	$x_{t',1}$	$x_{t',2}$...	$x_{t',n}$
...				...
T				$x_{T,1}$

Nel primo caso si può stimare un modello regressivo spazialmente aggregato tra serie storiche (modello TSR) definito, ad esempio, come

$$y_{t,i} = {}_t a + {}_t b x_{t,i} \quad (1)$$

dove $t = 1, \dots, T$, rappresenta l'indice temporale per il quale le informazioni sono disponibili.

Alternativamente possiamo stimare un secondo modello basato sulla serie spaziale disponibile tenendo costante la dimensione temporale ed ottenendo dunque

$$Y_{t,i} = {}_s a + {}_s b X_{t,i} \quad (2)$$

dove l'indice $i = 1, \dots, n$ si riferisce alle località (ad esempio le regioni) nelle quali le due variabili sono osservate.

Ora l'insieme dei problemi descritti in precedenza può essere riformulato in termini maggiormente formali ricercando una risposta alle seguenti domande:

(i) È possibile attribuire al coefficiente di regressione ${}_s b$ nella formula (2) un significato causativo analogo a quello di norma attribuito al coefficiente ${}_t b$ della formula (1)?

(ii) È possibile stabilire una relazione di tipo formale tra i coefficienti ${}_t b$ e ${}_s b$?

Per trovare una risposta alla prima domanda è necessario introdurre, a questo punto, alcuni elementi circa la ricerca di relazioni casuali tra variabili economiche. Questo è lo scopo del paragrafo 2. Ci occuperemo invece del secondo problema nel corso dei paragrafi 3 e 4.

2. L'individuazione della causalità con dati spaziali e temporali

È noto che il mero fatto che due variabili siano correlate non è di per sé sufficiente a stabilire una relazione causativa tra di esse. Esistono infatti una serie di altre possibili spiegazioni tra le quali la circostanza di essere effetti congiunti della medesima causa, che esistono concatenazioni con altre cause o infine effetti di feedback.

Il problema della individuazione della causalità attraverso l'esame di serie storiche è stato pienamente riconosciuto in statistica ed economia solo a seguito di una serie di lavori dovuti a Clive Granger (Granger, 1969a, 1969b, 1980 e 1982; Granger, Newbold, 1977) sul cui lavoro il presente paragrafo sarà fondamentalmente basato.

Si definisca S_t come l'insieme di informazioni disponibili all'istante t per il fenomeno oggetto di studio, ovvero l'insieme di variabili selezionate ivi incluse le variabili X_t and Y_t . Se è possibile predire meglio il valore Y_{t+1} usando S_t ed X_{t+1} piuttosto che solo S_t , allora X_t causa Y_t , o, nella corrente terminologia scientifica, X_t *Granger-causa* Y_t . Questa definizione è sufficiente agli scopi della presente nota. Per ulteriori approfondimenti si vedano i lavori di Granger citati ed Engle et al. (1983).

Sebbene la definizione di causalità data non è interamente soddisfacente, è al presente quella maggiormente accettata per il fatto che almeno suggerisce un appoggio operativo.

È tuttavia immediato osservare che la Granger-causalità è fortemente connessa al concetto di tempo. La causalità *instantanea* basata su eventi sincronizzati non è pertanto verificabile sulla base della definizione di Granger (alcune eccezioni sono discusse in Granger, 1969a). In questa situazione si potrebbe essere tentati di abbandonare l'idea di testare relazioni causali con dati spaziali che sono, per definizione, sincronizzati.

Tuttavia, si può osservare che, a causa di limitazioni nella disponibilità dei dati, la perfetta sincronizzazione di serie spaziali è solo un caso teorico rilevabile solo molto raramente nella pratica.

Inoltre la natura della variabile economica considerata può giocare un ruolo fondamentale. Da questo punto di vista occorre distinguere tra variabili stock e variabili flusso. Le variabili stock, come la popolazione o l'offerta di lavoro ad un livello regionale, sono osservate in un preciso istante di tempo, di solito l'istante centrale o finale dell'intervallo di tempo considerato (ad esempio l'anno). Al contrario una variabile flusso, come ad esempio il reddito o la formazione di capitale ad un livello regionale, può essere osservata solo come la somma (o al limite l'integrale si veda Bergstrom, 1990) di tutti i flussi che si

sono verificati in un certo intervallo di tempo (ad esempio l'anno).

Avendo a mente tale distinzione, possiamo ora notare come una variabile stock osservata all'istante t' possa benissimo essere causata da una variabile flusso con l'unica condizione che quest'ultima sia osservata in un intervallo di tempo che almeno contenga l'istante t' .

La definizione di causalità di Granger, pertanto, può essere estesa al caso di causalità istantanea in serie spaziali, con il requisito addizionale che solo una variabile flusso può essere causa di una variabile stock mentre il contrario non è possibile.

Tale condizione può essere espressa nei termini della notazione precedentemente introdotta.

Si supponga che Y_t sia una variabile stock osservata ad un certo livello territoriale all'istante t' , e si assuma inoltre che S_t rappresenti un insieme di variabili (stock o flusso) osservate nello stesso istante di tempo; se Y_t può essere predetto meglio in un istante di tempo futuro usando S_t e la variabile flusso X_t osservata nell'intervallo $t-1 \div t$, piuttosto che usando solo S_t , allora X_t Granger-causa istantaneamente Y_t .

Possiamo pertanto dare una risposta al primo quesito posto al principio del paragrafo 1 ovvero se sia possibile attribuire al coefficiente di regressione spaziale un significato causativo analogo a quello di norma attribuito al coefficiente di regressione temporale.

La causalità istantanea può, in linea di principio, essere individuata tramite dati spaziali, ma il criterio di raccolta dei dati e la natura intrinseca delle variabili economiche considerate devono essere esaminati con maggior cura ed ogni problema deve essere trattato individualmente.

3. La relazione empirica tra i coefficienti di regressione basati su dati spaziali e temporali

Torniamo ora alle formule (1) e (2) al fine di investigare se esista una relazione che lega i coefficienti di regressione nelle due equazioni.

Affronteremo questo problema mostrando dapprima i risultati di un'analisi empirica condotta sulla base di dati reali relativi all'economia italiana (si veda Arbia, 1989a).

Innanzitutto si ipotizzi che esista una relazione basata sul principio della domanda effettiva e che leggi la offerta di lavoro (L) ed il livello di reddito (Y).

$$L = f(Y) \quad (3)$$

Tale relazione è stata prescelta unicamente a scopi illustrativi per la disponibilità di dati adeguati. Non occorre dunque addentrarsi più a lungo nelle sue motivazioni sostanziali. Tuttavia vale la pena osservare che la relazione espressa nella equazione (3) è del tipo che consente una interpretazione causale così come è stata definita nel paragrafo 2 essendo la variabile dipendente uno stock e la variabile indipendente un flusso.

Sulla base dei dati attualmente disponibili in Italia è possibile costruire per entrambe le variabili una serie storica ed una serie spaziale sufficientemente disaggregata. Allo scopo della presente discussione abbiamo considerato in particolare l'aggregato nazionale del valore aggiunto nell'intervallo di tempo 1960-1983 (si veda ad esempio, Istat, 1986). Inoltre, per lo stesso intervallo di tempo sono disponibili informazioni circa il numero totale di occupati a livello nazionale sulla base delle indagini periodiche dell'Istat sulle forze di lavoro (Istat, 1987). Al fine di costruire un'analoga serie spaziale per le due variabili in parola abbiamo considerato il numero totale di occupati a livello provinciale nel 1981 risultante dal censimento Istat (Istat, 1982) ed il valore aggiunto allo stesso livello di disaggregazione territoriale nello stesso anno desunto dall'Unioncamera (Unioncamere, 1985).

Avendo chiarito la natura dei dati è ora possibile stimare la relazione espressa nella (3) sia attraverso un modello di regressione spaziale che attraverso un modello di regressione temporale.

Nel primo caso sulla base della serie storica 1960-1983, ed assumendo una specificazione lineare otteniamo:

$$L = 19.06 + 0.014 Y \quad (4)$$

(48.08) (2.35)

$$R^2 = 0.28 \quad F = 5.5$$

dove i numeri tra parentesi al di sotto dei coefficienti di regressione indicano i valori del test t di Student.

Al contrario, sulla base della serie spaziale al 1981 per la medesima relazione si ottiene:

$$L = 16.23 + 0.047 Y \quad (5)$$

(5.4) (97.6)

$$R^2 = 0.98 \quad F = 951.8 \quad I\text{-Moran} = 0.895$$

che, com'è immediato osservare, fornisce risultati migliori dell'equa-

zione (4) in termini di varianza spiegata e di significatività dei test in parte a causa degli accresciuti gradi di libertà.

Quello che si vuole sottoporre a verifica è se il coefficiente angolare nella formula (5) possa essere usato come approssimazione del coefficiente angolare nella (4) quando l'intervallo di tempo degenera a zero. In altre parole si vuole verificare la possibilità di usare coefficienti basati su dati spaziali in modelli temporali di breve periodo.

La maniera nella quale si è proceduto è la seguente. La relazione (4) è stata stimata ripetute volte eliminando progressivamente un anno ed osservando il comportamento del coefficiente angolare e dell'ordinata all'origine della retta.

Il risultato di tale operazione è riportato nelle figure 1 e 2 e nella tabella 3.

La prima caratteristica che emerge è il fatto che, eliminando progressivamente osservazioni temporali relative ad anni che sono lontani dall'anno di osservazione della serie spaziale (ovvero dal 1981) sia il coefficiente angolare che l'ordinata all'origine della retta tendono monotamente ai valori stimati attraverso la serie spaziale.

Quando si considerano meno di 16 osservazioni nel tempo, le stime dei coefficienti di regressione divengono, invece, più erratiche e tendono nuovamente a divergere dalle stime SSR.

Questa seconda caratteristica è tuttavia dovuta ai diminuiti gradi di libertà e, di conseguenza, le stime in questo caso sono di meno affidabili e sono riportate qui solo per completezza.

La conclusione suggerita da questo semplice esempio è che i valori numerici dei coefficienti TSR e dei coefficienti SSR sono collegati tra loro. In particolare i coefficienti TSR tendono ai valori SSR al tendere a zero dell'intervallo temporale di osservazione intorno all'anno di rilevazione della serie spaziale.

L'importanza di questo risultato è che un coefficiente stimato su serie spaziali può essere usato come sostituto di un coefficiente temporale in modelli previsivi di breve periodo quando fosse disponibile solo una serie storica di lunghezza limitata (per un risultato analogo riferito a dati cross-section si veda Stocker, 1982).

Il vantaggio di un tale approccio è che un coefficiente stimato su serie spaziali è, di norma, basato su un più gran numero di osservazioni ed è, pertanto, più affidabile di un coefficiente basato su osservazioni storiche.

Le conclusioni riportate nel presente paragrafo sono tutte basate sul singolo esperimento condotto; al fine di estendere la generalità di dette conclusioni nel prossimo paragrafo verranno ricavate le condizioni formali per l'utilizzo di coefficienti basati su regressioni spaziali in luogo di coefficienti temporali.

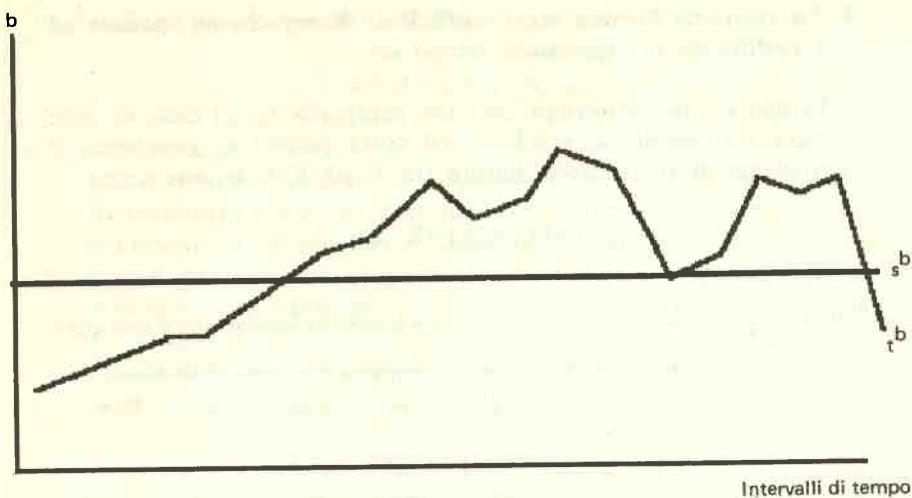


Fig. 1 – Coefficienti di correlazione spaziale ($,_s b$) e temporale ($,_t b$) nella regressione (1) con intervalli di tempo variabili

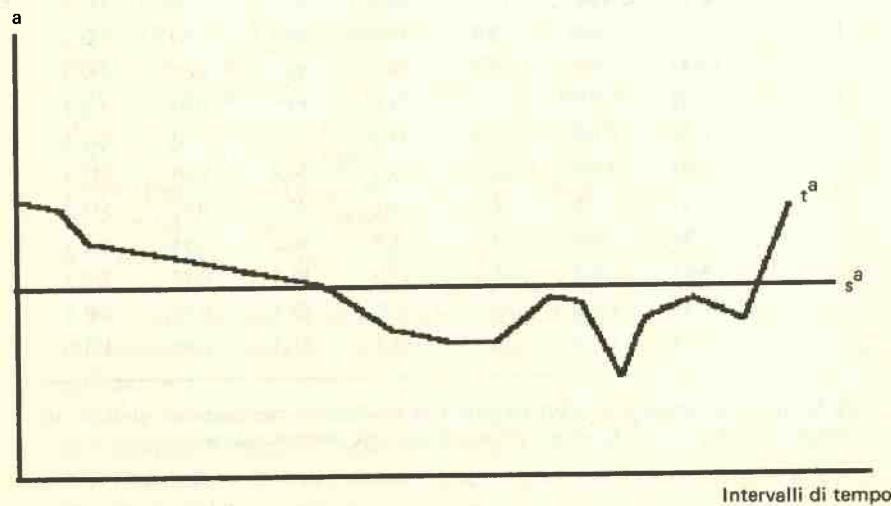


Fig. 2 – Intercette della regressione spaziale ($,_s a$) e temporale ($,_t a$) nella regressione (1) con intervalli di tempo variabili.

4. La relazione formale tra i coefficienti di regressione spaziale ad i coefficienti di regressione temporale

Tornando alle definizioni date nel paragrafo 1, nel caso di serie storiche assumendo $\sum_t x_{t.} = \sum_t y_{t.} = 0$ senza perdita di generalità, il coefficiente di correlazione lineare tra Y ed X è definito come

$$r_b = (\sum_t x_{t.} y_{t.}) / (\sum_t x_{t.}^2)^{1/2}$$

Tab. 3 – Risultati della regressione ricorsiva con progressiva eliminazione di osservazioni temporali

N. di oss.	Anni	r_b	$t(r_b)$	r_a	$t(r_a)$	R^2	F
24	60-83	0.014	2.3	19.0	48.1	0.28	5.5
23	61-83	0.019	3.1	18.7	46.4	0.31	9.4
22	62-83	0.024	4.2	18.3	47.7	0.47	18.0
21	63-83	0.030	5.7	17.9	50.1	0.63	32.5
20	64-83	0.035	6.9	17.5	51.1	0.73	48.9
19	65-83	0.041	9.9	17.1	58.9	0.85	99.2
18	66-83	0.047	12.5	16.7	63.1	0.91	155.5
17	67-83	0.049	12.0	16.5	56.1	0.91	144.6
16	68-83	0.054	13.9	16.1	56.7	0.93	192.7
15	69-83	0.057	14.6	15.8	54.0	0.94	213.5
14	70-83	0.062	15.6	15.5	52.3	0.95	242.8
13	71-83	0.054	14.9	15.3	46.8	0.95	221.4
12	72-83	0.059	18.3	14.8	50.7	0.97	335.2
11	73-83	0.069	14.5	14.9	40.2	0.96	211.3
10	74-83	0.063	18.4	15.9	56.7	0.97	337.9
9	75-83	0.050	25.5	15.7	83.8	0.99	649.3
8	76-83	0.053	23.5	14.4	71.3	0.98	553.0

N.B.: t(.) rappresentano i valori del test t di Student. F rappresentano i valori del test F di Fisher ed R^2 il valore del coefficiente di determinazione.

con $t = 1, \dots, T$. Analogamente nel caso di regressione spaziale assumendo $\sum_j x_{t.} = \sum_j y_{t.} = 0$ il coefficiente di correlazione lineare tra Y

ed X ad un dato istante di tempo t' e' uguale a

$$b = (\sum_i x_{ti} y_{ti}) / (\sum_i x_{ti}^2)^{-1}$$

con $i = 1, \dots, n$.

Se è chiaro il fatto che nei due casi si otterranno stime differenti del parametro b è altrettanto chiaro che i due valori dovranno essere *in qualche modo* collegati in conseguenza del fatto che i dati sono generati dal medesimo processo spazio-temporale. Il seguito della presente sezione sarà dedicato pertanto allo studio della relazione formale tra b and b .

Dalle definizioni precedentemente date il coefficiente di correlazione basato su serie storiche può essere anche espresso come

$$\begin{aligned} b &= [\sum_t (\sum_i x_{ti}) (\sum y_{ti})] / [\sum_t (\sum_i x_{ti}^2)]^{-1} = \\ &= [\sum_t (\sum_i x_{ti} y_{ti} + \sum_i \sum_{ji=j} x_{ti} y_{tj})] / [\sum_t (\sum_i x_{ti}^2 + \sum_i \sum_{ji=j} x_{ti} x_{tj})]^{-1} \end{aligned}$$

e, con ovvie posizioni,

$$[\sum_t (\sum_{ix} c_{ti} + \sum_i \sum_{ji=j} c_{tj})] / [\sum_t (\sum_{ix} s_{ti}^2 + \sum_i \sum_{ij=j} c_{tij})]^{-1} \quad (6)$$

Il primo termine al numeratore (c_{ti}) rappresenta la covarianza «in fase» tra X ed Y nella località i-esima all'istante di tempo t cioè il termine al quale ci si riferisce tradizionalmente come covarianza.

Il secondo termine al numeratore (c_{tj}) indica la cosiddetta «cross-covarianza ritardata» al tempo t tra la località i-esima e la località j-esima. Ci si riferisce talvolta a questo termine come all'effetto «spill over» (Paelink, Nijkamp, 1979), il quale esprime il fatto che la variabile X nella località i influenza il valore di una seconda variabile Y in una località differente j posto che i e j siano in prossimità l'una dell'altra.

Il primo termine a denominatore della (6) (s_{ti}^2) rappresenta semplicemente la varianza spaziale della variabile X nella località i-esima all'istante t.

Infine il secondo termine a denominatore (c_{tij}) rappresenta la autocovarianza spaziale della variabile X al tempo t tra la località i e la località j. Questo termine incorpora il concetto di dipendenza locale o «effetto contagio» (Granger, 1969b; Arbia, 1989b).

Introduciamo ora il concetto di stazionarietà locale nello spazio. Il processo generativo dei dati spazio-temporali è detto localmente sta-

zionario se (Arbia, 1989b) ${}_x s^2_{ti} = {}_x s^2_t$ per ogni i ed inoltre la autoconvarianza spaziale è

$${}_{xy} c_{t,ij} = \begin{cases} {}_x c_t & \text{se } j \in N(i) \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

con $N(j)$ l'insieme dei vicini della località j -esima.

Analoghe definizioni valgono, ovviamente, per la variabile Y .

Inoltre per la assunzione della stazionarietà locale, la cross-covarianza ritardata sarà pari a

$${}_{xy} c'_{t,ij} = \begin{cases} {}_{xy} c'_t & \text{se } j \in N(i) \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Se vale l'ipotesi di stazionarietà locale, la (6) si viene a semplificare in

$${}_{,t} b = [\Sigma_t (n_{xy} c_t + A_{xy} c'_t)] [\Sigma_t (n_x s^2_t + A_x c_t)]^{-1}$$

dove, in aggiunta alla notazione precedentemente introdotta « A » rappresenta la connettività del grafo associato, ovvero il numero totale di vicini del sistema spaziale nel suo complesso (si veda Arbia, 1989b per dettagli).

Se il processo è anche stazionario nel tempo si avrà inoltre che per ogni t

$${}_{xy} c_t = {}_{xy} c; \quad {}_{xy} c'_t = {}_{xy} c'; \quad {}_x s^2_t = {}_x s^2; \quad {}_x c_t = {}_x c$$

così che il legame tra ${}_{,t} b$ e ${}_{,s} b$ può essere espresso semplicemente da

$$\begin{aligned} {}_{,t} b &= [n_{xy} c + A_{xy} c'] [n_x s^2 + A_x c]^{-1} = \\ &= [{}_{,s} b + A n^{-1} {}_{xy} c' {}_x s^2] [I + A n^{-1} {}_x c {}_x s^2]^{-1} \end{aligned} \quad (7)$$

La formula (7) stabilisce che se il processo spazio-temporale sottostante i dati è stazionario sia nello spazio che nel tempo allora i coefficienti di regressione basati su serie temporali aggregate può essere espresso come una funzione del coefficiente basato su serie spaziali. La discrepanza tra le due stime è dovuto, in tal caso, a tre elementi:

i) La struttura di autocorrelazione spaziale della variabile X data da ${}_x c$

- ii) La cross-correlazione ritardata nello spazio tra X ed Y (o «spill over») data dal termine $_{xy}c'$ e
- iii) la connettività media del grado associato alla serie spaziale data dal termine A/n .

5. Discussione

I risultati delle precedenti sezioni meritano una sia pur breve discussione.

Il primo commento riguarda il fatto che se il processo spazio-temporale che sottostà i dati è costituito da variabili aleatorie che sono incorrelate nello spazio ciò implica che $_{xy}c = _{xy}c' = 0$ e si ha che l'eguaglianza $,b = ,b$ è esattamente verificata. In tal caso non si commette alcun errore a stimare un coefficiente storico con dati spaziali e si realizza una sorta di «ergodicità» tra spazio e tempo (Doob, 1978).

In secondo luogo interpretata da un punto di vista economico la formula (7) stabilisce il fatto che trattando un sistema economico che è in equilibrio stabile rispetto alle variabili X e Y, si possono sfruttare le sue caratteristiche spaziali statiche per prevedere un equilibrio futuro.

In terzo luogo è facile vedere che $|,b| < |,b|$ quando si realizza la condizione che $|,b| < |,c| |,c'|^{-1}$. In altre parole il rapporto tra lo spill-over e la autocovarianza spaziale determina la misura in cui il coefficiente spaziale sovrastima (ovvero sottostima) il corrispondente coefficiente temporale. Questo rapporto è verosimilmente minore di uno in casi concreti in conseguenza del fatto che la dipendenza tra aree è più forte con riguardo alla medesima variabile che non con riguardo a due variabili differenti (si veda Arbia, 1989b; Paelink, Nijkamp, 1979 per dettagli). In generale pertanto quando $|,b| > 1$ si avrà una sovrastima di $,b$. Quando, al contrario si verifica la condizione opposta (ovvero $|,b| < 1$ come nel caso riportato nella figura 1) il risultato dipenderà dalla struttura di dipendenza spaziale del processo spazio-temporale sottostante i dati.

Infine è interessante osservare come le proprietà espresse formalmente nella formula (7) possono essere sfruttate per verificare la costanza nel tempo di stime dei parametri dei regressioni lineari. La situazione riportata nella figura 1, ad esempio, mostra una marcata discrepanza tra $,b$ e $,b$, e, pertanto, sembra indicare una situazione di non stazionarietà della relazione considerata. In questo caso un coefficiente TSR rappresenta una media nel tempo di correlazioni tra le variabili X ed Y che possono essere anche molto diverse tra loro nei vari periodi di tempo considerati.

Di conseguenza, la correlazione basata sull'ultima serie spaziale disponibile rappresenta la stima più aggiornata di un parametro (la correlazione appunto) che muta nel tempo e, come tale (a condizione che la serie spaziale non sia troppo vecchia) rappresenta un utile strumento per la previsione della realizzazione considerata almeno nel breve periodo.

6. Sommario e conclusioni

Lo scopo della presente nota è stato quello di discutere alcuni problemi di interpretazione che sorgono nell'uso di modelli regressivi basati su serie spaziali in opposizione a modelli regressivi basati su serie storiche nella verifica empirica di ipotesi relative a relazioni di tipo economico.

In particolare abbiamo tentato di fornire una risposta a due problemi fondamentali, ovvero:

(i) è possibile in linea di principio individuare legami di causalità a partire da relazioni stimate su serie spaziali sincronizzate?

(ii) qual è la relazione che intercorre tra regressioni stimate su dati spaziali e la medesima regressione stimata su dati storici?

A riguardo del primo problema nel corso della presente nota si è suggerito che, nonostante una definizione operativa di causalità deve essere necessariamente basata sul concetto di tempo (Granger, 1969b), è tuttavia possibile individuare situazioni di *causalità istantanea* a partire da dati spaziali. Infatti si verifica solo raramente che le variabili economiche siano perfettamente sincronizzate nel tempo a causa di vari problemi connessi principalmente con i criteri di raccolta dei dati e con la natura intrinseca della variabile economica considerata. Ad esempio non sorge alcun problema di natura teorica ad inferire la causalità di una relazione tra due variabili economiche delle quali la prima è una variabile stock rilevata in un istante di tempo t' e la seconda una variabile flusso registrata in un intervallo di tempo che contiene il punto t' .

La conclusione generale è che, anche se non si può escludere a livello teorico la possibilità di identificare legame causa-effetto attraverso dati spaziali, il ricercatore deve esaminare con cura i criteri di raccolta dei dati in ogni caso concreto.

Riguardo il secondo problema, ovvero se un coefficiente di regressione stimato su dati spaziali possa essere ricondotto al suo analogo temporale, abbiamo mostrato attraverso un esempio empirico ed attra-

verso sviluppi analitici che se il processo spazio temporale sottostante i dati è stazionario nello spazio e nel tempo i due coefficienti misurano la medesima quantità e possono differire solo per effetto del caso.

Nel caso in cui tale condizione di stazionarietà non risulti verificata, un coefficiente stimato su dati territoriali tende all'analogo coefficiente stimato su dati temporali al tendere a zero dell'intervallo di tempo considerato intorno all'istante di tempo nel quale la serie spaziale è stata osservata.

Pertanto in tal caso un coefficiente di correlazione basato su dati spaziali può essere interpretato come l'effetto istantaneo tra due variabili economiche e, come tale esso può essere utilizzato per la costruzione di modelli previsivi di breve periodo.

Riferimenti bibliografici

- Arbia, G. (1986), «The modifiable areal unit problem and the spatial autocorrelation problem: towards a joint approach», *Metron*, XLIV, 1-4, 391-407, Roma.
- Arbia, G. (1988), «A note on testing economic theories with spatial data», *Processing of the IX Italian Conference of Regional Sciences*, Torino, II, 521-538.
- Arbia, G. (1989a), «Sulla verifica empirica di teorie economiche: serie storiche o serie spaziali?», *Rassegna di statistiche del lavoro*, Ufficio Studi della Confindustria, Roma.
- Arbia, G. (1989b), *Spatial data configuration in statistical analysis of regional economics and related problems*, 14 of the series Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics, Kluwer, Dordrecht, Netherlands.
- Bennett, R.J., (1979), *Spatial time series analysis*, Pion, London.
- Bennet, R.J., Haining, R.P. (1985), «Spatial structure and spatial interaction: modelling approaches to the statistical analysis of geographical dat», *Journal of the Royal Statistical Society*, B, 148, 1-36.
- Bergstrom, A.R. (1979), *Continuous time econometrics*, Oxford U.P.
- Blalock, H.M. Jr. (1964), *Causal inference in non experimental research*, North Caroline U.P., Chapel Hill.
- Cliff, A.D., Ord, J.K. (1981), *Spatial processes*, Pion, London.
- Doob, J.L. (1978), *Stochastic processes*, Wiley, New York.
- Engle, R.F., Hendry, D.F., Richard, F. (1983), «Exogeneity», *Econometrica*, 51, 277-304.
- Fisher, W. (1971), «Econometric estimation with spatial dependence», *Regional and urban economics*, 1, 1, 19-40.
- Friedman, M. (1956), *A theory of the consumption function*, Princeton U.P., New Jesey.
- Granger, C.W.J. (1969a), «Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods», *Econometrica*, 53, 681-700.
- Granger, C.W.J. (1969b), «Spatial data and time series analysis», *Studies in Regional Sciences*, Scott A., ed., Pion, London.
- Granger, C.W.J. (1974), «Aspects of the analysis and interpretation of temporal and spatial data», *The statistician*, 24, 197-210.
- Granger, C.W.J. (1980), *Forecasting white noise*, University of California at San Diego, La Jolla, Discussion paper, 80-31.

- Granger, C.W.J. (1982), «Generating mechanism, models and causality», Cap. 8 in *Advanced in econometrics*, Hildebrand, W. ed., Cambridge U.P.
- Granger, C.W.J., Newbold (1977), *Forecasting economic time series*, Academic press, London.
- Hepple, L.W. (1974), *Spatial series and regression theory*, Pion, London.
- Istat (1982), *12^o Censimento generale della popolazione*, 1981, Dati provinciali, Istituto centrale di statistica, Roma.
- Istat (1986), *Rilevazione campionaria delle forze di lavoro, medie annue 1985 e dati retrospettivi*, Istituto centrale di statistica, Roma.
- Istat (1987), *Annuario di contabilità nazionale*, Istituto centrale di statistica, Roma.
- Modigliani, F., Brunberg, R. (1959), «Utility analysis and the consumption function, an interpretation of cross-section data», *Post-Keynesian economics*, 12, 1-21.
- Paelinck, J.H., Nijkamp, P. (1975), *Operational theory and methods in regional analysis*, Saxon house, Lexington.
- Ripley, B.D. (1981), *Spatial statistics*, Wiley, New York.
- Sargent, T.J. (1979), *Macroeconomic theory*, Academic Press.
- Spanos, A. (1986), *Statistical foundations of econometric modelling*, Cambridge U.P., Cambridge.
- Stocker, T.M. (1982), «The use of cross-section data to characterize macro functions», *Journal of the American statistical Association*, 77, 369-380.
- Unioncamere (1985), *Il reddito prodotto nelle provincie italiane nel 1984 e serie storica 1980-83*, Unioncamere, Istituto G. Tagliacarne, Roma.
- Upton, G.J.G., Fingleton, B. (1985), *Spatial data analysis by example*, Wiley, New York.
- White, E.N., Hewings, G.J.D. (1982), «Space-time employment modelling: some results using seemingly unrelated regression estimators», *Journal of Regional Science*, 22, 3, 283-302.

SEGMENTI DI FAMIGLIE E SODDISFAZIONE RESIDENZIALE: IL VENETO DIECI ANNI DOPO

*di Silvio Griguolo, Massimo Mazzanti e
Mariolina Toniolo Trivellato*

Introduzione

Nello studiare l'evoluzione dei comportamenti residenziali nel Veneto, a partire dai risultati di due indagini comparabili, tenute a distanza di dieci anni, ci siamo imbattuti in un problema metodologico che a nostro avviso presenta qualche interesse di carattere generale ed al quale vale la pena di accennare fin d'ora.

Il nostro scopo ultimo era quello di arrivare a stimare la domanda di abitazioni in termini disaggregati per tipo di alloggio, ipotizzando che tale domanda derivi, oltre che dalle famiglie di nuova formazione, dai processi di aggiustamento riguardanti famiglie già esistenti, che si trovano ad occupare un'abitazione inadeguata alle loro esigenze.

Lo schema concettuale attraverso cui il comportamento residenziale viene analizzato assume che le famiglie valutino la propria condizione abitativa confrontandola con le alternative offerte dal mercato (Brown, Moore, 1970; van Lierop, Nijkamp, 1984) e possano derivare un senso di insoddisfazione (*stress*) dal quale potrebbe poi conseguire la decisione di cercare una nuova soluzione (spesso – ma non esclusivamente – attraverso un processo di mobilità).

Mentre l'intero processo di adattamento era stato studiato in un precedente lavoro (Griguolo, Trivellato, 1986) mediante due modelli di scelta discreta uno subordinato all'altro (essere o meno insoddisfatti e, in caso affermativo, intraprendere o meno il processo di aggiustamento), nel caso qui esposto il nostro interesse si limita alla prima fase, quella dell'insorgere o meno dell'insoddisfazione, e si sposta nella direzione del confronto intertemporale dei criteri adottati dalle famiglie per giudicare la propria condizione abitativa. Dall'osservazione dei comportamenti delle famiglie – quali emergono dai dati empirici

– si cercava dunque di capire in primo luogo se tutti i nuclei valutassero o meno l'alloggio secondo una comune funzione di utilità e se presentassero poi, a parità di valutazione, uno stesso comportamento.

È nota a questo proposito la tesi di Speare (1974), secondo cui le caratteristiche del soggetto influenzerebbero la propensione a muoversi non *direttamente*, ma solo tramite un giudizio di soddisfazione, che dipenderebbe dalla combinazione tra tali caratteri soggettivi, da un lato, ed i caratteri dell'alloggio e del vicinato dall'altro.

Questa tesi è stata confutata, più o meno esplicitamente, da numerosi studiosi (Morris et al., 1976; Hourihan, 1984; Landale, Guest, 1985); anche il nostro lavoro precedente, che con la schematizzazione del processo in due passi successivi permetteva di analizzare in modo autonomo l'insorgere dell'insoddisfazione, mostra con chiarezza come il riferimento a gruppi di decisori distinti presenti una migliore capacità esplicativa.

Se le cose stanno così, diventa cruciale costruire classi di nuclei al cui interno i criteri di valutazione si possano ritenere omogenei. Nel lavoro già citato (Griguolo, Trivellato, 1986) viene proposta una metodologia originale per la costruzione di segmenti di nuclei omogenei a fronte della valutazione dell'alloggio. La soluzione individuata si presta ad essere esplicata in altri contesti ognqualvolta si tratti di identificare gruppi di soggetti aventi un comportamento omogeneo, quando il comportamento riflette sia le caratteristiche del soggetto sia quelle dell'oggetto al quale il comportamento si applica. Vale dunque ora la pena di esplicitare meglio di quanto non si sia fatto in quella sede il problema metodologico affrontato. È questo il contenuto del paragrafo 1.

Nel paragrafo 2 si ritorna al problema contingente, che è quello di valutare – una volta costruita la stratificazione dei soggetti – la frazione di insoddisfatti in ciascuna classe in funzione dei caratteri dell'alloggio, per poi stabilire un confronto con l'analisi condotta in modo analogo sui dati di dieci anni prima. Vi si descrivono le fonti utilizzate, la scelta delle variabili, l'applicazione al caso specifico del metodo per l'individuazione di segmenti omogenei, dove l'omogeneità riguarda non comportamenti osservati ma preferenze ipotizzabili. Si viene infine ai problemi di confronto con il già ricordato lavoro del 1986.

Il paragrafo 3 confronta la situazione ed i comportamenti valutativi in atto nel 1986 con gli analoghi del 1976. Il riferimento a segmenti di decisori costruiti in modo tale da renderli confrontabili alle due date consente di saggiare un'ulteriore ipotesi: se (o meglio, in che misura) gli atteggiamenti soggettivi, che si traducono nella soddisfazio-

ne per l'alloggio, varino nel tempo e possano essere messi in relazione con le condizioni medie del contesto, le quali assumerebbero il ruolo di *norme sociali* (Morris, Winter, 1975). Un'ipotesi che, nell'applicazione al caso specifico dell'alloggio, riprende la celebre domanda di Easterlin (1973), se «l'aumento generale del reddito comporti un aumento generale della felicità» e, dunque, se i parametri per misurare il benessere di una popolazione debbano variare con il contesto.

La questione presenta risvolti non trascurabili sotto il profilo normativo. In questa sede si può solo accennarvi, ricordando che l'idea di *standards* di benessere variabili nel tempo e collegati alle condizioni medie del contesto ispira la definizione di *soglia di povertà* proposta dalla Commissione Gorrieri, con ragioni ampiamente motivate in Sappellon (1982); allo stesso scopo, negli Stati Uniti si adotta un criterio che fa riferimento ad un *minimo vitale* aggiornato di anno in anno solo con riferimento ai prezzi (U.S. Bureau of the Census, 1981).

Il paragrafo 4 conclude il lavoro.

1. L'identificazione di segmenti di popolazione aventi un comportamento omogeneo

Nella pratica di ricerca le analisi di tipo aggregato, volte a stimare la distribuzione di una popolazione di decisori elementari su un numero discreto di alternativo, hanno ormai ceduto il passo ad analisi su dati disaggregati.

Delle due impostazioni, soprattutto quella microanalitica appare la più soddisfacente perché, indagando le regolarità del processo di scelta, introduce un fondamento esplicativo che manca nell'altra. In pratica, tuttavia, l'effettiva capacità di questi modelli di rappresentare i processi di scelta può risultare seriamente intaccata dall'inadeguatezza di una quantità di assunzioni simultanee a quella sul comportamento.

Solleva evidenti perplessità, in particolare, la diffusa consuetudine di segmentare l'insieme dei decisori sulla base di alcune variabili *a priori* rilevanti, senza seguire un metodo che assicuri nel particolare contesto d'analisi una ragionevole omogeneità interna di comportamento dei segmenti ottenuti, e talvolta anche senza alcuna verifica o valutazione della bontà della partizione costruita e della sua adeguatezza ai particolari obiettivi proposti.

Nei modelli di scelta discreta il termine stocastico, che viene introdotto per dar ragione della deviazione della struttura di preferenza di ciascun decisore rispetto a quella media della sua classe, di fatto

riassume ogni effetto non esplicitamente inserito nel modello: l'effetto di eventuali variabili esplicative, rilevanti per il processo di scelta, ma non prese in considerazione; l'improprietà della forma lineare; la disomogeneità dei comportamenti all'interno di una medesima classe. Tale disomogeneità è senza dubbio dovuta all'irriducibilità intrinseca di decisori pur simili sotto ogni aspetto misurato, ma viene accresciuta dalla grossolanità della partizione adottata. Il calcolo di un modello logit specifico per ciascuna classe di decisori presuppone che le classi siano state individuate (o meglio, *costruite*) in modo che i comportamenti all'interno di ciascuna, a fronte del particolare processo di scelta, risultino il più possibile omogenei.

D'altra parte, nel tentativo di garantire una maggior omogeneità interna ai segmenti di decisori non si può neppur spingerne eccessivamente il numero: l'affidabilità dei coefficienti stimati per ciascun segmento è legata anche al fatto che esso presenti una sufficiente numerosità.

È allora cruciale che la combinazione di variabili utilizzata per segmentare l'insieme dei decisori sia quanto più possibile appropriata allo scopo dell'analisi. Non basta che i segmenti siano omogenei rispetto ad un insieme di variabili *ragionevoli* che descrivono i decisori: sembra necessario operare proprio su quelle variabili che empiricamente meglio garantiscono, *nel contesto dato*, una valutazione simile delle alterantive da parte degli individui in una stessa classe. E ciò, come vedremo, può non essere ancora sufficiente. È questo il problema per il quale si vuole qui proporre una metodologia operativa.

Il problema delineato non riguarda solo i modelli di scelta discreta fondati sulla nozione di utilità casuale: ci si trova in una situazione simile ogni qualvolta si debba segmentare una popolazione descritta da un insieme di variabili (che, per fissare le idee, assumeremo nel seguito di tipo socioeconomico), e si voglia farlo non tanto e non solo in base a tale descrizione, bensì in base *alla struttura delle relazioni che intercorrono tra questa descrizione ed un'altra*. Si è insomma in presenza di due insiemi di variabili che descrivono la medesima popolazione secondo aspetti distinti ma interrelati.

Nel nostro caso, possiamo presumere che segmenti di famiglie con una struttura di preferenze omogenea per quanto riguarda i caratteri dell'alloggio siano individuabili a partire dalle loro caratteristiche soggettive (età, numerosità, condizione economica e sociale); tuttavia, solo l'analisi dei legami che intercorrono, sull'insieme delle unità di osservazione (le famiglie, nel nostro caso), tra caratteri soggettivi e preferenze residenziali, ci può informare su quali siano i caratteri soggettivi

più rilevanti nel determinare la scelta dell'alloggio.

Per problemi di questo genere dunque opportuno utilizzare una metodologia costruttiva che:

- tenga conto delle peculiarità del contesto d'analisi;
- rispetti la multidimensionalità delle valutazioni, considerando simultaneamente le diverse variabili (e tenendo conto implicitamente dei loro trade-offs);
- segmenti la popolazione considerata sulla base delle relazioni che intercorrono tra le variabili che la descrivono e quelle dell'altro insieme.

Per gli esempi citati, i segmenti di nuclei andrebbero costruiti a partire da quella parte di varianza delle variabili socioeconomiche che risulta correlata alle variabili che descrivono gli alloggi, trascurando o minimizzando gli aspetti residui.

Un'analisi canonica, seguita da una procedura di classificazione particolarmente accurata, sembra atta allo scopo. La figura 1 schematizza il metodo proposto. Com'è noto, la correlazione canonica è un metodo statistico di nobili ascendenze – a parire da Hotelling, negli anni trenta – doverosamente trattato da tutti i manuali di statistica multivariata, ma del quale altrettanto concordemente vengono sottolineati i risultati empirici deludenti (si veda ad esempio Maxwell, 1981). L'uso che qui se ne propone sembra invece suggerire un filone dalle interessanti possibilità applicative.

I due insiemi di variabili considerate (nel nostro esempio, le variabili che descrivono i nuclei e quelle relative agli alloggi) definiscono due spazi vettoriali, nei quali si determinano opportunamente due insiemi di nuove variabili $\{z_j\}$ e $\{z'_j\}$ dette *canoniche*, combinazioni lineari delle variabili di partenza e tali che

$$\text{corr } (z_j, z'_j) = \max$$

$$\text{corr}(z_r, z_t) = 0, \quad \text{corr}(z_r, z'_t) = 0 \quad \text{per } r \text{ diverso da } t$$

Risulta cioè massima la correlazione tra variabili canoniche corrispondenti nei due spazi, mentre risultano *non correlate* variabili canoniche diverse di uno stesso set. Ogni variabile canonica riassume dunque, in ciascuno spazio e con capacità esplicativa via via decrescente, la massima quota possibile della *varianza comune alle due descrizioni* non spiegata dalle variabili canoniche già determinate in precedenza.

Limitando opportunamente il numero dei fattori considerati si ot-

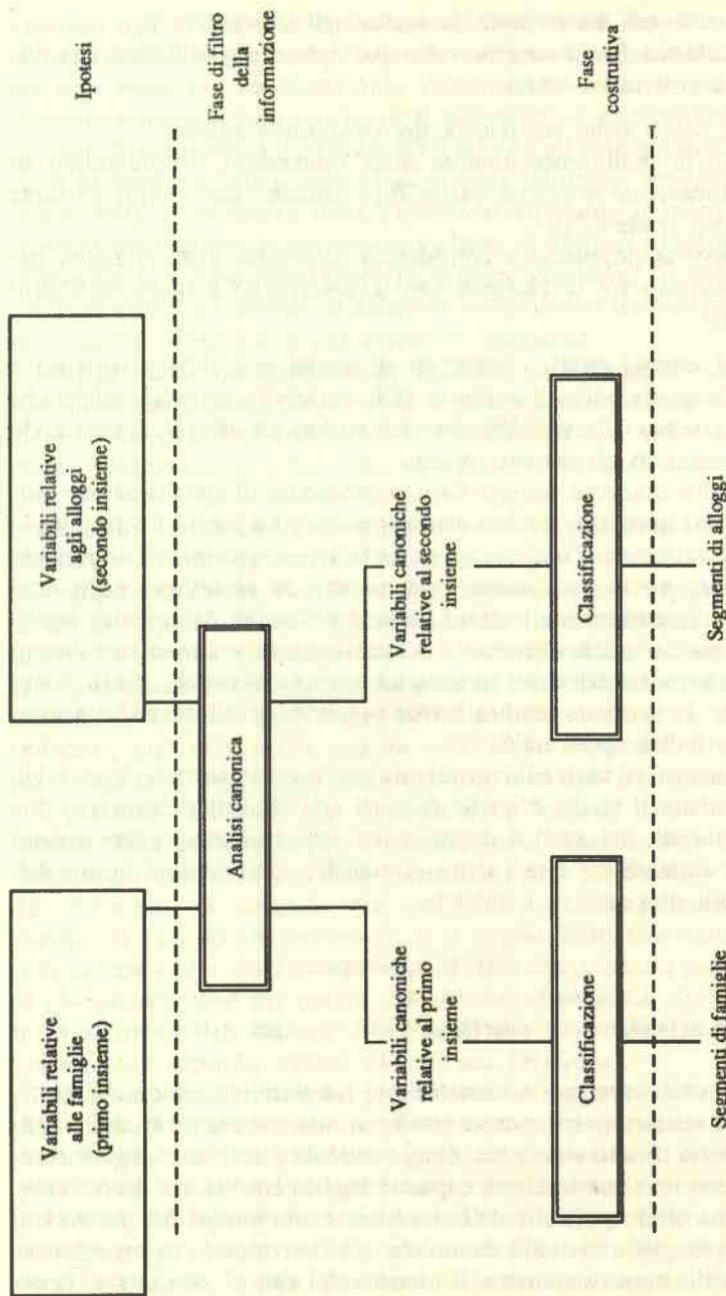


Fig. 1 – Schema della procedura di selezione dell'informazione comune ai due insiemi di variabili e successiva classificazione. Nel nostro caso, vengono stratificate le famiglie soddisfatte a partire dalle loro coordinate canoniche costruite tenendo conto della struttura delle correlazioni esistenti tra i caratteri sociodemografici e quelli dell'alloggio

tiene una *descrizione parziale* dei nuclei da un lato e degli alloggi dall'altro, che esalta gli aspetti legati alle relazioni esistenti tra le due descrizioni. Così, le variabili canoniche relative ai nuclei permettono di *filtrare*, escludendola o attenuandola, quella parte dell'informazione apportata dalle variabili socioeconomiche che risulta *indifferente* rispetto alla descrizione degli alloggi. I risultati dell'analisi canonica non vengono direttamente interpretati (la cosa è comunemente ritenuta tutt'altro che facile, anche se delle considerazioni sono possibili): essa ha solo questa funzione di filtro, puramente strumentale. Sulle coordinate fattoriali relative ai nuclei viene condotta una classificazione per i cui dettagli si rinvia a Griguolo, 1984.

La procedura descritta è stata utilizzata per la prima volta in Griguolo e Trivellato, 1985.

In Griguolo e Vettoretto (1986) sono stati approfonditi alcuni aspetti statistici e metodologici del problema, che hanno messo in rilievo la necessità — per il particolare utilizzo dell'analisi canonica che qui si propone — di risultati computazionali non disponibili nei programmi di calcolo d'uso corrente. Si è quindi resa necessaria la scrittura di un programma originale che, inserito nel pacchetto ADDATI, consente il passaggio automatico alla procedura di stratificazione delle coordinate fattoriali canoniche, opportunamente trasformate in modo da tener conto di una serie di questioni connesse con questo particolare uso dell'analisi canonica. In quel lavoro è anche riportata un'applicazione esemplificativa, che confronta le caratteristiche delle due partizioni (su nuclei ed alloggi) ottenute operando congiuntamente col metodo qui proposto, con quelle ottenibili invece operando separatamente sulle variabili relative alle due descrizioni. Le due stratificazioni costruite congiuntamente si mostrano, com'era atteso, più strettamente legate che non le due di confronto: per mettere in evidenza la cosa basta calcolare il chi-quadro della tavola che le incrocia.

2. L'analisi della soddisfazione per l'alloggio

I dati analizzati sono stati raccolti nel corso di due indagini campionarie, curate nel 1976 e 1986 dalla Doxa per conto dell'Istituto di ricerche socioeconomiche della Regione Veneto (Irsev). Le interviste (2163 nel '76 e 2498 nel 1986) hanno rilevato informazioni molto dettagliate sull'alloggio, il nucleo familiare, la sua storia recente, i suoi bisogni abitativi, ai passi concreti intrapresi, nel caso, per soddisfarli. Le due inchieste pongono naturalmente qualche problema di compara-

bilità, in generale non insormontabile perché il questionario dell'86, pur innovando molti aspetti, era stato formulato in modo da consentire un raccordo con l'indagine precedente.

L'analisi qui svolta utilizza solo una piccola parte dei dati raccolti, e precisamente quei caratteri dell'alloggio atti a spiegare l'eventuale insoddisfazione ed alcune variabili sociodemografiche utilizzate per costruire nel contesto cinque classi di nuclei cui viene attribuito per costruzione un diverso modo di valutare l'alloggio in termini di soddisfazione. Non c'è qui lo spazio per un'esposizione esauriente delle ragioni che hanno guidato la scelta e la codifica delle variabili; ci limitiamo pertanto a riportare nella tabella 1 quanto può risultare indispensabile per la comprensione.

Quanto alla determinazione dei segmenti, si è tenuto presente che il criterio di omogeneità doveva essere quello delle aspirazioni, non esplicitamente rilevate dal questionario. Le aspirazioni delle famiglie che si dichiarano soddisfatte sono rivelate dalla distribuzione dei caratteri degli alloggi che occupano; quanto a quelle insoddisfatte, si assume che esse aspirino ad alloggi dai caratteri distribuiti in modo simile a quelli delle famiglie soddisfatte con analoghe caratteristiche soggettive.

In altre parole, i nuclei aventi certi requisiti sociodemografici si attendono un certo tipo d'alloggio, e quanto più l'alloggio effettivamente occupato s'allontana dal tipo ideale, tanto maggiore è la situazione di *stress abitativo* che si viene ad instaurare e tanto più probabile una dichiarazione d'insoddisfazione.

Con riferimento alla procedura illustrata nel paragrafo precedente e schematizzata nella figura 1, i nuclei insoddisfatti sono trattati dall'analisi canonica come elementi supplementari, e vengono poi attribuiti dalla procedura di classificazione alla classe loro più simile per caratteristiche sociodemografiche. L'ipotesi, abbastanza ragionevole, è che anch'essi si attendano una distribuzione di alloggi simile a quella che caratterizza i loro compagni di classe soddisfatti, che in qualche modo rappresentano la base sociale nella quale il nucleo si riconosce; l'insoddisfazione insorge dunque perché ciò non si realizza. Per ogni segmento di nuclei, le differenze tra i profili abitativi dei soddisfatti e degli insoddisfatti vengono opportunamente analizzate ed interpretate.

2. Il raffronto temporale

Il raffronto tra i comportamenti alle due scadenze temporali solleva alcuni problemi non trascurabili. La semplice ripetizione al 1986 della

Tab. 1 - Variabili utilizzate nell'analisi e loro modalità

Variabile	codifica					
	1	2	3	4	5	6
qualità alloggio	buona	non buona				
numero di stanze	1-2 stanze	4 stanze	5 stanze	> 5 stanze		
tipologia edilizia	edificio unifamiliare	edificio con 2-4 alloggi	edificio con più di 4 alloggi			
epoca di costruzione	ante '45	'45-'71	post '71			
titolo di godimento	proprietà recente	proprietà vecchia (1)	affitto			
presenza del bagno	si	no				
dimensione famiglia	1 o 2 compon.	3 compon.	4 compon.	> 4 compon.		
età del capofamiglia	18-29 anni	30-44 anni	45-65 anni	> 65 anni		
affollamento (2)	sotto utilizzo	standard	sovra affollam.			
condizione professionale del capofamiglia	lavoratore autonomo	libero profes., impiegato	operaio special.	operaio comune	coltivatore	non profess.

(1) Proprietà vecchia: la famiglia possiede l'alloggio da almeno 10 anni.

procedura sommariamente descritta nel paragrafo precedente porta a costruire dei segmenti di nuclei sulle cui valutazioni può utilmente venir condotta un'analisi cross-section. Tuttavia, la stratificazione riproduce solo parzialmente i caratteri di quella costruita al '76: le classi sono in una certa misura identificabili, ma con sfumature e sovrapposizioni. È difficile dire quanto ciò dipenda da variazioni intervenute nella composizione dei nuclei e del patrimonio abitativo, da una loro mutata corrispondenza, oppure da aspetti casuali connessi con la complessità della metodologia utilizzata.

Per eliminare le incertezze di costruzione, si è deciso di effettuare il confronto assumendo come riferimento i segmenti costruiti per il '76. I records relativi ai nuclei insoddisfatti '76, soddisfatti '86, ed insoddisfatti '86, nell'ordine, sono stati aggiunti come elementi supplementari alla tavola che descrive i soddisfatti '76 trattati come attivi. L'elaborazione viene condotta al solito modo, e la procedura di classificazione attribuisce ogni elemento supplementare al segmento (definito sulla struttura dei soddisfatti '76) cui più somiglia. I confronti soddisfatti/insoddisfatti a ciascuna data e tra le due date sono condotti classe per classe di ciascuna, è garantita per costruzione una sufficiente omogeneità sociodemografica.

Per ogni classe, il confronto tra i profili medi alle due date delle variabili che descrivono l'alloggio consente di valutare il mutamento intervenuto nei caratteri del patrimonio frutto da quel tipo di nuclei, e di confrontarlo con quello occorso nel complesso dello stock, desunto dal profilo globale. Il confronto tra i profili abitativi dei soddisfatti e degli insoddisfatti al 1976 ed al 1986, sempre per classe, può fornire qualche informazione sia sull'evolvere delle condizioni interne a ciascuna classe, sia sui mutamenti nel quadro delle aspettative.

Il riferimento costante è alle cinque classi costruite per il '76, i cui caratteri sono succintamente richiamati nella tabella 2.

Le variazioni dell'assetto sociale nel corso del decennio vengono ad attribuire a questi segmenti un diverso peso relativo: ad esempio, l'incidenza del segmento 1 (impiegati, liberi professionisti) passa dal 14.6 al 25.1 per cento, mentre diminuisce il peso delle classi associate ad operai e coltivatori; aumenta, com'è noto, la presenza di nuclei piccoli o di «singles», mentre diminuisce in tutte le classi (un po' meno nella quinta) l'incidenza dei nuclei di grande dimensione.

La tabella 3 riporta, per ciascun segmento di nuclei e per l'intero insieme, le principali variazioni intervenute nei caratteri degli alloggi tra le due date. Si può notare che per alcune modalità la variazione è del medesimo segno in tutte le classi, anche se di diversa intensità:

Tab. 2 - I caratteri del cinque segmenti di famiglie

Classe	Caratteri sociodemografici prevalenti
1	Impiegati e liberi professionisti (ceti urbani) nuclei di 3-4 componenti - età capofamiglia media
2	Pensionati, anziani, 1-2 componenti
3	Lavoratori autonomi, operai età capofamiglia 30/44 anni - 3-4 componenti (fase di espansione dei bisogni abitativi)
4	Lavoratori autonomi, operai 17% di pensionati al '76, sale al 45% nel 1986 età capofamiglia 45/65 anni - 5 o più componenti (fase matura del ciclo di vita)
5	Coltivatori - famiglie nucleari ed allargate età capofamiglia 45/65 - 5 o più componenti (la dimensione rimane grande anche nel 1986)

si può ben parlare in tal caso di evoluzione generale, relativa a tutte le componenti del sistema. Ad esempio, l'assenza di bagno, che aveva nel '76 una frequenza globale del 14,2%, si riduce al 2,9%; la quota di affitto passa dal 36,2 al 28,3 per cento; la quota di alloggi di qualità carente (valutata dal rilevatore e che risente probabilmente di un effetto di contesto) passa dal 30,4 al 18,6 per cento. Anche la composizione tipologica cambia sensibilmente e vede un forte incremento delle abitazioni in edifici con 2-4 alloggi, la cui incidenza passa globalmente dal 32 al 47,9 per cento.

Più stabile è la distribuzione del numero delle stanze, che vede un contenuto aumento degli alloggi con cinque stanze a spese di quelli con quattro. Il miglioramento riguarda, anche se in misura diversa, tutti i segmenti.

I caratteri degli alloggi più soddisfacenti – e la miglior dinamica – riguardano la classe 1 (impiegati e liberi professionisti): l'incidenza di tipologie con più di 4 alloggi si riduce dal 49,8% al 30,8%, mentre la tipologia 2/4 alloggi passa dal 25,2% al 46,9%; l'assenza del bagno, che era nel '76 solo del 3,8%, scende all'1%; la qualità è la migliore in assoluto. Soprattutto, si tratta dell'unico segmento la cui capacità di accedere al mercato aumenti nel corso degli ultimi 10 anni: la quota di proprietà recente passa dal 29,7% del 1976 al 44,4% del 1986 mentre l'affitto, che pure tocca in questo caso la sua quota più elevata,

Tab. 3 - Incidenza percentuale delle principali variabili che caratterizzano i profili abitativi dei cinque segmenti di nuclei al 1976 e al 1986

anno	effettivi	senza bagno	> 5 stanze	5 stanze	4 stanze	< 4 stanze	2/4 alloggi	prop. recente	prop. vecchia	affitto	quacquare
'76	317	3.8	20.9	28.7	36.0	14.5	25.2	29.7	22.4	48.0	11.1
ceti urbani	627	1.0	23.1	33.0	27.3	16.6	46.9	44.4	21.3	34.3	8.8
'86											
'76	414	22.0	10.4	15.0	33.8	40.8	39.4	21.0	38.6	40.4	41.8
anziani	466	6.9	10.3	14.3	40.1	35.2	51.5	18.4	54.5	27.0	29.0
'86											
'76	619	11.1	15.2	21.5	43.6	19.7	39.6	39.7	18.0	42.5	26.0
iam. giovani	684	2.2	17.7	27.8	36.3	18.2	52.4	42.1	24.4	33.5	17.8
'86											
'76	569	12.1	24.2	28.5	35.7	11.6	26.7	32.3	39.6	28.1	28.5
fam. mature	606	2.5	28.3	33.4	25.9	12.3	45.4	21.3	58.1	20.6	19.5
'86											
'76	244	27.8	38.1	27.8	23.4	10.6	21.3	27.9	54.9	17.2	51.6
coltivatori	115	2.6	50.4	30.4	16.5	2.6	26.9	24.3	64.4	11.3	29.2
'86											
'76	2163	14.2	20.0	23.8	36.3	19.9	32.0	31.4	32.3	36.2	30.4
Totale	2498	2.9	21.8	28.1	31.3	18.8	47.9	32.4	39.3	28.3	18.6
'86											

interpretabile con i connotati urbani della classe, scende dal 48.0% al 34.3%. Per le altre classi, l'aumento del titolo di godimento in proprietà deriva soprattutto da alloggi acquisiti da più di 10 anni, in diverse condizioni di mercato ed in una fase più dinamica del ciclo di vita, specialmente per le classi 2 e 4.

La figura 2 rappresenta, per ogni segmento e ad entrambe le date, il divario nei caratteri degli alloggi occupati da nuclei soddisfatti ed insoddisfatti. È possibile rendersi conto dell'evidenza empirica con cui emergono le principali ragioni di insoddisfazione, e valutare le variazioni intervenute nel decennio. L'informazione, pur nella sua presentazione sintetica, consente comparazioni di vario tipo (tra segmenti, tra date, tra soddisfatti e no in un medesimo segmento ed allo stesso anno o a data diversa, ecc.).

Ci limitiamo qui a rilevare che il miglioramento dei caratteri dell'alloggio investe tutti i segmenti e riguarda sia i soddisfatti che gli insoddisfatti. Ovviamente, il divario tra gli uni e gli altri permane, e le ragioni dell'insoddisfazione continuano a trasparire. Tuttavia, in non pochi casi la situazione degli insoddisfatti al 1986 risulta, almeno rispetto ad alcuni caratteri dell'alloggio, comparabile o addirittura migliore rispetto a quella che caratterizzava, dieci anni prima, i soddisfatti della medesima classe. Se ne può concludere che un giudizio d'insoddisfazione viene a maturare non tanto in base alla situazione abitativa oggettiva, quanto per comparazione con un insieme di aspettative che non è azzardato presumere simili, nel contesto, per tutte le famiglie apparenti ad uno stesso segmento sociodemografico.

Per ogni segmento, ed a ciascuna data, è stato calcolato un insieme di modelli logit volti a determinare le variabili (e le modalità) più legate all'insoddisfazione per l'alloggio ed a quantificare l'effetto. È difficile darne conto sinteticamente: il miglior modello al 1976 talvolta non include le stesse variabili di quello relativo al 1986; gli effetti d'interazione, di solito presenti ma a volte diversi, complicano i raffronti, e così via. La tabella 4 riporta i coefficienti di un modello per ciascun segmento e data, scelto in modo da facilitare la comparabilità. Sono stati trascritti, in generale, solo i coefficienti significativi al 5%.

Viene assunta come combinazione di riferimento la migliore: qualità buona, presenza di bagno, proprietà recente, tipologia unifamiliare, più di 5 stanze. La variabile da spiegare è il logaritmo del rapporto tra il numero di insoddisfatti e di soddisfatti che corrisponde alla specificata combinazione di modalità esplicative (la combinazione migliore corrisponde alla sola costante).

Tab. 4 - Confronto tra i coefficienti dei modelli logit atti a spiegare l'insoddisfazione per i diversi segmenti al '76 ed all'86

Anno	Devianza	giad lib	Coeffienti del modello						
			COST	QUA2	BAG2	TIT2	TIP3	STA3	STA4
1976	55.8	47	-2.94 (.39)	.84 (.39)	1.40 (.44)				
	cetti urbani		-1.91 (.27)	.97 (.31)	.64 (.21)				
1986	56.3	58							
1976	91.3	89	-2.67 (.73)	2.67 (.93)					
	anziani		-2.93 (.73)	2.67 (.95)					
1986	64.9	65							
1976	89.1	81	-2.26 (.32)	1.06 (.23)	.82 (.31)	1.04 (.23)			
	famiglie giovani		-2.89 (.37)	1.45 (.24)	1.64 (.71)	.56 (.24)			
1986	71.4	62							
1976	105.7	87	-2.52 (.31)	1.34 (.23)	.92 (.33)	1.02 (.28)			
	famiglie mature		-1.84 (.33)	1.02 (.24)	1.15 (.36)				
1986	64.9	59							
1976	92.5	65	-1.82 (.33)	1.55 (.32)	.66 (.33)	1.19 (.47)			
	coltivatori		-1.41 (.28)	1.48 (.45)					
1986	30.2	29							

Legenda: COST = termine costante
TIT2 = affitto
TIP3 = abitazione in edificio con più di 4 alloggi

QUA2 = qualità non buona
STA3 = 4 stanze
STA4 = 1-3 stanze

BAG2 = assenza di bagno

STA4 = 1-3 stanze

I confronti vengono lasciati al lettore, per ovvi motivi di spazio. Ci limitiamo ad alcuni rilievi.

a. Per il segmento 1 (cetti urbani) appaiono rilevanti le interazioni *Qualità Stanze* al 1976 e *Qualità *Titolo* al 1986. In generale l'introduzione di un termine d'interazione, quand'è significativo, consente una determinazione più precisa dei coefficienti relativi ai termini del primo ordine, non più costretti a rappresentare situazioni medie. Comunque, nei modelli senza interazione presentati si possono notare al 1986 la diminuita importanza dell'affitto ed il rilievo assunto dalla dimensione piccola.

Il primo aspetto si spiega evidentemente con i cambiamenti intervenuti tra le due indagini nella normativa riguardante le locazioni, che ha reso la condizione dell'inquilino insicura, soprattutto nelle aree urbane.

Il secondo aspetto sembra avvalorare la nostra ipotesi per cui la valutazione terrebbe conto delle condizioni medie presenti nel contesto: l'aumento delle dimensioni medie, ma anche della quota di alloggi con meno di 4 stanze, fa percepire quest'ultima dimensione come inadeguata.

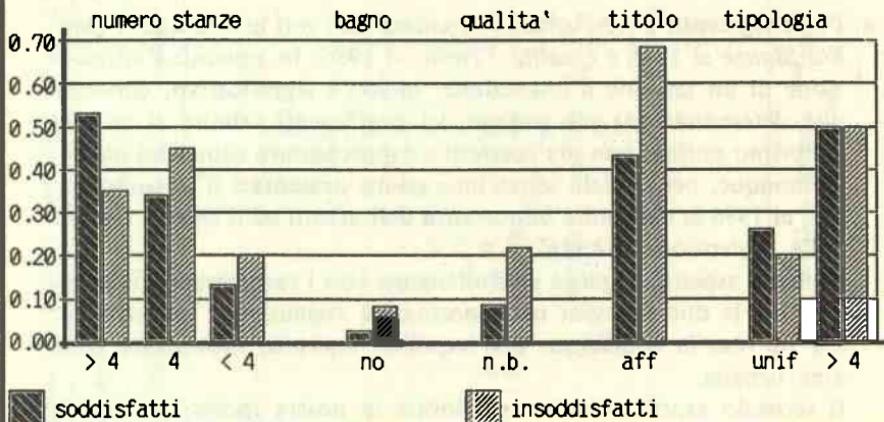
b. Per la classe 2 (anziani), la valutazione dell'alloggio alle due date rimane sostanzialmente simile. Diventa significativa al 1986 l'assenza di bagno, prima più tollerata dagli anziani di questo segmento, che è quello che ancora presenta la quota più elevata in tale condizione e per il quale il miglioramento, sotto questo aspetto, è stato meno veloce che per gli altri segmenti. Si noti il ruolo del termine d'interazione: il modello al '76, con le medesime variabili ma senza interazione, risulta il seguente

<i>cost</i>	<i>QUA2</i>	<i>STA4</i>
- 1.78	.89	.92
(.41)	(.23)	(.43)

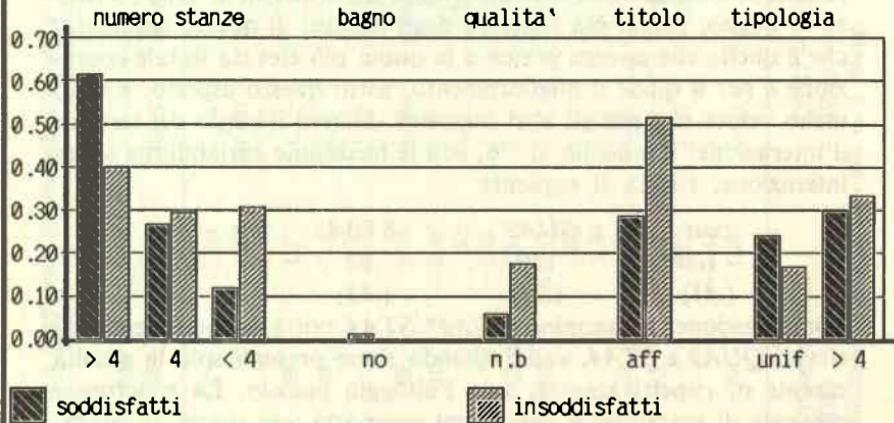
L'introduzione del termine *QUA2*STA4* porta a coefficienti più elevati *QUA2* e *STA4*, validi quando siano presenti solo la qualità carente o, rispettivamente, solo l'alloggio piccolo. La *simultanea* presenza di entrambe le condizioni comporta una specie di saturazione nella risposta, e l'effetto congiunto sulla probabilità di insoddisfazione è minore di quello ottenibile per somma degli effetti parziali; da qui, il valore negativo della correzione introdotta per *QUA2*STA4*.

c. Per la classe 3 (nuclei giovani) si accentua al 1986 la relazione negativa alle dimensioni piccole, alla qualità carente ed all'assenza di

Classe 1 – 1976 – ceti urbani



Classe 1 – 1986 – ceti urbani

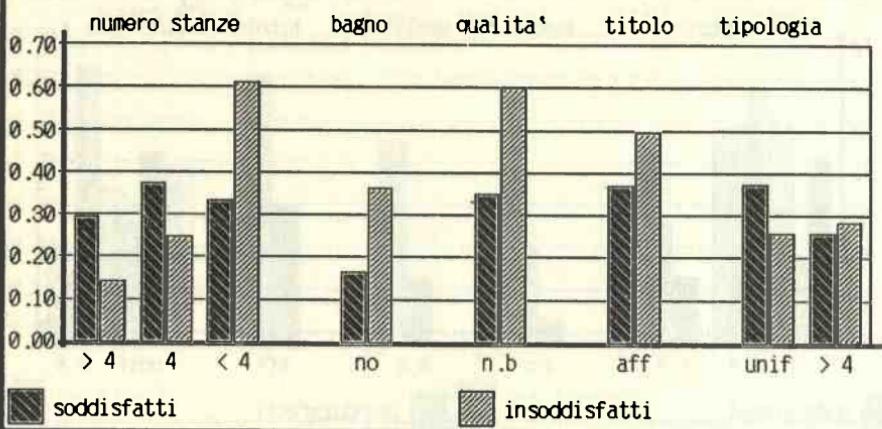


Legenda:

no = mancanza di bagno; n.b. = qualità non buona; aff = affitto; unif = unifamiliare; >4 = abitazione in edificio con più di quattro alloggi

Fig. 2 – Nuclei soddisfatti e insoddisfatti: raffronto tra le modalità descrittive dell'alloggio più rilevanti nel determinare il giudizio delle famiglie

Classe 2 - 1976 - anziani



Classe 2 - 1986 - anziani

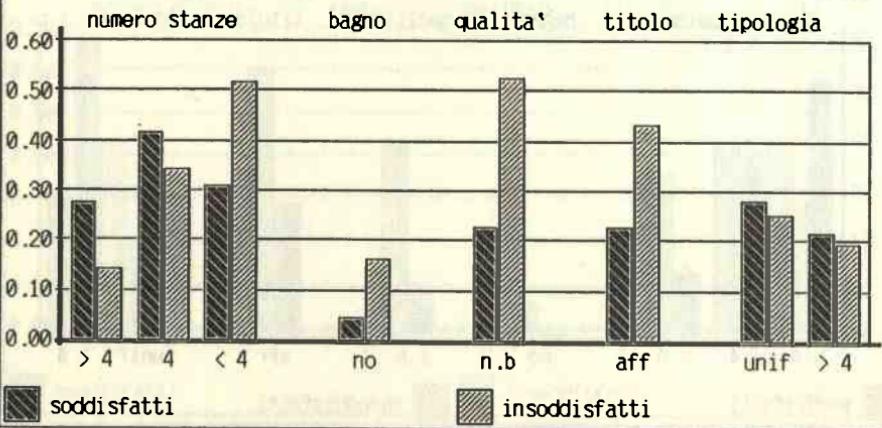
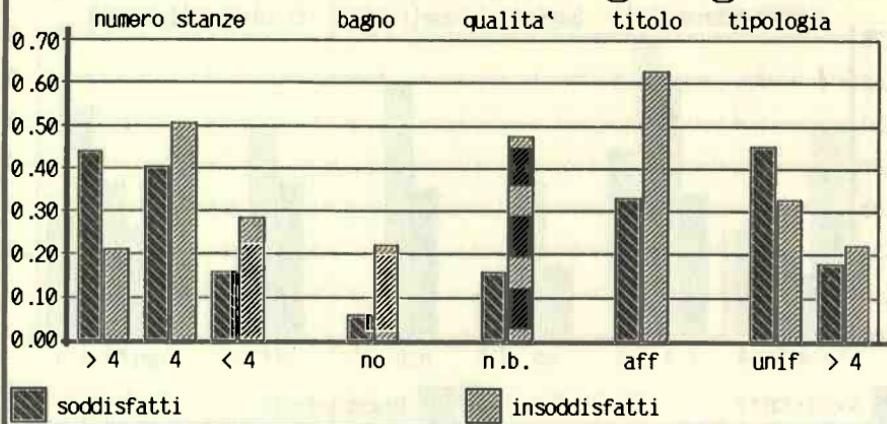
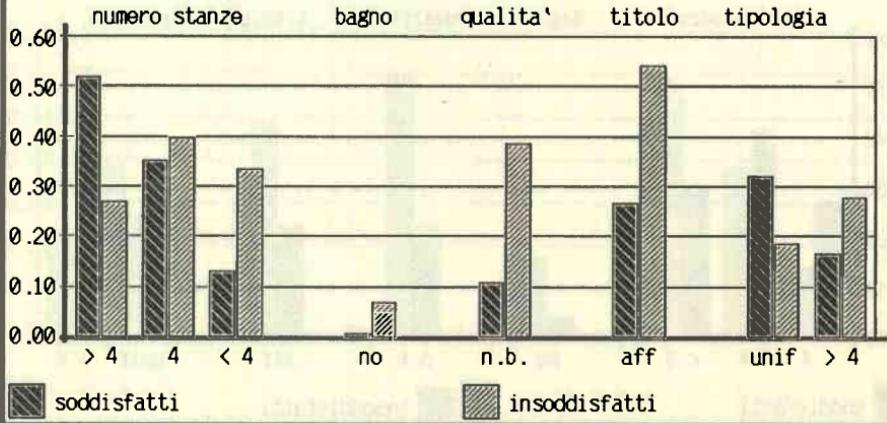


Fig. 2 - (segue)

Classe 3 – 1976 – famiglie giovani



Classe 3 – 1986 – famiglie giovani

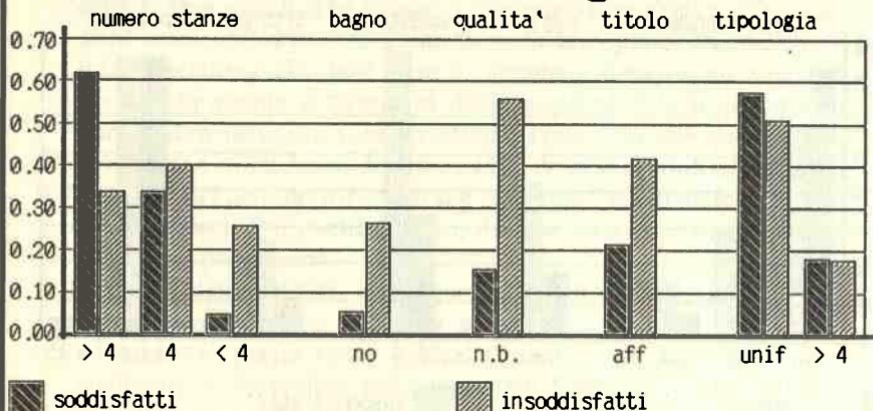


Legenda:

no = mancanza di bagno; n.b. = qualità non buona; aff = affitto; unif = unifamiliare; >4 = abitazione in edificio con più di quattro alloggi

Fig. 2 – (segue)

Classe 4 – 1976 – famiglie mature



Classe 4 – 1986 – famiglie mature

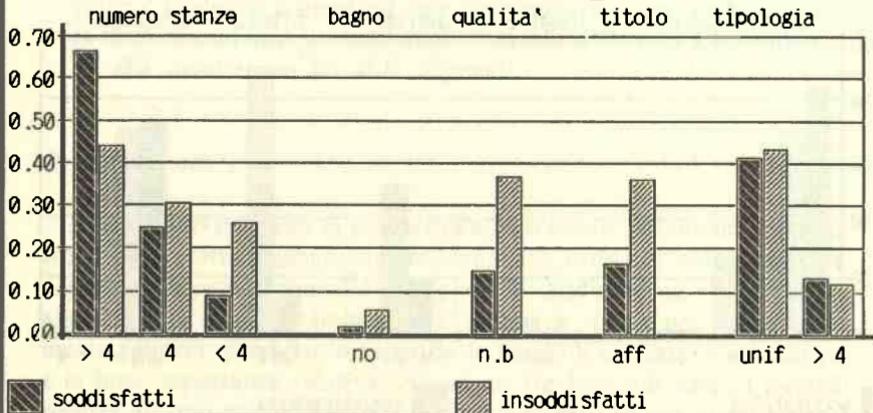
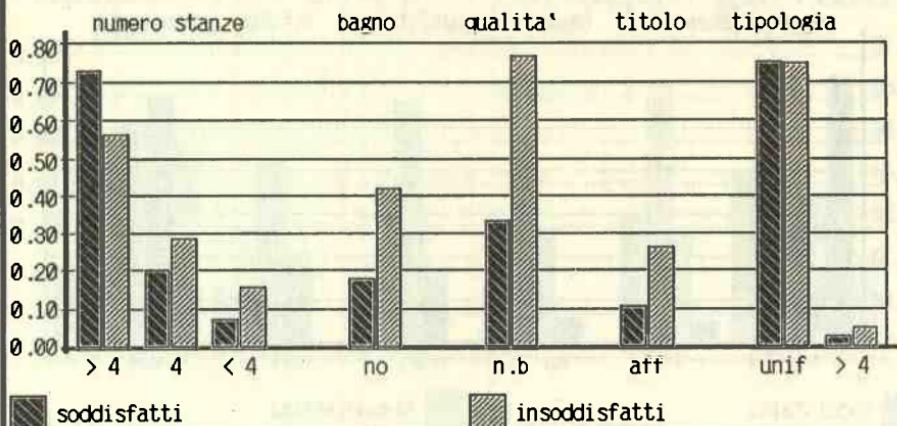
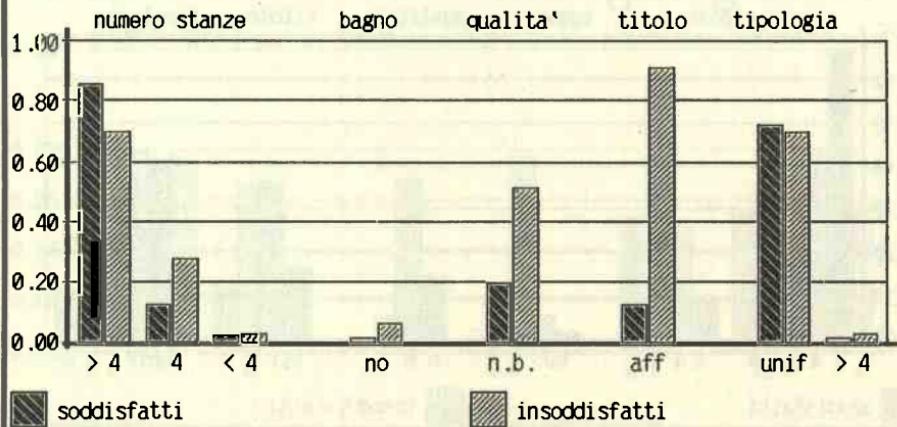


Fig. 2 – (segue)

Classe 5 – 1976 – coltivatori



Classe 5 – 1986 – coltivatori



Legenda:

no = mancanza di bagno; n.b. = qualità non buona; aff = affitto; unif = unifamiliare; >4 = abitazione in edificio con più di quattro alloggi

Fig. 2 – (segue)

bagno, mentre l'affitto risulta più accettabile.

È interessante in questo caso l'effetto sulla percezione dei disagi delle norme sociali, che vengono evidentemente riferite alle *condizioni medie del segmento* e non di tutta la regione. Questa classe, infatti, migliora più delle altre in quanto a dimensione e qualità, ma non in quanto a frequenza della proprietà. L'affitto, tuttavia, non sembra percepito com un disagio grave: ciò può essere messo in relazione con il fatto, documentabile in base ai risultati dell'indagine, che nel periodo osservato si è innalzata l'età modale di accesso alla proprietà. Dai nuclei giovani, dunque, non ci si aspetta ancora che siano proprietari.

Acquista significatività, come generatrice di insoddisfazione, la tipologia «edificio con più di 4 alloggi».

- d. Al contrario per la classe 4 (nuclei maturi), che ha sensibilmente migliorato le dimensioni dell'alloggio nel decennio, queste sembrano costituire un problema minore.
- e. Il segmento 5 (nuclei rurali) è poco numeroso: la sua presenza nell'universo si è drasticamente contratta nel decennio, tanto da risultare dimezzato nel campione '86 rispetto al '76; la determinazione dei coefficienti del modello è dunque più incerta. Si noti come al 1986 sembri ormai contare solo la qualità complessiva, e la spiegazione è evidente: è questo il solo segmento che non sembra seguire la tendenza ad uno spiccato miglioramento della condizione abitativa che caratterizza gli altri segmenti.

4. Conclusioni

Il confronto tra i dati di due indagini successive, riferite alla popolazione della stessa regione, suggeriscono due ordini di considerazioni.

Per prima cosa, il modello che spiega la soddisfazione per l'alloggio alle due date (tab. 4) sembra sostanzialmente stabile per ciascun segmento, almeno per quanto riguarda le variabili esplicative selezionate e la loro importanza relativa. Appaiono tra loro più simili i modelli relativi ad uno stesso segmento a due date diverse che quelli relativi a due segmenti diversi ad una medesima data. Ciò sembra confermare sia l'opportunità di individuare le preferenze abitative con modelli differenziati per gruppi di decisor, che la bontà del metodo da noi messo a punto per individuare tali gruppi: la loro struttura appare chiaramente riconoscibile a dieci anni di distanza.

La seconda osservazione riguarda le differenze rilevabili tra i modelli

relativi a ciascun segmento alle due date. Emerge con chiarezza una logica generale, che accomuna praticamente tutte le differenze riscontrate: si accentua la percezione del disagio per quelle condizioni che, presso un particolare segmento o più ancora presso alcune famiglie dello stesso segmento, non si adeguano al generale miglioramento verificatosi per l'insieme della regione. Se ne trae un argomento a favore della tesi che ritiene la percezione soggettiva influenzata da norme sociali implicite nel contesto e, in quanto collegate alle condizioni medie, variabili nel tempo. Una tesi certamente non nuova, che presenta implicazioni precise in termini di politiche del benessere.

Riferimenti bibliografici

- Brown, L.A., Moore, E.G. (1970), «The Intraurban Migration Process: a Perspective» *Geografiska Annaler*, B, 52, 1-13.
- Clark, W.A.V., Cadwallader, M. (1973), «Locational Stress and Residential Mobility», *Environment and Behavior*, 5, 29-41.
- Easterlin, E.A. (1973), «Does Money Buy Happiness?», *The Public Interest*, 30, 3-10.
- Griguolo, S. (1984), «Un metodo di classificazione in due fasi per l'analisi territoriale», *Atti Giornate Airo*, Pescara, 995-1009.
- Griguolo, S., Trivellato, M., Toniolo (1986), «Segmentation of Households and Residential Behaviour», *Papers of the RSA*, 60, 155-168.
- Griguolo, S., Vettoretto, L. (1986), «Un metodo per l'analisi della condizione abitativa attraverso la stratificazione congiunta di alloggi e nuclei, e problemi metodologici connessi», in Bielli, M., a cura di, *Ricerca Operativa ed Informatica*, Angeli, Milano, 81-96.
- Hourihan, K. (1984), «Context-dependent Models of Residential Satisfaction», *Environment and Behavior*, 16, 3, 369-93.
- Landale, N.S., Guest, A.M. (1985), «Constraints, Satisfaction and Residential Mobility: Speare's Model Reconsidered», *Demography*, 22, 2, 199-220.
- van Lierop, W., Nijkamp, P. (1984), «Perspective of Disaggregate Choice Models in the Housing Market», in Pitfield, D.E., ed., *Discrete Choice Models in Regional Science*, Pion, London, 141-62.
- Morris, E.W., Crull, S.R., Winter, M. (1976), «Housing Norms, Housing Satisfaction and the Propensity to Move», *Journal of Marriage and the Family*, mag., 309-19.
- Morris, E.W., Winter, M., (1975), «A Theory of Family Housing Adjustment», *Journal of Marriage and the Family*, feb., 79-88.
- Maxwell, A.E. (1981), *Analisi multivariata nella ricerca sociale*, Angeli, Milano.
- Sarpellon, G. (1982), *La povertà in Italia*, Angeli, Milano.
- Speare, A. jr. (1974), «Residential Satisfaction as an Intervening Variable in Residential Mobility», *Demography*, 11, 173-88.
- U.S. Bureau of the Census (1981), *Money, Income and Poverty Status of Families and Persons in the United States*, Current Population Reports, Series 60, 127, Government Printing Office, Washington D.C.

Parte seconda

Valutazione e regionalizzazione dei processi spaziali

Il capitolo si articola in tre sezioni. La prima riguarda la valutazione dei processi spaziali, la seconda riguarda la regionalizzazione dei processi spaziali e la terza riguarda la valutazione e la regionalizzazione dei processi spaziali.

1.1. Valutazione dei processi spaziali

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

La valutazione dei processi spaziali è un processo di valutazione dei processi spaziali.

LA VALUTAZIONE DELLE AZIONI IN CAMPO URBANO IN UN CONTESTO CARATTERIZZATO DALL'IMPIEGO DEI MODELLI MATEMATICI

di *Cristoforo S. Bertuglia, Giovanni A. Rabino e Roberto Tadei*

Introduzione

I sistemi urbani hanno fatto riconoscere un processo di crescente complessificazione. Infatti:

- a. è cresciuto il numero sia degli elementi componenti sia delle interrelazioni tra gli stessi;
- b. è cresciuto il numero sia dei decisori sia delle interrelazioni tra gli stessi;
- c. è cresciuto il ritmo con cui le innovazioni tecnologiche investono i sistemi socioeconomici e territoriali ed è cambiata anche la natura delle innovazioni tecnologiche, che sono diventate fortemente pervasive dei detti sistemi.

Per quanto sub a., diventa sempre più difficile identificare gli effetti delle azioni impattate su un sistema urbano. Fra l'altro: la catena degli effetti diventa sempre più intricata; gli effetti possono manifestarsi sempre più lontano dalle azioni che li hanno determinati, e ciò con riferimento sia al tempo sia allo spazio.

Per quanto sub b., diventa sempre più complicato il processo attraverso cui si arriva alla decisione. Fra l'altro: si moltiplicano i conflitti, si complessificano le soluzioni, si allungano i tempi per la presa delle decisioni.

Per quanto sub c., quanto meno si moltiplicano i cammini evolutivi possibili dei sistemi urbani, e ciò rende ancora più arduo il districarsi fra le difficoltà sopra evidenziate.

Per quanto sopra, occorre disporre di:

1. strumenti che permettano di identificare gli effetti delle azioni;
2. strumenti che – una volta che sia possibile identificare gli effetti

delle azioni — permettano di confrontare azioni alternative — portando il confronto sugli effetti delle stesse — alla luce di fissati obiettivi, talora singoli e più spesso multipli, allo scopo di fornire elementi che siano di aiuto per coltare che prendono le decisioni, dovendo appunto scegliere tra azioni alternative.

Gli strumenti cui sub 1. sono detti modelli matematici.

Gli strumenti di cui sub 2. sono detti strumenti di valutazione.

Oggetto di questo testo è la valutazione delle azioni in campo urbano in un contesto caratterizzato dall'impiego dei modelli matematici.

Non v'è dubbio che, in campo urbano, il problema della valutazione si ponga indipendentemente dalla produzione e dall'impiego dei modelli matematici (e che, storicamente, tale problema si sia posto prima dell'introduzione dei modelli matematici).

Altresì, non v'è dubbio che l'impiego dei modelli matematici urbani, con il grande numero di dati che ne costituisce il necessario input e con l'altrettanto grande numero di dati che dà luogo a ciascun output, abbia contribuito a rendere sempre meno eludibile il problema di disporre di metodi adeguati per la valutazione.

Se non altro per quanto precede, l'investigazione delle interrelazioni tra modelli matematici e valutazione delle azioni in campo urbano appare, quanto meno, elemento utile della riflessione generale sulla valutazione (e, come si vedrà, fa riconoscere la generazione di problemi non ovvii e di non semplice soluzione).

Ma non si tratta solo di questo. L'investigazione delle dette interrelazioni impone di approfondire i presupposti concettuali e le problematiche operative in ordine all'uso dei modelli matematici nella valutazione delle azioni in campo urbano, come pure impone di riconsiderare le difficoltà e le condizioni per una prospettiva di maggiore espansione dei modelli.

Pertanto, è proprio da qui che è bene cominciare.

Nel paragrafo 1, viene affrontato tale nodo di problemi. Più precisamente, in 1.1, vengono affrontate due questioni relative all'area dei presupposti concettuali dell'uso dei modelli matematici. In primo luogo, e precisamente in 1.1.1, intendendo i modelli matematici nel senso più lato possibile (e cioè non solo come modelli di simulazione, ma anche come qualsiasi altro metodo formalizzato, ad esempio una tecnica statistica od un algoritmo ottimizzatorio), è presentato il punto di vista degli autori di questo lavoro in ordine all'applicabilità del così detto metodo scientifico nella pianificazione territoriale e, più in generale, nelle «scienze regionali». In questo contesto, poi, anche in relazione alla riflessione sulla natura intrinseca dei sistemi urbani

(sempre più chiaramente riconosciuti come sistemi complessi, sia che si faccia riferimento al paradigma funzionalista od all'approccio strutturalista od alla metafora biologica), è affrontata in 1.1.2, la questione della preferibilità di un approccio riduzionista o di un approccio olistico nello studio dei sistemi urbani, questione a cui, in fondo, secondo gli autori, può essere ricondotta una larga parte della riflessione sopra richiamata in ordine alla natura dei sistemi urbani. In 1.2, viene affrontata una questione relativa all'area delle problematiche operative concorrenti l'uso dei modelli matematici nella valutazione delle azioni in campo urbano: quella della scelta del modello più adeguato da usare negli specifici casi di studio. In 1.3, si compie una breve riflessione sulle difficoltà incontrate e sulle condizioni che occorre osservare per aprire una prospettiva di maggiore espansione dell'uso dei modelli, riflessione che si fonda sulla considerazione di un certo numero di applicazioni modellistiche a casi reali di valutazione di azioni in campo urbano nel contesto italiano, e non solo italiano (si tratta di applicazioni in parte condotte dagli autori di questo lavoro). Da essa è possibile ricavare alcune indicazioni utili per accrescere l'efficacia e l'efficienza dell'uso dei modelli matematici nella valutazione delle azioni in campo urbano.

Nel paragrafo 2, si passa a discutere degli strumenti di valutazione delle azioni in campo urbano in un contesto caratterizzato dall'impiego di modelli matematici. In primo luogo, e precisamente in 2.1, si tenta di identificare le caratteristiche dell'attività di decisione in campo urbano, e in relazione a ciò, di definire la concezione della valutazione; in 2.2, si tratta degli indicatori di performance, fondati sulla concezione dell'interazione spaziale; in 2.3, si passa a trattare dei metodi multicriteri, puntando particolarmente l'attenzione sui problemi generati dal tentativo di applicarli tenendo conto della dimensione spaziale; infine, in 2.4, si indaga su un oggetto di ricerca ancora non consolidato: la natura delle relazioni tra indicatori di performance e metodi multicriteri, con riferimento al caso dell'impiego di modelli matematici per l'identificazione degli effetti delle azioni.

Nel paragrafo 3, si trae qualche conclusione e, soprattutto, si cerca di delineare alcuni sviluppi futuri.

Infine, nell'appendice 1, si descrive una batteria di indicatori di performance urbani e la sperimentazione che ne è stata fatta.

Per concludere, se è vero che una buona vecchia norma vorrebbe che si scrivessero testi autocontenuti, cioè testi che contengono al proprio interno tutti gli elementi necessari per essere completamente compresi, occorre osservare che ciò non è sempre possibile. Ciò, per esem-

pio, non è stato possibile in questo caso. Non lo è stato per quanto attiene ai modelli matematici (per avere un testo autocontenuto anche per questo aspetto, sarebbe stato necessario espandere questo scritto ben al di là di quanto già non sia). Pertanto, per quanto attiene ai modelli matematici, si invita il lettore, che non possegga tutti gli elementi necessari, a voler ricorrere ai riferimenti bibliografici che si suggeriscono.

1. L'uso dei modelli matematici

1. Presupposti concettuali

1.1.1. Il metodo scientifico nelle «scienze regionali»

L'applicazione di modelli matematici (qui intesi, come già detto nell'introduzione, nel senso più lato) sottintende, come tipo di approccio conoscitivo, il metodo scientifico.

Seguendo Hay (1985), il metodo scientifico può essere definito come un modo di pensare in cui entrano in gioco quattro ingredienti: teoria, regolarità, logica e riduzione.

La *teoria* è un insieme di assunzioni e di deduzioni (a partire dalle assunzioni).

Insiste in ogni teoria vi sono delle *regolarità* (talora dette leggi), ossia dichiarazioni concernenti l'invarianza di certe relazioni.

Una teoria è considerata tanto più soddisfacente quanto più le sue relazioni possono essere *logicamente* (cioè secondo una struttura del modo di pensare) dedotte da un piccolo insieme di assunzioni. Per esprimere questa logica, si ritiene particolarmente l'uso di un linguaggio astratto (come il formalismo matematico) in quanto più potente (cioè espressivamente efficace) e più chiaro (cioè privo di ambiguità) del linguaggio comune.

Infine, il principio di *riduzione*, equivalentemente principio di unificazione, è quello per cui una teoria è più soddisfacente quanto più è logicamente derivata o per cui è desiderabile l'unificazione di più teorie in una sola teoria (ovvero la riduzione di più teorie ad una sola teoria), ovviamente più generale.

Tipico del metodo scientifico è, poi, il legame tra il ragionamento scientifico e la sperimentazione scientifica, assicurato dall'*ipotesi di ricerca*: questa predice l'esito della sperimentazione, se la teoria è corretta. Ed in questo modo è possibile operare il controllo della consi-

stenza della teoria con il mondo osservato¹.

La *verifica* dell'ipotesi di ricerca è uno dei tre elementi caratterizzanti la sperimentazione scientifica.

Il secondo è la *misura*, la cui accurata definizione ed esecuzione è strettamente connessa al precedente concetto di verifica dell'ipotesi di ricerca.

Infine, in connessione con la misura, si pone il problema dell'*inferenza statistica*, cioè della considerazione di tutto ciò che può essere causa di errore nella misura.

Il metodo scientifico, come sopra definito, è un potentissimo strumento conoscitivo, come riscontrato in molte discipline².

Tuttavia, credere che il metodo scientifico sia il *solo* modo di acquisire conoscenza (atteggiamento definito *scientismo*) può essere pericoloso, almeno, per due motivi:

- a. quello di applicare il metodo scientifico in contesti non appropriati;
- b. quello di rifiutare di trattare aspetti che non siano investigabili con il metodo scientifico.

Oltre a ciò, lo scientismo risulta oggi inaccettabile per altri due motivi.

In primo luogo, gli studi di filosofia della scienza hanno individuato salti logici ed incoerenze, forse è più appropriato dire: discrepanze e differenze, nel metodo scientifico e nelle modalità secondo cui esso è stato applicato nel corso della storia³.

In secondo luogo, le difficoltà ad applicare il metodo scientifico diventano più evidenti quando si ha a che fare con certe discipline, come ad esempio le scienze sociali e, in particolare, le scienze della città e del territorio (o, se si vuole, adottando una formulazione ormai usuale, «scienze regionali», per le quali ultime (ma non solo per loro) si presentano i problemi di cui nel seguito.

Un primo problema può essere definito come il problema della unità dei sistemi in esame. Questi, come ampiamente riconosciuto, sono sistemi complessi per il numero sia delle caratteristiche sia delle relazioni causali (Bertuglia, 1989). Ciò è dovuto in larga misura alle specificità spazio-temporali dei sistemi stessi. Non si può escludere del tutto che, *al limite*, le specificità spazio-temporali possano caratterizzare un sistema urbano come un vero e proprio «unicum», cioè come un fatto che non è simile a nessun altro. In tale ultimo caso, la formulazione di teorie è impossibile.

Un secondo problema, anch'esso connesso alla complessità dei sistemi considerati, è quello della difficoltà di una sperimentazione scientifica. Esclusa — come è ovvio — la possibilità di una sperimentazione

di laboratorio, la sperimentazione sul campo si scontra, data la complessità di sistemi, con l'ostacolo di controllare le condizioni al contorno della sperimentazione (ad esempio, i possibili effetti di variabili addizionali non considerate). Un aspetto particolare di questa problematica è costituito dall'interferenza dell'osservatore con il fenomeno osservato: infatti, interagendo con esseri «pensanti», se l'essere osservati è noto, si possono produrre alterazioni nel comportamento del sistema, che, *al limite*, non si può escludere siano irreversibili.

Un terzo problema, ancora connesso alla complessità dei sistemi territoriali, è relativo alla trasferibilità, nelle scienze regionali, di teorie, in particolare di regolarità, tratte da altre discipline: ciò può avvenire sia assumendo le scienze della città e del territorio come momento di unificazione di scienze più elementari⁴, sia considerando la spazializzazione come specificazione di una scienza più generale. Se si pone mente alla molteplicità sia delle discipline che si possono coinvolgere in tali trasferimenti sia delle modalità di possibile interazione, appare evidente che il problema in oggetto può assumere una dimensione molto grande, tale da renderlo, *al limite*, intrattabile.

Posto tutto quanto sopra, la domanda è: quale possibilità si dà per l'uso del metodo scientifico, e quindi per l'applicazione dei modelli matematici, nelle scienze regionali?

La posizione degli autori è di consapevolezza dei problemi che sono stati brevemente posti e, in relazione a ciò, di rifiuto dello scientismo. Allo stesso tempo, si riconoscono buoni motivi per non gettare via il bambino insieme con l'acqua sporca della tinozza. In primo luogo, le situazioni-problema evidenziate si configurano come situazioni limitate e, in relazione a ciò, sembra di poter affermare che rimane un ampio margine al metodo scientifico quale via feconda per costruire teorie dei fenomeni territoriali e per verificarle. In secondo luogo, il metodo scientifico continua ad apparire attraente in quanto codifica strutture di pensiero tipiche della vita quotidiana, compreso il desiderio di teorie corrette sulla base dell'esperienza⁵. Infine, si deve osservare che una conoscenza di tipo scientifico è sempre più richiesta dalla società (anche in conseguenza dello sviluppo tecnologico che la pervade) per la gestione dei suoi sistemi, fra l'altro di quelli urbani.

Tuttavia, fermo restando quanto precede, la posizione degli autori non deve, certo, essere intesa come un arroccamento su tipologie modelistiche e procedure sperimentali adottate in passato. Invece, si ritiene possibile, ed anche auspicabile, che un'estensione dell'uso del metodo scientifico in campo territoriale possa produrre l'interesse a sviluppare studi relativi alla filosofia di questa branca disciplinare, capaci

sia di evidenziare carenze in quanto è stato finora fatto sia di indicare direzioni di avanzamento. Il crescente interesse per i metodi di trattamento rigoroso delle informazioni non quantitative, in altri termini dei fenomeni sociali e territoriali (al quale si farà riferimento in 2.3 trattando dei metodi multicriteri), rappresenta un esempio del fatto che quanto è stato ritenuto possibile, ed anche auspicato, è, forse, già in atto.

1.1.2. Approccio riduzionista ed approccio olistico ai sistemi territoriali

Molte delle questioni attinenti all'uso del metodo scientifico nelle Scienze Regionali riconducono, come si è visto, alla considerazione della complessità dei sistemi urbani.

Non è qui il caso di approfondire il concetto di complessità (si rinvia, ad esempio, a Waddington, 1977). Basta osservare che l'immagine della realtà, fornita dalla scienza, è intrinsecamente gerarchica: i sistemi identificati ad un qualche livello di osservazione sono costituiti da sottosistemi che, a loro volta, possono essere visti come sistemi ad un livello di osservazione inferiore. Questa gerarchia costituisce una scala di complessità. Così i sistemi territoriali si collocano ad un livello elevato di questa scala; in altre parole, sono più complessi dei sottosistemi economico, sociale, urbanistico, ambientale ecc., che lo costituiscono.

La scienza occidentale, fin dal XVII secolo, ha affrontato il problema della comprensione dei sistemi, procedendo secondo due approcci.

Il primo è un approccio analitico, particolarmente sviluppato nel contesto delle scienze più elementari, nel senso di situate nella parte relativamente più basata della scala della complessità (fisica, chimica ecc.), ove ha conseguito un indubbio successo, finendo quasi con l'identificarsi con «*il*» metodo scientifico. In questo approccio, le caratteristiche di un sistema di un dato livello sono comprese affrontando il problema ad un livello inferiore nella gerarchia della complessità (ad esempio, le proprietà delle molecole sono spiegate in termini di atomi, la biologia delle cellule in termini della loro costituzione chimica, ecc.). Questo approccio è definito *riduzionismo*.

Il secondo approccio è stato considerato sia all'interno del metodo scientifico sia al di fuori di esso. Secondo questo approccio, si cerca di comprendere i fenomeni di un dato livello di complessità in termini dello stesso livello di complessità (e non, invece, di un livello di complessità inferiore). Ciò significa che si tenta di comprendere l'insieme piuttosto che le parti e suggerisce che l'insieme è *più* che la somma

delle parti, cioè che esso ha proprietà specifiche non predicibili a partire dalla sola conoscenza delle parti che lo costituiscono. Questo approccio è definito *olismo*⁶.

Il riduzionismo ha trovato largo spazio negli studi territoriali. L'individuazione di regolarità ad un dato livello del sistema spiegate a partire dalla considerazione del comportamento di elementi appartenenti ad un livello inferiore (come, per esempio, avviene con la derivazione entropica delle interazioni spaziali, Wilson, 1970), ne è la testimonianza. Ma occorre osservare che la letteratura è piena sia di evidenziazioni di eccezioni sia di affermazioni sui limiti dei risultati ottenuti.

Negli studi territoriali, l'*olismo* ha trovato una delle sue più significative affermazioni con l'introduzione del concetto di ecosistema: un sistema dinamico interattivo collegante insieme tutti gli organismi viventi e la materia inorganica, in una data area e ad ogni scala (la descrizione tipica di un ecosistema avviene per mezzo dei cicli di materia e dei flussi di energia attraverso l'ecosistema stesso).

In particolare, nei tempi più recenti, è andata diffondendosi una visione dei sistemi urbani come «ecosistemi umani»; ciò anche in relazione alla crescente attenzione ai fenomeni di tipo morfogenetico, ai processi irreversibili ed autoorganizzativi che si riconoscono in detti sistemi (Wilson, 1981a; Allen, 1982) e che sembrano essere analizzabili solo trattando il sistema «in toto».

Se l'*olismo* sia destinato ad avere successo ed a risultare vincente, rispetto al riduzionismo, è difficile dire. Certamente, l'approccio olistico ha contribuito a porre all'attenzione problemi rilevanti (quali l'impatto dell'esplosione demografica, la rivoluzione tecnologica e telematica, la contaminazione ambientale), ma lo sviluppo di corrispondenti teorie e sperimentazioni (si pensi a lavori come, ad esempio, quelli di Allen), forse anche perché iniziato da poco, non sembra esente da affermazioni sui limiti dei risultati ottenuti (in qualche modo, similmente a come si è riscontrato negli studi di stampo riduzionista).

In una siffatta situazione, la domanda è: quale posizione prendere rispetto ai due approcci, tenendo presente che, come si mostrerà in seguito, la questione non è soltanto concettuale, ma ha anche implicazioni operative?

Agli autori sembra, con Wilson (1981b), che la posizione migliore sia quella secondo cui:

1. le scienze della città e del territorio ovvero le scienze regionali debbano continuare ad essere una disciplina «di sintesi»;
2. un particolare sforzo di ricerca debba essere volto a costruire efficaci teorie dei sistemi «in toto», cioè degli ecosistemi.

In altre parole, per quanto sub 2, l'obiettivo deve essere sostanzialmente olistico, anche se, per quanto sub 1, i metodi da usare possono restare sostanzialmente riduzionisti.

Come si è detto poco sopra, la scelta dell'approccio ha anche implicazioni operative. Un esempio può essere fatto con riferimento alla calibrazione di un modello matematico urbano. Seguendo Lombardo et al. (1987), si può osservare che, se l'ottica è riduzionista, il modello può essere scomposto nei suoi sottomodelli (ipotesi di relativa indipendenza degli stessi, almeno come accettabile approssimazione) ed i parametri spaziali di questi sottomodelli possono essere correttamente calibrati a certi istanti temporali (ipotesi di relativa prossimità all'equilibrio da parte del sottosistema all'istante considerato, almeno come accettabile approssimazione); invece, se l'ottica è olistica, le due predette ipotesi cadono e tutti i parametri del modello possono essere calibrati *solo* insieme (e ciò a partire dai dati relativi alla traiettoria temporale dell'intero sistema). Si noti che questa seconda via (poiché priva di approssimazioni) può sembrare migliore dell'altra. In realtà, i problemi dell'inferenza statistica, nella calibrazione del modello «in toto», sono più complessi di quelli relativi ai singoli sottomodelli e così, in conclusione, è difficile dire se questa complessificazione dei problemi di inferenza statistica sia meglio delle citate approssimazioni. Gli autori preferiscono, operativamente, seguire la prima via (ottica riduzionista) ed assumere il problema della riduzione delle approssimazioni come oggetto di ricerca teorica.

1.2. Problematiche operative: la scelta del tipo di modello per la valutazione

In uno studio di valutazione, dato per accettato che si adoperi un modello matematico (inteso sempre nel senso lato introdotto nell'introduzione), la fase della scelta del tipo di modello da utilizzare costituisce un punto delicato, cui il passato non si è sempre dedicata l'attenzione dovuta. Si noti che l'operazione qui considerata non deve essere confusa con la successiva fase di «design» del modello, cioè con la fase di progettazione del modello (la quale presuppone una precedente scelta tipologica di modello). Si noti, altresì, che, dati per rispettati tutti i vincoli alla scelta del modello (ad esempio, tempo concesso allo studio, risorse umane e finanziarie utilizzabili, disponibilità di informazioni, ecc.), la scelta operata deve essere opportunamente documentata per la committenza, costituendo un elemento fondamentale per una decisione (che potrà essere di accettazione o di rifiuto) della

strumentazione tecnica alla base dello studio di valutazione.

In questa scelta del tipo di modello, si possono riconoscere due casi estremi.

Il primo caso può essere presentato come segue: considerati tutti gli aspetti del problema, l'uso del modello matematico nella valutazione viene circoscritto alla fase tecnica dell'ordinamento delle alternative rispetto ai criteri. Un esempio tipico di questo caso è rappresentato dall'uso di un metodo multicriteri.

Il secondo caso può essere presentato come segue: considerati tutti gli aspetti del problema, *assunto come totalmente conosciute le relazioni causali tra le caratteristiche tipicizzanti le possibili alternative* (cioè le caratteristiche definenti l'impatto delle alternative stesse secondo i criteri) *ed il perseguitamento degli obiettivi alla base della valutazione*, l'uso del modello permette di «costruire» l'alternativa migliore rispetto ai criteri. Un esempio tipico di questo caso è rappresentato dall'uso di un modello di ottimizzazione.

Si noti che, rispetto a questo secondo caso, il primo caso corrisponde ad un'*ipotesi di conoscenza nulla delle relazioni causali sopracitate* (con conseguente misurazione dell'impatto delle alternative secondo i criteri condotta per via totalmente empirica).

Gli altri tipi di modelli si dispongono fra questi due casi estremi.

Più vicino al primo caso si collocano le tecniche di analisi territoriali. Sia che si tratti di tecniche statistiche (standard oppure specificamente territoriali, come l'autocorrelazione spaziale) o di metodi di lettura dei dati (estrazione di informazione dai dati grezzi, come il calcolo di indicatori di performance, l'individuazione di alberi gerarchici ecc.), in ogni caso *i modelli forniscono – o, se si vuole, assumono – la conoscenza di parti delle relazioni causali sopra citate*.

Più vicino al secondo caso si collocano i modelli matematici veri e propri, che *forniscono – o se si vuole, assumono – la conoscenza del «quadro complessivo» di relazioni causali, pur con limitazioni più o meno forti di conoscenza nello specifico delle relazioni*. Sono queste limitazioni che distinguono detti modelli dai modelli di ottimizzazione e ne definiscono le modalità di applicazioni come strumenti simulativi per sondare l'impatto di alternative oppure come sistemi di vincoli in un modello di ottimizzazione (ove, però, la relazione causale fondamentale tra obiettivi e caratteristiche delle possibili alternative è contenuta nella funzione obiettivo). È in questo tipo di modelli che si collocano, da un lato, i modelli input-output, spazializzati e non, e, da un altro lato, i modelli di sistemi urbani: i primi, del complesso di relazioni «funzionali e spaziali», che connettono le attività presenti

in un territorio, enfatizzano l'aspetto di interdipendenza funzionale, i secondi l'aspetto di interazione spaziale.

Data la particolare importanza di questo tipo di modelli, si intende qui approfondire più in dettaglio due ulteriori aspetti della scelta del modello da applicare; ciò, in particolare, avendo in mente i modelli di sistemi urbani.

I due aspetti sono:

1. la scelta tra un modello aggregato ed un modello disaggregato o, come si usa dire, a larga scala;
2. la scelta tra un modello a più elevato contenuto teorico ed un modello a più elevato contenuto operativo.

Si noti che le due scelte sono sovente collegate, posto che l'adozione della prima alternativa della prima scelta (modello aggregato) è sovente associata alla prima alternativa della seconda scelta (modello a più elevato contenuto teorico); e, similmente, la seconda alternativa della prima scelta (modello disaggregato) è sovente associata alla seconda alternativa della seconda scelta (modello a più elevato contenuto operativo). Sovente, il primo caso (modello aggregato ed a più elevato contenuto teorico) si sposa con l'adozione di teorie più recenti ed il secondo caso (modello disaggregato ed a più elevato contenuto operativo) con l'adozione di teorie più consolidate.

Precisato tutto quanto sopra, è però conveniente affrontare separatamente le problematiche relative alle due scelte. Infatti, mentre per quanto attiene al grado di aggregazione o di disaggregazione del modello, le argomentazioni a favore dell'una o dell'altra alternativa sono di tipo eminentemente operativo, per quanto attiene al contenuto più teorico o più operativo del modello, le argomentazioni sono di tipo prevalentemente concettuale.

L'uso di modelli disaggregati, che dopo le esperienze degli anni '60 negli Stati Uniti (e tentativi analoghi in altri paesi, come anche in Italia negli anni '70) sembrava destinato al declino (Lee, 1973), sembra ora destinato ad una ripresa, per il prodursi di nuove condizioni operative (Boyce, 1988): le difficoltà, incontrate allora (largamente dipendenti da forti incoerenze tra programmi di lavoro, obiettivi attesi, stato di avanzamento delle scienze regionali e della modellistica, tecnologia informatica), ora sembrano essere venute meno.

Sul piano dello stato dell'arte della disciplina, non si può non ricordare la poderosa produzione scientifica di questi ultimi due decenni, sia nell'analisi dei fenomeni di maggiore complessità (esempio tipico, i fenomeni non lineari), sia – ancora – nello studio dei fondamenti

economici e comportamentistici di tali fenomeni, sia — infine — nella predisposizione dei metodi computazionali delle soluzioni dei modelli di detti fenomeni. Sul piano della tecnologia informatica, l'evoluzione intercorsa (i computer della quinta generazione, le «work-station» grafiche, il calcolo vettoriale, ecc.) ha messo ora a disposizione una potenza ed una capacità di calcolo e di «visualizzazione» sintetica dei risultati modellistici, che prima erano imprevedibili. L'ampio sviluppo di software avanzato (relativo agli algoritmi computazionali dei modelli, alla gestione dei dati ed alle elaborazioni statistiche) ha, infine, creato un adeguato ponte tra il corrente stato teorico della disciplina ed il corrente stato della tecnologia informatica.

Le difficoltà, che attualmente possono ancora riconoscersi nell'uso di modelli disaggregati, attengono, sopra tutto, alla sfera «organizzativa» dell'applicazione. In questo campo, ciò che occorre è superare una certa impostazione ancora artigianale del lavoro, pensare all'uso di un modello disaggregato come ad una «impresa scientifica», sviluppando una scienza dell'organizzazione di questo tipo di imprese.

Invece, la scelta tra un modello a più elevato contenuto teorico ed un modello a più elevato contenuto operativo può essere correttamente affrontata alla luce delle considerazioni sul metodo scientifico e su riduzionismo ed olismo.

Un modello a più elevato contenuto teorico, in generale, tende ad essere più riduzionista di un modello a più elevato contenuto operativo, e ciò perché l'approfondimento teorico, in generale, è condotto in un'ottica riduzionista. E, poi, un modello, più approfondito dal punto di vista teorico, applica in modo più spinto il metodo scientifico.

Non è inutile rilevare che la definizione del grado di approfondimento teorico, da assumersi come posizione di equilibrio tra le indicate visioni alternative, alla fine deve essere lasciata alla decisione della committenza.

1.3. Difficoltà per una prospettiva di maggiore espansione dell'uso dei modelli matematici

L'uso di modelli matematici nella valutazione delle azioni in campo urbano, anche se istruttivo (molte delle riflessioni sviluppate dagli autori, in questo ed in altri lavori, non sarebbero state possibili senza l'esperienza di tale uso) e rilevante nella storia delle Scienze Regionali (come riconosciuto a livello internazionale; si veda, ad esempio, Wege-
ner, 1987), non è tuttavia largamente diffuso.

In Italia (ma non solo in Italia), a determinare tale stato di cose,

ha contribuito il contesto storico-culturale, il quale ha visto:

- a. la committenza restia verso l'uso del metodo scientifico nella pianificazione, in particolare nella pianificazione territoriale;
- b. la pratica professionale urbanistica impreparata all'uso delle tecniche modellistiche;
- c. e – anche in relazione a ciò – piuttosto esigua la schiera di scienziati impegnata in questo tipo di approccio (malgrado l'intuizione anticipante, prima, e la visione capace di cogliere tutte le potenzialità, poi, di alcuni urbanisti; per esempio, Beguinot, 1973; Beguinot et al., 1984).

Quanto ora evidenziato non solo ha frenato lo sviluppo di questa area di studi, ma ne ha anche determinato qualche distorsione.

Quel che si vuole qui rilevare è che gli studiosi della specifica area di studi, proprio perché innovatori rispetto al contesto, non potevano non essere fondamentalmente permeati da una forte mentalità «di ricerca». Lo sviluppo delle applicazioni modellistiche è stato così essenzialmente uno sviluppo di prototipi di modelli, con una forte prevalenza della fase di progettazione teorica del modello rispetto ad altre fasi.

Le distorsioni, che così ne sono conseguite, riguardano:

- a. i tempi (sovente troppo lunghi) ed i relativi costi (troppo elevati) di realizzazione degli studi;
- b. l'utilizzo (limitato) delle potenzialità dei modelli predisposti e dei risultati delle loro applicazioni;
- c. le modalità di interazione con la committenza (non perfettamente chiarite dagli studiosi).

Più in generale, è venuta a mancare una ampia base di pratica professionale nell'uso dei modelli, con lo sviluppo di consolidate prassi procedurali, di efficienti modelli standard, di qualificate strumentazioni operative (software di analisi e rappresentazione dei risultati) immediatamente disponibili.

Una analisi rigorosa delle prestazioni dell'approccio modellistico nella valutazione delle azioni in campo urbano non può prescindere dalla considerazione di questa base di pratica professionale.

Per altro, ora si riconoscono chiari sintomi del fatto che la cultura italiana si sta aprendo ai modelli matematici urbani.

In relazione a ciò, lo sviluppo di quegli elementi – appena sopra citati come essenziali per una pratica professionale – diventa una direzione di lavoro di importanza strategica e di assoluta urgenza (il cui perseguitamento sarà favorito, fra l'altro ed in primo luogo, al Pro-

getto finalizzato trasporti 2 e dal Progetto finalizzato ambiente e territorio, ma anche dal Progetto strategico aree metropolitane del Cnr).

2. Gli strumenti di valutazione

2.1. *L'attività di decisione e la concezione della valutazione*

Per porsi correttamente il problema della valutazione in campo urbano, occorre aver chiare le caratteristiche che l'attività di decisione, in particolare quella degli operatori urbani, è venuta via via assumendo.

Si può osservare che:

- a. i problemi fanno riconoscere sempre più nitidamente la loro natura conflittuale: conflitti tra gruppi di interesse (per esempio, per l'attribuzione della priorità all'obiettivo della crescita economica od all'obiettivo della salvaguardia ambientale); conflitti interzonali (per esempio, per il trasferimento di diseconomie esterne – per dire: una qualche forma di inquinamento – da un'area geografica ad un'altra); conflitti intertemporali (per esempio, per lo sfruttamento, a favore delle generazioni attuali, le risorse limitate, sfruttamento che può risultare pernicioso per le generazioni future); conflitti intrapersonali (derivanti dagli interessi contraddittori di uno stesso decisore, il quale, per esempio, può premere per la conservazione dell'ambiente e, allo stesso tempo, non essere disposto a rinunciare ad un livello di consumo cospicuo).

Per cui, in ordine alla soluzione dei problemi, possono emergere obiettivi (e mix di obiettivi) diversi: ciò non solo nel senso che decisori diversi possono avere obiettivi (e mix obiettivi) diversi, ma anche nel senso che uno stesso decisore può avere interesse a sondare obiettivi (e mix di obiettivi) diversi;

- b. sempre più spesso, la decisione non è presa da una singola persona, ma da un gruppo di persone. Per essere più precisi, sempre più spesso la decisione è l'esito di un processo – istituzionalizzato e con fissate procedure –, nel corso del quale, in fasi successive, intervengono decisori (che, in genere, non sono singole persone, ma gruppi di persone) diversi;
- c. poiché la decisione è l'esito di un processo istituzionalizzato e con fissate procedure, e poiché un siffatto processo richiede tempo, sempre più spesso il decisore, ciascun decisore, può modificare – o addirittura formare – il proprio obiettivo (il proprio mix di obiettivi) nel corso del processo che porta alla decisione;

d. data la complessità dei sistemi urbani, sempre più spesso, a fronte di un problema, non si ha una soluzione sola — e, in qualche modo, «obbligata», — ma un ampio ventaglio di soluzioni possibili.

Per dirla in breve, alla scala del sistema urbano, una qualsiasi attività di decisione presenta le seguenti caratteristiche: pluralità di obiettivi; processi di decisione complicati, per conseguenza con tempi lunghi, tanto che, nel corso del tempo, i decisori possono modificare — o addirittura formare — il proprio punto di vista; ampio ventaglio di soluzioni possibili.

È tenendo conto di ciò che occorre riflettere sulla valutazione.

La valutazione comprende due aspetti logicamente inscindibili, anche se sovente nell'uso si fa riferimento ad uno solo dei due, talora all'uno talora all'altro: la misurazione e la comparazione.

La valutazione può essere intesa come identificazione e, quindi, misurazione degli effetti di un'azione, i quali costituiscono l'impatto della stessa sul sistema urbano, rispetto a dati obiettivi e vincoli.

Così pure, la valutazione può essere intesa come comparazione tra gli effetti di un'azione e gli effetti di altre azioni alterantive alla stessa; ciò in base al perseguitamento degli obiettivi ed al rispetto dei vincoli dati.

In realtà, come sopra enunciato, la comparazione non può essere operata se non fondandosi su disponibili elementi di misura; e, d'altra parte, nella misurazione è insita l'esistenza di «punti di riferimento», la comparazione con i quali costituisce l'essenza stessa della misura.

Misurazione e comparazione sono operazioni complesse, che pongono problemi di ordine sia teorico sia pratico, oggetto di un filone di studi già corposo, ma tuttora assai vivace.

Gli indicatori di performance, con riferimento alla misurazione, e i metodi multicriteri, con riferimento alla comparazione, sono gli strumenti metodologici più recenti ed avanzati predisposti dal citato filone di studi per risolvere i problemi esenti.

I primi, e cioè gli indicatori di performance, costituiscono la soluzione al problema di trasformare i dati grezzi disponibili in informazioni significative (o, in altre parole, in dati conoscitivi), realmente utili alla misurazione ed alla comparazione.

I metodi multicriteri, invece, costituiscono la soluzione al problema di estrarre, a partire dalle varie misure dei molteplici impatti delle azioni da confrontare, una unica graduatoria complessiva di azioni che consenta la scelta di quella preferibile. Nel campo dei detti metodi multicriteri, la molteplicità di tecniche disponibili è determinata dalla varietà dei casi possibili ed è all'origine della verità delle soluzioni proposte.

2.2. *Indicatori di performance*

2.2.1. Concetti generali

Come si è detto in 2.1, gli indicatori di performance costituiscono la soluzione al problema di trasformare i dati grezzi disponibili in informazioni significative (o, in altre parole, in dati conoscitivi), realmente utili alla misurazione ed alla comparazione.

Per trasformare un dato grezzo di informazione significativa occorre:

- finalizzarlo, cioè individuarne le relazioni logiche con gli obiettivi della misurazione o della comparazione (così, ad esempio, un dato diventa un indicatore di efficacia, di efficienza, ecc.);
- relativizzarlo, cioè collocarlo in una scala logica di misura rispetto alla finalizzazione;
- sistematizzarlo, cioè relazionarlo logicamente con altri dati sia per compattare l'informazione, eliminando le ridondanze di dati simili, sia per renderlo congruo con le interdipendenze funzionali del sistema oggetto di studio.

Così trasformare il dato grezzo in informazione significativa, in generale, richiede sul piano operativo il manipolarlo, combinandolo con altri dati grezzi; il dato derivato è l'indicatore di performance.

Gli indicatori di performance possono venire calcolati a partire sia dagli input di modelli (più in generale, da dati) sia dagli output di modelli. (Potrebbe verificarsi il caso in cui, sebbene si decida di calcolare gli indicatori di performance direttamente da dati, questi non siano completi o, addirittura, non siano disponibili. Per ovviare all'in disponibilità o, comunque, all'incompletezza dei dati, si potrebbe pensare di calcolare i «dati» mancanti utilizzando dei modelli matematici).

Poiché la realtà cui si fa riferimento (la città) ha natura sistematica (insieme di parti tra loro in relazione), gli indicatori di performance, cui occorre fare riferimento, devono essere in grado di cogliere le interdipendenze sistemiche proprie di tale realtà. A tal fine, gli indicatori, che qui si tratteranno, saranno basati su teorie e modelli di interazione spaziale e, proprio per questo motivo, sono sostanzialmente diversi dagli indicatori cui in passato si è fatto abitualmente riferimento (Clarke, Wilson, 1987).

In questo senso, cioè per il fatto di essere basati su teorie e modelli di interazione spaziale, gli indicatori di performance, che qui tratteremo, si allontanano dal primo dei due casi estremi per la scelta del modello di valutazione, di cui si è detto in 1.2. In effetti, essi si

avvicinano maggiormente al secondo caso, come i modelli matematici veri e propri.

Con riferimento ai due aspetti che caratterizzano i modelli del secondo caso (cfr. 1.2), si può osservare che gli indicatori di performance in oggetto sono modelli disaggregati aventi un elevato contenuto operativo piuttosto che teorico. Ciò, peraltro, conferma quanto già si diceva in 1.2 e cioè che il modello disaggregato è sovente caratterizzato da un elevato contenuto operativo.

2.2.2. Indicatori di efficacia e di efficienza spaziale

Si assume che i sistemi urbani siano costituiti da popolazione, da settori economici e da interazioni tra popolazione e settori economici (includendo, tra questi, anche quelli rivolti alla distribuzione). I settori economici, per il loro operare, sono strutturati in organizzazioni (ad esempio, la rete dei punti di vendita al dettaglio), poste al servizio o, più in generale, utilizzate dalla popolazione.

Esistono due principali tipi di indicatori di performance: quelli relativi alla misura in cui la popolazione è servita da, o utilizza, le organizzazioni (indicatori di efficacia spaziale nella fornitura alla popolazione delle prestazioni delle organizzazioni, calcolati nelle zone di residenza della popolazione) e quelli relativi alla misura in cui le organizzazioni sono utilizzate dalla popolazione (indicatori di efficienza spaziale dell'uso delle organizzazioni da parte della popolazione, calcolati nelle zone di localizzazione delle organizzazioni). In questo senso, cioè nella capacità di tener conto delle interazioni spaziali tra popolazione ed organizzazioni, gli indicatori di efficacia e di efficienza spaziale, qui presentati, si differenziano, come già detto in 2.2.1, dai tradizionali indicatori sociali (tuttavia, gli indicatori, qui presentati, non si pongono in alternativa agli indicatori sociali, ma ne costituiscono un'utile integrazione).

Gli indicatori di efficacia e di efficienza spaziali sopra introdotti si basano sui concetti di «fornitura potenziale del servizio in una zona di residenza» e di «popolazione del bacino d'utenza del servizio installato in una zona».

Per fissare le idee, si consideri un servizio urbano, ad esempio quello delle vendite al dettaglio.

Per fornitura potenziale del servizio in una data zona di residenza si intende la disponibilità del servizio, localizzato nelle varie zone del sistema allo studio, così come essa viene «percepita» dai residenti di quella data zona.

In termini formali, detti:

A_j la dimensione del servizio nella zona j ,

F_{ij} il flusso di utenti del servizio della zona di residenza i alla zona j , si ha che la fornitura potenziale del servizio è espressa da:

$$\bar{A}_i = \sum_j \frac{F_{ij}}{\sum_i F_{ij}} A_j . \quad (1)$$

Il secondo membro della (1) è l'aliquota del servizio in j , A_j , che è usata dai residenti in i , sommata per tutte le zone j , al fine di ottenere la fornitura totale in i .

Si fa osservare che è soddisfatta l'equazione:

$$\sum_i \bar{A}_i = \sum_j A_j \quad (2)$$

cioè, per il sistema nel suo complesso, la fornitura potenziale totale del servizio coincide con la dimensione totale del servizio stesso.

Analogamente, per popolazione del bacino d'utenza del servizio installato in una data zona si intende l'ammontare totale della popolazione interessata al servizio in oggetto.

In termini formali, detto:

P_i la popolazione residente nella zona i ,

si ha che la popolazione del bacino d'utenza del servizio è espressa da:

$$\bar{P}_j = \sum_i \frac{F_{ij}}{\sum_j F_{ij}} P_i . \quad (3)$$

Il secondo membro della (3) è l'aliquota della popolazione residente in i , P_i , che entra a far parte del bacino d'utenza del servizio in j , sommata per tutte le zone i , al fine di ottenere la popolazione totale del bacino d'utenza del servizio localizzato in j .

Si fa osservare che è soddisfatta l'equazione:

$$\sum_j \bar{P}_j = \sum_i P_i \quad (4)$$

cioè, per il sistema nel suo complesso, la somma della popolazione dei vari bacini d'utenza del servizio coincide con la popolazione residente totale.

Un significativo indicatore di efficacia spaziale nella fornitura del servizio è dato da:

$$\bar{A}_i/P_i$$

(5)

cioè dalla fornitura potenziale del servizio pro-capite.

Un significativo indicatore di efficienza spaziale delle prestazioni del servizio è dato da:

$$A_j/\bar{P}_j$$

(6)

cioè dalla dimensione del servizio per unità di popolazione del bacino d'utenza.

Occorre avvertire che gli indicatori (5) e (6) non vanno mai analizzati separatamente. Infatti, l'indicatore di efficienza spaziale (6) ci dice che un servizio è tanto più efficiente quanto più il rapporto A_j/\bar{P}_j è piccolo. Ma ciò si può verificare per una delle due seguenti ragioni (o, anche, per entrambe): A_j piccolo o \bar{P}_j grande. È chiaro che, se A_j/\bar{P}_j è piccolo perché A_j è piccolo, l'efficienza del servizio andrebbe, quanto meno, messa in dubbio (infatti, operando nel modo detto, un servizio scarso verrebbe «tout court» considerato efficiente). Infatti, va fatto osservare che, se gli A_j sono piccoli, verosimilmente la fornitura potenziale \bar{A}_i , data dalla (1), è piccola ed il rapporto \bar{A}_i/P_i [indicatore di efficacia spaziale (5)] è, a sua volta, piccolo; quindi, l'efficacia del servizio è piccola. Se l'efficacia del servizio è piccola, è lecito pensare che il servizio non sia efficiente, bensì scarso. In conclusione, solo dall'analisi combinata degli indicatori (5) e (6) si può trarre se il servizio in oggetto è efficiente oppure no.

A fianco degli indicatori di efficacia e di efficienza qui presentati, possono essere calcolati numerosi altri indicatori di performance (cfr. Tadei, 1987).

Come già annunciato nell'introduzione, nell'appendice 1 viene presentata una batteria di indicatori di performance urbani, predisposta nell'ambito di un lavoro condotto per il Progetto finalizzato trasporti 1⁷ e sperimentata sul sistema urbano di Torino.

2.3. *Metodi multicriteri*

2.3.1. Concetti generali

Come già detto in 2.1, i metodi multicriteri costituiscono la soluzione al problema di estrarre, a partire dalle varie misure dei molteplici impatti delle azioni da confrontare, una unica graduatoria complessiva di azioni che consenta la scelta di quella preferibile.

Per fare ciò, occorre, in generale, superare due difficoltà:

- il problema delle misure limitate. È noto, infatti, che diversi impatti di azioni non possono essere monetizzabili o stimati su analoghe scale quantitative, o perché intrinsecamente incommensurabili o per altre ragioni che rendono non fattibile la misurazione.
Pertanto, nel confronto occorre usare al meglio il dato (l'indicatore di performance, per esempio) così come disponibile, sia esso quantitativo o solo qualitativo (graduatoria, giudizio sì/no ecc.);
- il problema dell'aggregabilità. È noto, infatti, che azioni diverse possono risultare preferibili, secondo che si consideri questo o quel tipo di impatto; e che i decisori possono avere obiettivi diversi (perfino, opposti) in ordine all'importanza dei diversi tipi di impatto. Bisogna pertanto ricomporre al meglio – nella graduatoria complessiva – la discordanza negli impatti, anche tenendo conto della loro importanza relativa secondo i diversi decisori.

Chiarito quanto sopra, nella valutazione di piani o progetti, o di qualsiasi altra azione in campo urbano, si possono sempre riconoscere

– ed è fondamentale riconoscere distintamente, ai fini di una corretta impostazione del problema valutativo – i seguenti tre elementi:

1. le alternative;
2. i criteri;
3. i decisori.

Le alternative sono, ovviamente, gli oggetti della valutazione (piani, progetti od altro). È essenziale, per una corretta valutazione (ed applicazione dei relativi metodi) che le alternative:

- costituiscono un insieme completo (almeno nel senso che i decisori unanimemente riconoscano che le alternative esplicitate costituiscono effettivamente tutte quelle in gioco);
- siano enunciate in modo inequivoco (di modo che non possano sorgere, tra i valutatori, interpretazioni diverse in ordine alle loro caratteristiche);
- siano adeguatamente distinte (di modo che la valutazione segnali chiaramente l'alternativa preferibile).

I criteri sono gli elementi di giudizio che concorrono alla formazione di una valutazione globale delle alternative. È bene che anche i criteri costituiscano un insieme completo, siano enunciati in modo inequivoco e siano adeguatamente distinti; ciò per motivi analoghi a quelli avanzati relativamente alle alternative.

È necessario avvertire che, in detto contesto, si pone un problema delicato: quello della misurazione dei criteri. Ciò è legato al fatto che, spesso, i criteri sono dei concetti astratti non immediatamente misurabili (per fare un esempio: migliorare la qualità della vita), per cui occorre passare a dei concetti misurabili, in altre parole trovare delle proxy operazionali dei concetti astratti non immediatamente misurabili.

Per quanto si è visto in 2.1, si può affermare che i criteri sono multipli e possono essere non ugualmente importanti. I pesi dei criteri esprimono la diversa importanza dei criteri. Una particolare combinazione di pesi dei criteri costituisce un punto di vista.

I decisori, infine, sono i soggetti «politici» interessati alla valutazione, cioè le forze politiche, economiche e sociali coinvolte dal problema in esame, sia per competenze istituzionali sia perché toccati (almeno potenzialmente) dagli effetti della scelta conseguente alla valutazione. Decisori diversi possono avere punti di vista diversi. In ogni caso, in una buona analisi multicriteri, anche nel caso in cui il committente non possa essere considerato soggetto «super partes», è sempre opportuno considerare una pluralità di parti interessate, anche al solo fine di una verifica della stabilità della soluzione emergente rispetto a punti di vista più o meno diversi.

Gli elementi sopra introdotti permettono di definire due matrici, la matrice degli impatti e la matrice dei pesi dei criteri, che costituiscono la base di ogni valutazione multicriteri.

La matrice degli impatti è la tabulazione, per ogni associazione criterio-alternativa, della misura (ad esempio, il valore dell'indicatore di performance) quantitativa o qualitativa dell'«effetto» prodotto da quella alternativa rispetto a quel criterio di valutazione. Questa volta si è indicato tra virgolette il termine effetto per mettere in evidenza che l'impatto di una alternativa deve essere inteso in senso molto lato: così, oltre ad una diretta azione esercitata dall'alternativa, l'effetto può essere una reazione esercitata, un fatto collegato, ecc. Secondo il tipo di impatto, la relativa matrice può assumere nomi anche più specifici; segnaliamo due casi importanti: la matrice di desiderabilità (orientata ai diversi aspetti dell'atteggiamento dei decisori verso la realizzazione di piani o progetti) e la matrice di fattibilità (orientata agli aspetti della realizzazione degli stessi).

La matrice dei pesi dei criteri è la tabulazione, per ogni singolo decisore, della misura quantitativa o qualitativa dell'importanza (relativa rispetto agli altri criteri) che egli attribuisce a quel criterio nella valutazione.

A partire dalle matrici sopra introdotte, l'algoritmo multicriterio ricava, in una opportuna metrica compatibile con la natura quantitativa o qualitativa dei dati disponibili, e secondo modalità peculiari dello specifico metodo adottato, la distanza tra le alternative (cioè una misura di similarità/dissimilarità tra queste, basata sulla considerazione dei diversi tipi di impatti, pesati secondo l'importanza relativa a loro attribuita dal decisore).

Da queste distanze l'algoritmo, poi, ricava una graduatoria di preferibilità delle alternative. Se i dati di partenza sono quantitativi, oltre all'ordinamento delle alternative è possibile anche ricavare una misura di «quanto» una alternativa surclassa l'altra nella valutazione.

2.3.2. Una breve rassegna di metodi

Trascurando le varianti minori, una rassegna delle tecniche multicriteri fa riconoscere una diecina di tipi di metodi: il metodo del valore atteso (o della somma ponderata), il metodo lessicografico, il metodo delle frequenze, il metodo di concordanza, il metodo di permutazione, il metodo di metagiuoco, il metodo dell'autovalore, il metodo della riduzione (scaling) multidimensionale ed il metodo di regime.

In questa sede, tratteremo brevemente i due certamente più significativi metodi della storia di queste metodologie, sia dal punto di vista concettuale sia per la numerosità delle applicazioni effettuate, più un metodo recentemente emerso. Tratteremo così il metodo della somma ponderata, il metodo di concordanza ed il metodo di regime. Nell'insieme, sono in grado di fornire un quadro logico sistematico dell'approccio multicriteri, capace di orientare il lettore meglio di quel che non possa fare una mera classificazione dei metodi disponibili.

Il metodo della somma ponderata è basato sulla formazione, per ogni singola alternativa, di una misura di impatto complessivo rispetto a tutti i criteri opportunamente pesati della loro importanza relativa. L'ordinamento di tutte le alternative rispetto a questa misura globale fornisce la graduatoria di preferibilità delle alternative stesse. Nel caso di dati tutti quantitativi, la misura in oggetto è, per ogni alternativa, la combinazione lineare degli elementi della matrice degli impatti (cioè gli impatti secondo i vari criteri) moltiplicati per i corrispondenti elementi della matrice dei pesi dei criteri. Poiché questi ultimi, in generale, sono determinati senza prestare attenzione alle specifiche unità di misura dei diversi impatti, occorre una standardizzazione delle misure degli impatti. Secondo le circostanze, nella standardizzazione, può essere preferibile ricorrere:

1. alla usuale normalizzazione degli impatti, rapportandoli al loro valore medio ed alla relativa deviazione standard;
2. alla comparazione con un intervallo di valori ritenuti «ammissibili», di cui il massimo od il minimo, od entrambi, è fissato a priori come valore «obiettivo» o soglia critica, oppure può essere il massimo od il minimo, od entrambi, degli impatti misurati.

Il metodo della somma ponderata può essere applicato anche a dati qualitativi, sia degli impatti sia dei pesi dei criteri. Il ragionamento di fondo, alla base delle procedure operative che attuano tale estensione, è che:

- tra tutti i dati quantitativi immaginabili, ve n'è un sottoinsieme compatibile con i dati qualitativi a disposizione (e, naturalmente, un sottoinsieme non compatibile);
- tutti i dati quantitativi compatibili con i dati qualitativi disponibili sono possibili ed equiprobabili, proprio per l'assenza di informazione più precisa (ciò costituisce il così detto principio di indifferenza di Laplace).

Sulla base di quanto sopra, è pertanto possibile determinare, con opportuno algoritmo, in termini probabilistici, la graduatoria delle alternative misurate qualitativamente.

Diversamente dal metodo appena considerato, nel quale dapprima si ricava una misura globale (cioè relativa all'insieme di tutti i criteri) di impatto e poi su questa base unidimensionale si ordinano tutte le alternative, nel metodo di concordanza dapprima si comparano le alternative nello spazio multidimensionale dei criteri, poi si compattano i risultati delle comparazioni in un ordinamento monodimensionale delle alternative. Centrale, nel metodo, è il concetto di insieme di concordanza e di insieme di discordanza. Il primo è il sottoinsieme di criteri per cui una alternativa «batte» (cioè, è preferibile a) un'altra alternativa; il secondo è il sottoinsieme di criteri per cui l'alterantiva è battuta da un'altra. Su questa base è possibile costruire due indici che permettono di caratterizzare l'esito della comparazione tra le due alterantive:

- l'indice di concordanza, che è la somma dei pesi dei criteri dell'insieme di concordanza;
- l'indice di discordanza, che è la somma, per l'insieme di discordanza, delle differenze dei valori degli impatti delle due alternative nei diversi criteri, ciascuna pesata per il relativo peso di criterio.

L'indice di concordanza misura la «forza» dei criteri che rendono preferibile l'alternativa. L'indice di discordanza segnala, invece, se l'alternativa, nei criteri perdenti, è sopravanzata dalla opposente per consistenti differenze di impatto. L'indice di discordanza integra così l'informazione dell'indice di concordanza, i due indici insieme permettendo di trattare congiuntamente, ma non indistintamente (come invece avviene nel metodo della somma ponderata), i due aspetti delle differenze tra le alternative: nei pesi dei criteri e nei valori degli impatti. Esula dagli scopi di questo scritto presentare le diverse possibilità operative con cui dedurre dagli indici sopra citati la graduatoria delle alternative. Merita, invece, ricordare che, per dati da trattare di tipo qualitativo, valgono considerazioni analoghe a quelle avanzate con riferimento al metodo della somma ponderata.

Il metodo di regime, infine può essere presentato a partire da quanto detto sulla comparazione a coppie delle alternative del metodo di concordanza. Anche in questo metodo, si procede ad una comparazione simile ma, in luogo della costruzione di indici di concordanza e di discordanza, si definiscono vettori binari di regime, i cui elementi riportano per ogni criterio il segno (positivo, nullo o negativo) della comparazione delle due alternative. Da questi vettori di regime, con modalità analoghe al metodo di concordanza e ricorrendo al principio di indifferenza di Laplace in caso di pesi dei criteri qualitativi, si può ottenere la graduatoria delle alternative.

Metodo di concordanza e metodo di regime risultano così trattare in modo differente le informazioni contenute nella matrice degli impatti. A seconda della natura dei dati disponibili nei casi reali, si deve valutare quale metodo è preferibile adottare.

Quest'ultima considerazione può essere estesa, più in generale, a criterio di scelta tra tutti i metodi disponibili.

Per un maggior dettaglio sui singoli metodi multicriteri, si rinvia a Nijkamp, Voogd (1985), Nijkamp (1986a e 1986b), Bertuglia et al. (1989), Nijkamp, Voogd (1989).

2.3.3. Applicazione dell'analisi multicriteri a problemi spaziali

Come osservano Nijkamp et al. (1985), la dimensione spaziale può entrare nell'analisi multicriteri:

1. attraverso la matrice di impatto delle alternative sui criteri. Infatti, le alternative, oltre a poter essere spazialmente differenziate, possono avere influenze diverse sulle differenti parti del territorio;
2. attraverso i punti di vista sui criteri. Infatti, l'articolazione territo-

riale dei decisori (generalmente, associata al «decentralmento» delle competenze istituzionali) può determinare graduatorie diverse degli interventi rispetto ai criteri di valutazione.

Tutto ciò si traduce in una generalizzazione pluridimensionale delle consuete analisi spaziali.

Occorre però tenere conto di taluni problemi specifici (oltre, naturalmente, tutti quelli comuni a tutte le generalizzazioni spaziali di analisi aspaziali):

1. usualmente, le diverse alternative non sono più indipendenti. Infatti, le alternative, per le connessioni spaziali tra di esse o per la propagazione spaziale degli effetti (effetti di spillover), presentano sinergie che rendono ardua la costruzione, nei modi consueti, della matrice di impatto delle alternative sui criteri (oltre al fatto che si infrangono gli assiomi di una «buona» metodologia di valutazione);
2. usualmente, le diverse zone, secondo cui il territorio viene articolato, non sono omogenee rispetto agli impatti delle alternative sui criteri (e non sempre tale eterogeneità può essere eliminata attraverso la modifica della zonizzazione, per esempio introducendo maglie più fitte);
3. in ogni caso, il numero di zone considerate è sempre piuttosto alto. Ciò introduce una complessità combinatorica nel problema, la quale, al limite, può rendere il caso operativamente intrattabile.

2.4. Uso combinato di indicatori di performance, calcolati a partire da output di modelli, e di metodi multicriteri

2.4.1. Valutazione, modelli ed indicatori di performance

Nell'interpretazione più semplice, ma riduttiva, gli indicatori di performance possono essere visti come i criteri da introdurre nella valutazione multicriteri (ritorneremo su questo argomento in 2.4.2).

Occorre però tenere conto che, come enunciato in 2.2.1, gli indicatori di performance di cui qui si tratta, spesso, sono calcolati a partire da output di modelli matematici urbani e che detti modelli, anche se sovente se ne enfatizza l'aspetto di simulazione del comportamento del sistema, sono equivalentemente formulabili come problemi di ottimizzazione. Si ricorda come caso più noto, ma anche più rilevante (dato il ruolo giuocato nella costruzione dei modelli urbani), quello dei modelli di interazione spaziale. Infatti, i modelli di interazione spaziale possono essere interpretati come la risoluzione di un problema

di programmazione matematica, consistente nella massimizzazione dell'entropia del sistema di interazioni, subordinatamente al vincolo di conservazione di una qualche forma di «energia» totale del sistema stesso (nel caso specifico, l'«energia» è il costo totale degli spostamenti) (Wilson, 1974). Alternativamente, ma in modo del tutto equivalente dal punto di vista delle conseguenze, i modelli di interazione spaziale possono essere interpretati come la risoluzione del problema di minimizzazione del costo degli spostamenti, subordinatamente ad un prefissato margine di dispersione dei comportamenti degli utenti, cioè subordinatamente ad un prefissato livello di entropia del sistema (Boyce, Southworth, 1979). La seconda delle due impostazioni è qui da preferire, poiché enuncia, in modo più immediato, gli obiettivi impliciti nel modello.

È condizione essenziale, quindi, che non si abbia contrasto tra gli obiettivi impliciti nel modello e le funzioni di valutazione (in primo luogo, i criteri ed i punti di vista) che vengono assunte (specificamente, gli indicatori di performance). Evidentemente, ciò è tanto più semplice da verificare quanto più il modello è elementare.

Nei modelli urbani statici, ad esempio, è facile distinguere tra i soggetti differenti a cui si riferiscono gli indicatori di performance, da un lato, e gli obiettivi impliciti nel modello, dall'altro lato: tipicamente, i decisori delle localizzazioni, nella valutazione della performance, e gli utenti, nel modello (Leonardi, 1981).

La situazione è decisamente più complessa nei più recenti modelli dinamici urbani che, come esplicitamente indicato in Bertuglia et al. (1987) ed in Bertuglia, et al. (1990), si propongono di possedere più ampie e consolidate basi economiche e di analizzare la processualità dei fenomeni urbani. Ci limitiamo qui a considerare solo quest'ultimo aspetto. Si deve subito dire che è impossibile modellizzare la dinamica urbana senza modellizzare il comportamento dei decisori che, evidentemente, di tale dinamica sono in larga misura responsabili. Il problema del contrasto sopra posto, tra gli obiettivi impliciti del modello e le funzioni di valutazione (indicatori di performance), in questo caso può giungere, al limite, fino ad un'accusa di incoerenza logica: perché gli obiettivi assunti nelle funzioni di valutazione non sono resi impliciti (cioè, non sono incorporati) nel modello? Chiaramente, un'analisi attenta può permettere di evitare di cadere nella detta incoerenza logica. Resta, però, il fatto che i modelli più evoluti devono essere usati con maggiore cautela di quella necessaria per i modelli più elementari (e ciò è, ovviamente, lo scotto che occorre pagare per una maggiore comprensione della complessità).

2.4.2. Indicatori di performance e metodi multicriteri: dall'interazione all'integrazione

In 2.4.1, il problema del rapporto tra indicatori di performance e metodi multicriteri, per chiarezza espositiva, è stata risolta nei termini più elementari: indicatori di performance uguali criteri nella valutazione, cioè in termini di pura interazione.

Introduciamo ora alcuni elementi che complessificano e problemizzano l'indicato rapporto, così che si possa parlare di integrazione tra indicatori di performance e metodi multicriteri.

Un primo elemento è che gli indicatori di performance possono avere valenze valutative diverse. Possiamo così riconoscere l'esistenza (ed affermare la necessità di un «buon» processo di valutazione) di almeno tre tipi di indicatori di performance: gli indicatori conoscitivi, gli indicatori pre-valutativi e gli indicatori che possono aiutare a chiarire il contesto «di contorno» alla valutazione multicriteri (in altre parole, aiutano a definire quali sono gli aspetti del sistema in esame che devono essere sottoposti a valutazione). Ad esempio, essi contribuiscono a definire i pesi dei criteri o, ancora di più, contribuiscono a far luce sui punti di vista, come definiti in 2.3.1. Gli indicatori pre-valutativi (tipici: gli indicatori di diagnosis, di cui in Bertuglia, et al., 1989) contengono al loro interno un criterio valutativo così forte da risultare immediatamente discriminante rispetto alle alternative (in altre parole, essi definiscono soglie o pre-requisiti od altre condizioni inderogabili, che producono immediate selezioni nella valutazione). Gli indicatori valutativi veri e propri sono gli indicatori che entrano nelle matrici di valutazione multicriteri.

Un ulteriore elemento, in ordine alla complessità del rapporto tra indicatori di performance e metodi multicriteri, è che gli stessi indicatori possono finire in problemi valutativi differenti (anche se relativi allo stesso sistema), che sono talora non compatibili, talora compatibili ma indipendenti tra loro, comunque sempre non aggregabili. Di volta in volta, può essere differente il riferimento spaziale o temporale degli indicatori, oppure può essere differente il riferimento alle attività urbane (indicatori orientati alle residenze, ai posti di lavoro, ai servizi), oppure, e sopra tutto, può essere differente il riferimento allo scopo della valutazione. In quest'ultimo caso, si può introdurre la significativa distinzione tra:

1. indicatori volti alla valutazione della desiderabilità del piano, progetto, ecc.

2. indicatori volti alla valutazione della fattibilità del piano, progetto, ecc.

Si tratta di due finalità valutative, sovente trattate in modo non disgiunto (e, in questo caso, i pesi dei criteri costituiscono il punto di vista dei decisorio o, in altre parole, l'importanza relativa che i decisorio attribuiscono alle finalità), ma comunque logicamente assai distanti l'una dall'altra.

3. Conclusione

I modelli matematici, con l'identificazione degli effetti delle azioni, hanno concorso a porre su basi fondate l'attività di valutazione delle azioni in campo urbano.

Allo stesso tempo, per permettere l'uso sistematico degli output dei modelli matematici (costituiti da grandi masse di dati – prima solo – quantitativi e – successivamente – anche qualitativi), si è fatta sempre più presente l'esigenza di sviluppare gli strumenti di valutazione (indicatori di performance e metodi multicriteri) e, con essi, un altro linguaggio astratto che aderisse bene alla logica dei fenomeni sociali e territoriali.

Come si è visto in 2.4, l'uso combinato dei modelli matematici e degli strumenti di valutazione ha generato problemi inediti e di non facile soluzione.

Per contro, l'uso combinato dei modelli matematici e degli strumenti di valutazione permette di dare non solo un non rinunciabile aiuto all'attività di decisione, ma anche uno statuto scientifico alla pianificazione territoriale e, più in generale, alle scienze della città e del territorio (o, se si vuole, alle scienze regionali).

Naturalmente, occorre, in primo luogo, cercare di risolvere i problemi ancora aperti, del tipo di quelli messi in luce in 2.4, e, in secondo luogo, procedere, con un programma di adeguato respiro, alla sperimentazione, in modo combinato, di modelli matematici e di strumenti di valutazione. Quanto da ultimo appare possibile – sul versante scientifico –, fra l'altro, con il Progetto strategico aree metropolitane, il Progetto finalizzato ambiente e territorio ed il Progetto finalizzato trasporti 2 del Cnr, e – sul piano operativo –, fra l'altro, con recenti lungimiranti iniziative di Enti locali, in primo luogo, del Mezzogiorno.

Appendice 1. Una batteria di indicatori di performance urbani e la sua sperimentazione

1. La lista degli indicatori

Si fornirà in questo punto la lista, corredata di brevi commenti, degli indicatori predisposti per la sperimentazione su di un sistema urbano, quello di Torino.

L'articolazione degli indicatori prevede gli indici seguenti:

- i e j rappresentano la zona, rispettivamente di residenza e del luogo di lavoro, ove $i, j = 1, 2, 3$ corrispondono alle zone di articolazione dell'area di studio (il sistema urbano di Torino);
- f indica la condizione di attività, ove $g = 1, 2$ distingue tra attività di servizio rivolte alla popolazione ed attività di base (industria e terziario superiore);
- h indica il settore dei servizi, considerato in questo caso in termini aggregati (si è assunto, infatti, $h = 1$);
- k indica il tipo di abitazione, ove $k = 1, 6$ prevede i seguenti tipi di abitazioni: fatiscenti (con 1 o 2 vani), obsolete (con 1 o 2 vani), in buone condizioni (con 1 o 2 vani), fatiscenti (con più di 2 vani), obsolete (con più di 2 vani), in buone condizioni (con più di 2 vani);
- v indica il mezzo di trasporto, ove $v = 1, 2$ distingue tra mezzo pubblico e mezzo privato. Nella sperimentazione si è tralasciata l'articolazione per mezzo di trasporto.

Le variabili utilizzate per il calcolo degli indicatori sono le seguenti:

- $P_{ijkf g}$ popolazione occupata (famiglie), articolata secondo la condizione socioprofessionale f , il settore di attività g , la zona di residenza i , il tipo di abitazione k e la zona del luogo di lavoro j ,

$$P'_{ifg} = \sum_{ik} P_{ijkf g};$$

- U_{ikf} popolazione non occupata (famiglie), articolata secondo la condizione socioprofessionale f , la zona di residenza i e il tipo di abitazione k .

Si può pensare di articolare la popolazione non occupata in condizione socioprofessionale f nella zona i secondo il settore di attività g nel quale con più probabilità detta

popolazione potrebbe trovare lavoro. L'articolazione in g si ottiene sfruttando la ripartizione per settore di attività della popolazione occupata:

$$U'_{ifg} = \sum_k U_{ikf} \frac{P'_{ifg}}{\sum_g P'_{ifg}}$$

E'_{ifg} addetti totali (capofamiglia occupati), articolati secondo la condizione socioprofessionale f, il settore di attività g e la zona del luogo di lavoro j,

$$E'_{ifg} = \sum_k P_{ijkfg};$$

W'_{ih} posti di lavoro nei servizi, articolati secondo il tipo di servizio h (h = 1 nella sperimentazione) e la zona del luogo di lavoro j,

$$W'_{jh} = \sum_{ikf} P_{ijkfg} \text{ per } g = 1;$$

Q_{ik} abitazioni totali, articolate secondo il tipo di abitazione k e la zona di residenza i;

$$L'_{ijfg} = \sum_k P_{ijkfg};$$

S'_{ijfh} flussi casa-servizi, articolati secondo la condizione socio-professionale f ed il tipo di servizio h (h = 1 nella sperimentazione);

c_{ij} costi di viaggio dalla zona i alla zona j (l'articolazione secondo il mezzo di spostamento v non è stata utilizzata nella sperimentazione);

α_f fattore di scala, da determinare sperimentalmente;

β_f parametro di impedenza allo spostamento, da determinare sperimentalmente.

Gli indicatori sono organizzati secondo i gruppi e le categorie che verranno elencati e descritti tra breve.

A tali indicatori (che sono di efficacia e di efficienza) ne sono stati aggiunti altri di tipo generale, volti a fornire una visione d'insieme delle principali caratteristiche strutturali dell'area di studio.

Questi ultimi, detti indicatori strutturali, tutti espressamente volti ad evidenziare il peso zonale relativo, sono:

PR popolazione residente (espressa come numero di famiglie);

PO occupati (espressi come numero di capofamiglia) per zona di residenza;

PA addetti (espressi come numero di capofamiglia) per zona di lavoro;

- PD popolazione non occupata (espressa come numero di famiglie con capofamiglia disoccupato o ritirato dal lavoro);
 AB abitazioni.

Si passa ora alla descrizione degli indicatori di efficacia e di efficienza.

Si precisa che, nel commentare l'articolazione di un certo indicatore, si farà comunemente ricorso alla generica locuzione «articolazione per tipo», intendendo con ciò l'articolazione rappresentata dall'indice (o da una combinazione di indici), con esclusione di quello zonale, relativo all'indicatore all'esame. Spesso, infatti, ad un certo significato concettuale sotteso ad un indicatore possono corrispondere più «versioni» operative dell'indicatore stesso, che si differenziano essenzialmente per il livello di articolazione implementato, espresso appunto dagli indici considerati.

a. Indicatori relativi al luogo della residenza (indicatori di efficacia)

A questo gruppo appartengono quegli indicatori volti a cogliere le caratteristiche e le interdipendenze fisico-funzionali del sistema allo studio, dal punto di vista della residenza. Tali indicatori sono stati articolati secondo le categorie seguenti (nella prima colonna viene riportato il numero progressivo dell'indicatore, nella seconda colonna il nome, utilizzato dal programma di calcolo, e nella terza colonna l'espressione matematica dell'indicatore):

– Reddito (popolazione)

Quale proxy del reddito è stata considerata la popolazione residente, articolata secondo la condizione socioprofessionale f ed il settore di attività g . Gli indicatori relativi esprimono dunque la percentuale di popolazione di un certo tipo presente in una zona:

$$1 \text{ PIIA } (i, f, g) = \frac{P'_{ifg}}{\sum_{fg} P'_{ifg}}$$

$$2 \text{ PI2A } (i, f) = \frac{\sum_g P'_{ifg}}{\sum_{fg} P'_{ifg}}$$

$$3 \text{ PI3 } (i, g) = \frac{\sum_f P'_{ifg}}{\sum_{fg} P'_{ifg}}$$

– Qualità residenziale (tipo di abitazioni)

Occorre fin da ora sottolineare che, rispetto ad altre, questa catego-

ria è quella che sicuramente necessita di ulteriori sviluppi sotto il doppio profilo della concettualizzazione e dell'implementazione dei relativi indicatori. In via di prima approssimazione, la qualità residenziale è stata qui espressa in termini di aliquota di abitazioni di un certo tipo presenti in una zona:

$$4 \text{ PI4 (i,k)} = \frac{Q_{ik}}{\sum_k Q_{ik}} .$$

– Opportunità di lavoro

In questa categoria rientrano quegli indicatori volti a fornire una misura del «contributo» occupazionale, in termini di consistenza e di tipo, che ciascuna zona fornisce alla struttura occupazionale del sistema complessivo. Gli indicatori relativi rappresentano:

- l'offerta potenziale di posti di lavoro (per tipo) in una zona; ovvero la disponibilità potenziale di posti di lavoro relativamente alla struttura dei flussi casa-lavoro ed alla distribuzione dei posti di lavoro nel sistema

$$5 \text{ PI1B (i,f,g)} = \sum_j \frac{L'_{ijfg}}{\sum_i L'_{ijfg}} E'_{jfg} (= I_{ifg}^{1B})$$

$$6 \text{ PI2B (i,f)} = \sum_{jg} \frac{L'_{ijfg}}{\sum_i L'_{ijfg}} E'_{jfg} (= I_{if}^{2B}).$$

Si può facilmente notare come gli indicatori 5 e 6 siano basati sulla concezione dell'interazione spaziale (cfr. 2.2.1). Infatti, essi tengono conto dei flussi casa-lavoro, i quali possono essere dei dati o degli output di modelli.

Si può, inoltre, osservare come gli indicatori 5 e 6 abbiano una struttura analoga alla (1), che costituiva la base per il calcolo dell'indicatore di efficacia dato dalla (5). Quest'ultimo risulta essere analogo ai successivi indicatori 7 ed 8.

- l'offerta potenziale di posti di lavoro (per tipo) in una zona relativamente alla popolazione residente (per tipo); essa è determinata dal rapporto tra l'offerta potenziale di posti di lavoro (indicatori PI1B e PI2B) e la popolazione residente. È questo un indicatore significativo che consente di esprimere, per ciascuna zona, una misura dell'efficacia della struttura occupazionale per la popolazione della zona stessa

$$7 \text{ PI1C } (i,f,g) = \frac{I_{ifg}^{1B}}{P'_{ifg} + U'_{ifg}} - \frac{I_{if}^{2B}}{I_{if}^{2B}}$$

$$8 \text{ PI2C } (i,f) = \frac{I_{if}^{2B} - \Sigma_g (P'_{ifg} + U' \Sigma_{ifg})}{\Sigma_g (P'_{ifg} + U' \Sigma_{ifg})};$$

- una misura del divario (surplus) tra l'offerta potenziale di posti di lavoro (quale espressa dagli indicatori PI1C e PI2C) in una zona e l'offerta di lavoro effettiva esistente nella zona relativamente alla popolazione residente

$$9 \text{ PI1D } (i,f,g) = \frac{I_{ifg}^{1B} - P'_{ifg}}{P'_{ifg} + U'_{ifg}}$$

$$10 \text{ PI2D } (i,f) = \frac{I_{if}^{2B} - \Sigma_g P'_{ifg}}{\Sigma_g (P'_{ifg} + U'_{ifg})};$$

- il costo generalizzato medio del viaggio casa-lavoro

$$11 \text{ PI1E } (i,f,g) = \frac{\sum_j L'_{ijfg} c_{ij}}{\sum_j L'_{ijfg}}.$$

– Servizi

A questa categoria appartiene la serie di indicatori volti a qualificare la «fruibilità» dei servizi (rivolti alla popolazione) nelle diverse zone del sistema. Livello e tipo dei servizi sono stati espressi in termini di posti di lavoro (l'articolazione per tipo di servizio, h, non è stata tuttavia implementata in questa sede). Gli indicatori predisposti concernono:

- l'offerta potenziale di servizi per i consumatori, più precisamente: offerta potenziale di posti di lavoro (articolati secondo la condizione socioprofessionale) nei servizi in una zona; ovvero la disponibilità potenziale di posti di lavoro nei servizi relativamente alla struttura dei flussi casa-servizi ed alla distribuzione dei posti di lavoro nei servizi nel sistema

$$12 \text{ PI5A } (i,f,h) = \sum_j \frac{S'_{ijfh}}{\sum_i S'_{ijfh}} W'_{ih} (= I_{ih}^{5A})$$

$$13 \text{ PI6A } (i,h) = \sum_f I_{ifh}^{5A}.$$

- Anche per gli indicatori 12 e 13 si può riscontrare un'analogia strutturale con la (1), come per gli indicatori 14 e 15 con la (5).
- l'offerta potenziale di posti di lavoro nei servizi, relativamente alla popolazione residente; ovvero, analogamente agli indicatori PI1C e PI2C, l'efficacia della distribuzione dei servizi per la popolazione di una zona

$$14 \text{ PI5B } (i,f,h) = \frac{1_{ifh}^{SA}}{\sum_g P'_{ifg}}$$

$$15 \text{ PI6B } (i,h) = \frac{\sum_f 1_{ifh}^{SA}}{\sum_g P'_{ifg}} ;$$

- una misura del vantaggio che deriverebbe ai consumatori di una zona nell'utilizzare i servizi (di un certo tipo) esistenti nell'intero sistema urbano; in sostanza, tale misura è espressa come la somma delle differenze tra l'attrattività delle varie zone, rappresentata dalla dotazione di servizi, ed il costo di viaggio a quelle zone. Tale misura viene comunemente indicata come surplus dei consumatori

$$16 \text{ PI5C } (i,f,h) = \sum_j \frac{\alpha_f}{\beta_f} \ln W'_{jh} - c_{ij} (= I_{ifh}^{SC}) \text{ surplus totale}$$

$$17 \text{ PI5D } (i,f,h) = \frac{I_{ifh}^{SC}}{\sum_g P'_{ifg}} \text{ (surplus procapite);}$$

- il costo generalizzato medio del viaggio casa-servizi secondo il mezzo di trasporto

$$18 \text{ PI5E } (i,f,h) = \frac{\sum_j S'_{ijfh} c_{ij}}{\sum_j S'_{ijfh}} .$$

– Trasporti

In questa categoria rientrano due fondamentali gruppi di indicatori: quelli volti a render conto dello sforzo necessario a superare le impedenze spaziali esistenti fra le diverse zone del sistema e quelli volti ad esprimere l'accessibilità di ciascuna zona relativamente alle altre zone del sistema. Gli indicatori predisposti rappresentano pertanto:

- il costo generalizzato medio procapite del viaggio per mezzo

$$19 \text{ PI7A } (i, f, v) = \frac{\sum_j (\sum_g L'_{ijfg}) c'_{ijv}}{\sum_g P'_{ifg}} \text{ casa-lavoro}$$

$$20 \text{ PI7B } (i,f,v) = \frac{\Sigma_j (\Sigma_h S'_{ijfh}) c'_{iv}}{\Sigma_g P'_{ifg}} \text{ casa-servizi;}$$

- l'accessibilità

$$21 \text{ PI7C } (i,f,v) = \Sigma_j (\Sigma_{fg} E'_{jfg}) e^{-\beta f c'_{iv}} \text{ ai posti di lavoro}$$

$$22 \text{ PI7D } (i,f,v) = \Sigma_j (\Sigma_h W'_{jh}) e^{-\beta f c'_{iv}} \text{ ai servizi.}$$

b. Indicatori relativi al luogo dei posti di lavoro (indicatori di efficienza)

A questo gruppo fanno capo quegli indicatori volti ad investigare l'efficienza ed il ruolo dell'organizzazione spazio-funzionale delle attività economiche del sistema. Le categorie considerate sono le seguenti:

- Popolazione del bacino di manodopera
- Trattasi degli indicatori orientati alla determinazione sia del livello e del tipo di popolazione (potenziale) interessata dai posti di lavoro esistenti nel sistema, sia dell'efficienza dell'assetto distributivo dei posti di lavoro. Più precisamente, gli indicatori concernono:
- il livello di popolazione (per tipo), compresa nel bacino di manodopera – interessata cioè dai posti di lavoro esistenti nel sistema –, che insiste in una zona; tale livello è determinato come l'aliquota di popolazione potenziale (occupata) in una zona, relativamente alla struttura dei flussi casa-lavoro ed alla distribuzione della popolazione nel sistema

$$23 \text{ PI8A } (j,f,g) = \Sigma_i \frac{L'_{ijfg}}{\Sigma_j L'_{ijfg}} P'_{ifg} (= I_{jfg}^{8A})$$

$$24 \text{ PI9A } (j,g) = \Sigma_{if} \frac{L'_{ijfg}}{\Sigma_j L'_{ijfg}} P'_{ifg} (= I_{jg}^{9A}).$$

Si può osservare come gli indicatori 23 e 24 abbiano una struttura analoga alla (3), che costituiva la base per il calcolo dell'indicatore di efficienza dato dalla (6). Quest'ultimo risulta essere analogo ai successivi indicatori 25 e 26.

- una misura del «grado di rispondenza» tra offerta e domanda di lavoro in una zona; tale misura è espressa dal rapporto tra la popola-

zione del bacino di manodopera (quale determinata dagli indicatori PI8A e PI9A) ed i posti di lavoro esistenti. Trattasi di un indicatore che in sostanza rappresenta, per ciascuna zona, l'efficienza della disponibilità potenziale di forza di lavoro, per posto di lavoro esistente

$$25 \text{ PI8B } (j,f,g) = \frac{I_{jfg}^{8A}}{E'_{jfg}}$$

$$26 \text{ PI9B } (j,g) = \frac{I_{jg}^{9A}}{\sum_f E'_{jfg}}.$$

Si noti per inciso che, per come vengono definiti, gli indicatori di efficienza PI8B e PI9B vanno sempre analizzati congiuntamente ai corrispondenti indicatori di efficacia (indicatori PI1C e PI2C) (vedi anche quanto detto a questo proposito conclusione di 2.2.2.)

– Formazione del reddito (posti di lavoro)

Quale proxy di analisi di questa categoria sono stati considerati i posti di lavoro esistenti nel sistema. Gli indicatori relativi esprimono, pertanto, la percentuale di posti di lavoro di un certo tipo (articolati cioè per condizione socioprofessionale e settore di attività) presenti in una zona

$$27 \text{ PI8C } (j,f,g) = \frac{E'_{jfg}}{\sum_{fg} E'_{jfg}}$$

$$28 \text{ PI9C } (j,g) = \frac{\sum_f E'_{jfg}}{\sum_{fg} E'_{jfg}}$$

$$29 \text{ PI10 } (j,f) = \frac{\sum_g E'_{jfg}}{\sum_{fg} E'_{jfg}}$$

– Offerta di beni e servizi

A questa categoria è riconducibile una prima serie di indicatori orientati ad un'esplorazione «diagnostica» dell'assetto distributivo dei servizi nel sistema allo studio. Gli indicatori predisposti sono volti a rilevare:

- la popolazione presente nell'area di mercato dei servizi (di un certo tipo); ovvero l'aliquote di popolazione potenziale in una zona, relativamente alla struttura dei flussi casa-servizi ed alla distribuzione

della popolazione nel sistema

$$30 \text{ PI11A } (j,h) = \frac{\sum_i S'_{ijfh}}{\sum_j S'_{ijfh}} \sum_g P'_{ifg} \quad (= I_{jh}^{11A}).$$

Anche per l'indicatore 30 si può riscontrare un'analogia strutturale con la (3), come per l'indicatore 31 con la (6).

- il ricavo potenziale per unità di domanda in una zona; esso è espresso dal rapporto tra popolazione dell'area di mercato dei servizi (indicatore PI11A) che gravita su una zona ed il livello dei flussi casa-servizi che si recano in quella zona

$$31 \text{ PI11B } (j,h) = \frac{I_{jh}^{11A}}{\sum_i S'_{ijfh}}.$$

- la percentuale di posti di lavoro nei servizi di un certo tipo h presenti in una zona relativamente al complesso del sistema

$$32 \text{ PI11C } (j,h) = \frac{W'_{jh}}{\sum_j W'_{jh}};$$

- una misura della relazione ricavi/costi del servizio offerto; essa è espressa dalla differenza (surplus) tra il livello dei flussi casa-servizi che entrano in una zona e la dotazione dei servizi esistente nella zona. Tale misura viene comunemente indicata come surplus dei servizi

$$33 \text{ PI11D } (j,h) = \frac{\sum_i S'_{ijfh} - W'_{jh}}{\sum_j W'_{jh}} \quad 1/n$$

ove n è il numero totale di zone del sistema;

- una misura del grado di rispondenza tra offerta e domanda di servizi in una zona; essa è espressa dal rapporto tra il livello della popolazione dell'area di mercato (indicatore PI11A) che insiste in una zona e la dotazione di servizi esistente nella zona. Tale indicatore rappresenta in sostanza una misura dell'efficienza dei servizi offerti

$$34 \text{ PI11E } (j,h) = \frac{I_{jh}^{11A}}{W'_{jh}}.$$

Come già osservato per l'indicatore di efficienza dell'offerta potenziale di posti lavoro, è opportuno che anche questo indicatore venga analizzato congiuntamente al corrispondente indicatore di efficacia PI6B;

- una misura del ricavo associabile ad un'unità di servizio offerto

in una zona; esso è espresso dal rapporto tra livello dei flussi casa-servizi che si recano in una zona e la dotazione di servizi esistente nella zona

$$35 \text{ PI11F (j,h)} = \frac{\Sigma_{if} S'_{ifh}}{W'_{jh}}$$

2. *L'area di studio*

L'area considerata nella sperimentazione è costituita dal territorio della città di Torino. Esso è stato suddiviso in 23 zone, corrispondenti all'articolazione secondo i 23 ex quartieri della città. Due criteri generali hanno motivato la scelta di tale articolazione:

- a. l'esigenza di disporre di una suddivisione del territorio cittadino sufficientemente fine da permettere di cogliere le interdipendenze funzionali e spaziali del sistema allo studio. Si noti, inoltre, che la maglia dell'articolazione scelta consente di tenere anche conto, in qualche modo, della distribuzione della densità nella città;
- b. l'opportunità di fare riferimento ad una articolazione territoriale già consolidata, sia sotto il profilo amministrativo sia dal punto di vista dell'organizzazione delle informazioni necessarie.

A quest'ultimo riguardo si osserva che la base dati di questa sperimentazione utilizza le informazioni già a suo tempo predisposto nella sperimentazione di un modello dinamico sulla città di Torino (IRES, 1987).

L'articolazione secondo le 23 zone è presentata in fig. 1. Si noti, per inciso, che la numerazione delle zone inizia dal «centro» della città procedendo via via, a corona, verso le aree periferiche. In questo senso, può forse essere utile al lettore sapere che:

- la zona 1 corrisponde al «centro» (il CBD) della città;
- le zone 2-6 sono assimilabili ai quartieri semicentrali della città;
- le rimanenti zone sono da considerarsi quartieri periferici.

Con riferimento a queste ultime, merita ricordare che le zone 21 e 22 rappresentano particolari parti della città, caratterizzate da un territorio collinare con bassa densità di popolazione (lungo il confine di tali zone con gli altri quartieri cittadini scorre il fiume Po, che costituisce una delle principali barriere fisiche all'interno della città).

Le zone 15, 16, 19 e, in particolare, la zona 23 sono i quartieri in cui risulta prioritariamente concentrata la grande industria.

Aree di prioritaria espansione spaziale della città sono costituite dal-

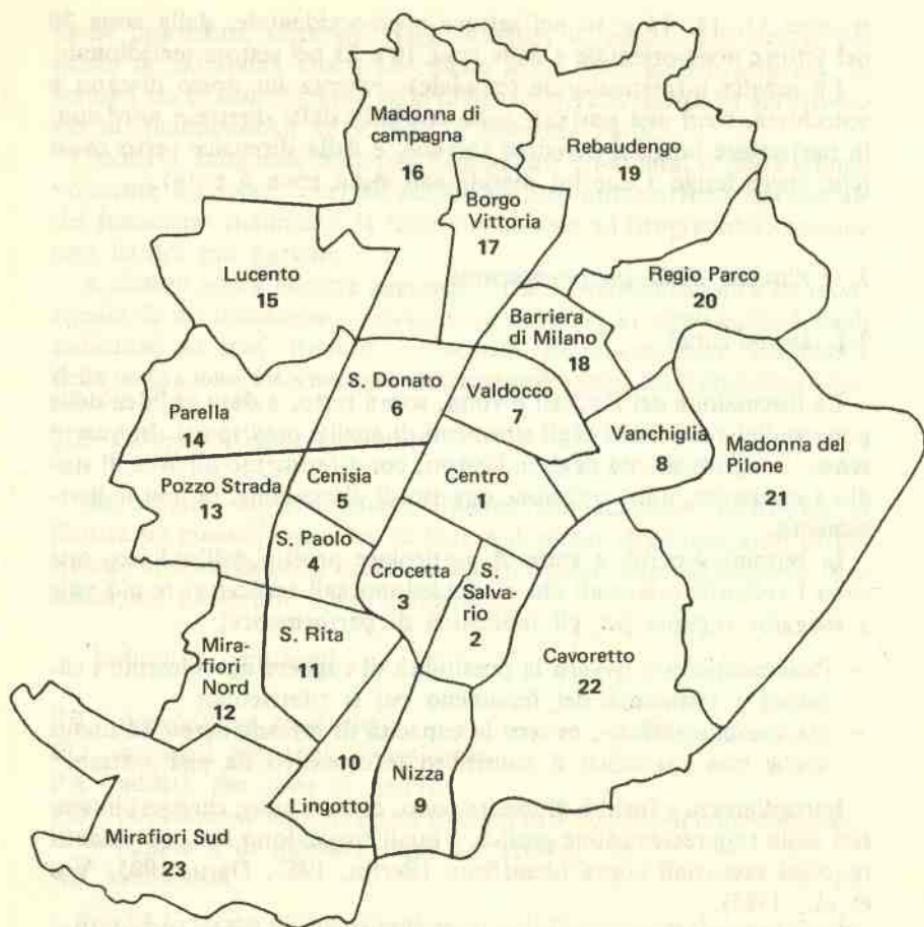


Fig. 1 — *Area di studio: la città di Torino articolata nei suoi 23 ex quartieri*

le zone 13, 14, 15 e 16 nel settore nord-occidentale, dalla zona 20 nel settore nord-orientale e dalle zone 10 e 23 nel settore meridionale.

La maglia infrastrutturale (stradale) presenta un tipico disegno a scacchiera, i cui assi portanti sono costituiti dalle direttive nord-sud, in particolare lungo il percorso fluviale, e dalla direttrice verso ovest (che corre lungo i confini meridionali delle zone 6 e 14).

3. I risultati della sperimentazione

3.1. Introduzione

La discussione dei risultati è volta, sopratutto, a dare un'idea delle potenzialità e dei limiti degli strumenti di analisi predisposti. In questo senso, la significatività degli indicatori, con riferimento all'area di studio considerata, non costituisce oggetto di discussione, se non indirettamente.

In termini generali e sotto il particolare profilo dell'utilizzo, due sono i requisiti essenziali che si richiedono agli indicatori (e ciò vale a maggior ragione per gli indicatori di performance):

- l'«accessibilità», ovvero la possibilità di cogliere agevolmente i caratteri e l'intensità del fenomeno cui si riferiscono;
- «la comunicabilità», ovvero la capacità di «trasmettere» ad utenti anche non specialisti il contenuto informativo da essi sotteso.

Immediatezza e facilità di lettura sono, come è noto, caratteri intrinseci della rappresentazione grafica, i quali rispondono bene ai suddetti requisiti essenziali sopra identificati (Bertin, 1967, Daru, 1985, Vos et al., 1985).

Data la particolare concezione degli indicatori qui implementati, l'interfaccia grafica predisposta è costituita da due principali modalità rappresentative di tipo semplice, entrambe definite su uno spazio bidimensionale:

- a. la rappresentazione a torta, che consente, prioritariamente, di cogliere la variabilità di un certo fenomeno fra diverse zone;
- b. la rappresentazione ad istogramma, che consente, prioritariamente, di cogliere e di precisare la composizione (l'articolazione) di quel certo fenomeno, all'interno di una zona. Va da sé che tale rappresentazione diventa l'unica possibile qualora il «range» della variabilità dei valori di un indicatore comprenda anche valori negativi.

È del tutto evidente che l'efficacia dell'una o dell'altra rappresenta-

zione dipenderà, oltre che dagli obiettivi di analisi dell'utente, dal grado di variabilità che il fenomeno sotto osservazione presenta, in termini sia di distribuzione nelle diverse parti del territorio allo studio sia di qualificazione all'interno di ciascuna parte.

Tuttavia, sulla base della sperimentazione effettuata, si può ragionevolmente affermare che, all'aumentare dell'articolazione intrazonale del fenomeno analizzato, la rappresentazione ad istogramma consente una lettura più agevole.

A quanto sopra occorre aggiungere che la variabilità intra ed interzonale di un fenomeno – ovvero, se si vuole, la significatività degli indicatori ad esso riferibili – risentirà, necessariamente, del tipo e della natura delle informazioni utilizzate nell'analisi del fenomeno stesso.

3.2. La lettura degli indicatori

Nel seguito, dopo un breve accenno agli indicatori strutturali, si illustra un possibile percorso di lettura di alcuni degli indicatori predisposti, opportunamente scelti all'interno delle diverse categorie illustrate nel paragrafo 1 dell'appendice.

– Indicatori strutturali

- PR popolazione residente
- PO occupati per zona di residenza
- PA addetti per zona di lavoro
- PD popolazione non occupata (comprendiva della popolazione disoccupata e di quella ritirata dal lavoro)
- AB abitazioni

Poiché lo scopo di questi indicatori è di fornire una visione d'insieme della distribuzione spaziale delle principali caratteristiche socioeconomiche di un sistema urbano, la rappresentazione a torta è, di per sé, quella maggiormente appropriata. Il profilo della distribuzione spaziale, che emerge nel caso dell'area di studio, è facilmente delineabile: una significativa concentrazione di addetti nella zona centrale (nonché, in misura minore, in alcune zone contigue) ed in una zona periferica (la 23) del settore sud-occidentale della città; una sostanziale uniformità della consistenza relativa alla popolazione residente e degli occupati nelle zone urbane non collinari; un significativo addensamento della popolazione non occupata nelle zone centrali e semicentrali, che riflette, sostanzialmente, il maggior invecchiamento demografico di questa parte della città; l'addensamento delle densità edilizie secondo uno

schema radiale articolato lungo le direttive sud, ovest e nord-ovest.

– Indicatori di performance

a. Indicatori relativi al luogo di residenza

– Reddito (popolazione):

1 PI1A (i,f,g)

2 PI2A (i,f)

3 PI3 (i,g)

L'importanza di questo indicatore ha fatto conoscere l'opportunità di predisporre la rappresentazione grafica per ciascuna delle sue diverse modalità di specificazione.

Le rappresentazioni ottenute evidenziano chiaramente come, in tutte le zone del sistema allo studio – con l'unica eccezione di quelle centrali –, l'occupazione della popolazione si concentri, prevalentemente, nelle attività di base. L'esame dell'articolazione secondo la condizione socioprofessionale mostra, inoltre, come situazioni relativamente privilegiate caratterizzino alcune zone periferiche (i quartieri collinari 21 e 22) ed alcune zone semi-centrali (in particolare, i quartieri 3 e 4).

Nel complesso, le rappresentazioni riflettono bene la significativa variabilità intra ed interzonale della grandezza analizzata.

In questo caso, la rappresentazione a torta risulta, già di per sé, sufficientemente efficace.

– Qualità residenziale (tipo di abitazioni):

4 PI4 (i,k)

Anche la rappresentazione di questo indicatore, che va letta congiuntamente a quella relativa alla distribuzione zonale dello stock di abitazioni (indicatore strutturale AB), evidenzia chiaramente la marcata eterogeneità dello stock abitativo dell'area di studio.

Dal diagramma a torta è possibile riconoscere, in pressoché tutte le zone, la netta prevalenza di un certo tipo abitativo (abitazioni obsolete grandi). Nondimeno, in questo caso, laddove l'articolazione della grandezza considerata è più spinta, l'analisi intrazonale diventa più agevole se si fa riferimento alla rappresentazione ad istogramma.

– Opportunità di lavoro:

5 PI1B (i,f,g) offerta potenziale dei posti di lavoro

È questo un indicatore che va esaminato congiuntamente alla consistenza ed alla composizione zonale della popolazione (indicatore strutturale PR e PI1A rispettivamente). L'analisi di questo indicatore richiede la consultazione di entrambi i tipi di rappresentazione grafica. Quello a torta risulta significativo soprattutto per quanto riguarda il confronto interzonale della consistenza relativa dell'indicatore. La composizione intrazonale è, in questo caso, leggibile chiaramente solo con riferimento alla rappresentazione ad istogramma.

9 PI1D (i,f,g) surplus procapite dell'offerta potenziale di posti di lavoro

La possibilità che si verifichino situazioni di negatività dei valori di surplus (ovvero situazioni di deficit) fa sì che la rappresentazione più appropriata per questo indicatore sia quella ad istogramma. Particolarmenete interessanti risultano i valori ottenuti nel caso dell'area di studio: situazioni evidenti di deficit di posti di lavoro nei servizi (di livello sia alto sia basso) nelle zone centrali e semicentrali, situazioni di deficit nei settori industriali di livello meno elevato nelle zone più periferiche, dove sono situati gli impianti industriali di maggiore dimensione.

11 PI1E (i,f,g) costo generalizzato medio del viaggio casa-lavoro

Anche per l'analisi di questo indicatore, occorre consultare entrambe le rappresentazioni grafiche. Si fa notare come, nel caso dell'area di studio considerata, la rappresentazione a torta rifletta in modo significativo la relazione distanza/costo di viaggio: al crescere della distanza dal centro della città, è chiaramente riconoscibile infatti un apprezzabile aumento del costo di viaggio.

– Servizi:

12 PI5A (i,f,h) offerta potenziale di servizi per i consumatori articolati secondo il tipo f

13 PI6A (i,h) offerta potenziale totale di servizi per i consumatori

Per entrambi questi indicatori, la rappresentazione a torta risulta, già di per sé, efficace nel cogliere sia la variabilità interzonale sia la composizione interna di ciascuna zona.

15 PI6B (i,h) offerta potenziale procapite di servizi per i consumatori

Di particolare interesse è il confronto della rappresentazione (a torta) di questo indicatore con quella (sempre a torta) relativa al precedente indicatore PI6A. Esso evidenzia come zone relativamente privilegiate in termini di dotazione totale di servizi possano non esserlo in termini di dotazione potenziale procapite.

18 PI5E (i,f,h) costo generalizzato medio del viaggio casa-servizi

Anche per questo indicatore la rappresentazione a torta è di immediata lettura. In questo caso, tuttavia, la scarsa variabilità intrazonale dell'articolazione secondo il tipo di popolazione (ovvero secondo la condizione socioprofessionale) può rendere necessaria la consultazione della rappresentazione ad istogramma.

– Trasporti:

19 PI7A (i,f,v) costo generalizzato medio procapite del viaggio casa-lavoro

20 PI7Ba (i,f,v) costo generalizzato procapite del viaggio casa-servizi

21 PI7C (i,f,v) accessibilità ai posti di lavoro

22 PI7D (i,f,v) accessibilità ai servizi

Si ricorda che per questi indicatori la rappresentazione secondo il tipo di mezzo di trasporto (v), in questa sperimentazione, non è stata implementata. Anche in ragione di ciò, le rappresentazioni (in particolare, quelle a torta) relative ai costi medi procapite del viaggio costituiscono, di fatto, un approfondimento di quelle già introdotte precedentemente con riferimento agli indicatori del costo medio del viaggio (PI1E e PI5E). Si fa notare che, per quanto riguarda i servizi, l'articolazione secondo f (condizioni socioprofessionale) risulta costante nelle diverse zone. Ciò è dovuto alla base dati utilizzata, la quale non consente di determinare tale articolazione a livello zonale.

Le rappresentazioni relative alle accessibilità, mostrate sempre dai diagrammi a torta, indicano, per l'area all'esame, l'esistenza di una struttura delle accessibilità relativamente uniforme. Si noti, nel caso particolare dell'accessibilità ai servizi, l'addensamento nelle zone centrali.

b. Indicatori relativi al luogo dei posti di lavoro (indicatori di efficienza)

– Popolazione del bacino di manodopera:

23 PI8A (j,f,g) popolazione (per tipo) compresa nel bacino di manodopera

L'elevata variabilità inter ed intrazonale che questo indicatore presenta per l'area allo studio fa sì che la rappresentazione a torta risulti particolarmente efficace.

Vengono evidenziate in modo netto, quanto a consistenza relativa, la zona centrale (1), caratterizzata prevalentemente da una popolazione in condizione socioprofessionale elevata (sia nelle attività di base sia nei servizi) ed una zona periferica (la 23) caratterizzata da una popolazione in condizione socioprofessionale non elevata (in particolare nelle

attività di base).

25 PI8B (j,f,g) popolazione del bacino di lavoro per posto di lavoro

La scarsa variabilità interzonale di questo indicatore rende necessaria la consultazione della rappresentazione ad istogramma.

Si noti per inciso che, nel caso dell'area allo studio, tale fenomeno indica, in sostanza, l'esistenza di una buona corrispondenza tra la distribuzione dei posti di lavoro e quella della forza lavoro potenzialmente occupabile.

– Formazione del reddito (posti di lavoro):

27 PI8C (j,f,g) composizione zonale dei posti di lavoro.

Anche per questo indicatore, per il quale è prevista la combinazione fra le articolazioni secondo la condizione socioprofessionale ed il settore di attività, la rappresentazione ad istogramma è di più facile consultazione. Nel caso dell'area in esame, nella quale la composizione intrazonale presenta una certa variabilità, la rappresentazione a torta risulta sufficientemente efficace.

– Offerta di beni e servizi:

30 PI11A (j,h) popolazione del bacino di utenza dei servizi

32 PI11C (j,h) composizione zonale dei posti di lavoro nei servizi

Analogamente a quel che si ha per gli indicatori PI8A e PI8C, la rappresentazione a torta risulta di notevole efficacia. Si ricorda che in questa sperimentazione, l'articolazione secondo il tipo di servizi (h) non è stata implementata.

33 PI11D (j,h) surplus dei ricavi nei servizi

La possibilità che si verifichino valori negativi del surplus rende inappropriata la rappresentazione a torta. Di un certo interesse risultano i valori ottenuti nell'area allo studio, in cui i valori significativamente positivi di tale indicatore si verificano nelle zone semicentrali ed in alcune zone periferiche, collocate lungo la direttrice ovest di fuoriuscita dalla città.

34 PI11E (j,h) popolazione del bacino di utenza per posto di lavoro nei servizi.

La relativamente scarsa variabilità interzonale di questo indicatore può rendere opportuna la consultazione di entrambi i tipi di rappresentazione. Si fa notare come, nell'area all'esame, i risultati ottenuti siano del tutto coerenti con quelli ottenuti ricorrendo al precedente indicatore PI11D.

Note

1. Ma, correlativamente, anche la consistenza interna – cioè tra assunzioni e deduzioni – della teoria.
2. Si fa osservare che la definizione, che si è data, contiene un certo numero di punti fermi, ma, allo stesso tempo, non è stringente in modo assoluto. Se non altro per questo motivo (ma, nel seguito, se ne riconosceranno altri di motivi), nell'introduzione, si è usata l'espressione «così detto metodo scientifico». In altre parole, invece che di «metodo scientifico», si potrebbe parlare di «metodi scientifici», al plurale. Si invita a tener presente ciò, anche se, per semplicità, qui si continua a parlare di metodo scientifico, al singolare.
3. Se si vuole, ciò riconduce al suggerimento di parlare di «metodi scientifici», al plurale.
4. Il senso dell'espressione «scienza più elementare», qui affidata all'intuizione del lettore, sarà chiarita al paragrafo 1.1.2.
5. Corrette nel senso di: a. percepite come esatte in rapporto all'esperienza; b. aggiurate sulla base dell'esperienza, ovvero liberate dagli errori e dai difetti sulla base di un processo di interazione tra formulazione teorica ed esperienza.
6. Le riflessioni sulla «unicità» di ogni essere umano costituiscono un buon esempio di questo modo di vedere le cose.
7. Contratti n. 85.02506.93 e n. 86.01192.93.

Riferimenti bibliografici

- Allen, P.M. (1982), «Evolution, Modelling and Design in a Complex World», *Environment and Planning B*, 9, 95-111.
- Beguinot, C. (1983), «Tecnica urbanistica», voce 50.1, in *Enciclopedia dell'ingegneria*, Mondadori, Milano, 50.1.-50.20.
- Beguinot, C., Dadda, L., Bracchi, G., De Maio, A., Noseda, G. (1984), «Territorio (pianificazione del)», in *Enciclopedia del novecento*, 7, Treccani, Roma, 592-620.
- Bertin, J. (1967), *Sémiologie Graphique*, Mouton, Gauthier-Villars.
- Bertuglia, C.S. (1989), *La città come sistema*, Quaderno 39, Ist. di urbanistica e pianificazione, Fac. di Ing. Un. di Udine, Udine (versione ridotta in Atti delle Giornate di Lavoro Airo 1989, Udine, 441-482).
- Bertuglia, C.S., Leonardi, G., Occelli, S., Rabino, G.A., Tadei, R., Wilson, A.G., eds. (1987), *Urban Systems: Contemporary Approaches to Modelling*, Croom Helm, London.
- Bertuglia, C.S., Leonardi, G., Wilson, A.G., eds (1990), *Urban Dynamics: Designing and Integrated Model*, Routledge, London e New York.
- Bertuglia, C.S., Rabino, G.A., Tadei, R. (1989), *I modelli matematici e la valutazione dei piani*, in Barbanente A., a cura di, *Metodi di valutazione nella pianificazione urbana e territoriale. Teoria e casi di studio*, Atti di colloquio internazionale Capri-Napoli 1988, Quaderno 6, Iris-Cnr, Ragusa Grafica Moderna, Bari, 47-71.
- Boyce, D.E. (1988), «Presidential Address: Renaissance of Large-Scale Models», *Papers of the Regional Science Association*, 65, 1-10.
- Boyce, D.E., Soutworth, F. (1979), «Quasi-Dynamic Urban-Location Models with Endogenously Determined Travel Costs», *Environment and Planning A*, 11, 575-584.
- Clarke, G.P., Wilson, A.G. (1987), «Performance Indicators and Model-Based Planning, 1: The Indicator Movement and the Possibilities for Urban Planning», *Sistemi urbani*, 9, 79-125.

- Daru, R. (1985), *Evaluation by Graphics*, in Faludi, A., Voogd, H., eds., *Evaluation of Complex Policy Problem*, Delftsche Uitgevers Maatschappij B.V., Delft, Netherlands, 89-108.
- Hay, A. (1985), *Scientific Method in Geography*, in Johnston, R.J., ed., *The Future of Geography*, Methuen, London, 129-142.
- Ires (1987), *Valutazione e controllo della performance nei sistemi localizzazioni-trasporti*, Progetto finalizzato trasporti, contratto Ires-Cnr n. 85.02506.93, Torino.
- Lee, D.B. Jr. (1973), «Requiem for Large-Scale Models», *Journal of the American Institute of Planners*, 40, 163-178.
- Leonardi, G. (1981), «A Unifying Framework for Public Facility Location Problems», *Environment and Planning A*, 13, 1001-1028, 1085-1108.
- Lombardo, S., Pumain, D., Rabino, G.A., Saint Julien, Th., Sanders, L. (1987), «Comparing Urban Dynamic Models: The Unexpected Differences in Two Similar Models», *Sistemi urbani*, 9, 213-228.
- Nijkamp, P. (1986a), «New Decision Method for Transportation and Spatial Interaction Analysis», rapporto Progetto finalizzato trasporti, contratto Cnr-Ires n. 85.02506.13, Ires, Torino (mimeo).
- Nijkamp, P. (1986b), «Qualitative Methods for Urban and Regional Impact Analysis», in Hutchinson, B., Batty, M., eds, *Advances in Urban Systems Modelling*, Elsevier, Amsterdam, 399-422.
- Nijkamp, P., Rietveld, P., Voogd, H. (1985), *A Survey of Qualitative Multiple Criteria Choice Models*, in Nijkamp, P., Leitner, H., Wrigley, N., eds., *Measuring the Unmeasurable. Analysis of Qualitative Spatial Data*, Martinus Nijhoff, The Hague, 425-447.
- Nijkamp, P., Voogd, H. (1985), *Evaluation in Transportation and Location Planning*, studio condotto nell'ambito del Progetto finalizzato trasporti, contratto Cnr-Ires n. 84.00498.93, Ires, Torino (mimeo).
- Nijkamp, P., Voogd, H. (1989), *Conservazione e sviluppo: la valutazione nella pianificazione fisica*, in Girard Fusco, L., a cura di, *Conservazione e sviluppo: la valutazione nella pianificazione fisica*, Angeli, Milano 63-168.
- Tadei, R. (1987), *Il calcolo di indicatori di performance sanitaria a scala regionale. Metodi e programmi di calcolo*, rel. all'VIII Corso del Programma di istruzione permanente dello Iasi-Cnr «Tecniche e modelli per la programmazione regionale», Capri, apr. (mimeo).
- Vos, J.B., Feenstra, J.F., de Boer, J., Braat, L.L., van Bale, J. (1985), *Indicators for the State of the Environment*, Institute for Environmental Studies, R/85/1, Free University, Amsterdam, Netherlands.
- Waddington, C.H. (1977), *Tools for Thought* (tr. *Strumenti per pensare. Un approccio globale ai sistemi complessi*, Mondadori, Milano, 1977).
- Wegener, M. (1987), *Transport and Location in Integrated Spatial Models*, in Nijkamp, P., Reichman S., eds., *Transportation Planning in a Changing World*, Gower, Aldershot, 208-225.
- Wilson, A.G. (1970), *Entropy in Urban and Regional Modelling*, Pion, London.
- Wilson, A.G. (1974), *Urban and Regional Models in Geography and Planning*, Wiley, Chichester.
- Wilson, A.G. (1981a), *Catastrophe Theory and Bifurcation. Applications to Urban and Regional Models*, Croom Helm, London.
- Wilson, A.G. (1981b), *Geography and the Environment: Systems Analytical Methods*, Wiley, Chichester.

UNA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DI INTERVENTI COMPLESSI*

*di Manfredo Montagnana, Franco Prizzon, Riccardo Roscelli
e Ferruccio Zorzi*

Introduzione

La necessità di supportare decisioni complesse con una strumentazione in grado di operare anche su dati non sempre quantificabili in termini economici ha assunto, in molti settori, un peso rilevante, che è andato aumentando via via che gli aspetti qualitativi dei problemi si intrecciavano con quelli meramente quantitativi e tendevano a prevalere su di essi.

Un campo di attività che sempre più potrebbe utilmente avvalersi di strumenti del genere, non sempre riconducibili a quelli classici dell'analisi costi-benefici, anche per i limiti interni a tale tecnica (Graziani, 1987), è quello dell'intervento pubblico sul territorio e sul patrimonio edilizio esistente, non soltanto in termini di valutazione di impatto ambientale, ma soprattutto per definire scelte e priorità in funzione di risorse molto spesso insufficienti rispetto alle necessità.

Un settore dove questa esigenza è già stata ampiamente avvertita, anche se solo parzialmente concretizzata (Ministero dei beni culturali, 1983; Ministero del bilancio e della programmazione economica, 1985) ed è stata oggetto di approfondite riflessioni sul piano teorico (Nijkamp, 1977; Realfonzo, 1981; Fusco Girard, 1983; Lichfield, 1986), è quello dei beni culturali, anche se vi è una oggettiva difficoltà nel valutare i costi e i benefici che possono derivare dall'intervento su un patrimonio che pure si percepisce ormai diffusamente come da salvaguardare «ad ogni costo», proprio perché la definizione di priorità — inevitabili data la penuria di fondi da destinare a questo scopo — richiederebbe la formulazione di giudizi di stima relativi a valori

* La ricerca è stata condotta su fondi MPI 60%.

extra-economici (Fusco Girard, 1987).

Analoghi problemi di valutazione sono individuabili per interventi complessi sul territorio e sull'ambiente, per quanto riguarda le scelte in merito alla destinazione dei finanziamenti oppure alle alternative progettuali (Iris-Cnr, 1988).

Un caso particolare può essere costituito dalle nuove forme ipotizzate, per l'intervento pubblico sulla casa e sulla città, a partire dalla constatazione del venir meno dei motivi che avevano giustificato, al momento dell'avvio del piano decennale, una produzione massiccia di nuove abitazioni per far fronte ad un fabbisogno ancora ingente; il prevalere di una domanda sempre più ampia di qualità residenziale, estesa non solo all'abitazione, ma complessivamente al modo di vivere all'interno delle città (Cer, feb. 1987), ha condotto alla formulazione di proposte basate su programmi integrati, che vedevano la compresenza di soggetti pubblici e privati nel processo di recupero dell'esistente e di riqualificazione del territorio (Cer, nov. 1987); proposte già per altro anticipate da alcune leggi regionali, come nel caso di Liguria, Lombardia, Umbria e, almeno in parte, Piemonte.

Anche per quanto riguarda questi programmi di intervento andrebbero individuati e discussi i procedimenti relativi alla determinazione dei criteri di scelta e di valutazione di fattibilità, messi a punto dal Cer, dalle Regioni, dai singoli operatori, nell'obiettivo di riuscire a porre in relazione sia l'aspetto del costo sia quello riferito ad altri elementi, ad esempio di natura socio-culturale, con il contesto più generale al quale i programmi si riferiscono.

I problemi connessi alla riqualificazione del territorio non sono riconducibili infatti soltanto alla questione del costo, ma sono legati a fattori meno semplicemente quantificabili, come le condizioni di vita, il tipo di rapporto degli abitanti con il contesto urbano, il grado di integrazione sociale, e così via. In questo senso metodi di valutazione dedotti dall'analisi costi-benefici possono risultare inadeguati allo scopo che si vuole perseguire (Rothenberg, 1967).

Oggi sono in discussione molte metodologie e pratiche di analisi economica, generalmente del tipo multicriteria (Voogd, 1983), che sembrano utili anche alla gestione di questo tipo di problemi; in questa direzione è forse possibile un superamento dell'analisi costi-benefici.

Tra i vari tentativi di soluzione, la teoria e le applicazioni dell'AHP (Analytic Hierarchy Process) (Saaty, Vargas, 1987) propongono un metodo di misurazione che deriva dalle scale di preferenza sulla base della tecnica del confronto a due a due tra le variabili, resa possibile se si possiedono misure reali o scale fondamentali di valori.

Proprio per tale ragione questa metodologia potrebbe trovare applicazione nelle valutazioni di priorità e fattibilità di intervento, in aiuto alle decisioni, oltreché nei settori dove è stata collaudata (impatto ambientale, allocazione di risorse economiche, risoluzione di conflitti, ecc.), anche nell'intervento di riqualificazione dell'ambiente costruito.

Si tratta in sostanza di framework non lineari che possono considerare un grande numero di variabili simultaneamente, non solo di tipo fisico-economico, ma anche socio-culturale, allo scopo di definire – sulla base di obiettivi dati – delle strutture gerarchiche (dei percorsi praticabili) in cui è possibile quantificare sia parametri quantitativi che qualitativi, mettendoli in relazione tra di loro.

Anche la questione dei costi e dei benefici potrebbe così rientrare, con i suoi pesi e le sue misure, nel processo di decisione, ma in relazione ad una scala di «valori qualitativi» opportunamente costruita.

La possibilità di definire queste scale di valori richiede l'assunzione della complessità dei problemi da esaminare e l'incrocio di variabili numerose (non sempre ponderabili economicamente) gerarchicamente connesse tra loro, in modo da aiutare il processo di decisione, prefigurando gli effetti e le diverse strade per la soluzione.

In questo tipo di metodologia è possibile, inoltre, inserire con indubbia efficacia la variabile «tempo», evidentemente di grande interesse non solo per la valutazione dei costi aggiuntivi relativi alle parti dell'intervento complessivo differite rispetto al momento ritenuto necessario od ottimale, ma anche per quella, scontata all'attualità, dei benefici attesi ma non percepiti (la valutazione cioè oltre che delle perdite fisico-funzionali degli edifici e del tessuto urbano su cui si vuole operare, della devalorizzazione socio-culturale che ne può derivare).

Occorre sottolineare che in un simile approccio i pesi e le gerarchie di valori non sono comunque misurabili in maniera meccanica, ma vanno resi esplicativi in un complesso processo di ridefinizione dei problemi, valutando ipotesi alternative ed itinerari diversi sulla base di obiettivi prefissati e di risultati attesi¹.

1. L'Analytic Hierarchy Process

L'Analytic Hierarchy Process (AHP) costituisce, come si è accennato, un metodo per la soluzione di problemi in cui sono presenti diversi criteri e diversi attori. Esso consente di rappresentare i dati di un problema con un procedimento di decomposizione in parti elementari e di successivo confronto fra ogni coppia di dati, fino a sviluppare

una scala di priorità fra le alternative ad ogni livello della decomposizione. Un'importante caratteristica dell'AHP è che vengono trattati insieme indifferentemente valutazioni di tipo numerico e valutazioni puramente qualitative; alla conclusione del procedimento, oltre alle scale di priorità per gli elementi di ciascun livello, si ottengono anche misure per la consistenza delle valutazioni di ogni livello.

In termini generali, consideriamo un insieme Γ di attributi che vengono considerati, secondo i casi, come alternative fra cui operare una scelta oppure come criteri che regolano una scelta.

Con riferimento alla successiva formalizzazione, conviene pertanto ragionare sul seguente schema gerarchico a K livelli.

		$A_1(1)$
$A_1(2)$	$A_2(2) \dots$	$A_{n_2}(2)$
$A_1(3)$	$A_2(3) \dots$	$A_{n_3}(3)$
...
$A_1(r)$	$A_2(r) \dots$	$A_{n_r}(r)$
...
$A_1(K)$	$A_2(K) \dots$	$A_{n_k}(K)$

$A_1(1)$ costituisce l'obiettivo finale e rappresenta quindi il criterio di scelta fra $A_1(2)$, $A_2(2)$, ..., $A_{n_2}(2)$, che vanno qui considerate come alternative. Ciascuna di queste $A_i(2)$, con $i = 1, 2, \dots, n_2$, va considerata a sua volta come un criterio per le alternative del livello successivo, e così di seguito fino all'ultimo livello, i cui elementi sono le alternative di partenza secondo cui è possibile procedere per raggiungere l'obiettivo $A_1(1)$.

L'AHP può essere formalizzato matematicamente sulla base di alcune ipotesi, che esponiamo sotto forma di assiomi.

Assioma 1. Ogni criterio $A_i(r)$ appartenente al livello r , con $r = 1, 2, \dots, K-1$ e $i = 1, 2, \dots, n_r$, induce una relazione d'ordine fra le alternative del successivo livello $r+1$, tale che, fissata una coppia di queste alternative, si può sempre dire che una di esse precede l'altra ovvero è preferibile all'altra. Se indichiamo con il simbolo \geq tale relazione d'ordine, possiamo dire che risulta

$$A_j(r+1) \geq A_l(r+1) \text{ oppure } A_l(r+1) \geq A_j(r+1),$$

per ogni coppia di indici $j, l = 1, 2, \dots, n_{r+1}$.

Quando queste relazioni valgono contemporaneamente, si scrive

$$A_j(r+1) \approx A_l(r+1)$$

e si dice che i due attributi sono *equivalenti*.

Conviene sottolineare esplicitamente il significato dell'Assioma 1: fra due alternative di un qualsiasi livello, è sempre possibile affermare, in base ad uno dei criteri del livello precedente, o che le due alternative sono equivalenti oppure che una è preferibile rispetto all'altra.

Assioma 2. Per ogni criterio $A_i(r)$ appartenente al livello r , con $r=1, 2, \dots, K-1$ e $i=1, 2, \dots, n_r$, esiste una funzione $f_i(r)$ che associa ad ogni coppia di alternative $(A_j(r+1), A_l(r+1))$ un numero reale positivo $a_{jl}^i(r+1)$ tale che

$$a_{jl}^i(r+1) = \frac{1}{a_{lj}^i} \quad \text{con } j, l = 1, 2, \dots, r+1.$$

L'Assioma 2 significa che ad ogni livello $r+1$ di alternative possiamo associare n_r matrici quadrate (cioè tante quanti sono i criteri del livello soprastante) di dimensioni $(n_{r+1} \times n_{r+1})$

$$M_i(r) = (a_{jl}^i(r+1)), \quad \text{con } i = 1, 2, \dots, n_r.$$

Ogni elemento di queste matrici è un numero reale positivo che esprime il confronto fra due alternative secondo il fissato criterio. Inoltre, se da un elemento si passa al suo simmetrico rispetto alla diagonale principale della matrice, i due elementi sono reciproci l'uno dell'altro.

Esempio 1. Consideriamo il caso in cui è $r=1$; abbiamo una sola matrice di dimensione (2×2)

$$M_1(1) = \begin{pmatrix} a_{11}^1(2) & a_{12}^1(2) \\ 1/a_{12}^1(2) & a_{22}^1(2) \end{pmatrix}$$

Nel caso $r=2$, abbiamo invece due matrici di dimensione (3×3)

$$M_1 (2) = \begin{pmatrix} a_{11}^1 (3) & a_{12}^1 (3) & a_{13}^1 (3) \\ 1/a_{12}^1 (3) & a_{22}^1 (3) & a_{23}^1 (3) \\ 1/a_{13}^1 (3) & 1/a_{23}^1 (3) & a_{33}^1 (3) \end{pmatrix},$$

$$M_2 (2) = \begin{pmatrix} a_{11}^2 (3) & a_{12}^2 (3) & a_{13}^2 (3) \\ 1/a_{12}^2 (3) & a_{22}^2 (3) & a_{23}^2 (3) \\ 1/a_{13}^2 (3) & 1/a_{23}^2 (3) & a_{33}^2 (3) \end{pmatrix}.$$

Definizione 1. La matrice $M_i (r)$ si dice *consistente* se risulta

$$a_{il}^i (r+1) a_{lh}^i (r+1) = a_{jh}^i (r+1),$$

per tutti i valori degli indici $h, j, l = 1, 2, \dots, n_{r+1}$, $i = 1, 2, \dots, n_r$.

Si noti che, se la matrice di confronto è consistente, vale di conseguenza l'assioma 1. La consistenza è una proprietà assai restrittiva, che non viene solitamente riscontrata in casi concreti; d'altra parte, alcuni risultati importanti valgono appunto per matrici consistenti, ed inoltre è possibile, come vedremo, misurare quanto una matrice di confronto si avvicina ad essere consistente.

Abitualmente, le matrici di confronto vengono costruite assegnando i seguenti valori agli elementi a_{ij} :

- 1 se le alternative hanno uguale importanza;
- 3 se la prima alternativa è moderatamente più importante della seconda;
- 5 se la prima alternativa appare molto importante;
- 7 se esistono prove reali dell'importanza della prima alternativa;
- 9 se la prevalenza della prima alternativa viene considerata una certezza.

Gli interi pari 2, 4, 6, 8 sono utilizzati come valori intermedi, quando si ritiene necessario operare un compromesso. Infine, è possibile ricorrere a numeri razionali, quando si vuole modificare la matrice per renderla «più consistente» (secondo una metrica che sarà definita in seguito).

Dalle n_r matrici di confronto M_i ($i = 1, 2, \dots, n_r$) si deducono n_r *scale di priorità* fra le alternative del livello $r+1$. Più precisamente si associa ad ogni matrice M_i (avente gli elementi sulla diagonale principale tutti positivi e reciproci) un vettore le cui n_{r+1} componenti forniscono un ordine di preferenza fra le alternative.

Esempio 2. Ci riferiamo alle due matrici M_1 (2) ed M_2 (2) introdotte nell'esempio 1 per ordinare le alternative A_1 (3), A_2 (3), A_3 (3) in due scale di preferenza rispetto alle priorità A_1 (2), A_2 (2). Ogni scala è composta da tre numeri che definiscono i gradi di preferenza delle tre alternative rispetto ai due criteri; in altri termini, le suddette scale corrispondono a due vettori

$$w^1 = \begin{pmatrix} w_{11}^1 \\ w_{12}^1 \\ w_{13}^1 \end{pmatrix}, \quad w^2 = \begin{pmatrix} w_{11}^2 \\ w_{12}^2 \\ w_{13}^2 \end{pmatrix}$$

D'altra parte, ciò che interessa, è ordinare le scelte $A_1(3)$, $A_2(3)$, $A_3(3)$ rispetto all'obiettivo finale $A_1(1)$.

In tale direzione, l'AHP propone di operare sulla matrice di confronto $M_1(1)$ e sulla matrice

$$B = \begin{pmatrix} w_{11}^1 & w_{11}^2 \\ w_{12}^1 & w_{12}^2 \\ w_{13}^1 & w_{13}^2 \end{pmatrix},$$

composta dalle due scale di priorità determinate precedentemente, secondo un procedimento che verrà definito nel seguente paragrafo.

In termini più generali, si tratta di definire una funzione dall'insieme delle matrici $\mu(n_{r+1} \times n_{r+1})$ positive e reciproche nell'insieme dei vettori ad n_{r+1} componenti: la maggiore fra le componenti individua l'alternativa che è preferibile rispetto a tutte le altre; alla componente immediatamente inferiore corrisponde la seconda alternativa; e così di seguito. A questo scopo è necessario introdurre preliminarmente alcuni altri assiomi che riguardano la struttura dell'insieme Γ .

Definizione 2. Si dice che l'attributo $A_j(r)$ *domina* l'attributo $A_j(s)$ se risulta

$$r < s \text{ oppure } r = s \text{ e } A_j \geq A_j(r).$$

Diciamo inoltre che l'attributo $A_1(1)$ è il *massimo* in Γ , in quanto $A_1(1)$ domina tutti gli altri elementi di Γ .

Definizione 3. L'insieme Γ è una *struttura gerarchica* o *gerarchia*, in quanto soddisfa le seguenti condizioni:

- (i) Γ è l'unione di un numero finito di sottoinsiemi disgiunti L_1, L_2, \dots, L_K , detti *livelli* della gerarchia; in particolare, $A_1(1)$ è il massimo in Γ ;
- (ii) se $A_j(r) \in L_r$, posto
 $A_j^+ = \{A_j(s) \in \Gamma : A_j(r) \text{ domina } A_j(s)\}$,
risulta $A_j^+ \subseteq L_{r+1}$, $r = 1, 2, \dots, K-1$;
- (iii) se $A_j(r) \in L_r$, posto
 $A_j^- = \{A_j(s) \in \Gamma : A_j(s) \text{ domina } A_j(r)\}$,
risulta $A_j^- \subseteq L_{r-1}$, $r = 2, 3, \dots, K$.

Definizione 4. Dato un numero reale positivo $p \geq 1$, un sottoinsieme E di L_{r+1} si dice *p-omogeneo* rispetto ad $A_j(r) \in L_r$ se risulta

$$1/p \leq a_{ij} (r+1) \leq p,$$

in corrispondenza a tutte le alternative di E .

Assioma 3. Data la gerarchia Γ , per ogni $r = 1, 2, \dots, K$ esiste un $p \geq 1$ tale che l'insieme $A_i(r) \subseteq L_{r+1}$, dominato da $A_i(r) \in L_r$, è p -omogeneo rispetto ad $A_i(r)$, per $r = 1, 2, \dots, K-1$.

L'assioma 3 garantisce che la costruzione delle matrici di confronto non comporta valutazioni fra alternative eccessivamente disparate.

Assioma 4. La gerarchia Γ soddisfa le seguenti condizioni:

- (i) ogni elemento di L_r definisce una matrice di confronto relativamente agli elementi di L_{r+1} per $r = 1, 2, \dots, K-1$;
- (ii) nessun elemento di L_{r+1} può definire matrici di confronto relativamente agli elementi di L_r , per $r = 1, 2, \dots, K-1$;
- (iii) nessun elemento di L_{r+1} può definire matrici di confronto relativamente agli altri elementi dello stesso livello.

L'assioma 4 significa semplicemente che ogni livello della gerarchia è costituito da criteri solo rispetto ai livelli sottostanti ovvero è costituito da alternative solo rispetto ai livelli soprastanti; inoltre gli elementi di ogni livello sono o tutti criteri o tutte alternative.

Infine l'ultimo assioma chiarisce che, all'interno della gerarchia Γ , le alternative finali costituiscono l'ultimo livello L_K , mentre tutti i livelli precedenti contengono criteri e sottocriteri per la scelta fra tali alternative.

Assioma 5. Se A e C rappresentano rispettivamente l'insieme delle alternative e dei criteri (e sottocriteri) nella gerarchia Γ , allora risulta

$$C \subseteq \Gamma - L_k \text{ e } A = L_k.$$

I seguenti risultati (le cui dimostrazioni si trovano in Saaty, 1986) forniscono un metodo relativamente semplice per definire una scala di priorità fra le alternative del livello L_{r+1} , secondo le indicazioni dell'esempio 2, e consentono di stimare la validità di tale scala.

Indichiamo con $\varphi(n_{r+1})$ il sottoinsieme di $\mu(n_r+1)$ costituito dalle matrici consistenti e semplifichiamo la scrittura (salvo quando sarà necessario) trascurando l'indice r , cioè denotando con n l'ordine delle matrici considerate e con a_{ij} i loro elementi.

Teorema 1. Se M è una matrice in $\mu(n)$, le seguenti condizioni sono fra loro equivalenti:

- (i) M è consistente, cioè $M \in \varphi(n)$;
- (ii) M ha rango 1;
- (iii) l'autovalore principale (massimo) λ_{\max} di M vale n , mentre gli altri $n-1$ autovalori sono nulli.

Teorema 2. Esiste una funzione F definita sull'insieme delle matrici consistenti $M = (a_{ij})$ ed a valori nello spazio dei vettori n -dimensionali aventi componenti reali ($F_1(M)$, $F_2(M)$, ..., $F_n(M)$) comprese fra 0 ed 1, tale che:

- (i) risulta $a_{ij} = F_i(M)/F_j(M)$;
- (ii) la posizione della i -esima alternativa del livello L_{r+1} nella scala di priorità è data da $F_i(M)$ ed è individuata dalla i -esima componente dell'autovettore principale (massimo) della matrice M ;
- (iii) date due alternative A_i , $A_j \in L_{r+1}$, A_i è preferibile ad A_j se e solo se $F_i(M) \geq F_j(M)$.

È già stato osservato che la condizione di consistenza raramente risulta verificata; è pertanto necessario indagare quanto i precedenti risultati restino validi quando la matrice $M \in \mu(n)$ non è più consistente.

Teorema 3. Sia $M = (a_{ij}) \in \varphi(n)$, con autovalori $\lambda_1 = n$ (semplice) e $\lambda_2 = 0$ (di molteplicità $n-1$), e sia $M' = (a_{ij} + d_{ij}) \in \mu(n)$. Per ogni $\epsilon > 0$ esiste un $s > 0$ tale che, se risulta $|d_{ij}| < s$, per $i, j = 1, 2, \dots, n$, allora:

- (i) nel piano complesso, M' ha 1 autovalore nel cerchio $|z - n| < \epsilon$ e $n - 1$ autovalori nel cerchio $|z| < \epsilon$;
- (ii) se indichiamo con $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ e con $w' = (w_1, w'_2, \dots, w'_n)$ gli autovettori principali rispettivamente di M e di M' , risulta $|w'_i - w_i| < \epsilon$, per ogni $i = 1, 2, \dots, n$.

Teorema 4. Sia $M = (a_{ij}) \in \mu(n)$. Se λ_{\max} è il suo autovalore principale e se w è il corrispondente autovettore, normalizzato con $w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$, allora:

- (i) risulta $\lambda_{\max} \geq n$;
- (ii) il numero

$$\mu = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

è una misura dello scarto medio di M dalla consistenza e viene chiamato *indice di consistenza*.

Nelle applicazioni, più che l'indice di consistenza μ , viene utilizzato il *rapporto di consistenza*, ottenuto nel seguente modo. Si costruisce un campione (ad esempio, formato da 500 unità) di matrici quadrate, positive e reciproche, di dimensioni $n = 1, 2, \dots, 10$, i cui elementi vengono scelti casualmente fra i numeri $1/9, 1/8, \dots, 8, 9$ e si calcolano gli indici medi di consistenza per ogni n .

Il rapporto di consistenza è allora il rapporto fra l'indice μ osservato e l'indice medio relativo alla dimensione n considerata. Si è constatato che, se il rapporto di consistenza supera $1/10$, allora conviene rivedere i giudizi che hanno condotto ai numeri a_{ij} , attraverso un approfondimento nell'analisi del problema.

Il limite 10 è stato imposto dal fatto che, se il numero di alternative in un livello della gerarchia è troppo grande, le loro priorità relative sono piccole e quindi soggette a variare considerevolmente a causa di eventuali errori.

Teorema 5. Sia M la matrice di confronto relativa al livello L_{r+1} della gerarchia Γ , in base ad un criterio $A_i(r)$ del livello L_r . Le componenti dell'autovettore principale (corrispondente all'autovalore massimo) della matrice M individuano una scala di priorità fra le alternative del livello L_{r+1} .

Se consideriamo ora tutte le n_r matrici di confronto generate dagli n_r criteri del livello L_r , otteniamo n_r autovettori principali, che conviene normalizzare in modo che i loro moduli siano unitari. Essi for-

mano una matrice B_r di dimensione n_r , che viene detta *matrice di priorità*.

Esempio 4. La matrice B introdotta nell'esempio 2 può essere interpretata ora come la matrice di priorità delle alternative del livello L_2 rispetto ai criteri del soprastante livello L_2 . I suoi elementi sono le componenti degli autovettori principali delle due matrici $M_1(2)$ ed $M_2(2)$.

Il vettore di priorità w^r relativo al livello L_{r+1} è un vettore che individua le preferenze fra le alternative di L_{r+1} in base all'insieme di tutti i criteri dei livelli precedenti. In altri termini, il vettore di priorità w^r viene calcolato utilizzando le matrici di priorità relative ai livelli precedenti, tenendo presente che la matrice di priorità B_r relativo al livello L_r è un vettore di dimensione n_r . Il procedimento è riassunto in modo chiaro dal seguente teorema.

Teorema 6. Se w^r e w^s sono i vettori delle priorità rispettivamente del livello L_r e del livello L_s , con $r < s$, risulta

$$w^s = B_s B_{s-1} \dots B_{r+1} w^r.$$

In particolare, ogni vettore di priorità può essere calcolato con la seguente formula

$$w^n = B_n B_{n-1} \dots B_1, \text{ per } r = 2 \text{ ed } s = n.$$

2. Una applicazione esemplificativa: il caso di un progetto integrato per la riqualificazione urbana

L'applicazione dell'AHP che viene qui presentata riguarda l'esame di una ipotesi progettuale relativa alla riqualificazione urbanistica di un quartiere di edilizia pubblica. Si è scelto un tale argomento come primo campo di verifica della metodologia sia per la rilevanza che simili ambiti problematici hanno assunto all'interno del dibattito urbanistico sulla fine della crescita delle città (Perloff, 1980), sia soprattutto per la presenza di variabili non immediatamente traducibili in termini quantitativi che tali questioni pongono.

In particolare, seppur fondata su una ipotesi progettuale definita, l'esemplificazione si pone ad un livello molto generale, cercando cioè di individuare il peso e l'importanza relativa di un set di variabili

nel determinare l'obiettivo della massimizzazione della «vivibilità» in una data porzione urbana. Tale obiettivo, volutamente qualitativo, viene specificato unicamente dai pesi reciproci tra le variabili considerate.

L'ipotesi progettuale concreta presa in esame riguarda un quartiere Iacp, situato a Torino in zona nord tra corso Grosseto, corso Cincinato, strada Altessano e via Sansovino (conosciuto come Q37 e zona E6). Il progetto è stato redatto da un gruppo di lavoro del Politecnico di Torino (Dipartimenti casa città, progettazione, territorio), nell'ambito di un contratto di ricerca con lo Iacp di Torino, sui temi della *Riqualificazione di quartieri di Edilizia Residenziale Pubblica*².

Il progetto originario della zona era inserito nel Piano per l'edilizia economica e popolare di Torino, avviato nel 1962 e approvato con alcune modifiche nel 1963; si riferiva ad una estensione complessiva di 16,70 ettari ed era dimensionato per una previsione di 4.823 abitanti insediabili.

Una successiva variante al piano, definitivamente approvata nel 1975, riduceva la volumetria residenziale e incrementava la dotazione di servizi pubblici. Mentre tuttavia venne effettivamente ridotto, nella fase attuativa, il numero di edifici residenziali inizialmente previsto, i fabbricati a destinazione commerciale non furono mai realizzati, se si esclude il corpo di fabbrica ad un piano fuori terra che collega due torri (sulle sedici costruite): fabbricato per altro oggi inutilizzato.

Attualmente il quartiere oggetto della proposta di intervento è formato da due edifici in linea di sette piani f.t., e di sedici torri di undici piani f.t., realizzati all'inizio degli anni settanta, per un totale di 875 alloggi a 5.090 vani convenzionali, con una popolazione stimabile in almeno 4.500 unità (4.499 al censimento del 1981).

All'interno dell'area sono presenti strutture scolastiche e religiose, mentre mancano totalmente le attrezzature commerciali ed artigianali di servizio, malgrado il Consiglio comunale di Torino, con delibera del marzo 1980, abbia respinto la richiesta dello Iacp di eliminare dal Peep la previsione di tali insediamenti, ribadendo la necessità di dotare il quartiere dei negozi previsti.

Gli edifici sono di costruzione relativamente recente (primi anni '70); gli alloggi hanno una dimensione media superiore a quella riscontrabile in tutto il patrimonio dello Iacp torinese; gli assegnatari godono di un reddito medio relativamente più elevato di quello degli altri inquilini di edilizia pubblica residenti in città.

In particolare la superficie media degli alloggi è di 81,43 mq, contro una media cittadina di 64,99 mq. Per quanto riguarda invece il reddito effettivo medio, mentre per tutti gli inquilini Iacp residenti nella città

di Torino esso è pari a lire 12.620.000, per gli assegnatari del 37° quartiere risulta di lire 13.948.000. L'incidenza media del canone sul reddito, che per l'intero corpo degli assegnatari di ERP in Torino risulta essere pari al 4,20%, nel quartiere è di 4,89%, dato che, combinato con quello del reddito, sta ad indicare, tenendo conto della diversificazione dei canoni in base al reddito stabilita dalla legge regionale n. 33/84, una presenza più elevata della media cittadina di famiglia con un reddito relativamente alto⁴.

Tutto ciò fa sì che le necessità di intervento non siano tanto dovute ad esigenze di recupero del parco alloggi (anche se occorre, ed è prevista, una consistente attività di manutenzione straordinaria dei manufatti edili), quanto a situazioni di degrado ambientale e sociale derivanti in buona parte dall'isolamento del quartiere rispetto al resto della città, accentuato dagli assi viari di grande scorrimento che lo delimitano.

Il progetto ha individuato una gamma di interventi necessari per una riqualificazione funzionale e per la ricerca di una «identificazione» del quartiere e del suo contesto e ha delineato modalità di intervento in relazione alle esigenze degli abitanti (partecipazione, informazione), al committente (IACP), agli enti istituzionali coinvolgibili (soprattutto il Comune), al quadro legislativo, alle disponibilità finanziarie.

In particolare è stato stimato che, per raggiungere l'obiettivo di migliorare le condizioni di vita dei residenti e per favorire l'integrazione del quartiere con il resto della città, fossero opportuni interventi diversificati: sistemazione viaria interna e di collegamento con l'esterno; realizzazione di insediamenti artigiani, di negozi ed uffici, di servizi per la cultura (centro informatico di base e biblioteca) e per lo svago (cinema-teatro, bar, sala delle feste, centro di cultura fisica); risistemazione dei piani pilotis, delle aree verdi interne al quartiere, delle zone a parcheggio (anche attraverso la creazione di autorimesse sotterranee); densificazione residenziale di aree confinanti con il quartiere (si vedano lo stato attuale - fig. 1 - e le proposte progettuali - fig. 2).

Il progetto risulta articolato in due livelli: il primo prevede un'opera di manutenzione edilizia dei fabbricati; il secondo, una riqualificazione urbanistica dell'intera area.

Tralasciando gli aspetti legati alla manutenzione dei fabbricati esistenti (attività per altro già in corso e finanziata attraverso specifici fondi da parte dello IACP), la proposta in discussione presenta i caratteri tipici di un intervento di riqualificazione urbana, e si configura come progetto «integrato», dove cioè sono previsti interventi di opera-

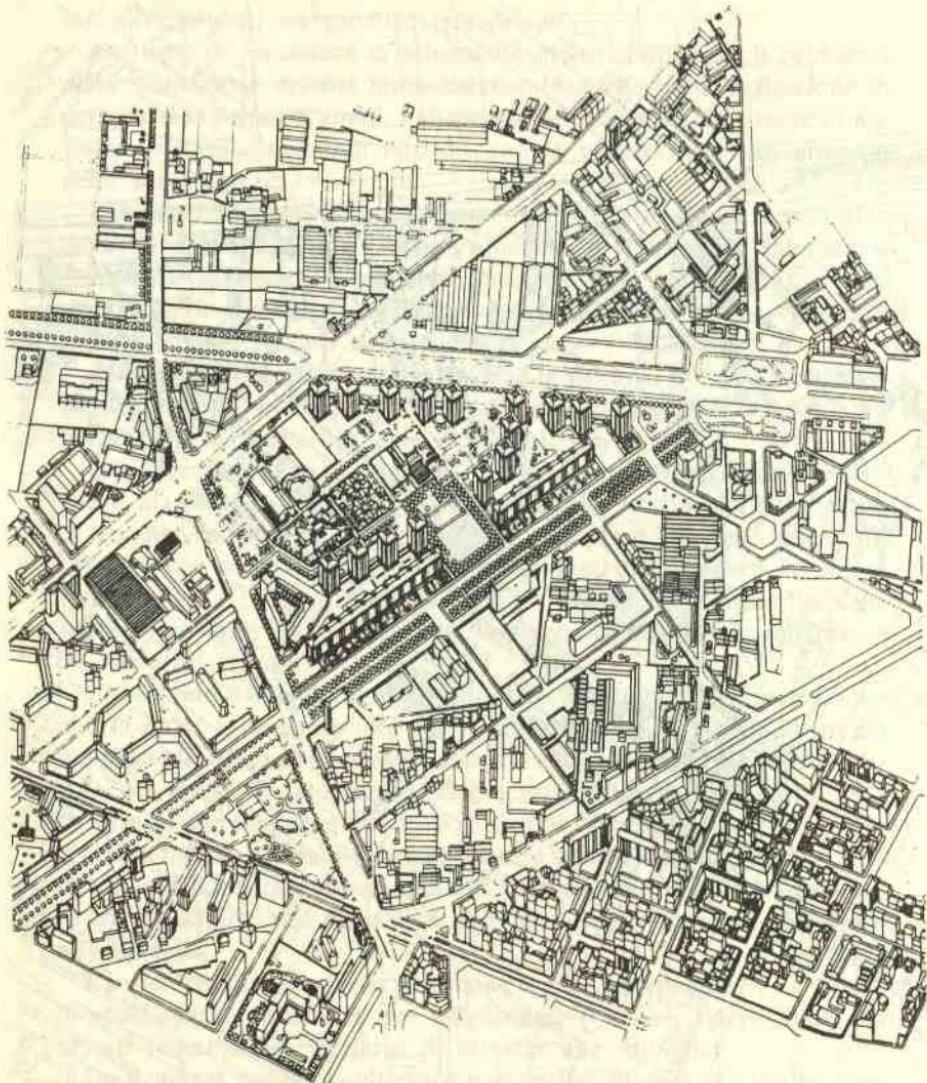


Fig. 1 – Quartiere IACP E6 e zona circostante: assonometria dello stato attuale (Quasco, n. 11, 1989)

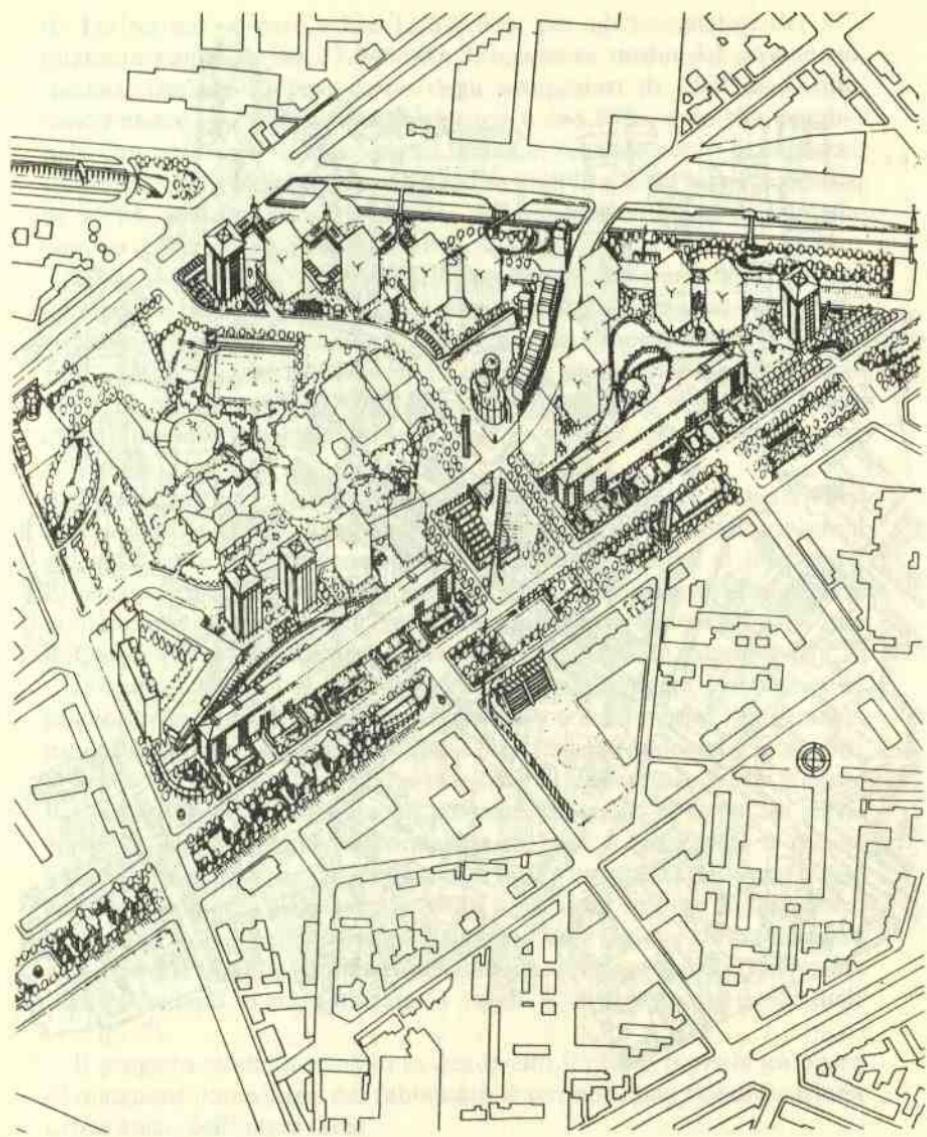


Fig. 2 – Quartiere IACP E6 e zona circostante: assonometria di progetto (Quasco, n. 11, 1989)

tori diversificati, sia pubblici, sia privati.

A fronte di procedure di attuazione molto complesse, il problema della valutazione diviene immediatamente quello della definizione di percorsi decisionali ottimali, indispensabile nell'ipotesi di risorse finanziarie limitate che quindi impediscono la realizzazione del progetto nella sua interezza.

L'AHP si dimostra in questo senso utile nel determinare la gerarchia delle variabili considerate e, conseguentemente, le priorità di intervento.

Accanto all'obiettivo generale (massimizzare la vivibilità), i sub-obiettivi e le alternative utilizzati nella valutazione sono evidenziati nello schema riportato nella figura 3.

Al primo livello della scala gerarchica le variabili prese in considerazione sono tre e precisamente: i costi; i tempi (nel senso delle priorità temporali); la diversificazione dei canali finanziari.

In particolare, con la prima si intende «pesare» le variabili individuate al secondo livello in termini di minori costi complessivi; con la seconda, individuare una scala di priorità temporale degli interventi; con la terza, considerare l'importanza di fonti finanziarie – e quindi di operatori – diversificate, sia dal lato dell'entità complessiva delle risorse attivabili, sia, soprattutto, come garanzia del coinvolgimento di operatori privati.

Al secondo livello le variabili utilizzate sono quattro: l'integrazione con la città; la socialità interna; l'accessibilità ai servizi; la sicurezza pubblica. Il primo di questi sub-obiettivi è da considerarsi come indicatore del grado di integrazione del quartiere con il resto della città in termini di collegamenti viari o di servizi di trasporto pubblico. Per socialità interna, variabile eminentemente qualitativa, si intende il grado di socializzazione tra gli abitanti del quartiere o, in altri termini, la «riconoscibilità» da parte degli abitanti di appartenere ad una comunità sociale.

Per accessibilità ai servizi si intende invece, classicamente, il tempo di spostamento necessario per raggiungere i servizi, sia pubblici, sia privati (commercio, terziario di servizio alle famiglie).

La sicurezza pubblica, ultimo sub-obiettivo del secondo livello, rappresenta un indicatore del grado di microcriminalità, attualmente elevato, nella zona in questione e dell'esigenza, sentita dagli abitanti, di superare tale situazione.

Al limite inferiore della scala gerarchica (e cioè al terzo livello), vengono individuate cinque alternative metaprogettuali: potenziamento della viabilità; inserimento di attività artigianali e commerciali; potenziamento di verde e servizi pubblici; potenziamento dei garages pri-

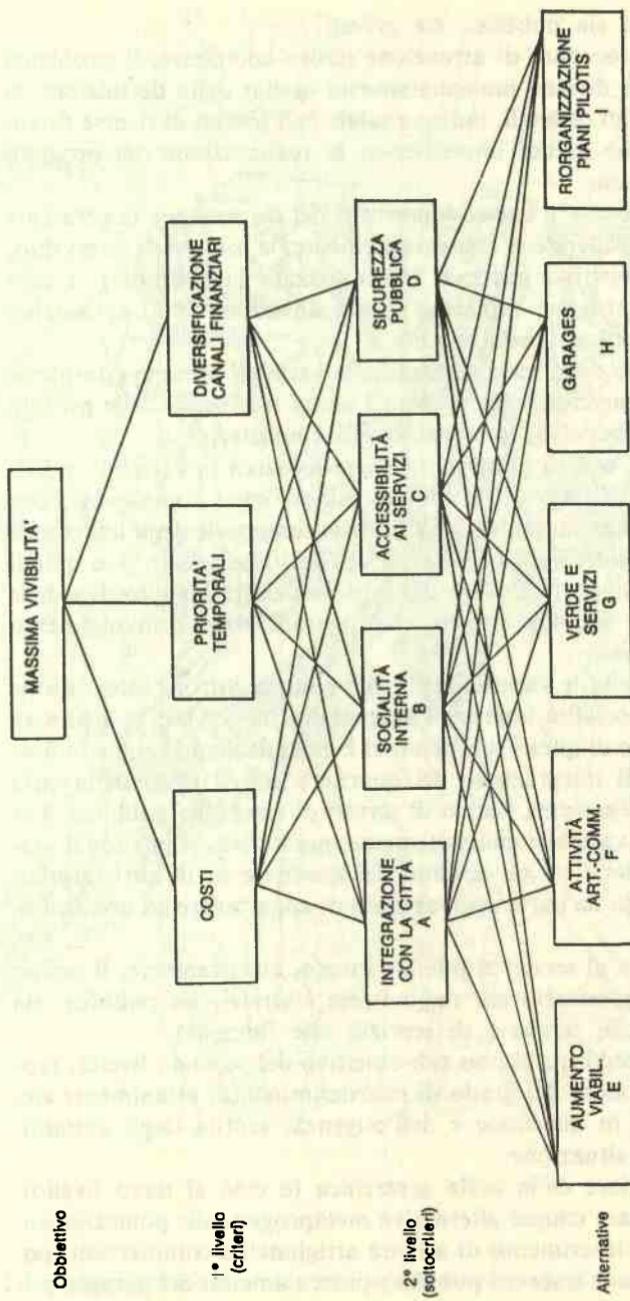


Fig. 3 - Priorità di intervento. Scala obiettivo-criteri-alternative

vati; riorganizzazione del piano pilotis.

A sostegno dell'ipotesi sviluppata stava la considerazione che, in condizioni di probabile scarsità di risorse da destinare alla realizzazione di tutto il progetto (del costo presunto di circa 44 miliardi di lire), fosse utile individuare quali tipologie di intervento risultassero prioritarie (per importanza relativa o per precedenza temporale) rispetto al miglioramento complessivo delle condizioni di vita.

Il procedimento seguito, tipico dell'AHP, consiste nella costruzione di matrici di confronto «a due a due» delle variabili al livello r , rispetto a ciascuna variabile del livello $r-1$, che funge da obiettivo.

In altri termini, si è inizialmente costruita una matrice 3×3 , pesando, a due a due, le variabili del primo livello (costi, tempi, diversificazione dei canali finanziari) rispetto all'obiettivo generale. Poi sono state stimate tre matrici 4×4 tra le variabili del secondo livello, assumendo, volta a volta, come criterio una delle variabili del primo livello. Con lo stesso sistema si sono quindi costruite quattro matrici 5×5 per le alternative.

Per ogni matrice è stato calcolato l'autovalore massimo e quindi gli autovettori relativi, poi normalizzati. Il vettore di preferenza si ottiene dal prodotto di una matrice 5×4 , per una 4×3 , per una 3×1 .

Inoltre, sempre per ogni matrice, è stato determinato il rapporto di consistenza « C_r » che, come precedentemente chiarito, funge da indicatore di controllo dell'attendibilità della matrice.

In appendice sono riportate le matrici considerate (dalla Matrice 1 alla Matrice 8) con il valore dei relativi C_r , esaminando i quali è possibile verificare i pesi assegnati, volta a volta, alle singole variabili.

In particolare, per quanto riguarda la Matrice 1 e tenendo conto che la scala dei pesi utilizzati è compresa tra i valori 1 e 9 (e i loro valori reciproci), si è assegnato alla diversificazione dei canali finanziari un valore di 7 rispetto ai tempi e di 5 rispetto ai costi ed un peso di 2 ai costi rispetto ai tempi.

In altre parole, al fine di raggiungere l'obiettivo della massima vivibilità, tra i tre subcriteri si è considerato di maggior rilievo quello della diversificazione dei canali finanziari, rispetto sia ai costi, sia ai tempi; tra questi ultimi elementi, si è assegnato un peso leggermente superiore ai costi rispetto ai tempi.

La stima dei pesi, ovviamente esemplificativa, è comunque fondata sul carattere di simili progetti integrati di recupero urbanistico, dove il coinvolgimento anche di risorse private può essere considerato come caratterizzante l'intervento.

La Matrice 2 riguarda le variabili del secondo livello gerarchico,

confrontate a due a due rispetto al criterio dei costi. In questo caso troviamo un peso elevato dell'integrazione con la città sulla sicurezza pubblica e sull'accessibilità ai servizi; della socialità interna sulla sicurezza pubblica.

La Matrice 3 e la Matrice 4 considerano le stesse variabili della Matrice 2, ma pesate rispettivamente secondo i criteri tempi e diversificazione dei canali finanziari. Nella Matrice 3 i pesi significativi riguardano la socialità interna, che appare la variabile maggiormente sensibile ai tempi di attuazione; analogamente nella Matrice 4 le variabili più sensibili alla diversificazione dei canali finanziari appaiono l'integrazione con la città e la socialità interna.

Le ultime quattro matrici si riferiscono alle alternative progettuali pesate avendo come criteri le variabili del secondo livello. In questo caso la stima dei pesi è stata condotta tenendo liberamente conto delle indagini effettuate presso la popolazione residente in sede preliminare al progetto.

Per quanto riguarda il criterio integrazione con la città (Matrice 5), le alternative con i pesi relativi più significativi sono la presenza di attività commerciali e artigianali e il potenziamento della viabilità.

Considerando come criterio la socialità interna (Matrice 6) troviamo, a pari importanza, ancora le attività commerciali e artigianali insieme al potenziamento di verde e servizi.

Rispetto all'accessibilità ai servizi pubblici e privati (Matrice 7), notevole peso assume ovviamente il potenziamento della viabilità, analogamente a quanto accade per l'obiettivo sicurezza pubblica (Matrice 8).

A partire dai pesi individuati, il vettore di preferenza per le cinque alternative progettuali rispetto all'obiettivo generale di massimizzazione della vivibilità indica il seguente ordine di priorità:

– inserimento di attività commerciali e artigianali:	37,76%
– potenziamento della viabilità:	29,70%
– potenziamento verde e servizi:	18,02%
– riorganizzazione dei piani pilotis:	8,93%
– potenziamento dei garages privati:	5,58%

Il modello gerarchico così definito, dati i pesi assegnati ai confronti a due a due tra le variabili, individua quindi una scala di significatività delle alternative che vede al primo posto l'inserimento di attività commerciali e artigianali, seguito dal potenziamento della viabilità e, con una incidenza più contenuta, dalla risistemazione del verde e dei servizi, dalla riorganizzazione dei piani terreni degli edifici, dall'aumento del numero dei garages privati.

Si tratta, come già detto, di un'esemplificazione tesa soprattutto a mostrare il funzionamento del modello AHP più che ad ottenere risultati operativi. Quello che interessa sottolineare è l'utilità del metodo nel definire percorsi decisionali complessi, in presenza cioè di variabili non puramente quantitative, esplicitando obbligatoriamente il sistema di valutazioni.

Per quanto riguarda l'indice di consistenza, nell'esempio proposto in tutte le otto matrici esso risulta largamente inferiore al livello, ritenuto critico per l'attendibilità del modello, del 10%. In particolare il Cr varia dallo 0,78% della Matrice 2, al 5,6% della Matrice 8.

Appendice

Matrice 1 - Obiettivo massima vivibilità - pesi assegnati

Rapporto di consistenza $Cr = 1,22\%$

	Costi	Tempi	Can. Fin.
Costi	1	2	$1/5$
Tempi	$1/2$	1	$1/7$
Can. Fin.	5	7	1

Matrice 2 - Criterio costi - pesi assegnati

Rapporto di consistenza $Cr = 0,78\%$

	A	B	C	D
A	1	2	4	5
B	$1/2$	1	2	4
C	$1/4$	$1/2$	1	$1,5$
D	$1/5$	$1/4$	$1/1,5$	1

Matrice 3 - Criterio tempi - pesi assegnati

Rapporto di consistenza $Cr = 4,60\%$

	A	B	C	D
A	1	$1/5$	2	4
B	5	1	6	6
C	$1/2$	$1/6$	1	$1,5$
D	$1/4$	$1/6$	$1/1,5$	1

Matrice 4 – Criterio diversificazione canali finanziari - pesi assegnati

Rapporto di consistenza $Cr = 1,90\%$

	A	B	C	D
A	1	2	3	7
B	1/2	1	3	6
C	1/3	1/3	1	2
D	1/7	1/6	1/2	1

Matrice 5 – Criterio integrazione con la città - pesi assegnati

Rapporto di consistenza $Cr = 2,70\%$

	E	F	G	H	I
E	1	1/2	3	4	6
F	2	1	5	8	5
G	1/3	1/5	1	3	2
H	1/4	1/8	1/3	1	1/1,5
I	1/6	1/5	1/2	1,5	1

Matrice 6 – Criterio socialista interna - pesi assegnati

Rapporto di consistenza $Cr = 5,40\%$

	E	F	G	H	I
E	1	1/5	1/5	3	1/4
F	5	1	1	8	3
G	5	1	1	8	3
H	1/3	1/8	1/8	1	1/2
I	4	1/3	1/3	2	1

Matrice 7 – Criterio accessibilità - pesi assegnati

Rapporto di consistenza $Cr = 4,70\%$

	E	F	G	H	I
E	1	2	7	5	8
F	1/2	1	8	6	9
G	1/7	1/8	1	2	2
H	1/5	1/6	1/2	1	1
I	1/8	1/9	1/2	1	1

Matrice 8 – Criterio sicurezza pubblica - pesi assegnati

Rapporto di consistenza Cr = 5,60%

	E	F	G	H	I
E	1	2	6	3	3
F	1/2	1	3	4	4
G	1/6	1/3	1	1/3	1/3
H	1/3	1/4	3	1	1
I	1/3	1/4	3	1	1

Note

1. Il lavoro, in forma diversa, è stato utilizzato per contributi contenuti in R. Roscelli, a cura di, *Misurare nell'incertezza*, Celid, Torino, 1990; si veda: R. Roscelli, F. Zorzi, *Valutazione di progetti di riqualificazione urbana*, pp. 53-79; M. Montagnana, *La formalizzazione matematica*, pp. 209-219.

2. Cfr. la convenzione n. 495/87 tra Politecnico e IACP di Torino. In particolare il progetto cui si riferisce la presente simulazione è stato redatto dal gruppo di ricerca formato da P. Derossi (direttore) e da M.G. Daprà Conti, F. Lattes, A. Magnaghi, F. Ognibene, A. Peano, F. Zorzi.

3. I dati su canoni e redditi si riferiscono al 1985.

Riferimenti bibliografici

- Cer (1987), *Bozza di relazione introduttiva al dibattito sul nuovo piano di ERP*, 6 feb.
- Cer (1987), *Anticipazione della programmazione del biennio 1988-89 di edilizia residenziale pubblica*, Roma, delibera del 5 nov.
- Fusco Girard, L. (1983), «Teoria economica e stima del valore dei beni culturali immobiliare», *Restauro*, 65-66-67.
- Fusco Girard, L. (1987), *Risorse architettoniche e culturali: valutazioni e strategie di conservazione*, Angeli, Milano.
- Graziani, A. (1987), *Lezioni di analisi costi-benefici*, Formez, Napoli.
- Iris-Cnr (1988), Atti del Convegno Internazionale *Metodi di valutazione nella pianificazione urbana e territoriale: teoria e casi di studio*, Capri, 5-7 apr.
- Lichfield, N. (1986), «Economic Analysis for Choosing Priorities in a Conservation Strategy», *Restauro*, 87.
- Ministero dei beni culturali (1983), *Progetto finalizzato al restauro, recupero e valorizzazione dei beni culturali*, Roma.
- Ministero del bilancio e della programmazione economica – Segreteria della programmazione (1985), *Criteri e parametri per la valutazione di progetti di recupero e valorizzazione dei beni monumentali*, Roma.
- Nijkamp, P. (1977), *Theory and Application of Environmental Economics*, North-Holland, Amsterdam.
- Perloff, H.S. (1980), *The Central City in Postindustrial Age*, in C.L. Level, ed., *The natural metropolis*, Lexington, Lexington.

- Realfonzo A. (1981), «Alcuni appunti sul tema: principi di economia applicati alla conservazione», *Restauro*, 53-54.
- Rothenberg, J. (1967), *Economic Evaluation of Urban Renewal. Conceptual Foundation of Benefit-Cost-Analysis*, The Brookings Institution, Washington, D.C.
- Saaty, T.L. (1986), «Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process», *Management Science*, 32, 7.
- Saaty, R.W., Vargas, LG. (1987), «The Analytic Hierarchy Process», *Mathematical Modelling*, 3-5.
- Voogd, H. (1983), *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*, Pion, London.

METODI A CONFRONTO PER L'IDENTIFICAZIONE DI SISTEMI METROPOLITANI. IL CASO ROMANO

di *Enzo Scandurra, Giuseppe Goffredo e Silvia Macchi**

1. L'evoluzione degli studi sui sistemi urbani e la crisi dell'apparato urbanistico tradizionale

Il recente sviluppo degli studi sui sistemi urbani italiani, a partire dagli anni '70, può essere schematicamente ricondotto a due ordini di esigenze.

La prima, di natura teorico-scientifica-definitoria, scaturisce dall'osservazione empirica generale di una regolarità del processo di crescita dei sistemi urbani dei paesi industrializzati e dell'Europa in particolare, ovvero a determinare fasi dello sviluppo economico (industrializzazione, terziarizzazione) si associano fasi definite dello sviluppo urbano (centralizzazione, suburbanizzazione).

Tale osservazione ha dato vita all'interpretazione basata sul concetto di «ciclo di vita» delle città, modello, questo, che, al di là della sua validità, ha comunque il merito di aver consentito il confronto di esperienze e realtà di nazioni diverse (Drewett, Rossi, 1979; Van den Ber et al., 1982; Hall, Hay, 1980).

Parallelamente, si è accentuato l'interesse verso gli aspetti definitori del concetto di sistema urbano generalmente identificato come «un insieme di città interrelato» secondo l'accezione propria della Teoria generale dei sistemi, ovvero di «complesso di elementi interagenti» (Martellato, Sforzi, 1990).

Nonostante qualche omogeneità di nomenclatura e di metodo, non-dimeno resta non automatico il confronto delle diverse esperienze a causa di quella che Dematteis chiama «la scarsa oggettività degli stru-

* Si ringraziano gli ingegneri P. Alimonti, S. Leonardi e M. Levi che hanno collaborato alla elaborazione dei programmi di calcolo.

menti di analisi a disposizione» (Dematteis, 1990) che poi, in questo campo, investe sostanzialmente il tipo e la natura degli indicatori utilizzabili e utilizzati.

La seconda esigenza, di natura più urbanistica e programmatica, scaturisce dalla crisi generale dei tradizionali strumenti urbanistici non più adeguati alla conoscenza dinamica e dello sviluppo dei sistemi urbani.

Modello reticolare e strutture reticolari, nuove gerarchie urbane, policentricità delle strutture territoriali, sono concetti di un nuovo paradigma che ha definitivamente evidenziato la crisi già in atto dell'apparato disciplinare classico e dei suoi strumenti operativi, sostanzialmente calibrati, questi ultimi, sulle capacità di controllo e di sviluppo del territorio da parte della singola amministrazione comunale.

Il comportamento sistemico dei grandi centri urbani e del territorio, lo sviluppo di sistemi di rete conseguente all'innovazione nella gestione delle imprese, del trasporto e delle telecomunicazioni, ha evidenziato tutta l'incapacità di governo dell'unità comunale che, precedentemente, era in grado di controllare lo sviluppo dei propri settori (popolazione, produzione, consumo, servizi).

La crescita o il declino della popolazione e dell'occupazione, l'evoluzione delle tendenze di urbanizzazione seguono cicli non lineari. Il loro controllo, semmai possibile, richiede di estendere l'analisi a territori più vasti di quelli delle località comunali che costituiscono gli elementi, tra loro interagenti, del sistema.

L'unità di osservazione, dunque, non può più essere quella comunale o del singolo centro, ma l'intero sistema urbano inteso come sistema economico funzionale includente diverse città fra loro fortemente interrelate da intensi flussi di scambio (persone, merci, informazioni).

Questa seconda esigenza, ancor più accentuata dalla recente approvazione della legge sulla riforma delle autonomie locali, rende indilazionabile l'uso, anche ai fini operativi di governo e di amministrazione, di quanto fino ad ora prodotto sul piano teorico e definitorio.

Gli studi sviluppati fino ad oggi hanno definito in modo sufficientemente generalizzato le categorie disciplinari di sistema urbano e di sistema metropolitano assumendo le precedenti esperienze statunitensi ed inglesi (Martellato, Sforzi, 1990; Cafiero, Cecchini, 1990). Più soggettive e ancora in fase sperimentale appaiono invece le teorie interpretative delle modificazioni e dell'evoluzione dei sistemi urbani. La non linearità delle leggi di crescita o declino, i comportamenti dinamici dei sistemi connessi alla popolazione, occupazione, specializzazione dei centri, ecc. danno luogo ancora a interpretazioni e conclusioni non omogenee secondo quanto osserva Dematteis: «quando usiamo

i pochi dati demografici a disposizione e modelli ultra semplificati, come quello del ciclo di vita urbano, possiamo avere delle sorprese: in certi casi in cui ci aspettavano la ricentralizzazione, scopriamo che invece sono ancora ad una fase di disurbanizzazione o viceversa» (Dematteis, 1990).

2. Problemi di perimetrazione

Nel campo della perimetrazione di un'area metropolitana, gli studi prodotti hanno largamente dimostrato (e quanto di seguito illustrato in questo lavoro ne costituisce esperienza emblematica) che sia la scelta della funzione obiettivo, che quella degli indicatori, modificano in maniera non marginale l'estensione ed i confini dell'area attesa.

Su questo aspetto della perimetrazione, che costituisce precondizione e prerequisito indispensabile per qualunque intenzione di riordino dei poteri locali in termini di governo e programmazione del territorio e delle città, possiamo schematicamente e strumentalmente distinguere due grandi filoni di approccio originari.

Il primo è costituito da quello che utilizza un complesso di indicatori statistici di base (popolazione e occupazione) allo scopo di evidenziare in particolari gli aspetti di centralità e polarizzazione. L'utilizzo di serie storiche consente, con qualche difficoltà non disgiunta da arbitrietà, di poter svolgere considerazioni grezze anche sulla crescita e i cambiamenti strutturali dei sistemi stessi. In Italia fa certamente testo l'esperienza pionieristica della Svimez.

Il secondo approccio è quello che utilizza sostanzialmente come unico indicatore quello degli spostamenti pendolari giornalieri (che in Italia è disponibile a partire dal censimento del 1981), evidenziando gli aspetti di interrelazione. In questo campo fa parimenti testo l'esperienza recente del gruppo Istat-Irpet che, nel 1986, ha suddiviso il territorio italiano in 955 «sistemi locali di lavoro» e in 177 «regioni funzionali di lavoro».

L'esigenza tutta operativa di «avvicinare» la produzione teorico-scientifica, da cui derivare modelli coerenti di sistemi urbano-metropolitani, alla pratica urbanistica, dalla quale è invece derivata l'esigenza istituzionale e amministrativa delle nuove entità sovracomunali (metropolitane), è quella che ha dettato e guidato lo studio illustrato nelle successive pagine.

In altri termini sembra maturato il momento del «travaso» delle esperienze più proprie delle scienze regionali, svolte in questo campo,

nella prassi urbanistica di gestione e governo delle aree urbane, tenuto conto del forte ritardo con cui si sono istituite le nuove autorità di governo metropolitano.

La perimetrazione di un'area metropolitana (oggetto del presente lavoro) costituisce, in questo senso, una fase del processo di definizione dei contenuti disciplinari prima ancora di essere prerequisito indispensabile per una corretta impostazione della politica di governo del territorio.

Prima ancora di procedere a tale perimetrazione occorre però definire il concetto di area metropolitana.

In questo lavoro si è assunto come riferimento generale l'esperienza del Daily Urban Systems, un sistema economico-territoriale che include diverse città e aree urbane tra loro fortemente interconnesse da flussi di scambio.

Il criterio discriminante per l'identificazione dell'area è costituito dalla capacità di autocontenimento dei flussi reciprocamente scambiati tra i centri che formano l'area, rispetto ai flussi scambiati con le località «esterne».

La capacità di autocontenimento viene espressa da una funzione obiettivo che massimizza gli spostamenti pendolari giornalieri (per motivi di lavoro) scambiati. Questi ultimi costituiscono l'unico indicatore utilizzato nella ricerca.

Anticipando alcune conclusioni del lavoro, è facilmente osservabile la variabilità del confine metropolitano in relazione al tipo di indicatori usati, ovvero in relazione al tipo di relazioni funzionali che quegli indicatori identificano (pendolarità di lavoro, di studio, tempo libero, servizi). Questo vuol dire che, in qualche modo, deve essere accettata l'idea che un'area metropolitana è scientificamente definibile solo quando venga esplicitato l'obiettivo (piano di trasporti, piano casa, piano ospedaliero, ambiente, passaggio). Altra cosa da questa è l'identificazione, ai fini amministrativi generali, di un insieme definito, una volta per tutte, di centri e località delegati al suo governo¹.

La considerazione sopra avanzata non giustifica ovviamente gli amministratori della cosa pubblica ad adottare sperimentazioni arbitrarie di aree da sottoporre poi ai diversi livelli di pianificazione generale o settoriale. In Italia, progetti di legge governativa hanno più volte variate i confini delle aree metropolitane a partire dal 1982 ad oggi, a dimostrazione che la questione della individuazione delle aree metropolitane e della delimitazione dei loro confini costituisce uno dei principali problemi in materia di assetto e governo del territorio.

3. L'interesse e le difficoltà di un confronto degli studi svolti

Se dunque è accettabile la considerazione che «non esiste un'area metropolitana di per sé» nel senso sopra specificato, è tanto più scientificamente interessante il confronto dei risultati di esperienze diverse se svolto congiuntamente alla critica degli indicatori assunti al di là di arbitrari giudizi sulla minore o maggiore «realisticità» della specifica perimetrazione.

È indubbio che anche in Italia lo sviluppo urbano ha da tempo oltrepassato i confini amministrativi delle città e ha dato vita al «fenomeno metropolitano» con la formazione di concentrazioni di popolazione e attività sempre più grandi. La deregulation amministrativa e urbanistica, di pari passo, ha portato all'accantonamento dei livelli di pianificazione tradizionali. Esiste, tuttavia, una difficoltà a individuare entità con compiti di gestione corrispondenti a confini amministrativi sovracomunali rispetto ai quali ridefinire le politiche d'intervento e di riqualificazione. Di qui l'interesse, a nostro avviso, di spingere il confronto delle esperienze svolte per evidenziare, in termini operativi, i differenti «modelli» metropolitani identificati con l'uso di metodologie e/o indicatori diversi. Se poi, come accade in alcuni casi, i risultati attesi si mostrano anche molto simili tra loro, allora vorrà dire che questi sistemi presentano una ben determinata consistenza di relazioni funzionali e interdipendenze tali da giustificare i confini tracciati.

Trattando di «modelli» metropolitani e dei relativi «indicatori», esistono in campo internazionale alcuni riferimenti obbligati che abbiamo tentato di schematizzare nella tabella 1 e 2.

La prima esperienza di perimetrazione metropolitana, in ordine temporale, è quella messa a punto dall'istituto statistico statunitense nel 1950 (SMA) ed in seguito aggiornata nel 1960 (SMSA) e nel 1970 (SCSA).

La seconda è quella elaborata da Hall e Hay negli anni '70 per la Gran Bretagna (SMLA e MELA) ed allargata nel decennio successivo a tutti i paesi della Comunità Europea. In entrambi i casi è presente la preoccupazione di definire in qualche modo l'«area centrale» («core» nel caso inglese) attraverso soglie dimensionali o di concentrazione espresse in valori assoluti. Gli indicatori prescelti, essenzialmente «demografici» per la SMA ed «occupazionali» per le SMLA, sono espressione delle basi teoriche assunte e strettamente correlate alle problematiche emergenti nelle diverse epoche. Nelle SMA sembra prevalere il riferimento alla teoria delle località centrali, per cui la variabile «po-

Tab. 1 - Principali riferimenti di perimetrazioni di aree metropolitane

Denominazione	Data	Autore	Area	Elementi teorici
SMA - Statistical Metropolitan Area	1950	US Bureau of Census	Usa	località centrali, area di influenza
SMSA - Standard Metropolitan Statistical Area	1960	US Bureau of Census	Usa	
DUS - Daily Urban System	1968	Brian J.L. Berry	Usa	campi di pendolarità
SUSA - Standard Consolidated Statistical Area	1970	US Bureau of Census	Usa	
SMLA - Standard Metropolitan Labour Area	1973	P. Hall	Gb	polo di sviluppo, base economica, core/ring
MELA - Metropolitan Economic Labour Area	1973	P. Hall	Gb	
FUR - Functional Urban Area	1980	Hall e Hay	Cee	polo di sviluppo, base economica, core/ring
Arete Urbane	1970	Svimez	Italia	località centrali, base economica
Arete Urbane	1987	Svimez	Italia	
SLL - Sistemi Locali del Lavoro	1986	Istat-Ipet	Italia	mercato del lavoro, sistema urbano giornaliero
RFL - Regioni Funzionali del Lavoro	1986	Istat-Ipet	Italia	

polazione» diviene indicatore indiretto di polarizzazione terziaria. Nelle SMLA l'area centrale è piuttosto assimilata ad un «polo di sviluppo economico» secondo le teorie della polarizzazione industriale e della base economica.

Il secondo nodo problematico presente nelle due esperienze è quello della definizione dell'«area di influenza» («ring»). Entrano qui in gioco gli indicatori di «relazione» che utilizzano la variabile «flussi pendolari casa-lavoro»; di nuovo si tenta di fissare delle soglie espresse in valori percentuali, peraltro molto simili nei due casi. La dimensione relazionale, però, non sembrò sufficiente agli statunitensi: oltre ai flussi pendolari da e per l'area centrale furono messi a punto alcuni indicatori relativi alla struttura economica (addetti e attivi in settori extra-agricoli). Gli inglesi si limitarono invece a considerare i soli flussi in uscita verso l'area centrale e, in un secondo tempo, ridussero ulteriormente il problema della definizione del «ring» alla sola contiguità fisica con il «core».

Terzo ed ultimo elemento considerato dalle due esperienze, e solo a partire dagli anni '70 nel caso statunitense, è l'area comprendente «insiemi di core + ring». Elemento di identificazione di queste aree è l'interrelazione funzionale espressa in termini di «flusso massimo» per gli inglesi e di «campo di pendolarità» per gli americani.

In effetti è a partire dagli anni '70, e in modo più accentuato negli anni '80, che si manifesta l'esigenza di affiancare al concetto di «centralità» quello, più sistematico, di «nodalità»: lo studio dei movimenti permette di individuare le reti ed i nodi che costituiscono la struttura del territorio; l'analisi di tale struttura, la costruzione di gerarchie di centri, la definizione funzionale delle aree, ne costituiscono approfondimenti indispensabili.

L'ottica assunta dal lavoro di Istat e Irpet è finalizzata all'individuazione di «aree di autocontenimento» dei flussi pendolari casa-lavoro prima che di «aree metropolitane». Più tradizionale l'approccio della Svimez che peraltro punta più alla definizione di «aree urbane» e, coerentemente con tale obiettivo, utilizza una serie di classici indicatori di «urbanità».

Ci sembra doveroso fare cenno infine al lavoro svolto dall'Irspel per il Quadro di riferimento della regione Lazio. Pur avendo tra i suoi obiettivi operativi la delimitazione dell'area metropolitana romana, i criteri utilizzati si discostano non poco da quelli degli altri lavori fin qui citati. In effetti nel caso dell'Irspel muta sostanzialmente la finalità dell'operazione: si è trattato di perimettrare un'area destinata a divenire «tool for action» per gli amministratori regionali (area-problema).

Tab. 2 - *Principali indicatori per la perimetrazione di aree metropolitane*

Variabili	Indicatori	SMA						SMLA		MELA		Aree urb.		SLL RFL	
		C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R
Popolazione	Dimensione demografica	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
	Densità demografica		x		x		x		x	x	x	x	x	x	x
Occupazione	Struttura economica	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
	Dimensione occupazionale		x		x		x		x	x	x	x	x	x	x
Elementi fisici	Densità occupazionale		x		x		x		x	x	x	x	x	x	x
	Contiguità	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Flussi pendolari	Flusso massimo	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
	Campi di pendolarità		x		x		x		x	x	x	x	x	x	x
	Autocontenimento														x

C = core R = ring

4. I contenuti della ricerca

L'obiettivo già ricordato del presente lavoro consiste nella applicazione di alcune metodologie (già sperimentate) per l'identificazione del sistema metropolitano romano. L'indicatore utilizzato è quello degli spostamenti pendolari giornalieri casa-lavoro (Istat, 1981).

Nella prima parte del lavoro vengono individuate alcune configurazioni gerarchiche del sistema regionale del Lazio utilizzando una rielaborazione di un programma messo a punto nel 1977 da Bertuglia e Furxhi. Successivamente alla individuazione di un subsistema fortemente gerarchizzato attorno a Roma, è stato a quest'ultimo applicato un metodo di aggregazione dei centri basato su una funzione obiettivo che massimizza le relazioni interne (flussi) allo scopo di elaborare una prima perimetrazione grezza dell'area di massima interrelazione.

Nella seconda parte del lavoro, utilizzando lo stesso indicatore dei flussi pendolari giornalieri casa-lavoro, vengono applicati due algoritmi che aggregano i singoli centri in insiemi sempre più complessi, fornendo, ad ogni passo, il valore dell'indice dell'autocontenimento che misura il grado di autonomia dei sistemi in formazione, ovvero il grado di coesione interna del sistema rispetto al territorio «esterno».

Nella terza parte, infine, viene svolto un interessante confronto tra i risultati ottenuti da questa sperimentazione e quelli rispettivamente della Svimez e dell'Irsipel, anch'essi relativi alla perimentazione dell'area metropolitana di Roma.

5. L'identificazione del sistema gerarchico regionale

Questa prima parte del lavoro si propone di identificare e di selezionare, tra i sistemi gerarchici regionali, quello relativo all'area romana, al quale, successivamente, viene applicata la metodologia di massimizzazione delle relazioni interne.

L'algoritmo si basa sull'assunto che un centro A sia polo dominante di un centro B se sono contemporaneamente verificate le seguenti condizioni:

- a. $\text{pop}(A) > \text{pop}(B)$
- b. $f(BA) = \max[f(B,i)]$
- c. $f(BA) > \text{soglia}$

I flussi sono misurati in valore assoluto. Il valore di soglia viene stabilito come percentuale assoluta del massimo flusso presente nella matrice dei dati (nel nostro caso il valore del flusso massimo è pari

a 6516 spostamenti pendolari giornalieri Pomezia-Roma).

Ad evitare la rigidezza del modello sono stati adottati i seguenti accorgimenti:

- a. $\text{pop}(A) \geq 0.9 \text{ pop}(B)$
- b. $f(BA) \geq 0.8 \max [f(B,i)]$

È stata fatta la scelta di non eliminare la presenza di relazioni multiple di dipendenza in quanto in molti casi esse evidenziano situazioni particolarmente complesse.

A partire da una matrice quadrata di dimensioni 375×375 (numero dei comuni della regione), il cui singolo elemento $X_{i,j}$ rappresenta il numero delle persone residenti nel comune i che si spostano giornalmente per lavoro nel comune j , si costituisce una matrice booleana di subordinazione.

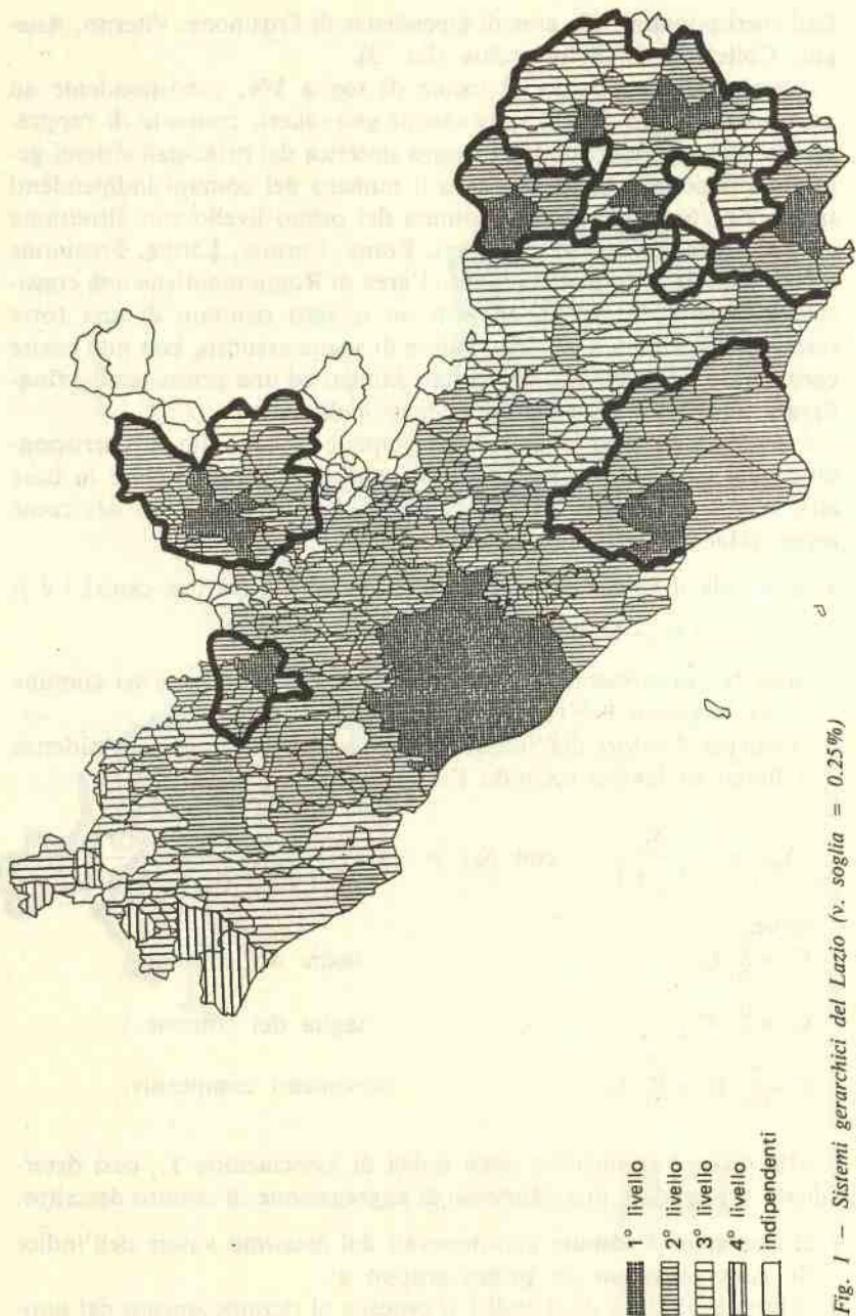
Il programma, scritto il linguaggio Pascal, elabora gerarchie fino ad un massimo di 5 livelli di dipendenza.

L'eventuale esistenza di comuni al di sotto del quinto livello viene automaticamente ignorata. Questa scelta è stata fatta in base a due diverse considerazioni. La prima è di natura empirica: i test di prova effettuati non hanno determinato la selezione di centri di livello superiore al quinto o comunque, al più, hanno fornito diradazioni scarsamente apprezzabili. La seconda, di ordine disciplinare, consiste nel fatto che dipendenze così estreme si possono tralasciare in quanto scarsamente significative.

Il metodo descritto è stato applicato più volte assegnando alla soglia minima di flusso una serie di valori compresi tra lo 0 ed il 7% del flusso massimo.

Le configurazioni di output che sembrano essere le più significative, al fine di descrivere le gerarchie territoriali della regione, sono risultate quelle relative alle soglie 0.25% e 5%.

La prima elaborazione (soglia 0.25), che esclude tutti i flussi inferiori ai 16 spostamenti/giorno, mette in evidenza la presenza di 9 centri del primo livello a cui corrispondono altrettante aree di dipendenza (fig. 1). Per il Lazio settentrionale si individuano due grandi sistemi gerarchici (Civita Castellana e Rieti). Nella parte meridionale della regione si individuano 6 sistemi gerarchici, dei quali 4 significativi (Formia, Latina, Cassino e Sora). Gli altri comuni del Lazio, ad esclusione dei 50 indipendenti che sono quasi tutti localizzati ai confini della regione, appartengono al sistema guidato da Roma. All'interno di tale subsistema romano, territorialmente molto esteso, si individuano, tra gli altri, cinque sottosistemi particolarmente significativi per la loro dimensione e per il grado di stabilità presentato alle altre soglie.



Essi corrispondono alle aree di dipendenza di Frosinone, Viterbo, Anagni, Colleferro e Civitavecchia (fig. 2).

L'elaborazione relativa al valore di soglia 5%, corrispondente ad un flusso minimo di 325 spostamenti giornalieri, consente di rappresentare una configurazione alquanto sintetica dei principali sistemi gerarchici regionali. In questo caso il numero dei comuni indipendenti sale a 295. Si evidenziano 7 comuni del primo livello con altrettante aree di dipendenza: Viterbo, Rieti, Roma, Formia, Latina, Frosinone e Sora (fig. 3). Tra queste soltanto l'area di Roma mantiene una consistenza territoriale elevata ed anzi, in quanto risultato di una forte selezione determinata dall'alto valore di soglia assunto, essa può essere considerata quale ambito territoriale idoneo ad una prima analisi finalizzata alla definizione dell'area metropolitana.

I centri costituenti il subsistema romano individuato in corrispondenza del valore di soglia 5%, sono stati quindi raggruppati in base alla misura delle relazioni esistenti tra ogni coppia, calcolati come segue (Martini, Vittadini, 1985):

a. si calcola il valore del flusso complessivo $C_{i,j}$ tra due centri i e j :

$$C_{i,j} = C_{j,i} = N_{i,j} + N_{j,i}$$

dove $N_{i,j}$ rappresenta il numero di lavoratori residenti nel comune i che lavorano nel comune j ;

b. si calcola il valore dell'indice di associazione tra luogo di residenza e luogo di lavoro secondo l'espressione:

$$Y_{i,j} = \frac{X_{i,j}}{X_{i,j} + 1} \quad \text{con} \quad X_{i,j} = \frac{C_{i,j}(C - C_i - C_j + C_{i,j})}{(C_i - C_{i,j})(C_j - C_{i,j})}$$

dove:

$$C_i = \sum_{j=1}^m C_{i,j}$$

taglia del comune i

$$C_j = \sum_{i=1}^m C_{i,j}$$

taglia del comune j

$$C = \sum_{i=1}^m C_i = \sum_{j=1}^m C_j$$

movimenti complessivi

Alla matrice simmetrica degli indici di associazione $Y_{i,j}$ così determinata si applica il procedimento di aggregazione di seguito descritto:

a. si aggregano i comuni caratterizzati dal massimo valore dell'indice di associazione in un primo gruppo α ;

b. ridotta la matrice degli indici si procede al riconoscimento del nuo-

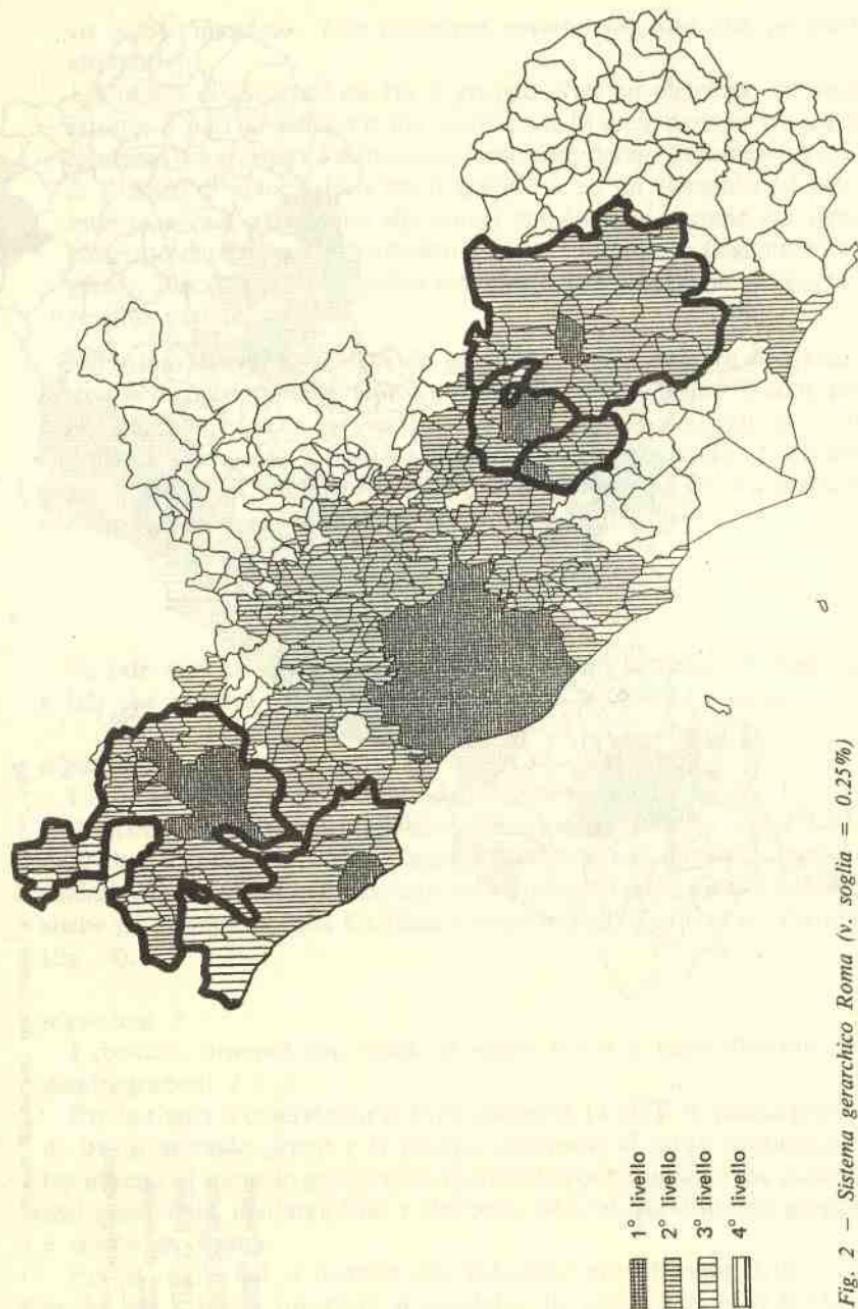
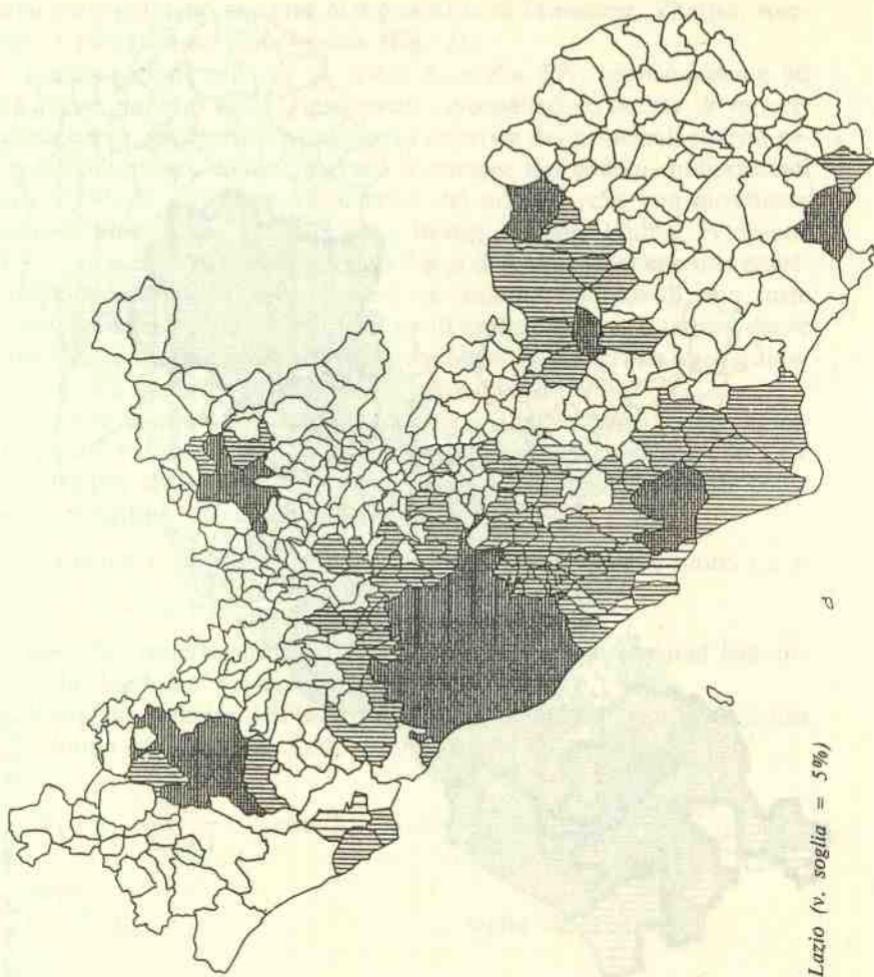


Fig. 2 - Sistema gerarchico Roma ($v. soglia = 0.25\%$)



- 1° livello
- ▨ 2° livello
- ▨▨ 3° livello
- ▨▨▨ 4° livello
- indipendenti

Fig. 3 - Sistemi gerarchici del Lazio (v. soglia = 5%)

vo valore massimo. Tale riduzione avviene secondo due percorsi alternativi:

1. l'indice di associazione tra il gruppo α ed un elemento ad esso esterno è pari al massimo dei valori con l'indice assume tra ogni elemento del gruppo e l'elemento esterno considerato (legame singolo);
2. l'indice di associazione tra il gruppo α ed un elemento ad esso esterno è pari al minimo dei valori che l'indice assume tra ogni elemento del gruppo e l'elemento esterno considerato (legame completo). Tale minimo può essere sottoposto alla condizione di superare una soglia prefissata.

Nel primo caso il procedimento gerarchico agglomerativo si conclude con la formazione di un unico gruppo che include tutti i 50 comuni.

Nel secondo caso la procedura si arresta quando tutti gli indici si annullano o risultano inferiori al limite di soglia prefissato. A questo punto i gruppi (UTE di primo livello) generano una nuova matrice dei flussi, in cui il generico elemento è espresso da:

$$C(\alpha\beta) = \sum_{i \in \alpha} \sum_{j \in \beta} C_{i,j}$$

Su tale matrice viene riapplicata la procedura indicata ai punti a) e b2) che porterà alla formazione di UTE di livello successivo.

algoritmo 1

I risultati sono rappresentati dal dendrogramma numero 1.

Si riconosce una prima agglomerazione attorno a Roma che procede dalle direttrici nord (Aurelia, Cassia e Flaminia) alle direttrici nord-est (Salaria, Nomentana e Tiburtina). In seguito si aggiungono il sottinsieme già costituito della Casilina, i comuni della Pontina e i Castelli (fig. 4).

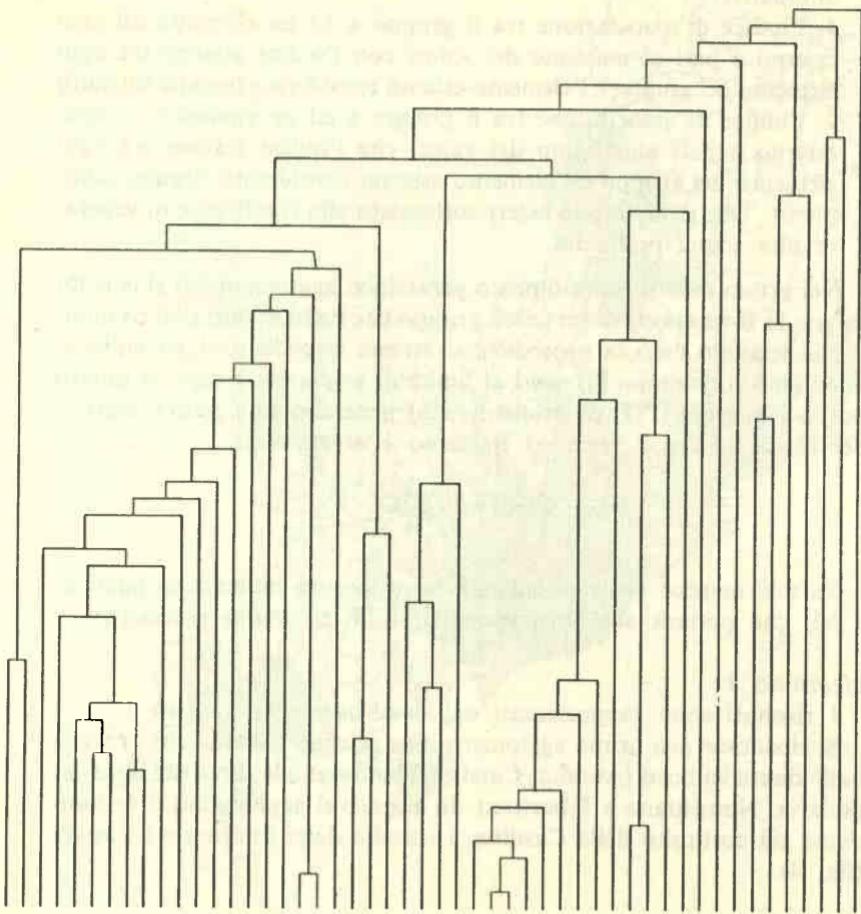
algoritmo 2

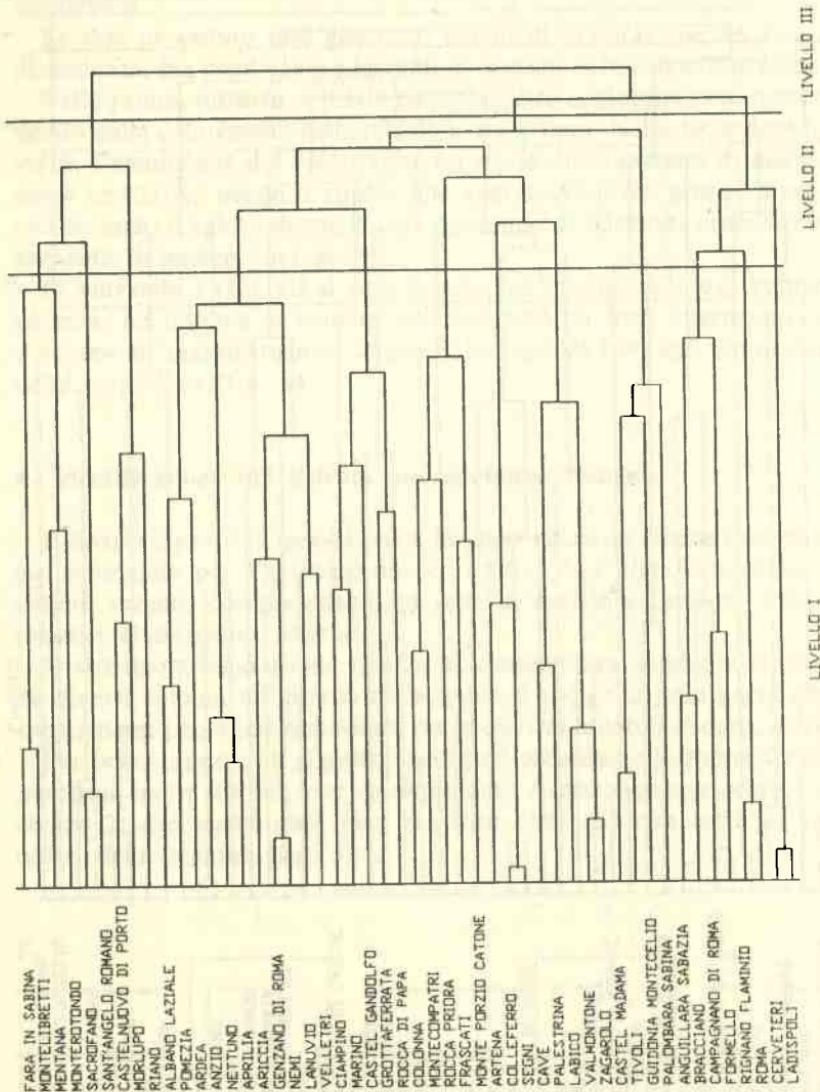
I risultati, ottenuti con valori di soglia 0 e 0.2, sono illustrati nei dendrogrammi 2 e 3

Per la soglia 0 osserviamo la formazione di 12 UTE di primo grado, di tre di secondo grado e il gruppo completo al terzo passaggio. I tre insiemi di secondo grado sono costituiti rispettivamente dai comuni dell'area NNE, dell'area SSE e dell'area NO; in quest'ultimo gruppo è compresa Roma.

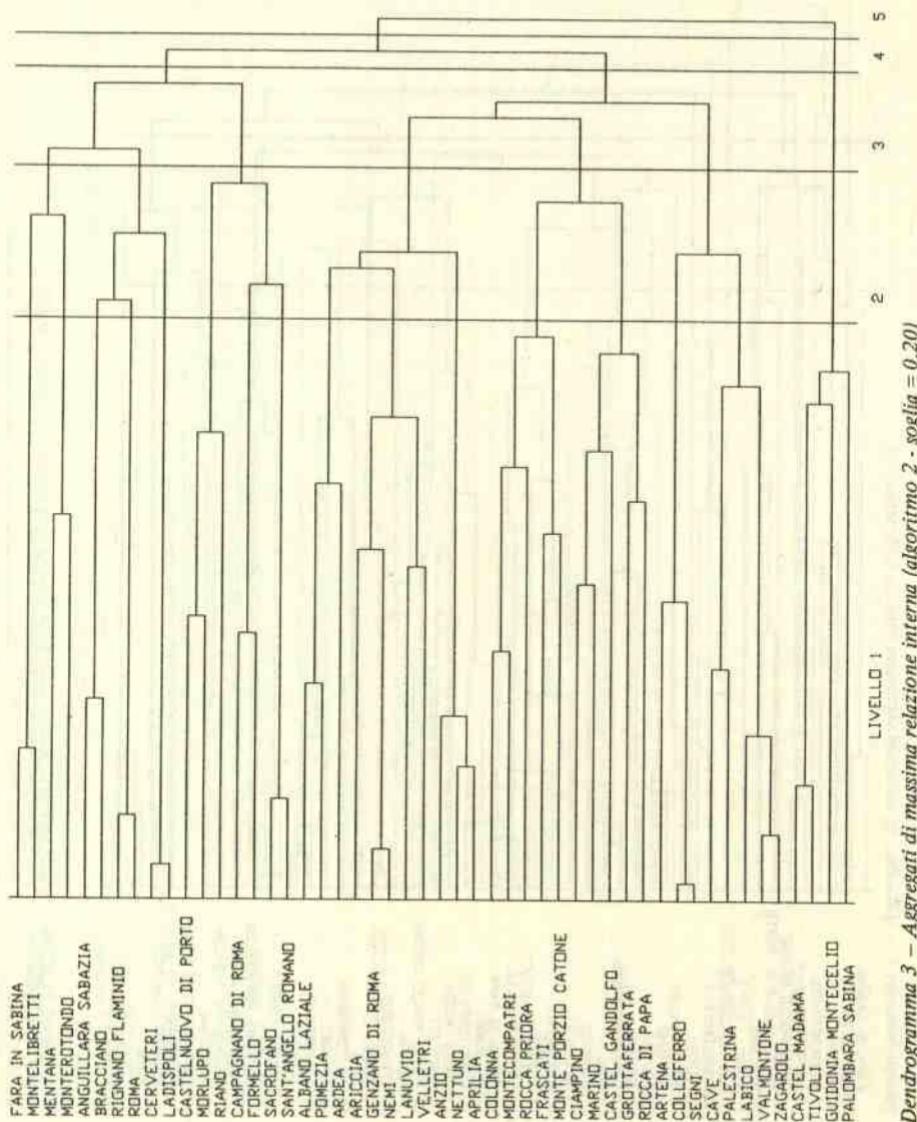
Per la soglia 0.2 si osserva una maggiore articolazione delle UTE anche per i livelli superiori al secondo. In particolare si individua-

FARÀ IN SABINA
 MONTelibretti
 ANGUILLATA SABAZIA
 CAMPAGNA DI ROMA
 FORMELLO
 SACRO FIANCO
 SANT'ANGELO ROMANO
 RIGNANO FLAMINIO
 ROMA
 MOLLUPO
 CASTELNUOVO DI PORTO
 RIANO
 MENTANA
 BRACCIANO
 MONTEPANTONE
 PALOMBARA SABINA
 ROCCA DI PAPA
 CERVETERI
 LADISPOLI
 ROCCA PRIORA
 CASTEL MADAMA
 TIVOLI
 GUIDIUMA MONTECELIO
 ANZIO
 NETTUNO
 APRILIA
 LANUVIO
 ANTENA
 COLLEFERRU
 SEGUO
 VALMONTONE
 ZAGAROLI
 PALESTRINA
 LABICO
 COLONNA
 CAVE
 GENZANO DI ROMA
 NEMI
 VELLETRI
 MONTECOMPATRI
 FRASCATI
 GROTTA FERRATA
 MONTE PURZIO CATONE
 ALBANO LAZIALE
 FOMEZIA
 ARICELLA
 CASTEL GANDOLFO
 CIAMPINO
 MARINO
 ARDEA





Dendrogramma 2 – Aggregati di massima relazione interna (algoritmo 2 - soglia = 0,00)



no 16 UTE di primo grado, 7 di secondo, 3 di terzo, 2 di quarto che confluiscono in un unico gruppo al quinto passaggio. Anche in questo caso Roma risulta aggregata ai comuni dell'area NO (al secondo livello).

Le due procedure non generano bacini di gravitazione né aree di dipendenza, ma producono aggregati di comuni di massima interazione.

Nella prima, tuttavia, è privilegiato l'aspetto agglomerativo, prescindendo dalla complessità della relazione tra gruppi. Nella seconda, viceversa, l'assunzione del valore minimo quale discriminante di associazione conferisce maggior risalto alle aggregazioni tra gruppi diversi: aumentando il valore di soglia cioè il minimo di relazione ammissibile, aumenta il numero dei gruppi.

In entrambi i risultati si può leggere, all'interno dell'area romana assunta, un insieme di comuni caratterizzato da forti interazioni che «resiste» all'agglomerazione intorno alla capitale fino agli ultimi passi della procedura (fig. 4).

6. Identificazione del sistema metropolitano romano

Il lavoro esposto in questa seconda parte riguarda alcune metodologie sviluppate per l'aggregazione di centri, fino alla formazione di sistemi urbani, corrispondenti ad aree di massima coesione interna rispetto al territorio esterno.

Il sistema urbano finale risulta di conseguenza «un'area formata da diversi comuni all'interno della quale si svolge la gran parte degli spostamenti pendolari quotidiani per motivi di lavoro» (Boatti, 1989).

Per poter esporre gli algoritmi utilizzati prendiamo inizialmente due qualsiasi centri urbani, che denominiamo rispettivamente centro 1 e centro 2, che scambiano flussi tra loro oltre che con tutti gli altri centri della regione (fig. 5):

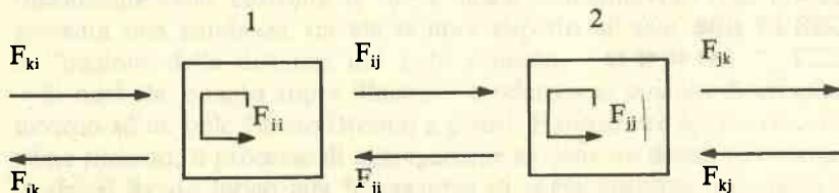
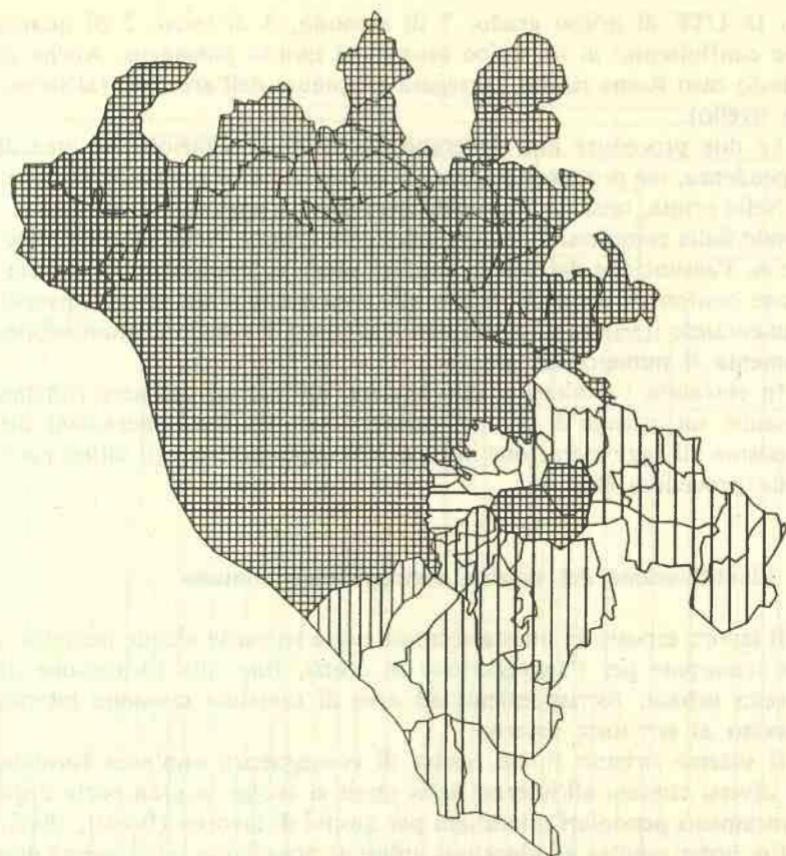


Fig. 5 – Flussi pendolari giornalieri scambiati



████████	STEP 38
	" 40
	" 41
	" 43
	" 44-45-46-49

Fig. 4 - Aree di massima relazione interna (procedura 1)

Ciascuno dei due centri sarà caratterizzato da un proprio flusso interno (residenti che lavorano nello stesso comune):

$F_{i,i}$, $F_{j,j}$;

dai flussi reciprocamente scambiati:

$F_{i,j}$, $F_{j,i}$;

dai flussi scambiati tra i centri 1,2 e tutti gli altri:

$F_{i,k}$, $F_{j,k}$, $F_{k,i}$, $F_{k,j}$.

Il legame tra due centri dipende dai flussi scambiati $F_{i,j}$ e $F_{j,i}$ e la sua intensità misurata dalla relazione:

$$f(A) = \frac{F_i}{F_i + F_e} \quad (1)$$

dove:

$$F_i = F_{i,j} + F_{j,i}$$

$$F_e = F_{i,k} + F_{j,k} + F_{k,i} + F_{k,j}$$

La funzione (1) misura il grado di autocontenimento del sistema formato, inizialmente, dai soli comuni 1 e 2 e che, dopo il primo passo, è da considerarsi stabile e inscindibile. L'algoritmo cerca e individua, nella matrice dei flussi, un terzo comune da connettere al sistema urbano appena formato, sulla base del valore massimo della funzione (1). Il metodo procede ricercando un quarto comune da aggregare all'unità di sistema appena formata. Il procedimento continua in maniera iterativa sempre con la stessa successione di operazioni dando luogo alla formazione di sistemi urbani sempre più estesi. Contemporaneamente viene costruita la curva di autocontenimento (fig. 6) che presenta una pendenza via via minore rispetto all'asse delle ascisse, in funzione della distanza dal polo romano.

Si noti che quanto sopra illustrato è relativo al vincolo di crescita intorno ad un polo fissato (Roma) a priori. E ovvio che se tale vincolo viene rimosso, il processo di aggregazione avviene tra entità territoriali qualsiasi dando luogo alla formazione di curve spezzate e oscillanti. Per brevità ed efficacia di esposizione non sono stati esposti i risultati derivanti dall'applicazione di algoritmi a «libera aggregazione».

Fatte queste precisazioni, vengono, di seguito, illustrate due di-

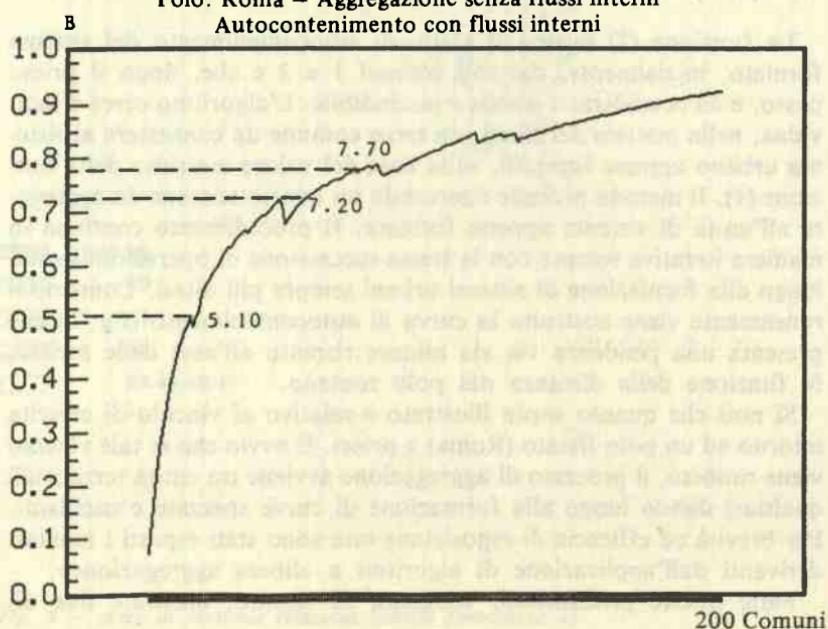
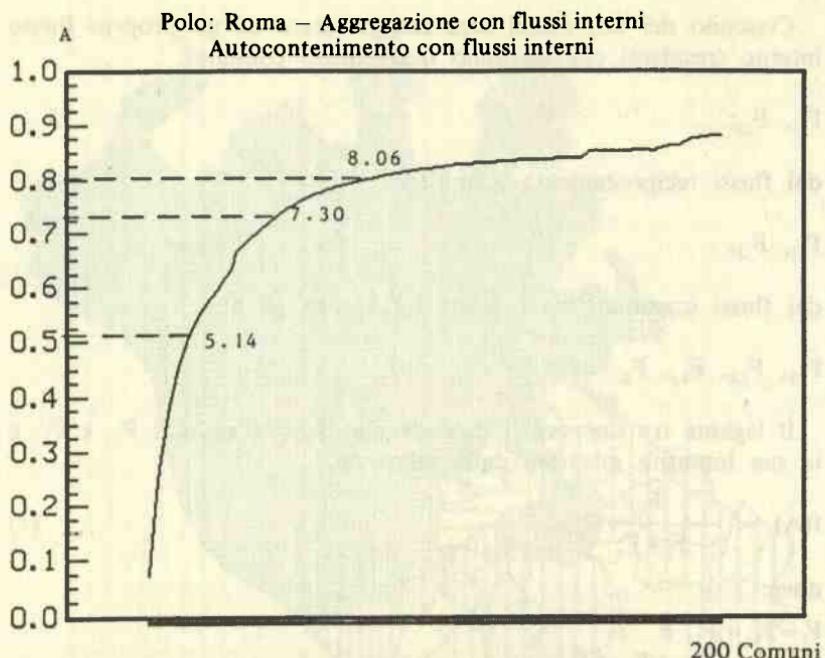


Fig. 6

verse procedure, entrambe con polo di crescita iniziale vincolato (Roma):

algoritmo 1

è costruito in modo che il processo di aggregazione avviene sulla base del massimo valore assunto dalla funzione (1) dove il valore F_i risulta, ad ogni passo, somma di tutti i precedenti flussi $F_{i,j}$ e $F_{j,i}$ scambiati tra i centri che, fino a quel momento, si sono aggregati per formare il sistema;

algoritmo 2

il processo di aggregazione avviene come nel caso di cui sopra con la differenza che il valore F_i della (1) risulta sempre, ad ogni passo, pari solo alla somma dei flussi scambiati tra il precedente aggregato e il nuovo centro che ad esso va ad aggiungersi.

In entrambi i casi le curve di autocontenimento sono invece costruite considerando sempre tutti i flussi interni precedenti (altrimenti il grafico sarebbe costituito da un andamento assolutamente irregolare con brusche impennate).

Rispetto alla semplicità del metodo occorre far presente alcuni elementi di correzione apportati conseguentemente alle caratteristiche del polo romano e a quelle dei dati Istat utilizzati.

— i flussi interni $F_{i,i}$ e $F_{j,j}$ sono stati eliminati dalla matrice dei flussi in quanto il comune di Roma (791.418 spostamenti pendolari interni) avrebbe «stravolto» il valore della funzione (1) e alterato i risultati;

— i flussi scambiati riguardano solo gli spostamenti intraregionali. Il sistema regionale è dunque, in questo caso, un sistema «chiuso», ovvero non sono conteggiati i flussi esterni scambiati soprattutto dai comuni limitrofi al confine regionale con i comuni delle altre regioni intorno al Lazio. Pertanto, in corrispondenza dell'aggregazione dell'ultimo comune della regione la funzione asintotica (1) assume il valore 1 ($F_e = 0$).

Le curve di autocontenimento corrispondenti all'applicazione dei due algoritmi non presentano tra di loro sensibili differenze. L'analogia del loro andamento è dovuta al fatto che, in entrambi i casi, la funzione (1) è composta degli stessi termini F_i e F_e . Quello che invece varia molto è il procedimento di aggregazione dei centri che avviene, nel primo caso, tenendo conto delle precedenti aggregazioni (flussi interni scambiati) e, nel secondo caso, considerando solo la connessione massima tra i centri che, a quel passo, si aggregano (questa seconda procedura è stata infatti definita «senza memoria»).

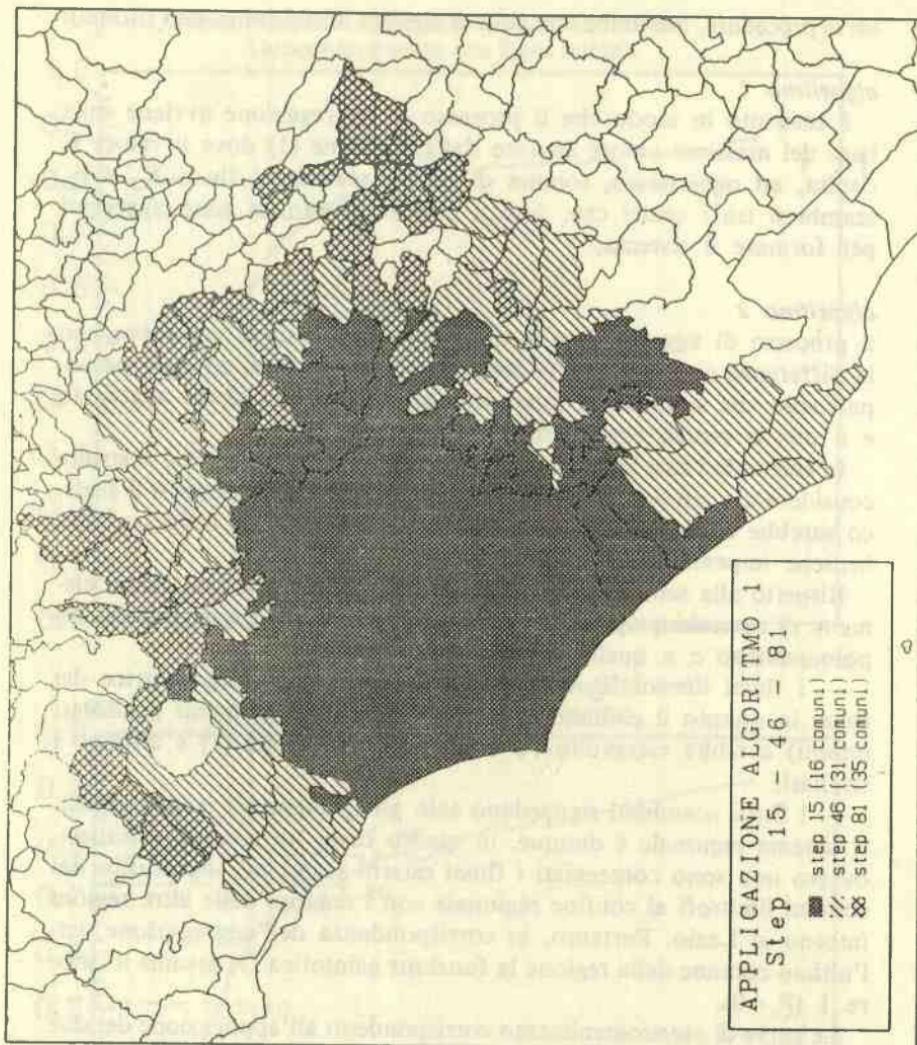


Fig. 7

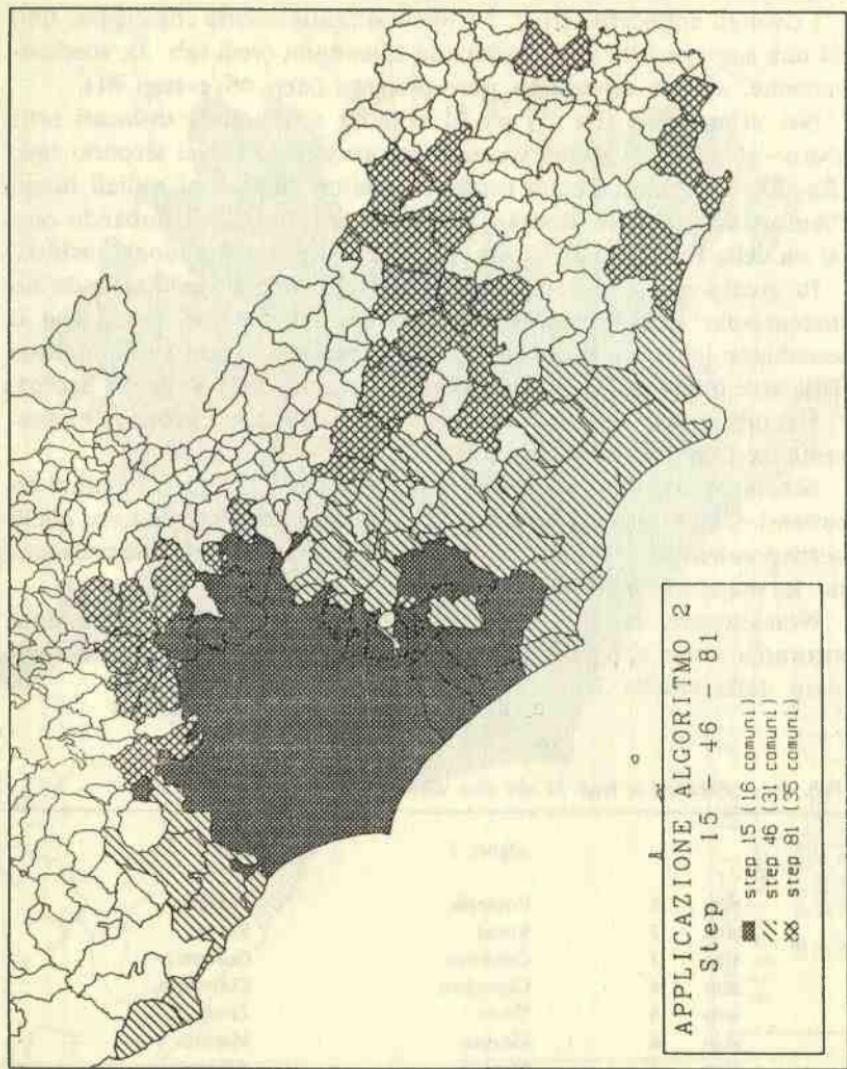


Fig. 8

I risultati applicativi (figg. 7 e 8) sono praticamente coincidenti fino ad una aggregazione che comprende 15 comuni (vedi tab. 3); successivamente, essi si discostano notevolmente (step 46 e step 81).

Nel primo caso (fig. 7) gli 81 comuni sono quelli dislocati tutti attorno al centro di Roma secondo corone circolari. Nel secondo caso (fig. 8), il sistema urbano ottenuto subisce dilatazioni radiali lungo l'Autostrada del Sole (Roma-Napoli) e la SS Pontina, inglobando centri sia della Provincia di Latina, che di Frosinone (capoluoghi inclusi).

In questo secondo caso, infatti, l'aggregazione avviene secondo un meccanismo «più spontaneo» e, dunque, associa quei centri che si scambiano le maggiori quantità di flussi pendolari (non a caso i centri delle aree industriali rispettivamente di Latina e della Valle del Sacco).

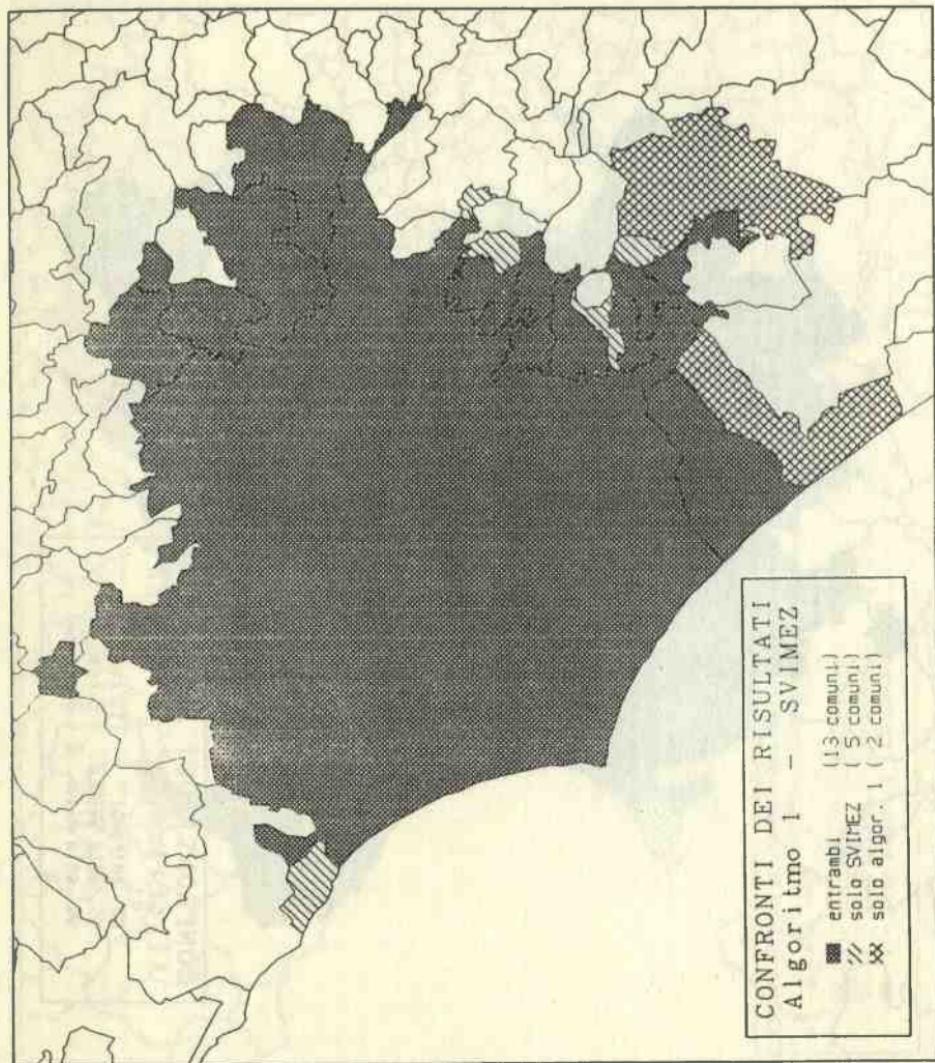
Nel primo caso, invece, viene evidenziato il sistema urbano che presenta la maggior coesione interna.

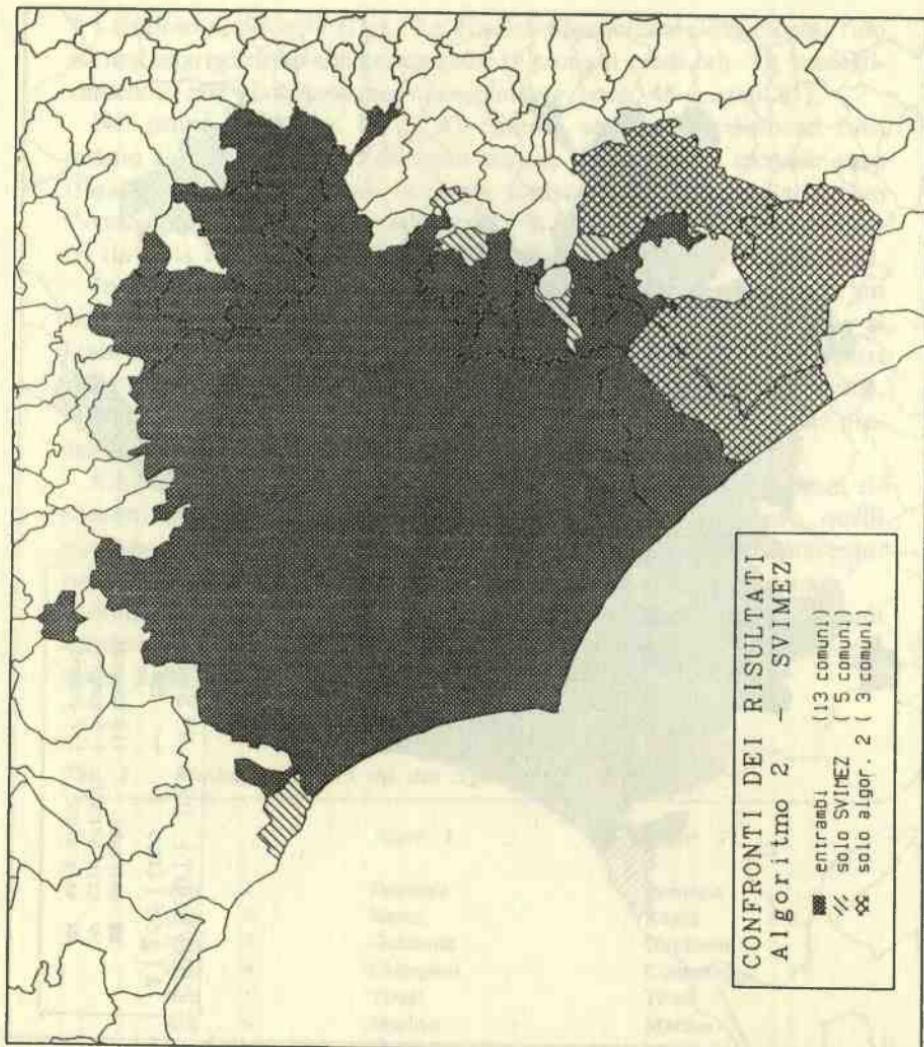
Schematicamente possiamo affermare che mentre gli 81 comuni risultanti dalla prima aggregazione sono molto interrelati tra loro, quelli corrispondenti alla seconda aggregazione sono tutti quelli che presentano la massima intensità di connessione con il polo di Roma.

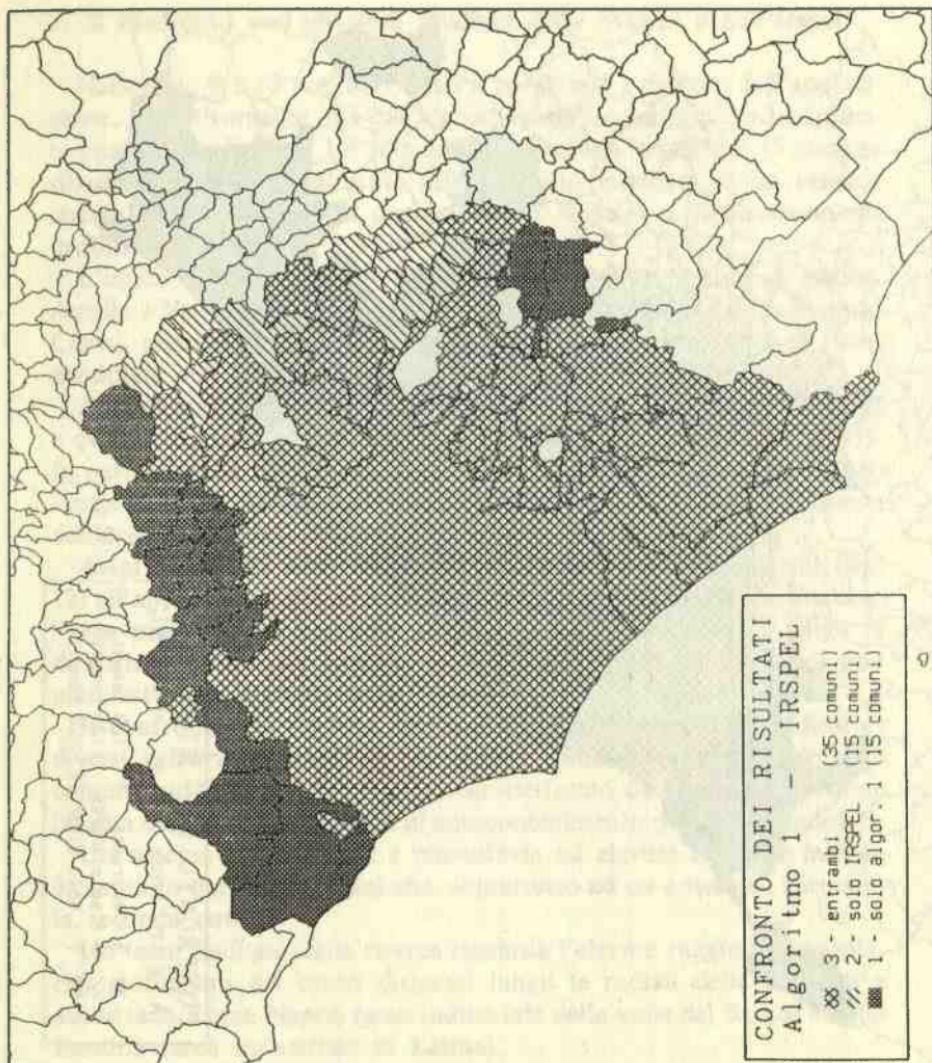
Non stupisce, dunque, che la prima corona composta dai 15 comuni attorno a Roma compaia stabilmente in entrambi i casi come è evidenziato dalla tabella 3.

Tab. 3 - Risultati a step 15 dei due algoritmi

		<i>Algor. 1</i>	<i>Algor. 2</i>
step	1	Pomezia	Pomezia
step	2	Roma	Roma
step	3	Guidonia	Guidonia
step	4	Ciampino	Ciampino
step	5	Tivoli	Tivoli
step	6	Marino	Marino
step	7	Mentana	Albano
step	8	Monterotondo	Mentana
step	9	Albano	Monterotondo
step	10	Ariccia	Ariccia
step	11	Frascati	Frascati
step	12	Grottaferrata	Grottaferrata
step	13	Ardea	Velletri
step	14	Velletri	Genzano
step	15	Genzano	Aprilia







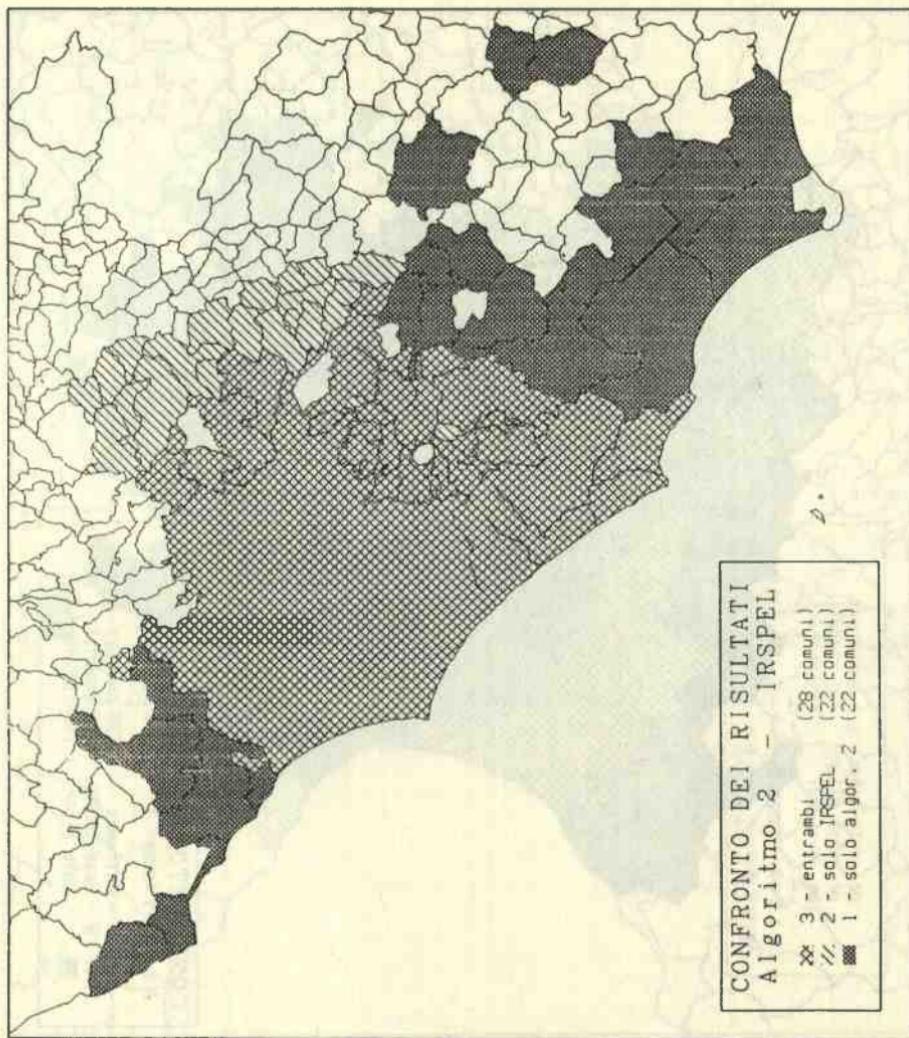


Fig. 12

7. Il confronto con gli studi analitici della Svimez e dell'Irspel

Nelle figg. 9 e 10 vengono messi a confronto i risultati dell'applicazione, rispettivamente, dei due algoritmi con lo studio precedentemente citato della Svimez. La coincidenza pressoché totale dei 15 comuni ribadisce quanto inizialmente affermato sull'esistenza di un insieme stabile composto da quei comuni «i cui abitanti si riconoscono nei problemi di Roma».

L'unico dato discordante è costituito dai centri urbani di Ardea, Aprilia e Velletri che non compaiono nella delimitazione della Svimez. Centri, quest'ultimi, che presentano, però, elevatissimi valori di flussi pendolari con Roma.

Ancora molto forte è la coincidenza tra la perimetrazione dell'Irspel e quella corrispondente all'applicazione del primo algoritmo (fig. 11). In particolare, le due perimetrazioni sono praticamente coincidenti nell'area a sud di Roma; divergono in parte per la maggiore estensione dell'area nella parte a nord di Roma.

Assai divergenti sono invece le perimetrazioni corrispondenti (fig. 12) all'applicazione del secondo algoritmo e dell'Irspel. Nel primo caso l'area presenta una notevole maggiore espansione ad est e lungo la direttrice Pontina ove sorgono le principali attività produttive di tipo manifatturiero presenti nella regione.

Il confronto dei risultati dell'applicazione di metodi ed indicatori diversi rafforza l'ipotesi di un sistema romano «minore» (circa 18 comuni) sufficientemente stabile, caratterizzato da una forte coesione interna e da un elevato indice di autocontenimento dei flussi pendolari.

Un sistema meno stabile e purtuttavia ad elevata coesione interna è costituito dai centri urbani che, soprattutto ad est e sud-est, formano la seconda corona.

Un terzo risultato della ricerca riguarda l'elevato raggio di pendolarità giornaliera dei centri dislocati lungo le radiali della Casilina e autostrada Roma-Napoli (area industriale della valle del Sacco) e della Pontina (area industriale di Latina).

Note

1. È doveroso sottolineare che ogni suddivisione del territorio, ivi compresa quella «convenzionale» per scopi amministrativi, è, per sua natura, vincolante rispetto agli obiettivi, in quanto funzionale solo alle politiche della parte di struttura decisionale di cui è l'espressione.

Riferimenti bibliografici

- Aa.vv. (1988), «Studio sui caratteri strutturali e funzionali dell'area romana», sintesi in A.R., mensile dell'Ordine degli Architetti di Roma.
- Aa.vv. (1988), Contributi della sezione laziale dell'Inu, in *Atti del Convegno di Napoli sulle grandi aree urbane*.
- Alibrandi, T., Amorosini, S., De Martin, G.C., Garano, S., Merloni, F. (1989), «Proposte per il governo dell'area metropolitana di Roma», in Atti della Conferenza Internazionale, *Verso la Provincia metropolitana di Roma*, Roma.
- Bertuglia, S.C., Furxhi, M.G., a cura di (1977), *Le gerarchie territoriali nella strategia della programmazione*, Giardini, Pisa.
- Biondi, G., Sforzi, F. (1987), «Sistemi metropolitani medi e multicentri. Genesi di una formazione metropolitana nella Toscana centrale: un processo a rischio», in *Il sistema metropolitano*, Irer-Progetto Milano/Angeli.
- Boatti, G. (1989), «Struttura e specializzazione dei sistemi urbani lombardi», in Atti del Convegno *I sistemi urbani tra concentrazione metropolitana e struttura policentrica: tendenze e politiche*, Milano.
- Boatti, G., Barba, G., Gervasini, E., Oste, M., Volpi, G. (1988), «La ricerca. I sistemi urbani, struttura del territorio lombardo», *Edilizia popolare*, 203, lug. ago.
- Busca, A., Cafiero, S. (1970), *Lo sviluppo metropolitano in Italia*, Svimez, Giuffrè, Milano.
- Cafiero, S., Cecchini, D. (1990), «Un'analisi economico funzionale del fenomeno urbano in Italia», in Martellato, D., Sforzi, F., a cura di, *Studi sui sistemi urbani*, Angeli, Milano, 1990.
- Cecchini, D. (1988), «Le aree urbane in Italia: scopi, metodi e primi risultati di una ricerca», *Rivista Economica del Mezzogiorno*, II, 1.
- Comune di Roma, Consorzio S.D.O. (1985), *Studio di fattibilità tecnico economica del sistema direzionale di Roma*, Roma.
- Consem, M.P., a cura di (1989), *L'evoluzione dei sistemi urbani nel mondo*, Angeli, Milano.
- De Angeli, A. (1987), «Pendolarità e trasferimenti di residenza tra centri urbani e comuni minori: un'analisi quantitativa e qualitativa», in *Atti dell'VIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, I, Cagliari.
- Dematteis, G. (1990), «Note conclusive», in Innocenti, R. e Paloscia, R., a cura di, *La riqualificazione delle aree metropolitane*, Angeli, Milano.
- Drewett, R., Rossi, A. (1979), «General Urbanization Trends in Western Europe» in Klasson, L. et al. (1981), *Dynamics of Urban Development*, Aldershot, Gower.
- Fumagalli, M. (1987), «Ruolo e funzioni dei centri minori nelle aree metropolitane», in *Atti dell'VIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, I, Cagliari.
- Garano, S., Salvagni, P. (1985), *Governare una metropoli*, Editori Riuniti, Roma.
- Gesano, G. et al. (1988), *Mobilità per lavoro in provincia di Roma*, Editori Riuniti, Roma.
- Gibelli, M.C., a cura di (1986), *La rivitalizzazione delle aree metropolitane*, Clup, Milano.
- Goffredo, G., Macchi, S., Ridolfi, R., Scandurra, E. (1988), «L'analisi della mobilità territoriale per l'identificazione del sistema metropolitano romano», in *Atti della IX Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, 2, Torino.
- Golini, A., Cortese, A., Gesano, G. (1981), «Delimitazione delle aree urbane in Italia», in *Rapporto alla Commissione delle Comunità Europee*, Dip. di scienze demografiche, Università La Sapienza, Roma.
- Hall, P., Hay, D. (1980), *Growth Centers in the European Urban System*, Einemann, London.

- Ires-Friuli Venezia Giulia (1988), *Gerarchie tra i centri e sistemi territoriali per la programmazione in Friuli Venezia Giulia*, Papers 3, Udine.
- Irspel (1982), «Roma e il suo hinterland», *Lazio ricerche*, 2.
- Irspel (1984a), «Roma e il suo hinterland», *Lazio ricerche*, 3.
- Irspel (1984b), *Roma e il suo hinterland. Problemi e prospettive e stato delle ricerche*, Angeli, Milano.
- Irspel (1985), *Roma e il suo hinterland. Scenari e prospettive*, Palombi, Roma.
- Istat-Irpel (1986), «I mercati locali del lavoro in Italia», *Bozza pres. al Seminario Identificazione di sistemi territoriali: analisi della struttura sociale e produttiva in Italia*, Roma.
- Marchese, U. (1981), *Aree metropolitane e nuove unità territoriali in Italia*, Ecig, Genova.
- Martellato, D., Sforzi, F. (1990), «Il sistema urbano come unità di analisi», in Martellato, D., Sforzi, F., a cura di, *Studi sui sistemi urbani*, Angeli, Milano, 1990.
- Martini, M. (1982), «Metodi statistici per la definizione delle aree», in Aa.vv., *Mercato regionale e mercati locali del lavoro*, Regione Lombardia, Milano.
- Martini, M., Vittadini, G. (1985), «Analisi del mercato del lavoro: metodi per la costruzione di aree funzionali», *Lazio ricerche*, 1.
- Masser, I., Brown, P.J.B. (1975), «Hierarchical Aggregation Procedures for Interaction Data», in *Environment and Planning-A*, 7, 5.
- Mazzocchi, A., Mela, A., Preto, G. (1987), «I nodi intermedi nell'armatura urbana piemontese», in *Atti dell'VIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, I, Cagliari.
- Rabino, G., Gualco, I., Ocelli, S. (1987), «Aspetti della trasformazione della struttura territoriale del Piemonte: accessibilità e centralità urbane», in *Atti dell'VIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, I, Cagliari.
- Scandurra, E., Alimonti, P., Goffredo, G., Leonardi, S., Levi, M. (1989), «Struttura e sistemi urbani dell'area metropolitana romana», in *Atti dell'X Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, I, Roma.
- Sforzi, F., Openshaw, S. (1982), «La delimitazione di sistemi spaziali sub-regionali. Scopi, algoritmi, applicazioni», in *Atti della III Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, Venezia.
- Van den Berg, L., Drewett, R., Klaassen, L.H., Rossi, A., Vrijerberg, C.H.T. (1982), *Urban Europe. A Study of Growth and Decline*, Pergamon, Oxford.

METODOLOGIE PER L'INTERPRETAZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE SPAZIALE: L'ANALISI RETICOLARE COME SUPERAMENTO DEI TRADIZIONALI CRITERI DI AGGREGAZIONE PER POLARIZZAZIONE ED OMOGENEITÀ. UN'APPLICAZIONE ALL'AREA NORD-EST DI MILANO*

di Anna Moretti, Paolo Demaestri e Paola Villani

Introduzione

Un tema classico di analisi ed interpretazione dell'organizzazione spaziale territoriale è il problema del raggruppamento sistematico di oggetti o eventi in classi sulla base di proprietà (azzonamento, divisione dello spazio in classi o proprietà comuni) o relazioni (regionalizzazione, divisione dello spazio in sottoinsiemi spaziali coerenti anche se eterogenei al loro interno) che tali oggetti hanno tra loro (Aisre, 1988).

Nel caso si classifichi sulla base di relazioni tra oggetti, si ricavano classi spaziali con caratteri di omogeneità, dal punto di vista socio-economico o fisico-morfologico del territorio.

Nel caso si classifichi sulla base di relazioni tra oggetti, si ricavano classi funzionali come insieme di articolazioni con caratteri di polarizzazione intorno ad un centro di attrazione.

Ad aree omogenee si applicano in genere metodologie conoscitive di tipo descrittivo che presuppongono la similarità e la uniformità di certi componenti, o l'effetto diffusivo con modalità costanti di certi fenomeni.

Le aree omogenee sono in genere caratterizzate da un sistema infrastrutturale interconnesso e con un buon legame tra i centri. In queste aree sono prevalenti concetti di quantità e di distribuzione di tali quantità, che possono essere trattate anche con azioni «normative» dall'alto.

Ad aree polarizzate si applicano in genere metodologie conoscitive che sottolineano la diversità in relazione alla distanza, l'effetto diffusivo di certi fenomeni secondo leggi anche di tipo esponenziale, la

* Il lavoro è stato coordinato da A. Moretti all'interno di una ricerca M.P.I. 60%. A. Moretti ha steso l'introduzione e le conclusioni, P. Demaestri i paragrafi 2, 2.2 e P. Villani i restanti paragrafi.

complementarietà delle parti al limite tra integrazione e squilibri.

Le aree polarizzate sono solitamente strutturate su una rete prevalentemente ad albero, con cattivi legami di connessione tra i centri che non siano quello principale. In queste aree sono prevalenti i concetti di flusso e di intensità di flusso, per intervenire sui quali sono necessari azioni di tipo «strutturale» (Moretti, 1988).

Per articolare il territorio secondo queste tipologie di aree esistono corpi sistematici di studi e, in particolare, di tecniche volte alla loro individuazione: tecniche di regressione per procedere a stratifiche, tecniche di interazione spaziale per evidenziare una sorta di struttura latente del territorio, ecc.

Le aree polarizzate vengono utilizzate dai pianificatori soprattutto negli anni '70, per la definizione dei compensori, con l'obiettivo di esercitare il governo non solo su un territorio ma soprattutto su un problema, quello degli squilibri tra aree dominanti e aree dominate, tra un polo e il suo intorno.

Negli anni più recenti, mentre sembra allontanarsi il problema del governo locale intermedio, si approfondiscono sempre di più le metodologie conoscitive, in termini di analisi delle caratteristiche territoriali oltreché delle strutture relazionali, e si riscoprono le aree omogenee da un punto di vista problematico e specifico di ciascuna, socioeconomico, ma anche geografico morfologico.

Le aree omogenee sono anche quelle di più fertile applicazione dei sistemi informativi, numerici e cartografici che molte regioni vanno affrontando: infatti informazioni molto disaggregate consentono sia di unificare ed accoppare, a fini di tipo «normativo», sia di diversificare e articolare, per la formazione di progetti fondati su singole specificità e potenzialità, all'interno di un più ampio quadro di riferimento.

Permane però sempre la questione dei poli e dei problemi che essi pongono, in termini ancora di squilibri, seppure da misurare su varie diverse da quelle tradizionali, relativamente al sistema delle relazioni ampiamente interconnesso delle grandi aree metropolitane.

Il problema è complicato poi dalla natura del mutamento degli assetti territoriali avvenuto in questi ultimi anni, che non conserva più relazioni lineari tra l'entità di certi pesi insediativi e quella dei flussi che li collegano, sicché ogni partizione regionale, che voglia essere significativa di una «interpretazione» e di una «intenzione» di governo su un sistema di relazioni, sembra oggi da una parte troppo aleatoria, dall'altra troppo flessibile rispetto alle dinamiche in corso. Inoltre se negli anni '70 si è tentato di abbattere o quantomeno attribuire aree di riequilibrio alle polarizzazioni, oggi si è scoperto che i poli sono

importanti non solo per il loro effetto di irraggiamento sulle aree di influenza, ma soprattutto per le loro interrelazioni reciproche, secondo quella struttura a rete nota ai geografi prima ancora che agli economisti: in questo senso si va sostituendo al concetto di sviluppo lineare da un punto (o riequilibrio su un punto) il concetto di scambio sull'interno di un sistema la cui armatura diventa il sistema delle comunicazioni, trasporti e informazioni. Questa interpretazione della struttura regionale, di tipo sistematico, rende ancora più problematica la individuazione di sottosistemi stabili, proprio per la difficoltà di separare mutevoli articolazioni regionali in ambiti locali. Resta comunque il problema del governo del rapporto tra ogni centro e la sua periferia, attraverso la comprensione del loro livello di integrazione o di potenziale autonomia (Boatti, 1988).

In questa direzione si muovono anche alcune ricerche che cercano di individuare ancora il sistema di relazioni presenti in un'area periferica, depurandolo però dalle relazioni che questa intrattiene con il polo principale.

Questa metodologia è stata utilizzata sia nell'Ile de France (Region de l'Ile de France, 1981) per individuare zone che presentano legami tra loro rilevabili però solo in quanto si astragga da quelli con Parigi, e a Bologna, all'interno degli studi per il nuovo piano intercomunale legato al nuovo PRG, e con obiettivi analoghi a quelli francesi: per una coincidenza, non si sa quanto casuale, le aree individuate sono state chiamate in entrambi gli studi «aree di solidarietà», cioè aree di relazioni trasversali, indipendenti dalla gravitazione sul centro, che potrebbe essere opportuno sostenere e potenziare: un modo anche questo di leggere la struttura latente, in questo caso né omogenea né polarizzata, che potrebbe essere destinata nel futuro a svolgere un ruolo strategico, e che è il campo di applicazione del lavoro da noi presentato.

1. Obiettivi e quadro di riferimento territoriale e metodologico

Obiettivo di questo lavoro è quello di utilizzare una metodologia di analisi semplice per il riconoscimento dei caratteri dell'organizzazione spaziale di un'area territoriale al fine di disporre di elementi conoscitivi e interpretativi ai quali riferire strategie di intervento pianificatorio.

1.1. Il riferimento territoriale: le strutture reticolari

Per poter analizzare un determinato contesto è fondamentale considerare le relazioni sia empiriche che astratte che lo caratterizzano.

È evidente che la facilità di relazioni di un dato luogo costituisce la base per il proprio sviluppo: infatti, «il valore di un luogo diventa il valore di scambio (economico, politico, culturale) che, in un dato sistema di rapporti intersoggettivi, viene attribuito a certe sue specifiche caratteristiche ambientali» (Dematteis, 1986b).

L'ipotesi da cui si è partiti si basa sull'assunzione positiva delle tesi esposta, dove si individua nel fenomeno della contorurbanizzazione una sorta di ristrutturazione territoriale della normale rete urbana a livello però di macroscala con una maglia sovente superiore ai dieci kmq.

La deconcentrazione di alcune importanti funzioni urbane ha portato conseguentemente ad un aumento delle relazioni tra centri di pari livello gerarchico che tendono ad articolarsi ed organizzarsi in reticolari interconnessi (Curti, Diappi, 1989).

Si può riconoscere così una nuova forma di gerarchia urbana, non più identificabile per centri ma per reti: queste sono definite da una omogeneità a livello di distanza agglomerativa ed una eterogeneità a livello di qualità ambientale, che diventa così un fattore discriminante.

Un reticolo di solito è individuabile per l'alto grado di autorganizzazione che lo caratterizza: è stato osservato (Dematteis, 1986a e 1986b) che le aree fortemente specializzate (in particolare quelle dell'Italia periferica) sono caratterizzate da una forte organizzazione di tipo reticolare; si è evidenziato inoltre come centri minori, già fortemente dipendenti dai maggiori centri urbani regionali possano gradatamente affrancarsi da tale soggezione, entrando a far parte, o costituendo, reticolari più vasti, soprattutto per quanto riguarda settori specifici: un'organizzazione di tipo reticolare assicura un notevole grado di indifferenza localizzativa territoriale e quindi un alto grado di flessibilità suscettibile di diversificazione e complessificazione.

L'organizzazione spaziale reticolare frantumando il centro unico in più centri collegati (nodi) e rendendo simultanea la loro percezione come unità singole e come insieme compatto e inscindibile, porta al proprio interno un valore nuovo che non corrisponde alla semplice somma dei valori individuali: il valore dell'interazione.

In accordo con le sollecitazioni esterne una struttura reticolare può evolvere spazialmente senza che ciò vada a scapito di alcuna delle relazioni interne poiché «l'aumento relativo di un nodo, con conse-

guente aumento dimensionale, non avviene mai distrutturando l'area o parte di essa a favore di un'altra» (Leonardi, 1987) ma crea solo una sorta di polarizzazione interna alla rete di connessioni di cui fa parte.

Quindi, contrariamente a quanto si verifica in strutture di tipo centratо-gravitazionale in cui l'importanza del centro va a discapito della crescita in termini funzionali delle aree marginali periferiche, una struttura reticolare può evolvere nel tempo ed assumere al suo interno nuove peculiarità senza che ciò comporti una diminuzione di ruolo tra le varie connessioni o tra i nodi che la costituiscono.

L'aumento del peso relativo di un nodo, in termini di aumentate dimensioni, non destruttura l'area, né parzialmente né totalmente, ma contribuisce solo a polarizzare internamente la rete di connessioni a cui appartiene.

L'evolversi della configurazione del reticolo si autodefinisce per mezzo di modificazioni di forma atte a mantenere inalterate le caratteristiche peculiari della struttura originale (sistema nodo-arco) e, nell'ambito di aree anche vaste, può essere assunto come un fattore decisamente positivo, quindi come parametro di riferimento di tutta l'area.

L'evolversi o l'espandersi (incremento del peso relativo) di uno o più nodi interessa tutta la rete considerata: il sistema si ottimizza inglobando il cambiamento e assumendo una forma più adatta alla nuova realtà.

1.2. *La metodologia utilizzata: i metodi di scomposizione geometrica di reti*

Il lavoro è stato sviluppato a partire dalla necessità di dotare l'operatore (il pianificatore, il tecnico, lo stesso utente) di strumenti dutili e matematicamente semplici con cui operare in ambiti non definiti, caratterizzati da relazioni di tipo reticolare. «Si tratta della coscienza che i fatti ambientali non hanno un valore assoluto, non possono essere studiati oggettivamente in sé e per sé mentre ricevono sempre un valore entro il sistema di relazioni in cui sono posti. L'analisi geografica dovrà dunque partire da queste relazioni studiate appunto dall'economia e dalle altre scienze sociali» (Dematteis, 1986a).

Si è dunque condotto una attività di ricerca a partire dai legami relazionali e fondata sulle applicazioni possibili di metodi ed indicatori geometrici classici (Kansky, 1963) arrivando a definire dei metodi di scomposizione geometrica di reti sinteticamente denominati Geozone (Curti et al., 1988).

Alla formalizzazione dei metodi di scomposizione geometrica si è

giunti dopo aver focalizzato la natura sistemica del territorio: considerando l'oggetto di studio come un insieme di parti interagenti, sia la qualità che la quantità di caratteri (pesi, funzioni), e di relazioni attivate fra di esse assumono comunque caratteri prioritari. In questo senso è possibile, data una rete di trasporto composta di archi e nodi e individuati elementi puntuali e relazioni in termini di

- un insieme di pesi ordinabili associati ai nodi (popolazione, unità produttive ecc., a discrezione dell'operatore);
- un insieme di pesi associati agli archi (funzioni di costo unitarie o differenziate, a descrizione dell'operatore);

giungere ad una scomposizione in sottoreti, in relazione alle variabili considerate separatamente ed alla loro interazione, anche obbedendo ai criteri di articolazione territoriale cui si è fatto cenno nell'introduzione.

1. Per identità (aree omogenee) proponendo un'aggregazione dei nodi in sottoreti in relazione:

- ai vincoli di adiacenza dei nodi (ed eventualmente a vincoli di costo)
 - alla verifica di una identità minima (identificata dal pianificatore) fra i valori di un determinato numero di pesi associati ai nodi;
2. per dominanza (aree polarizzate) proponendo un'aggregazione dei nodi di sottoreti in relazione:
- alla verifica di una gerarchia ordinale fra i nodi in relazione ai valori dei pesi associati ai nodi;
 - ai vincoli di adiacenza dei nodi (ed eventualmente a vincoli di costo).

Se però un oggetto, un nodo (nel caso che esamineremo si tratterà di centri urbani) può essere identificato non tanto a partire dalle sue proprie qualità intrinseche (endogene) e cioè dai suoi propri caratteri «assoluti» (ammesso che questi caratteri esistano come tali) quanto dalle sue proprie qualità estrinseche (esogene) e cioè dai suoi propri caratteri relativi-relazionali, allora sarà possibile trattare l'insieme degli oggetti (nodi o centri):

- a. considerandoli alla stregua di un reticolo interconnesso;
- b. procedendo ad una sua scomposizione «relazionale», individuando cioè i singoli gruppi per intensità di relazione;
- c. individuando i nodi principali del reticolo.

In questo caso verrà data una interpretazione della organizzazione spaziale dei centri in qualche misura polarizzata, per dominanza e dipendenza, salvando però anche i suoi caratteri di omogeneità, in quanto permangono i caratteri di continuità e interdipendenza tra i diversi centri, cioè le relazioni di interconnessione conseguenti a rap-

porti di complementarietà caratteristici di una struttura omogenea.

Le relazioni attivate tra gli oggetti trattati nell'analisi vengono dapprima qualificate: nel caso che tratteremo evidenziamo le relazioni di adiacenza fisica (geometrica) o di servizio (i centri - nodi - sono interessati da qualche relazione non immediatamente traducibile in termini di sedimentazioni fisiche sul territorio).

In un secondo momento esse vengono quantificate: il metodo assegna ad ogni nodo la quantità di relazioni ad esso afferente. I nodi vengono suddivisi in gruppi:

- a. scegliendo il nodo (l'oggetto) con massima «densità» relazionale come mediana (polo accentratore) del sottoinsieme;
- b. aggregando alla mediana i nodi ad essa collegati (per mezzo di un arco, due archi, ecc.);
- c. reiterando l'operazione finché i nodi non aggregati sono inferiori ad un certo valore o «parametro» a discrezione dell'operatore.

È ovvio che la bontà dei risultati è affidata in gran parte alle scelte dell'operatore sul tipo di relazioni da considerare e sui metodi di quantificazione di tali relazioni, e cioè sui criteri ordinali dell'insieme degli oggetti (nodi) considerati, e sul dettaglio di scomposizione richiesto (si evidenziano più poli quanto più il parametro scelto è basso).

Nel nostro caso il tipo di relazione considerato è la presenza di canali di collegamento, fisici (archi stradali) o astratti (linee di trasporto senza rotture di carico), fra i centri urbani. La quantificazione delle relazioni avviene in funzione della accessibilità, condensata in quattro diversi indicatori secondo l'intorno geografico considerato; la connettività di un nodo viene quantificata:

1. zonalmente per mezzo del grado locale (o connettività locale di un nodo);
2. interzonalmente per mezzo del grado locale composto (connettività di un nodo come somma della connettività locale di tutti i nodi ad esso adiacenti);
3. globalmente per mezzo dell'indice di accessibilità;
4. sinteticamente per mezzo dell'indice unitario (come misura riassuntiva dei tre indicatori precedenti).

Il metodo è descritto in Demaestri (1990) e in appendice sono riportati i principali passaggi per la sua implementazione.

1.3. L'area di applicazione: il nord-est di Milano

Il nord-est di Milano, lungo l'asta Sesto San Giovanni, Monza, Vimercate, è interessato da rilevanti trasformazioni che hanno prodot-

to numerosi studi analitici e propositivi e che stanno muovendo consistenti programmi di intervento e riqualificazione (Spagnolo, Villani, 1987).

Il prolungamento verso nord della linea 1 della Mm si ferma al primo comune confinante con Milano, a Sesto San Giovanni, da dove è possibile un collegamento con la rete ferroviaria e che si può considerare il primo avamposto di un'area di antica industrializzazione, estesa sia orizzontalmente che perpendicolarmente rispetto a Milano.

I dati mostrano come il pendolarismo su Milano tra il 1971 e il 1981, se cresce in maniera molto consistente a Sesto San Giovanni, grazie anche al suo legame privilegiato con Milano attraverso la metropolitana, tende però a decrescere in tutto il settore nord di prima cintura con un aumento della popolazione e delle attività largamente inferiore alla crescita media della provincia escluso Milano.

La concomitanza di questi due fattori (dipendenza di Sesto da Milano, stagnazione delle aree circostanti) ci ha indotto a cercare quali fossero i legami strutturali dell'area rispetto a Milano e al suo intorno e quale fosse il suo tipo di organizzazione «relazionale» dal punto di vista dell'offerta di trasporto pubblico e dal punto di vista della domanda di spostamenti.

Innanzitutto l'area di studio è stata individuata e circoscritta come «area di solidarietà», cioè come area al cui interno sono rilevabili buone relazioni trasversali in termini di offerta (rete) e di domanda (pendolarismo) di trasporto.

A questo fine per superare la tradizionale lettura di sistemi urbani costituiti da centri forti e intorni di gravitazione, nella direzione di sistemi con interrelazioni di tipo reticolare, si è considerato come rappresentazione del sistema infrastrutturale della zona non solo l'albero gerarchico che lo caratterizza, ma la rete nel suo complesso, anche quella interessata da un servizio pubblico di tipo diffuso come quello su gomma e inoltre l'andamento dei flussi pendolari è stato depurato dal polo forte di Milano applicando all'area di studio le metodologie di scomposizione sopracitate.

È stato così possibile identificare nell'area in oggetto la presenza di significativi reticolari, come aree che registrano caratteri di relativa autonomia (in termini di offerta, la rete di servizio) e buona presenza di scambi orizzontali (in termini di domanda, i movimenti pendolari) in qualche misura indipendenti dalla metropoli milanese e aventi con essa relazioni di tipo integrativo e complementare, ma in grado di autoorganizzarsi in prospettiva.

2. Applicazioni dei metodi geometrici di analisi di rete all'area nord-est di Milano

L'area di studio considerata è compresa tra i comuni di Trezzo sull'Adda (a est), Cassano d'Adda e Segrate (a sud), Giussano (a nord) e Novate Milanese con Varedo (a ovest). La rete del trasporto pubblico che serve i settantatré comuni analizzati è composta da quarantacinque linee di servizio automobilistico, cinque linee ferroviarie e due metropolitane.

Il lavoro è stato svolto per la rete delle adiacenze geometriche (fisiche) e per quella delle adiacenze di servizio (collegamenti senza rotture di carico) applicando poi ad ambedue i metodi di scomposizione.

2.1. *Le applicazioni condotte per la rete delle adiacenze geometriche e di servizio*

Gli archi del grafo geometrico (fig. 1) corrispondono ai collegamenti effettivi tra i nodi; la rete è dotata complessivamente di settantatré nodi (pari ai comuni dell'area da noi individuata) e centotrenta archi.

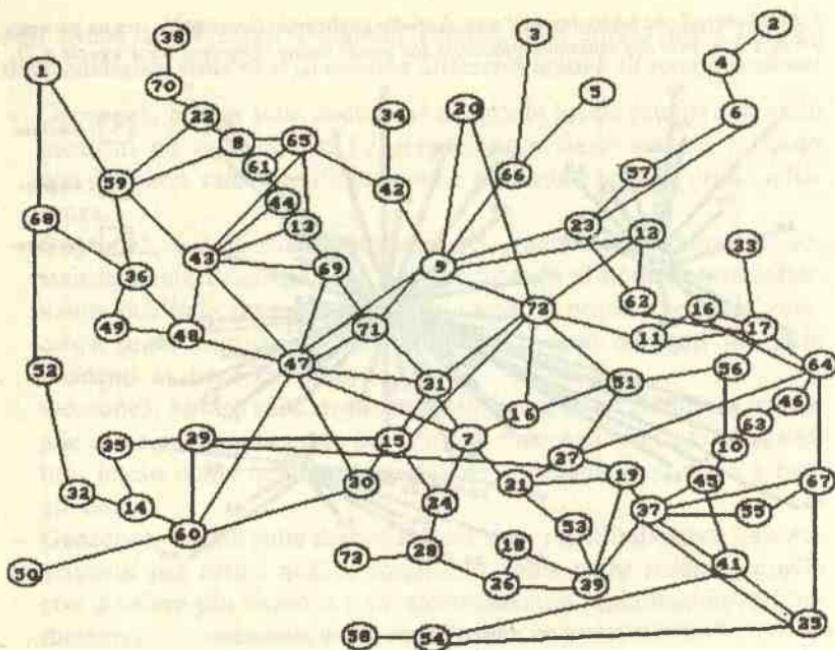
I risultati ottenuti applicando l'analisi di rete ci hanno consentito di disporre di alcune prime considerazioni sulla forma e la struttura gerarchica della rete: gli indicatori di forma descrivono un reticolo mediante connesso e omogeneo nella distribuzione dei collegamenti.

Dall'osservazione del grafo delle adiacenze geometriche della rete emergono diversi centri: principalmente si possono rilevare le presenze di Vimercate e di Monza seguiti da Agrate, Arcore, Gessate e Sesto San Giovanni. Questi primi risultati ci forniscono l'immagine di una rete aggregata per numerosi poli.

Dall'osservazione del grafo delle adiacenze di servizio della rete emergono fuochi diversi: principalmente si possono rilevare le presenze di Monza, di Sesto San Giovanni e Gessate.

Globalmente si può osservare come questi primi risultati siano sostanzialmente differenti da quelli ottenuti con la matrice delle adiacenze geometriche: il nodo di Vimercate, che tanta importanza assume all'interno della rete delle connessioni geometriche, perde la posizione di baricentro del grafo qualora lo si analizzi in termini di connessioni di servizio poiché la rete del trasporto locale è ancora assestata sui nodi di antica industrializzazione come Sesto San Giovanni e Monza.

Successivamente abbiamo applicato i metodi di scomposizione geometrica introdotti al paragrafo 1.2 al fine di circoscrivere l'entità della polarizzazione riscontrata in termini di definizione dei bacini relazio-



1 Cambiate	19 Cambiago	37 Gessate	55 Pozzo D'Adda
2 Imbersago	20 Camparada	38 Giussano	56 Roncello
3 Lomagna	21 Caponago	39 Gorgonzola	57 Ronco Briantino
4 Merate	22 Carate Brianza	40 Grezzago	58 Segrate
5 Osnago	23 Carnate	41 Inzago	59 Seregno
6 Robbiate	24 Carugate	42 Lesmo	60 Sesto San Giovanni
7 Agrate Brianza	25 Cassano D'Adda	43 Lissone	61 Sovico
8 Albiate	26 Cassina De' Pecchi	44 Macherio	62 Solbiate
9 Arcore	27 Cavenago	45 Masate	63 Trezzano
10 Basiano	28 Cernusco	46 Mezzago	64 Trezzo sull'Adda
11 Bellusco	29 Cinisello Balsamo	47 Monza	65 Triuggio
12 Bernareggio	30 Cologno Monzese	48 Muggiò	66 Usmate
13 Biassono	31 Concorrezzo	49 Nova Milanese	67 Vaprio
14 Bresso	32 Cormano	50 Novate	68 Varedo
15 Brugherio	33 Carnate D'Adda	51 Ornago	69 Varedo al Lambro
16 Burago Molgora	34 Correzzana	52 Paderno D'Adda	70 Verano
17 Busnago	35 Cusano Milanino	53 Pessano	71 Villasanta
18 Bussero	36 Desio	54 Pioltello	72 Vimercate
			73 Vimodrone

Fig. 1 - Grafo geometrico

2. I tre subgrafi che emergono nell'area di studio applicando Geozone2, con un parametro pari alla metà del massimo indicatore del grado locale composto (cioè uguale a 7)

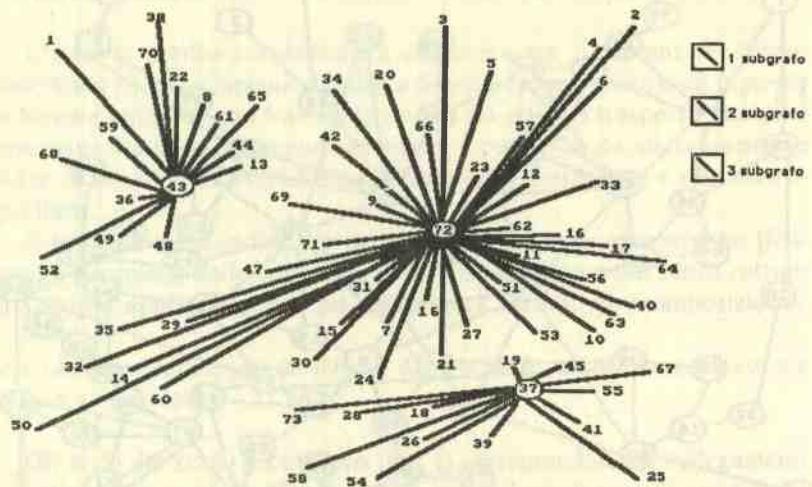


Fig. 2a – Rappresentazione dei subgrafi come sistemi polarizzati

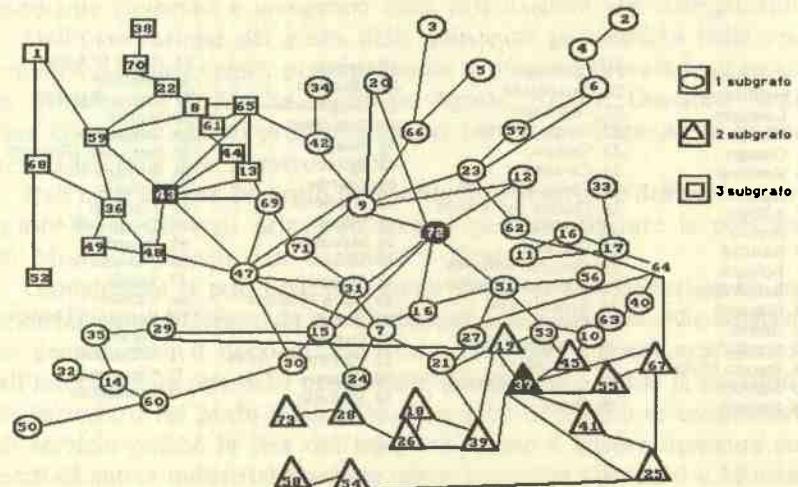


Fig. 2b – La lettura dei subgrafi secondo una rappresentazione che evidenzia le connessioni reticolari

nali aventi come centri i comuni emersi dallo studio della matrice delle adiacenze sulla base di quattro differenti metodi di scomposizione:

- Geozone1, basato sulla deduzione del grado locale (numero di archi incidenti ad ogni nodo): l'aggregazione avviene intorno al nodo con massimo valore dell'indicatore e riguarda i nodi in prima adiacenza.
- Geozone2, basato sulla deduzione del grado locale composto: sostanzialmente l'aggregazione avviene intorno al nodo con massimo valore dell'indicatore considerando i nodi in prima e seconda adiacenza (nodi contigui al nodo mediana e nodi collegati ad archi incidenti ai nodi contigui).
- Geozone3, basato sulla deduzione dell'indice di accessibilità: (si sceglie come mediana il nodo con minimo valore di indice di accessibilità, inteso come numero di archi che collegano quel nodo a tutti gli altri).
- Geozone4, basato sulla deduzione del valore dell'indicatore unitario ottenuto per tutti i nodi e scegliendo come nodo mediana quello con il valore più vicino a tre (valore massimo raggiungibile dall'indicatore).

I metodi sono implementabili sia a partire dalle adiacenze geometriche, che dalle adiacenze di servizio e le differenze tra i due tipi di applicazione sono generalmente piuttosto marcate: i risultati dei metodi implementati a partire dalle adiacenze di servizio sono generalmente più significativi dei risultati delle applicazioni geometriche propriamente dette, a carattere più fisico-strutturale.

2.2. I risultati dei metodi di scomposizione applicati alla matrice delle adiacenze geometriche

Per quanto riguarda Geozone1, attraverso l'implementazione di un parametro pari a metà dell'indicatore a cui il metodo fa riferimento (e quindi di un parametro alto, 7 nel nostro caso) il grafo risulta scomposto in due subgrafi facenti riferimento l'uno al comune di Vimercate e l'altro a quello di Gessate: è interessante notare come la rete delle connessioni in questa applicazione si scinda in due subgrafi differenti tra loro di cui uno molto ponderoso al quale fanno capo cinquantasette comuni gravitanti nell'area del vimercatese.

Per quanto riguarda Geozone2, attraverso l'implementazione di un parametro pari a metà dell'indicatore a cui il metodo fa riferimen-

to (e quindi ancora alto) il grafo risulta scomposto in tre subgrafi facenti riferimento ai comuni di Vimercate, di Lissone e di Gessate: come vedremo infatti più avanti questo tipo di scomposizione meglio corrisponde alla complessità di relazioni effettivamente esistenti nell'area briantea e questi tre bacini verranno identificati molte altre volte nel corso delle applicazioni da noi effettuate (figg. 2a e 2b).

Per quanto riguarda Geozone3, attraverso l'implementazione di un parametro basso il grafo risulta scomposto in due subgrafi facenti riferimento l'uno al comune di Monza e l'altro a quello di Busnago. Con Geozone4, che utilizza l'indicatore unitario e quindi fornisce un quadro generale e comprensivo delle indicazioni trovate attraverso gli altri metodi, implementando un parametro alto il grafo risulta scomposto in tre subgrafi facenti riferimento al comune di Vimercate (con un bacino di quarantadue comuni) a quello di Lissone (sedici comuni) e quello di Gessate (con un piccolo bacino di dodici comuni).

In seguito abbiamo implementato ancora Geozone1, abbassando successivamente il parametro per una maggiore individuazione di subgrafi: quando si arriva ad un parametro pari a due si evidenzia un insieme complesso formato da sei differenti subgrafi di cui però i bacini più rilevanti restano quelli formati dai comuni di Vimercate e Gessate.

Implementando poi anche gli altri moduli di scomposizione con parametri sempre più bassi i risultati sono rimasti uguali a quelli ottenuti con un valore pari alla metà dell'indicatore considerato.

Diversi sono stati invece i risultati ottenuti abbassando il parametro fin a uno: nel caso del modulo Geozone1 abbiamo un'immagine della rete estremamente complessificata, nella quale si evidenzia la presenza di quindici subgrafi aventi come nodo mediana i comuni di Vimercate, Monza, Gessate, Seregno, Triuggio, Cavenago Brianza, Brugherio, Carnate, Basiano, Cassina de' Pecchi, Pioltello, Usmate-Velate, Varedo e Merate. Emerge quindi la diversità esistente tra la rete dei comuni della parte più a Est, che fa quasi del tutto riferimento al comune di Vimercate e a quello di Gessate, e quella formata dai comuni più a Nord che svincolandosi da Monza costituiscono un ponderoso insieme di piccoli bacini. È interessante notare come il reticolo polarizzato evidenziatosi corrisponda poi ad una divisione di specializzazioni effettivamente esistenti in questa area.

Abbassando il parametro fino ad uno nel caso del modulo Geozone2, abbiamo ottenuto sette subgrafi: Vimercate, Monza, Gessate, Bresso, Robbiate, Cernusco sul Naviglio e Grezzago (figg. 3a e 3b).

Questi nodi mediana sono quelli evidenziatisi anche attraverso l'implementazione dei moduli Geozone3 e 4 con parametro uguale a uno.

3. I sette differenti subgrafi che emergono nell'area di studio applicando Geozone 2, parameetro uguale a uno

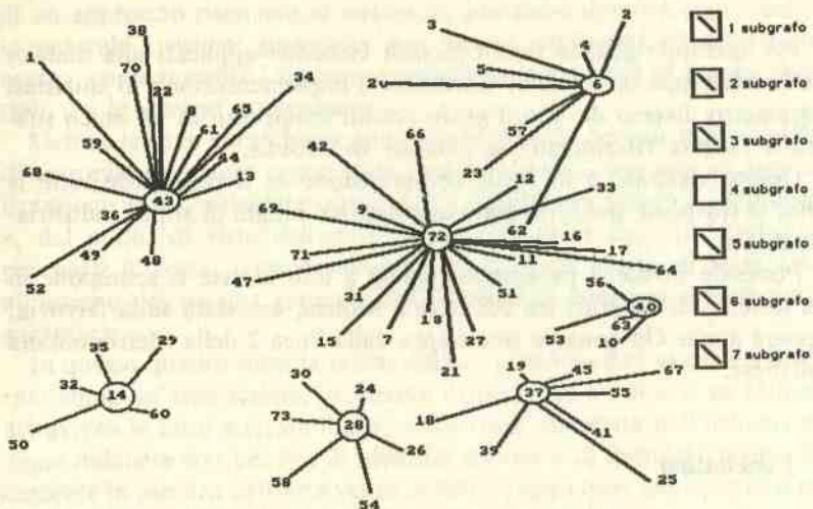


Fig. 3a – Rappresentazione dei subgrafi come sistemi polarizzati

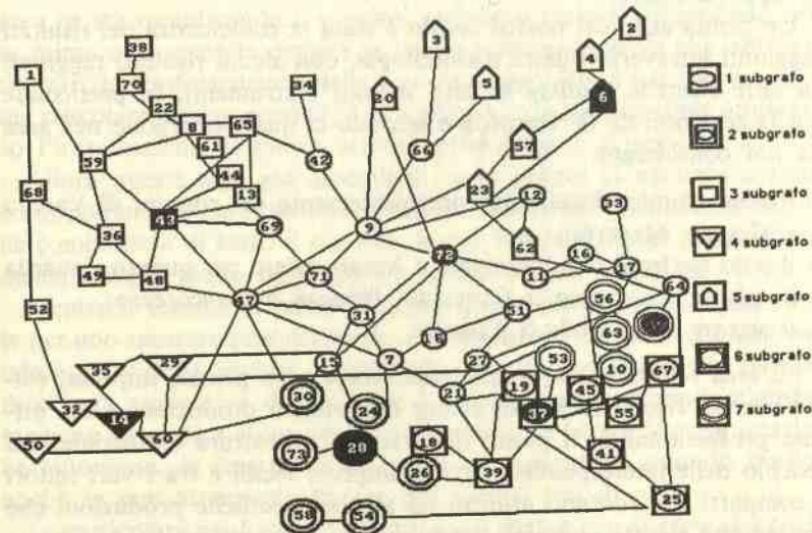


Fig. 3b – Lettura dei subgrafi secondo una rappresentazione che evidenzia le connessioni reticolari

2.3. I risultati dei metodi di scomposizione applicati alla matrice delle adiacenze di servizio

Per quanto riguarda tutti i moduli Geozone applicati alla matrice delle adiacenze di servizio, attraverso l'implementazione di qualsiasi parametro diverso da uno il grafo risulta scomposto in un unico subgrafo facente riferimento al comune di Monza.

Questo risultato è di facile comprensione se si pensa che tutte le linee di trasporto pubblico sono assestate sui luoghi di antica industrializzazione.

Ponendo invece il parametro uguale a uno la rete si scomponе in un insieme di subgrafi tra cui oltre a Monza, assestata sulla ferrovia, appare anche Gorgonzola interessata dalla linea 2 della Metropolitana milanese.

3. Conclusioni

Le analisi condotte ci hanno mostrato che la struttura della nostra area di studio è incentrata principalmente sui comuni di Vimercate, Lissone, Monza, Gessate che intrattengono tra di loro forti relazioni di tipo reticolare.

Un primo esito del nostro lavoro è stata la coincidenza dei risultati raggiunti attraverso questa metodologia, con alcuni risultati raggiunti da altre ricerche fondate su altri metodi e strumenti, in particolare quella condotta da G. Garofoli e secondo la quale emergono nell'area da noi considerata:

1. il polo chimico localizzato prevalentemente nei comuni di Varedo e Cesano Maderno;
2. il polo elettronico a Vimercate e Agrate esteso per quanto riguarda il settore meccanico a Cavenago Brianza e Concorezzo;
3. il settore del mobile a Lissone.

«L'area settentrionale risulta strutturata sulla piccola impresa, sull'utilizzo di risorse locali, su alcune tradizionali produzioni e una diffusa professionalità; il punto di forza della struttura industriale, dal reticolo delle interdipendenze tra le imprese locali e tra i vari settori e compatti che ruotano attorno ad alcune specifiche produzioni che consentono elevate economie esterne alle imprese ma interne al sistema produttivo locale» (Garofoli, 1987).

Un secondo risultato è la possibilità di sostanziare alcune considera-

zioni sulla possibile evoluzione dell'area.

Utilizzando il concetto di aree stabili e aree instabili, caratteristico di un approccio sistematico al territorio, possiamo definire come stabili in generale i sistemi gerarchici con legami confluenti ad albero sul centro, come instabili i sistemi reticolari con possibilità di legami multipli tra le diverse componenti.

Mentre le aree gerarchiche sono quelle dotate del più basso livello di entropia, in quanto organizzate funzionalmente, una minore specializzazione (aree reticolari) rappresenta invece un maggior equilibrio e, dal punto di vista dell'entropia, una maggior capacità evolutiva per parti, dovuta, paradossalmente, al maggior grado di incertezza all'interno del sistema generale che l'equilibrio delle sue singole parti garantisce.

In questo quadro tutta la prima cintura milanese può essere considerata come un'area stabile, in quanto organizzata ad albero su Milano attraverso le linee metropolitane, addirittura inglobata nell'urbanizzazione milanese con perdita di identità, incapace di decollare economicamente in assenza dell'intervento di fattori aggiuntivi che determinino una domanda strategica, in termini di attività integrate.

In particolare la zona nord/nord-est ha anche forti propensioni al degrado e si pensi a tutte le dismissioni industriali da cui è stata recentemente interessata. Ma proprio la presenza di tali vuoti in questa area ne sta modificando il quadro: mentre si stanno sviluppando per la prima e la seconda cintura le connessioni orizzontali che abbiano rilevato, la trasformazione delle aree dismesse offre a tale nuovo sistema reticolare inedite possibilità di sviluppo e riorganizzazione attraverso l'introduzione di nuove attività produttive e di servizio.

Allora queste aree già dipendenti, e in genere la seconda corona metropolitana, sono i possibili luoghi di attacco per una trasformazione complessiva di tutto il sistema, le più instabili perché progressivamente sempre meno dipendenti e quindi le più evolutive.

Mentre il tessuto di prima cintura, quello più accessibile alla città (e per uno spessore proporzionale alla lunghezza del ramo che sostiene tale accessibilità), poroso e appetibile, è il più vulnerabile in termini di offerta aggiuntiva di suoli per l'edificazione, la seconda cintura, tangente alla città e al territorio, può consentire forme di organizzazione autonoma, in termini di armatura di polarità di secondo livello, anche se con attenzioni diverse per diversi tipi di aree.

In particolare nei luoghi collegati sia al centro che al resto del territorio potrà essere interessante verificare se poli minori già fortemente dipendenti dai maggiori centri urbani possano gradatamente affrancar-

si da tale soggezione entrando a far parte o costituendo (come l'area che abbiamo esaminato, incornierata a Milano attraverso Sesto) reticolli autonomi anche in relazione ad una incentivazione pianificata di specifici settori produttivi o di servizio.

Appendice

Il procedimento di scomposizione di reti in due o più sottoreti si basa sull'uso della misura di connettività zonale, interzonale, globale e sintetica. Utilizzando ad esempio l'indicatore di connettività interzonale, cioè il grado locale composto, il metodo poggia sulla constatazione della specificità di tale indicatore, nel senso della sua «sensibilità» a fenomeni di centralità interzonale. I nodi con alti valori di Glc sono comunque centri di grafi parziali sufficientemente connessi: ciò costituisce una valida premessa ed una sufficiente giustificazione alla applicazione del metodo di scomposizione geometrica proposto.

Il procedimento di computazione è concettualmente molto semplice, basandosi sulla morfologia dell'indicatore scelto (in questo caso il Glc): si scelga il nodo massimamente connesso secondo la scala gerarchica proposta dall'indicatore e si aggreghino intorno ad esso tutti i nodi che concorrono alla sua computazione.

I passi da seguire sono:

1. Si scelga nell'insieme M dei nodi del grafo il nodo con massimo valore di Glc: sarà il nodo mediana ($m(i)$) del nuovo subgrafo $M(i)$. Si aggreghino intorno ad esso i nodi:
 - immediatamente adiacenti (al primo passo);
 - adiacenti al secondo passo, cioè tutti quelli situati all'estremità opposto degli archi incidenti ai nodi adiacenti ad $m(i)$, che è il nodo mediana del subgrafo.
2. Si effettui una nuova scelta sui nodi rimanenti. Se il numero dei nodi adiacenti ad $m(i+1)$, mediana del nuovo sottoinsieme $M(i+1)$, dai quali ovviamente si intendono esclusi i nodi già inclusi in $N = M(1) + M(2) + \dots + M(i-1)$ è maggiore o uguale ad un parametro fissato arbitrariamente (ad esempio pari alla metà del valore massimo del grafo locale composto) allora si proceda come in 1. In caso contrario si proceda invece come segue:
 - a. se il numero di nodi adiacenti ad $m(i)$ è minore di $\max glc/2$ ed è maggiore di 1, si identifichino i sottoinsiemi dei nodi adiacenti a ciascun nodo di $M(i)$, $N(1), N(2), \dots, N(n)$, con $n =$ numero dei nodi del sottoinsieme considerato;

- 1) si trovi, per ciascun sottoinsieme, quel nodo per cui il valore del G_{lc} assuma valore massimo;
- 2) si ripeta l'operazione su tutti i nodi selezionati al passo precedente;
- 3) si aggreghi $M(i) = \text{insieme dei nodi adiacenti ad } m(i) \text{ al sottoinsieme di appartenenza del nodo selezionato al passo precedente};$
- b. Se il numero dei nodi adiacenti è uguale a 1 (uno)
 - 1) si identifichi il sottoinsieme dei nodi adiacenti ad $m(i)$ appartenenti a $N' = M - (M(1) + M(2) + \dots + M(i-1))$, con $M = \text{insieme dei nodi del grafo ed } N' = \text{insieme residuo dei nodi del grafo.}$
 - 2) si proceda poi come nei tre passi successivi elencati al punto precedente
3. Il procedimento ha termine quando la sommatoria del numero degli elementi dei sottoinsiemi $M(1), M(2), \dots, M(i)$ è pari al numero degli elementi di M (insieme dei nodi del grafo).

Riferimenti bibliografici

- Aisre (1988), *IX Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, in particolare i contributi, presentati nella sezione *Metodi di regionalizzazione funzionale dello spazio*, di
- Goffredo, G., Macchi, S., Ridolfi, R., Scandurra, E., *L'analisi della mobilità territoriale per l'identificazione del sistema metropolitano romano*,
 - Chelli, F., Mattioli, E., Merlini, A., *La delimitazione di aree e regioni metropolitana: metodi a confronto*,
 - Villani, M.P., *Un approccio integrato alla definizione di un'area metropolitana. Il caso dell'area metropolitana milanese*,
 - Bertuglia, C.S., Cerotti, M., Fabbro, S., Petrossi, F., Piva, F., Propedo, G., Tadei, R., *Sperimentazione di una metodologia per la gerarchizzazione del territorio, basata sulla teoria dei grafi, ed analisi di sensibilità dei risultati*,
 - Cavallaro, V., *Classificazione ed aggregazione fuzzy: un confronto tra modelli in un'applicazione ad un'area piemontese*.
- Boatti, G. (1988), «I sistemi urbani, struttura del territorio lombardo» *Edilizia popolare*, 203.
- Curti, F., Diappi, L., a cura di (1989), *Gerarchie e reti di città*, Angeli, Milano.
- Curti, V.M., Demaestri, P., Marescotti, L., Moretti, A. (1988), *Considerazioni sull'uso di indicatori geometrici nell'analisi delle reti di trasporto*, Clup, Milano.
- Demaestri, P. (1990), «Metodi di scomposizione geometrica di reti di trasporto», *Territorio*, Rassegna di studi e ricerche del Dipartimento di scienze del territorio del Politecnico di Milano, 1, Grafo, Brescia.
- Dematteis, G. (1986a), «La feconda illusione dello spazio geografico», *Urbanistica*, 84.
- Dematteis, G. (1986b), «L'ambiente come contingenza ed il mondo come rete», *Urbanistica*, 85.
- Garofoli, G. (1987), in Aa.vv., *La Brianza tra crisi e sviluppo*, Angeli, Milano.
- Kansky, K.J. (1963), *Structure of Transport Network: relationships between network geometry and regional characteristics*, Research Paper, Department of Geography, University of Chicago.

- Leonardi, C., (1987), «Struttura reticolare accentrata ovvero la frantumazione del centro», *Arredo della città*, 2.
- Moretti, A. (1988), *L'analisi e la pianificazione del territorio attraverso i documenti ufficiali, 1950-1980*, Clup, Milano.
- Region de l'Ile de France, Service Technique de l'Urbanisme (1981), *Zones de solidarité en Région d'Ile de France*, Etude réalisée pour l'Iaurif, Parigi.
- Spagnolo, A., Villani, P. (1987), *Metodologie di analisi territoriale: teorie, casi studio, sperimentazioni. Un'applicazione all'area Nord-Est*, tesi di laurea, rel. A. Moretti, Fac. di arch., Politecnico di Milano.

SUCCESSO E CRISI DELLE ECONOMIE LOCALI: UN APPROCCIO DIACRONICO INTERREGIONALE*

di Roberto Camagni e Roberta Capello

Introduzione

Già da alcuni anni ormai l'interpretazione teorica dello sviluppo regionale ha quasi unanimamente assunto l'approccio cosiddetto dello «sviluppo dal basso» come il paradigma interpretativo più genuinamente «spaziale» e lo strumento più adatto a interpretare la dinamica reale in tempi di limitata mobilità delle risorse (Stohr, Todtling, 1977; Fuà, Zacchia, 1983; Bianchi, Magnani, 1985).

Questo approccio si oppone a molta modellistica neo-keynesiana degli anni '60, che vede nella dinamica della domanda nonché nei movimenti interregionali dei fattori produttivi i principali elementi su cui può basarsi lo sviluppo delle singole aree. Da una parte infatti viene messa in evidenza l'importanza dei fattori qualitativi locali, sia attinenti alla forza lavoro che all'imprenditorialità che all'ambiente naturale e costruito, nel determinare la capacità delle singole aree di produrre con un vantaggio comparato (o meglio «assoluto») i beni domandati internazionalmente, di rinnovare tale vantaggio nel tempo attraverso processi di innovazione, ed eventualmente di attrarre nuove risorse all'esterno. Dall'altra viene rilevata la progressiva perdita di importanza dei differenziali di crescita della domanda settoriale nella determinazione del tasso di sviluppo locale (la componente «mix» dell'analisi shift-share), una volta che le regioni siano uscite dalla semplice dicotomia agricoltura/industria (peraltro espressiva, a ben guardare, non tanto di uno squilibrio di elementi di domanda, quanto ancora di ineguali capacità dinamiche di offerta) (Camagni, Cappellin, 1980).

* Benché il lavoro sia il risultato di una stretta collaborazione, sono attribuibili a R. Camagni i parr. 2 e 4 e a R. Capello il par. 3; i parr. 1 e 5 e gli indicatori empirici di vantaggio localizzativo sono stati realizzati congiuntamente dai due autori.

Lo spazio diviene, anziché semplice contenitore geografico dello sviluppo, risorsa economica e fattore produttivo autonomo, e tutta la sterminata letteratura sullo sviluppo della Terza Italia si muove lungo queste direttive. L'analisi tuttavia delle *condizioni genetiche locali* dello sviluppo, che chiameremmo «soggettive» deve essere integrata, perché l'approccio «dal basso» possa essere considerato completamente soddisfacente, da una analisi approfondita di due ulteriori aspetti fondamentali del problema dello sviluppo regionale: innanzitutto, da una analisi delle condizioni che definiremmo «oggettive», *macro-economiche e macro-territoriali*, in cui l'economia delle singole aree si trova inserita, e in secondo luogo da una analisi della *rete di relazioni, funzionali e gerarchiche*, che l'area stessa intrattiene con l'esterno.

Se gli elementi «soggettivi» abbracciano tutti quei fattori, di natura sociale, culturale, economica e psicologica, che costituiscono le radici della creatività o imprenditorialità locale (alcune variazioni dell'«etica protestante», presenza di piccole imprese autonome nell'agricoltura e nel commercio, diversificazione settoriale, intrecci intersezionali nella gestione della manodopera, ecc.), gli elementi «oggettivi» concernono i livelli relativi nel costo del lavoro e in genere la disponibilità relativa di fattori di produzione che generano il vantaggio comparato di ciascuna regione. Perché sviluppo si dia, occorre che entrambi gli elementi si presentino in modo favorevole; è stato giustamente osservato che, qualora solo uno sia presente, sorge la possibilità di migrazioni interregionali di imprese e capacità imprenditoriale, dalle aree con avverse condizioni oggettive ma presenza di imprenditorialità alle aree caratterizzate in senso opposto (Cappellin, 1983 e 1983b).

Infine la rete di relazioni esterne rappresenta il modo con cui le potenzialità locali si rinnovano e traggono continuamente nuova linfa, attingendo energia (o «neghentropia») dall'esterno per contrastare le fatali tendenze di lungo periodo alla riduzione della creatività locale. In termini teorici, si tratta qui di passare da una concezione di spazio socio-economico a una concezione di «spazio relazionale» (Camagni, 1988), su cui solo recentemente si è iniziato a riflettere in senso anche empirico (Gremi, 1987 e 1988).

Affrontare il problema dello sviluppo regionale locale limitandosi all'analisi del primo insieme di elementi significa rischiare la tautologia (c'è sviluppo se c'è imprenditorialità e innovatività ma lo sviluppo si arresta se viene meno la innovatività), un vicolo cieco simile a quello di chi spiega sviluppo e crisi urbana con la dicotomia delle economie/diseconomie di urbanizzazione. Nella falsa sensazione di soddisfazione fornita dalle spiegazioni che spiegano troppo, non si risponde

a domande fondamentali quali: perché solo qui? Perché non prima? Al contrario l'osservazione dell'andamento temporale dei vantaggi localizzativi, nonché dei legami esterni all'economia locale può condurre a nostro avviso a interpretazioni più solide.

Non è nostro obiettivo discutere in questo lavoro dell'ultima dimensione del problema dello sviluppo regionale, i rapporti fra «milieu» e ambiente esterno; vogliamo invece qui approfondire le relazioni fra le prime due dimensioni, quella della creatività locale e delle condizioni oggettive che ne consentono il dispiegamento.

1. Un approccio dinamico interregionale

I rischi, come abbiamo detto, delle analisi sui fattori di successo/crisi delle diverse aree territoriali, siano esse le grandi aree «centrali» o le economie «periferiche», possono essere riassunti nei seguenti:

- localismo e frammentazione dell'interpretazione, come se ogni unità territoriale vivesse in astratto, in uno «spazio senza spazio» (di relazioni esterne) e in un «tempo senza tempo» (in cui ogni fenomeno si può ripetere continuamente senza generare retroazioni di sorta); per una via completamente opposta si potrebbe giungere paradosalmente alla stessa *empasse* dell'economia neoclassica (statica e a-spaziale);
- strutturalismo statico e approccio solo estrapolativo allorché si tratti di effettuare proiezioni o analisi diacroniche (ancora solo poco più di dieci anni fa si credeva alle possibilità di cumulatività perpetua dei fenomeni spaziali); e infine
- semplice descrittivismo *ex post* dei fenomeni spaziali.

Al contrario, un approccio che sappia legare strettamente quelli che abbiamo definito come elementi «soggettivi» e «oggettivi» dello sviluppo locale potrebbe almeno in parte superare questi limiti, nella misura in cui e proprio in quanto esso sarebbe in grado di presentarsi con le seguenti caratteristiche:

- a. di essere un modello interpretativo di equilibrio spaziale *generale*, che prende in considerazione l'*interdipendenza* generale dei fenomeni economici sul territorio e la competizione diretta fra le diverse regioni. Tale interdipendenza, fondamentale ai fini interpretativi, si manifesta ai tre livelli:
 - microeconomico, come competizione fra imprese diversamente localizzate,

- mesoeconomico, come sentiero spaziale di diffusione dei processi innovativi, e
- macroeconomico, come effetto di alcuni vincoli che si manifestano per effetto della performance aggregata del sistema, indipendentemente dalla condizione delle singole economie locali.

Un esempio di quest'ultimo genere di vincoli è quello della bilancia dei pagamenti nazionale (da cui discendono le dinamiche dei tassi di cambio e le politiche macroeconomiche) che nasce dalla somma algebrica delle bilance regionali, espressive a loro volta di ben differenti strutture e performances produttive. Nei primi anni '70 le difficoltà di produzione e di esportazione delle grandi aree industriali hanno contribuito a creare quella condizione di debolezza di medio periodo del tasso di cambio e quella riduzione del costo del lavoro relativo espresso in valuta estera da cui sono state avvantaggiate prevalentemente le regioni dell'area NEC (in cui prevalevano le produzioni labour-intensive, «tradeable», a maggiore elasticità al prezzo e non esistevano vincoli fisici o economici alla espansione produttiva).

b. di essere un modello tendenzialmente *dinamico*, o comunque diacronico, capace di integrare tutti gli effetti di retroazione e feedback, dello sviluppo passato sullo sviluppo futuro. I vari modelli di ciclo, urbano o regionale, allorché riescano a uscire da una impostazione meccanicista e deterministica per abbracciarne una ecologico-evoluzionista, rispondono in larga misura a questa seconda esigenza; essi infatti possono rendere conto di come uno sviluppo autopropulsivo emerso dal basso possa rafforzarsi per un certo tempo per effetto di sinergie locali ed economie di scala, ma possa anche nel più lungo andare distruggere molte delle condizioni di successo su cui all'inizio esso si basava (Camagni, 1984; Camagni, Cappellin, 1985).

I vantaggi nella disponibilità e nei costi relativi dei fattori svaniscono rapidamente; i prodotti locali invecchiano; una traiettoria innovativa di successo all'interno di un certo «paradigma tecnologico» può perdere forza in un contesto tecnologico o di «regolazione sociale» differente; e d'altra parte le condizioni di crisi possono stimolare nuove solidarietà sociali, avviare processi di cooperazione fra pubblico e privato, far emergere occasioni di rivitalizzazione proprio per effetto della riduzione della densità delle attività urbane, la caduta del prezzo dei fattori produttivi, la riduzione della conflittualità (Gibelli, 1985; Camagni, Gibelli, 1986).

Un modo di considerare nello stesso tempo l'interdipendenza spaziale fra le diverse regioni e le retroazioni che si vengono a determinare nel tempo può basarsi sul concetto di «*vantaggio localizzativo relativo*

vo» delle diverse regioni. Si tratta di un concetto che esce dalla logica degli equilibri o dei modelli parziali, che nasce dalla valutazione di realtà produttive diverse e che può consentire una analisi diacronica, almeno attraverso un approccio di statica comparata.

Un tale concetto, che prende in considerazione sinteticamente tutti gli elementi di carattere macro-strutturale che costituiscono la competitività relativa di ogni economia locale, può essere tradotto in una misura empirica attraverso il confronto di due indicatori:

- un indicatore della *produttività o dell'efficienza complessiva* dell'economia locale, espressivo della performance delle imprese private, dell'efficacia delle infrastrutture locali e del capitale fisso sociale, della qualità della forza lavoro e della presenza di imprenditorialità, e
- un indicatore dei *costi complessivi del lavoro*, o meglio, in termini più appropriati alla natura non solo strettamente economica delle variabili in gioco, del «costo di riproduzione della forza lavoro»; siamo infatti interessati non solo al livello dei salari, ufficiali o di fatto, ma a una misura più generale che includa anche la conflittualità, la presenza di rapporti di lavoro «sommersi», la possibilità di part-time agricolo-industriale, la diffusione di fenomeni di autoconsumo, che incidono sul costo di riproduzione stesso.

In termini formali, il vantaggio localizzativo regionale può essere calcolato come segue, seguendo alcune passate riflessioni di uno degli autori (Benedetti, Camagni, 1983). Supponiamo che i prezzi dei prodotti siano gli stessi in tutto il Paese (P_n) e che siano fissati attraverso un mark-up $(1 + \lambda)$ sui costi diretti, variabili da regione a regione (r); avremo dunque:

$$P_n = (1 + \lambda)_r \cdot (W_r / X_r)$$

dove W_r è il livello regionale dei salari, definito in modo ampio come fatto in precedenza,

X_r è il livello della produttività regionale, definito nello stesso modo,

W_r / X_r è il costo di lavoro per unità di prodotto, e

λ è il tasso di profitto lordo.

Riorganizzando i singoli elementi, troviamo che un vantaggio localizzativo regionale, indicato da un tasso di profitto lordo positivo, si ottiene ove

e, in termini relativi, un profitto più elevato della media si ottiene nelle regioni dove:

$$(X_r/W_r) > (X_n/W_n)$$

In termini puramente astratti e ipotetici, queste relazioni possono essere rappresentate graficamente per le regioni italiane negli ultimi trent'anni come nelle fig. 1 e 2. Ordinando le diverse regioni sull'asse delle ascisse seguendo un criterio di crescente perifericità e ponendo i due indici sull'asse delle ordinate, possiamo pensare che nel primo dopoguerra esistesse una situazione di vantaggio localizzativo per le regioni «centrali» del triangolo industriale (O-b in fig. 1); negli anni successivi al 1965 tale vantaggio si sarebbe spostato a favore delle regioni intermedie della Terza Italia, per effetto di una tendenziale omogeneizzazione delle condizioni di efficienza e produttività territoriale e di un crescente svantaggio localizzativo delle regioni «centrali» in termini di costo complessivo del lavoro.

Il punto b, che abbiamo chiamato la «frontiera della periferia» e divide le regioni in sviluppo da quelle in tendenziale crisi, dovrebbe essersi spostato verso l'esterno rispetto alla posizione di partenza; nel contempo dovrebbe essersi evidenziata una condizione di svantaggio localizzativo nelle aree centrali (O-a nella fig. 2).

Sulla base delle suddette argomentazioni e congetture, si è provato a costruire gli indici in questione negli anni 1961, 1971 e 1981 in modo da verificarne la consistenza. I due indici sono stati costruiti come medie ponderate di diversi indicatori standardizzati di performance relativa e di disponibilità di fattori; in particolare:

- a. l'indice di produttività è la media di: valore aggiunto relativo per occupato nell'intera economia, densità di infrastrutture ferroviarie, densità relativa di studenti universitari sulla popolazione, quota del terziario avanzato (trasporti, credito, assicurazione) sul prodotto interno lordo regionale; si è assegnato lo stesso peso ai tre sottoinsiemi delle variabili di produttività, infrastrutturale e servizi/lavoro qualificato;
- b. l'indice di costo relativo del lavoro è costruito come media di: salario reale unitario relativo, conflitto industriale (densità relativa di ore di lavoro perdute), quota di autoconsumo e quota dei lavoratori agricoli su quelli totali (proxy di possibilità di lavoro part time e nero).

I risultati, calcolati per ogni regione e aggregati attraverso una media ponderata nelle quattro macroregioni, sono presentati nelle figg.

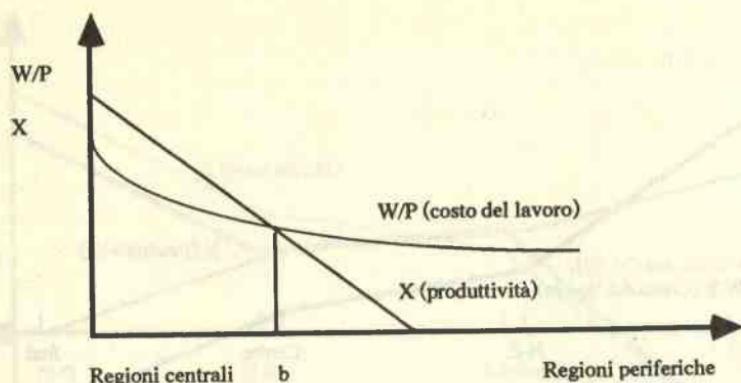


Fig. 1 – Vantaggi localizzativi regionali teorici - 1950-64

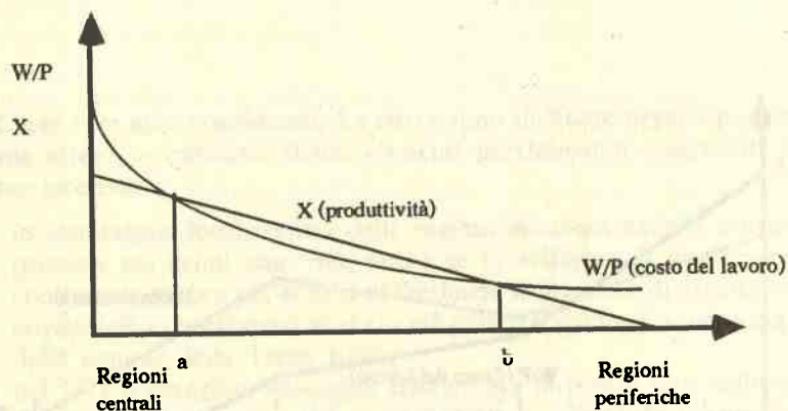


Fig. 2 – Vantaggi localizzativi regionali teorici - 1965-80

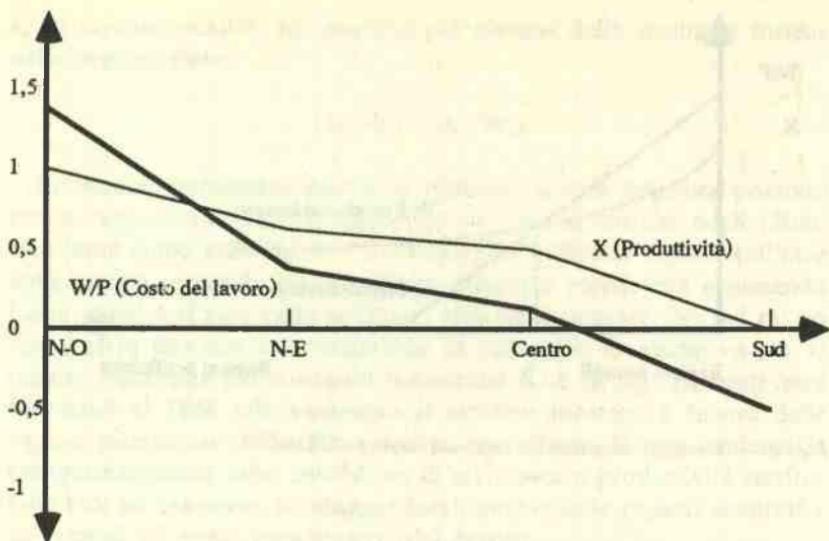


Fig. 3 - Risultati empirici sui vantaggi localizzativi regionali - 1961

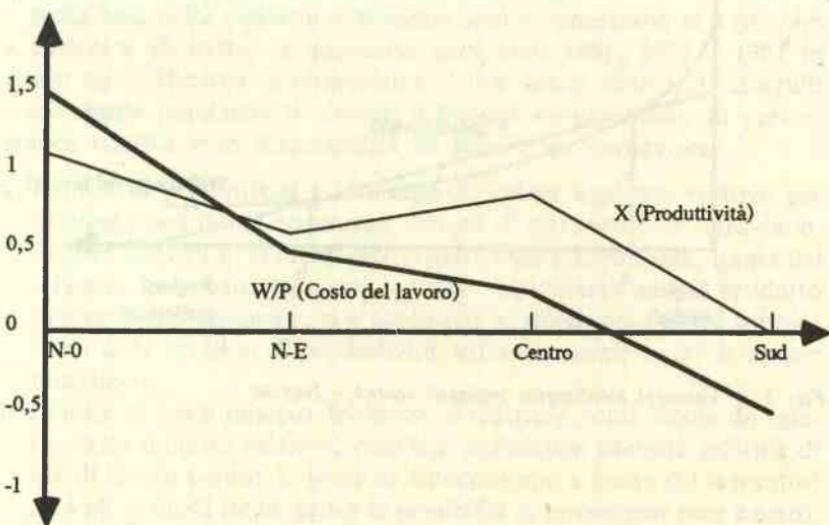


Fig. 4 - Risultati empirici sui vantaggi localizzativi regionali - 1971

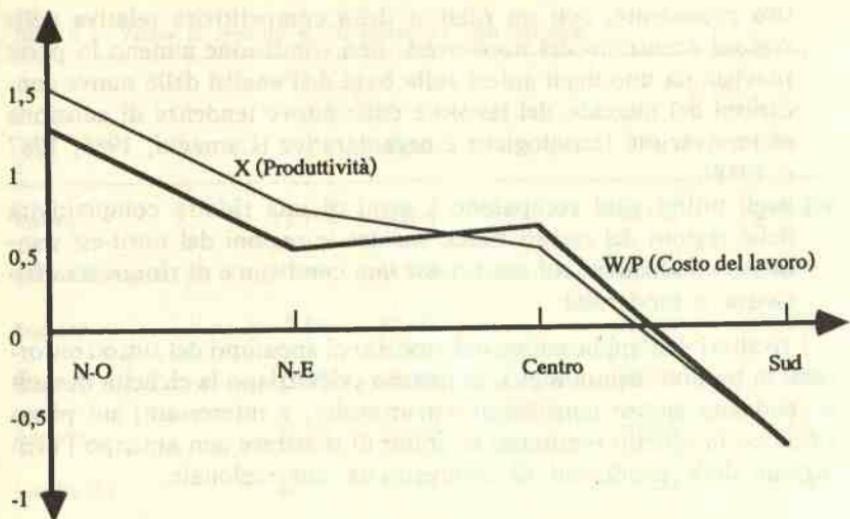


Fig. 5 - Risultati empirici sui vantaggi localizzativi regionali - 1981

3-5, per i tre anni considerati. Le curve sono inclinate negativamente, come atteso, e indicano alcuni elementi parzialmente inaspettati di tutto interesse:

- lo svantaggio localizzativo delle regioni nord-occidentali era già presente nei primi anni '60, anche se lo sviluppo di queste aree continuava ancora per effetto di fenomeni di inerzia e di aspettative estrapolative; negli stessi anni era già chiaro il vantaggio comparato delle regioni della Terza Italia;
- nel 1971 il maggiore vantaggio relativo era mostrato non dalle regioni del nord-est, come in genere si crede, ma dalle regioni del Centro Italia;
- le regioni del Mezzogiorno mostrano un buon potenziale di crescita nei primi due decenni, grazie a un costo del lavoro molto basso, che annulla lo svantaggio della bassa efficienza relativa;
- per queste regioni la situazione di vantaggio scompare negli ultimi anni, come sostenuto da molti attenti meridionalisti come Saraceno e Cafiero, (1986);
- nel 1981 appare in tutta evidenza un mutamento profondo del qua-

- dro precedente, con un rilancio della competitività relativa delle regioni «centrali» del nord-ovest, una condizione almeno in parte prevista da uno degli autori sulla base dell'analisi delle nuove condizioni del mercato del lavoro e delle nuove tendenze di adozione di innovazioni tecnologiche e organizzative (Camagni, 1986, 1987 e 1988);
- vi) negli ultimi anni compaiono i segni di una ridotta competitività delle regioni del centro Italia, mentre le regioni del nord-est sembrano condividere col nord-ovest una condizione di rinnovata efficienza e modernità.

I risultati dell'applicazione del modello ci appaiono del tutto conformi in termini metodologici, in quanto evidenziano la ciclicità di molti fenomeni spesso considerati «strutturali», e interessanti sul piano empirico in quanto sembrano in grado di mostrare con anticipo l'evoluzione delle condizioni di competitività interregionale.

2. Una tassonomia dei fattori di successo nelle aree non metropolitane

Come abbiamo detto in precedenza, gli elementi di cui abbiamo tenuto conto nel modello presentato nel paragrafo precedente costituiscono precondizioni oggettive per lo sviluppo locale; nella terminologia del Progetto Urbino (Urban Innovation) essi costituiscono la «potential sustainability» di un'area, una potenzialità che deve trovare successivo riscontro in una «actual sustainability». Entrano dunque in gioco gli elementi che abbiamo chiamato «soggettivi» o specifici di ciascuna area, che sono alla base della sua innovatività e creatività.

Essi sono in grado di generare sia un vantaggio di tipo statico nella competizione interregionale, un vantaggio in termini di costi relativi, ma soprattutto un vantaggio di tipo dinamico, generando e rinnovando la capacità di risposta dell'economia locale e la sua innovatività.

Ci sembra opportuno cercare di accorpate e comporre in un quadro unitario i diversi tipi di fattori di successo che sono stati individuati dalla letteratura, praticamente sterminata, sullo sviluppo recente della Terza Italia e, nel prossimo paragrafo, da quella sui più recenti fenomeni di rivitalizzazione urbana. Presentiamo nelle tabb. 1 e 2 alcune cifre indicative della performance recente delle regioni che hanno ospitato i due tipi di fenomeni suddetti.

Per quanto concerne la Terza Italia ci sembra opportuno organizzare la tassonomia su due principali dimensioni: la natura delle *condizioni spaziali* che caratterizzano ciascuna area e la *natura delle relazioni*

Tab. 1 - Tasso di crescita dell'occupazione non agricola

	61/71		71/81	
	<i>Tot.</i>	<i>Pmi</i>	<i>Tot.</i>	<i>Pmi</i>
Veneto	13.7%	42.0%	10.3%	27.0%
Emilia-Romagna	11.0%	35.0%	12.4%	65.0%
Toscana	7.3%	22.6%	10.9%	20.0%
Marche	15.7%	42.0%	16.5%	40.0%
Abruzzi	20.0%	37.8%	20.9%	18.0%
Lombardia	10.2%	26.9%	7.2%	7.5%
Piemonte	11.4%	12.8%	8.8%	10.7%
Italia	10.3%	22.5%	13.3%	10.0%

Pmi = meno di 100 addetti

Tab. 2 - Tasso di crescita annuale della produttività industriale

	63/66	66/71	71/76	76/81
Veneto	4.0%	4.9%	4.2%	3.5%
Emilia-Romagna	3.4%	5.7%	6.1%	2.8%
Toscana	6.3%	4.8%	4.0%	2.9%
Marche	9.7%	5.7%	3.9%	3.5%
Abruzzi	1.9%	7.9%	4.0%	2.3%
Lombardia	5.6%	4.0%	3.1%	3.9%
Piemonte	4.8%	4.1%	4.2%	4.5%
Italia	5.7%	4.7%	3.5%	2.7%

Tab. 3 - Tassonomia dei fattori di successo per aree non metropolitane

Condizioni spaz.	Prossimità spaziale	Specializzazione	Dimensione urbana picc.	Integrazione urbana/rurale
Relazioni economiche	1a Riduzione dei costi di trasporto	2a Mobilità dell'informazione	3a Costi del lavoro	4a Part-time industriale agricolo
	1b Informazioni innovative	2b Servizi in comune tra imprese	3b Costi del suolo	4b Costi di riproduzione del lavoro
	1c Reti di relazioni interpersonali	2c Flessibilità nella produzione	3c Integrazione finanza/industria locale	4c Disponibilità di forza lavoro
	1d Esteriorità di mercato	2d Specializzazione dei lavori	3d Know-how imprenditoriale tradizionale	
Relazioni politiche	2e Elasticità di adattamento ai cambiamenti	2e		
	2f Abilità di organizzazione	2g Coesione politica	3e Capacità di cooperazione	4d Conservatorismo
	1e Coesione politica			4e Stabilità politica
Relazioni sociali	1f Imprenditorialità	2h Imprenditorialità	3f Coesione sociale	4f Valori tradizionali
	1g Comunicazioni interpersonali		3g Background culturale	4g Mentalità tradizionale

implicate (politica, sociale, economica) (tab. 3).

Ci sembra di poter sintetizzare le condizioni economiche e spaziali più significative in quattro grandi classi: prossimità spaziale, specializzazione settoriale, piccola dimensione urbana e integrazione urbana/rurale.

All'interno della classificazione, abbiamo voluto evidenziare una terza dimensione aggiuntiva, che ponga in risalto quei fattori, di carattere soprattutto «soggettivo», che implicano *sinergia e integrazione*: riteniamo infatti che le sinergie locali costituiscano il fattore di successo più tipico di queste aree, alla base di quasi tutti i fenomeni di innovatività e di competitività (Camagni 1986a; Federwish, Zoller, 1986; Perrin, 1986; Stohr, 1986; Aydalot, 1986; Aydalot, Keeble, 1988; Gremi, 1988). Questi fattori sono rappresentati in grassetto nella figura, per distinguerli da quelli più tradizionali, legati alle caratteristiche strutturali delle aree.

Prossimità spaziale significa, in dettaglio: sul fronte economico, riduzione dei costi di trasporto, rapidità di circolazione di informazioni su tecnologia e mercati, reti di rapporti interpersonali che riducono ampiamente i costi di transazione all'interno dell'economia locale, «economie di localizzazione» nel senso di Hoover e Isard, ben visibili nella gestione di un'immagine di mercato, nella formazione professionale, nella predisposizione di servizi in comune; sul fronte dei rapporti politici e sociali, coesione politica, imprenditorialità e comunicazioni interpersonali.

All'interno del più generale elemento costituito dalla specializzazione settoriale, troviamo fattori singoli di successo come la circolazione di informazioni specifiche su innovazioni di processo e di prodotto, servizi in comune fra imprese, flessibilità della produzione settoriale, possibilità di spingere al massimo la specializzazione in segmenti e sottosegmenti del mercato, specializzazione del lavoro, capacità di rispondere più rapidamente al cambiamento (Piore, Sabel, 1984).

La presenza di una ridotta dimensione urbana porta con sé bassi costi di lavoro, minor costo del suolo, più stretta relazione fra industria e sistema bancario locale, una più facile trasmissione di know-how tradizionale; nella dimensione socio-politica essa implica maggiore capacità di cooperazione, coesione sociale e attitudini culturali e psicologiche di tipo tradizionale (Innocenti, 1985; Garofoli, 1985).

Infine la integrazione urbano/rurale implica part-time agricolo/industriale e possibilità di autoconsumo alimentare familiare (e dunque, come si è visto in precedenza, riduzione del costo di riproduzione della forza lavoro), disponibilità di un polmone di forza lavoro loca-

Tab. 4a - *Bibliografia dei fattori economici di successo locale*

<i>Condizioni spaziali</i>	<i>Prossimità spaziale</i>	<i>Specializzazione</i>	<i>Dimensione urbana picc.</i>	<i>Integrazione urbana e rurale</i>
1a	Cori, Cortesi 77	2a Bagnasco, Trigilia 84 Cori, Cortesi 77 Giovannelli 83 Niccoli 84	3a Bagnasco, Trigilia 84 Brunetti ^a , Segre 76 Anastasia, Fullani 82 Bagnasco 77 Macelli, Romagnoli 79 Mazzoni 81	4a Anastasia, Rullani 82 Chiozzi, Gabbi 85 Goglio, 82 Brunetta, Segre 76 Lorenzoni 80
1b	Niccoli 82	2b Bagnasco, Trigilia 84 Cori, Cortesi 77 Bertardi, Romagnoli 84	3b Anastasia, Rullani 82	4b Garofoli 81 Zaninotto 78 Anastasia, Rullani 82
1c	Cori, Cortesi 77 Niccoli 82 Niccoli 84 Irret 76	2c Bagnasco, Trigilia 84 Cori, Cortesi 77 Lorenzoni 79 Lorenzoni 80 Niccoli 84 Bernardi, Romagnoli 84 Giovannelli 83	3c Baccarini 78 Bagnasco, Trigilia 84 Baldassarri 80 Anastasia, Rullani 82 Cori, Cortesi 77 Balloni, Vicarelli 79 Macelli, Romagnoli 79 Jacobucci 86	4c Becattini 87 Mazzoni 81 Dei Ottati 87
Relazioni economiche				Lorenzoni, Sandri 82 Gaudenzi, Vacagno 76 Niccoli 84 Pettenucci 82 Berardi, Romagnoli 84

Tab. 4b - Bibliografia dei fattori politici e sociali di successo locale

Relazioni politiche	^{1d} Balloni 79 Balloni, Vicarelli 79 Cori, Cortesi 77	^{2d} Fiorevanti 82 Fuà, Zacchia 83 Giovannelli 83 Fouì 84 Lorenzoni 80	^{3d} Bagnasco, Trigilia 84 Cori, Cortesi 77 Brunetta, Segre 76 Bagnasco 77 Niccoli 82
		^{2e} Trigilia 85 Bagnasco, Trigilia 84	^{3e} Bagnasco, Trigilia 84 Niccoli 82 Cori, Cortesi 77
		^{4e} Giovannelli 83 Lorenzoni 80 Bernardi, Romagnoli 84 Niccoli 82	
			^{4f} Bagnasco, Trigilia 84 Berardi, Romagnoli 84 Niccoli 82 Berardi, Romagnoli 84
Relazioni sociali	^{1f} Bagnasco, Trigilia 84 Niccoli 82 Niccoli 84 Balloni, Vicarelli 79 Fuà, Zacchia 83	^{2f} Giovannelli 83 Bagnasco, Trigilia 84 Niccoli 82 Balloni, Vicarelli 79 Fuà, Zacchia 83	^{3f} Bagnasco, Trigilia 84 Berardi, Romagnoli 84 Niccoli 82 Balloni, Vicarelli 79 Chiozz., Gabbi 85
		^{2g} Giovannelli 83 Bagnasco 88	^{3g} Bagnasco 83 Lorenzoni 80 Bagnasco 88
			^{4g} Bagnasco, Trigilia 84
			^{2h} Bagnasco, Trigilia 84 Niccoli 82 Niccoli 84 Balloni, Vicarelli 79 Fuà, Zacchia 83

Nota: per i significati delle voci 1a, 2a, 1b, ecc. si veda la tab. 3a.

Tab. 5 - Tassonomia dei fattori di successo per aree metropolitane

Relazioni	Fattori	Competenza	Efficienza	Flessibilità	Smeriglie
Microecon.	- Concentrazione R&S	- Presenza di centri decisio- nali privati	- Riduzione intensità di la- voro e suo' nei processi produttivi	- Tecnologie di automazio- ne flessibile	- Nuova integrazione interna fra l'unzione di imprese
Mesoecon.	- Effetto «incubatore» di imprese avanzate			- Nuove pratiche manag- eriali di gestione della for- za lavoro nei processi pro- duttivi	
Macroecon.	- Presenza di fattori avan- zati nell'industria e nel ter- ziario	- Contatti interind.	- Diversificazione settoriale	- Presenza di piccole im- prese	- Integrazione tra imprese e settori (accordi di coop. joint ventures)
Sociali	- Struttura di formazione avanzata e manageriale	- Reti di comunicazione con altre metropoli	- Crescente senso di appa- tenenza ad una collettività urbana	- Reattività dei prezzi dei fattori alla crisi	- Nuovi modi delle relazioni industriali
Politiche	- Progetti culturali di vasto respiro (Progetto Milano e Progetto Torino)	- Presenza di centri decisio- nali pubblici	- Politiche urbane di rivita- lizzazione (nuove infra- strutture/science parks)	- Ridotta conflittualità po- litica	- Public/private partnerships

le nonché di potenziali imprenditori in altri settori produttivi, nonché, da un punto di vista politico-sociale, conservatorismo e stabilità politica, conservazione di valori tradizionali di risparmio e laboriosità, minori vincoli di tipo giuridico-istituzionale sull'uso del suolo e della forza lavoro, spesso regolazione sociale amministrata dalle gerarchie ecclesiastiche.

Fra tutti gli elementi sopra citati, la maggior parte concerne fattori di tipo qualitativo che stanno alla base della formazione di forte spirito imprenditoriale locale e di dinamismo innovativo, fattori che abbiamo definito come «soggettivi» e che consentono, in presenza di condizioni «oggettive» favorevoli in un contesto interregionale, l'avvio di forti dinamiche di sviluppo.

Tutti questi elementi hanno un peso differente nelle singole realtà locali: nella tab. 4 abbiamo allocato i principali studi teorico-empirici nelle diverse celle della nostra tassonomia, evidenziando quegli elementi che in ciascuno studio sono stati ritenuti strategici. Ciò fatalmente impoverisce la ricchezza di molte trattazioni e di molte analisi e non rende giustizia allo sforzo teorico di molti nel costruire un quadro interpretativo più generale e coerente; tuttavia ci pare utile confrontare fra loro questi studi che ormai formano un corpo relativamente omogeneo nella letteratura economica territoriale e sintetizzare i singoli fattori di successo che essi hanno posto in evidenza.

3. Una tassonomia dei fattori di successo nelle aree metropolitane

Anche per le grandi aree metropolitane sembra utile proporre una tassonomia dei fattori di successo che possono spiegare i recenti fenomeni di rivitalizzazione. In questo campo la letteratura è assai più scarsa, trattandosi di un fenomeno che inizia solo in questi anni a manifestarsi attraverso soprattutto una serie di «segnali deboli». Come abbiamo visto tuttavia nel paragrafo 1 il nostro modello già avvertiva la presenza di alcune precondizioni oggettive per tale rilancio nel 1981.

Possiamo classificare i fattori di successo, come già fatto in precedenza, secondo due dimensioni: quella della *natura delle relazioni* (economiche, suddivise in micro, meso e macroeconomiche, sociali e politiche) e quella delle specifiche *pre-condizioni economiche e spaziali della rivitalizzazione*. Queste ultime sono indicate, sulla scorta di alcune riflessioni passate (Camagni, 1986) nelle seguenti: competenza, efficienza, flessibilità e sinergia (fig. 8).

Per quanto concerne la competenza, da sempre si riconosce alla

grande città la capacità di attrarre e concentrare unità di ricerca, produzioni avanzate sia industriali che terziarie, «incubazione» di piccole unità di produzione di alta tecnologia, (Ciciotti, 1986), strutture di formazione di capitale umano, tecnico e manageriale; a questi attributi tradizionali, che sono stati nell'ultimo decennio rafforzati grazie all'emergere di un nuovo «paradigma tecnologico», quello delle tecnologie dell'informazione, si è aggiunta una nuova coscienza dell'ambiente politico sulla necessità di una crescita della cultura complessiva sul ruolo delle città, esplicitatasi in grandi progetti di ricerca quali il Progetto Milano dell'Irer e il Progetto Torino della Città di Torino.

L'efficienza delle strutture urbane deriva in larga misura dalla integrazione fra le diverse attività presenti nella città (rapporti intersettoriali, soprattutto fra industria e terziario di produzione), dalla presenza di una vasta rete di comunicazioni che integra le città nell'armatura urbana superiore di livello continentale, nella presenza in loco di grandi centri direzionali e decisionali, pubblici e privati (Camagni, Predetti, 1988; Capello, 1988).

L'elemento della flessibilità risulta il più interessante e il più nuovo fra quelli fin'ora individuati: a livello economico, si tratta in larga misura di un fenomeno legato alla ricerca da parte delle grandi strutture industriali di nuove pratiche, organizzative, tecnologiche e manageriali, che consentano la riduzione del gap di flessibilità e di capacità di risposta al cambiamento nei confronti delle strutture di minore dimensione. Tecnologie di automazione flessibile, che permettono diversificazione dei prodotti e versatilità degli impianti, nuove pratiche di gestione della forza lavoro, nuovi strumenti organizzativi come il «just-in-time», sistemi di telecomunicazione e controllo a distanza di processi produttivi decentrati hanno consentito alle grandi imprese del vecchio triangolo industriale negli ultimi anni un rapido processo di rivitalizzazione (Camagni, 1987 e 1988). A questi fenomeni si aggiunge la presenza nelle aree urbane di unità di piccola e media dimensione, intrinsecamente dinamiche e flessibili, e la presenza di un tessuto diversificato di servizi alla produzione che agisce come «riduttore» dei costi di aggiustamento al nuovo delle unità produttive urbane.

Sul fronte più macroeconomico e sociale, troviamo una flessibilità importante dimostrata, nel periodo precedente di crisi, dalla struttura dei prezzi relativi dei fattori produttivi, e in particolare di quelli del suolo urbano e, in una accezione larga che considera anche aspetti di conflittualità, del lavoro; come abbiamo visto in precedenza, tale flessibilità ciclica è largamente alla base del rilancio del vantaggio (o della riduzione dello svantaggio) localizzativo della macroregione di

Nord-ovest. Infine, sul fronte soprattutto delle politiche urbanistiche, troviamo negli ultimi anni una nuova attitudine e capacità decisionale delle autorità pubbliche, indirizzata direttamente alla creazione delle condizioni strutturali di una rivitalizzazione urbana: nuove infrastrutture di comunicazione (il progetto «Lombardia Cablata», il «Passante ferroviario» di Milano), utilizzazione mirata e coerente delle aree dismesse (l'approvazione del «Progetto Bicocca» e il recentissimo Documento Direttore sulle aree industriali dismesse del Comune di Milano), nuova attenzione allo sviluppo di poli della scienza e della tecnologia (Gibelli, 1985; Camagni, Gibelli, 1986; Gibelli, Magnani, 1988). Simili attitudini si manifestano anche in altre metropoli europee, con l'avvio di Progetti internazionali sulla innovazione urbana e la costituzione di Comitati scientifici direttamente impegnati nella costruzione di nuove strategie di intervento pubblico.

Per quanto concerne infine il fattore delle sinergie, un fattore strategico, come abbiamo visto, nello sviluppo delle aree NEC (nord-est-centro), esse si manifestano, sotto forme differenti, anche nelle aree urbane e sono in grado di provocare effetti importanti di tipo cumulativo.

A livello microeconomico troviamo alcune nuove strategie, seguite dalle imprese innovative e di tecnologia avanzata, orientate alla integrazione fra funzioni aziendali differenti: integrazione fra produzione e pianificazione strategica, fra ricerca e marketing, fra ingegnerizzazione e ricerca di base (se vogliamo, fra innovazione di processo e di prodotto), il tutto finalizzato a rendere più rapido e continuo il processo innovativo (Camagni, Rabellotti, 1986). Tali strategie si manifestano sul territorio nella localizzazione di «mission units» integrate in aree baricentriche per l'impresa e dunque prevalentemente in prossimità delle grandi aree metropolitane.

A livello macroeconomico e sociale troviamo la adozione di nuovi atteggiamenti nella gestione delle relazioni industriali, nuove solidarietà sociali e integrazioni fra classi, e a livello politico una ridotta conflittualità e la costruzione di numerose partnership fra pubblico e privato per la gestione di grandi progetti (di formazione, di infrastrutturazione, ecc.).

4. Conclusioni

La conclusione principale, metodologica, del nostro lavoro consiste in questa indicazione: le analisi rivolte alla individuazione dei fattori

di successo in aree specifiche, siano esse metropolitane o di sviluppo diffuso, forniscono una fotografia, per quanto dettagliata e interpretativa, dei rapporti territoriali, e dunque fatalmente una visione statica e limitata ai rapporti interni al territorio analizzato. Tale studio deve per questo essere accompagnato da una analisi di tipo diacronico e interregionale delle forze e delle condizioni «oggettive» che consentono in ciascun segmento spazio-temporale lo sviluppo delle potenzialità locali.

Inoltre, ma questo sarà prevalentemente oggetto della ricerca futura, alla analisi dei rapporti interni alle diverse aree va accoppiata una analisi altrettanto approfondita dei canali esterni di comunicazione con le altre aree, dei modi di acquisizione e di elaborazione interna dei «knowledge inputs» provenienti dall'esterno nonché dei modi con cui rapporti esterni privilegiati vengono selezionati, valutati e continuamente rinnovati.

Riferimenti bibliografici

- Anastasia, B., Rullani, E. (1982), *La nuova periferia industriale: saggio sul modello veneto*, Arsenale, Venezia.
- Aydalot, P. (1986), *Milieux innovateurs en Europe*, Gremi, Parigi.
- Aydalot, P., Keeble, D., ed. (1988), *High technology industry and innovative environments: the european experience*, Routledge, London.
- Baccarani, C., Panati, G. (1978), «Prospettive di agevolazione finanziaria per le industrie del tessile abbigliamento in una micro area di recente sviluppo», *Economia e politica industriale*, 19, 161-178.
- Bagnasco, A. (1977), *Tre Italie*, Il Mulino, Bologna.
- Bagnasco, A. (1983), «Il contesto sociale», in G. Fuà, C. Zacchia, a cura di, *Industrializzazione senza fratture*, Il Mulino, Bologna, 149-164.
- Bagnasco, A. (1988), *La costruzione sociale del mercato*, Il Mulino, Bologna.
- Bagnasco, A., Trigilia, C., a cura di (1984), *Società e politica nelle aree di piccola e media impresa. Il caso di Bassano*, Arsenale, Venezia.
- Baldassarri, M. (1980), «Note sulla struttura industriale e sui rapporti tra banche e imprese nelle Marche», *Economia Marche*, 7, 3-18.
- Balloni, V. (1979), «La direttrice adriatica allo sviluppo industriale del Mezzogiorno», *Economia Marche*, 6, 7-53.
- Balloni, V., Vicarelli, R. (1979), «Il sistema industriale marchigiano negli anni settanta», *Economia Marche*, 5, 43-74.
- Becattini, G., a cura di (1987), *Mercato e forze locali: il distretto industriale*, Il Mulino, Bologna.
- Benedetti, E., Camagni, R. (1983), «Riflessioni sulla periferia», *Economia e politica industriale*, 39.
- Berardi, D., Fanti, L., Pacini, S., Romagnoli, M., Rondelli, O., a cura di (1986), *Relazione annuale sull'economia e l'occupazione nell'area tessile pratese*, Consorzio Centro Studi, Prato, lug.

- Berardi, D., Romagnoli, M. (1984), *L'area pratese tra crisi e mutamento*, Consorzio Centro Studi, Prato.
- Bianchi, G., Magnani, I., a cura di (1986), *Sviluppo multiregionale, teorie, metodi e problemi*, Angeli, Milano.
- Brunetta, R., Segre, G., a cura di (1976), *Struttura e crisi dell'economia veneta*, Marsilio, Venezia.
- Cafiero, S. (1986), «I termini attuali del problema dell'industrializzazione del Mezzogiorno», *Studi Svimez*, 2.
- Camagni, R. (1984), «Modèles de restructuration économique dans les régions européennes pendant les années '70», in Aydalot, P., ed., *Crise et espace*, Economia, Paris.
- Camagni, R. (1986), «Robotique industrielle et revitalisation du Nord-Ouest italien», in Federwisch e Zoller, a cura di, *Economia Internazionale*, XXXIX, 2, 4, mag.-ago.-nov. (vers. ingl.).
- Camagni, R. (1987), *The spatial implications of technological diffusion and economic restructuring in Europe with special references to the Italian case*, rel. al convegno Ocse, *Tecnological developments and urban change*, Parigi, 29-30 giu.
- Camagni, R. (1988), *Functional integration and locational shifts in the new technology industry*, in Aydalot, P., Keeble, D., ed., *High Technology Industry and Innovative Environments: the European Experience*, Routledge, London, 48-64.
- Camagni, R. (1988), *Lo spazio nella pianificazione*, in Gibelli e Magnani (1988).
- Camagni, R., Cappellin, R. (1980), «Struttura economica regionale e integrazione economica europea», *Economia e Politica Industriale*, 27.
- Camagni, R., Cappellin, R. (1985), *Sectoral productivity and regional policy*, Commission of the European Community, Document, 92-825-5535-6.
- Camagni, R., Gibelli, M.C. (1986), «Urban planning strategies in an era of deindustrialisation: the scheme for a technological pole in Milan», *Revue d'Economie politique et urbaine*, 5, 663-675.
- Camagni, R., Predetti, A., a cura di (1988), *La trasformazione economica della città*, Progetto Milano, Angeli, Milano.
- Camagni, R., Rabellotti, R. (1986), *Innovation and territory: the Milan high-tech and innovation field*, in Aydalot, P. (1986).
- Capello, R. (1988), «La domanda di reti e di servizi di comunicazione nell'area metropolitana milanese: vincoli e strategie», in Camagni, R., Predetti, A., a cura di, *La trasformazione economica della città*, 309-321.
- Cappellin, R. (1983), *Osservazioni sulla distribuzione inter e intra regionale delle attività produttive*, in Fuà, G., Zacchia, C. (a cura di) 1983.
- Cappellin, R. (1983b), *Productivity growth and technological change in a regional perspective*, rel. all'VIII Conferenza di Scienze Regionali, Tokyo, Aug. 17-19.
- Cicciotti, E. (1986), *Aspetti spaziali nel processo di formazione di nuove imprese: il quadro di riferimento delle analisi e alcune verifiche empiriche*, di Camagni, R., Malfi, L., a cura di (1986), *Innovazione e sviluppo nelle regioni mature*, Angeli, Milano.
- Chiozzi, P., Gabbi, M. (1985), *Indagine qualitativa sui residenti nel Comune di Montemurlo*, in *Indagine socio-economica sul Comune di Montemurlo*, Consorzio Centro Studi, Prato.
- Cori, B., Cortesi, G. (1977), *Prato: frammentazione e integrazione di un bacino tessile*, Fondazione Giovanni Agnelli, Torino.
- Dei Ottati, G. (1987), «Distretto industriale, problemi della transazione e mercato comunitario: prime considerazioni», *Economia e politica industriale*, 51, set., 93-122.

- Fanti, L. (1984), *Modello produttivo e figure professionali intermedie nel tessile pratese*, Consorzio Centro Studi, 4.
- Federwisch, J., Zoller, H.G., ed. (1986), *Téchnologie nouvelle et ruptures régionales*, Economica, Parigi.
- Fioravanti, P. (1982), «Struttura familiare e organizzazione del lavoro», *Immagine dell'uomo*, mag.-dic., 314-320.
- Fuà, G., Zacchia, C., a cura di (1983), *Industrializzazione senza fratture*, Il Mulino, Bologna.
- Ganugi, P., Romagnoli, M. (1982), *Aspetti della domanda e dell'offerta di lavoro nell'area pratese*, Consorzio Centro Studi, Prato.
- Garofoli, G. (1981), «Aree periferiche: analisi territoriale e mercato del lavoro», *Economia Marche*, dic. 81, 3-13.
- Garofoli, G. (1985), *Sviluppo multiregionale e sviluppo industriale*, in Bianchi, G., Magnani, I., a cura di (1986), 39-64.
- Gibelli, M.C., a cura di (1985), *La rivitalizzazione delle aree metropolitane*, Clup, Milano.
- Gibelli, M.C., Magnani, I., a cura di (1988), *La pianificazione urbanistica come strumento di politica economica*, Angeli, Milano.
- Giovanelli, L. (1983), *Una politica innovativa nelle piccole e medie imprese*, Etas, Milano.
- Goglio, S., a cura di (1982), *Italia: centri e periferie*, Angeli, Milano.
- Gremi (1987), *Innovation Policies at the local level*, Table Ronde, Parigi, 14-15 dic.
- Gremi (1988), *Milieux locaux et dynamiques d'innovation*, Atti del Seminario, Ascona, 14-17 apr.
- Innocenti, R., a cura di (1985), *Piccola città, piccola impresa*, Angeli, Milano.
- Irpet (1976), *Lo sviluppo economico della Toscana: problemi e prospettive*, Irpet, Firenze, feb.
- Jacobucci, D. (1986), «Piccole e medie imprese marchigiane ed esportazioni: aspetti finanziari, valutari ed assicurativi», *Economia Marche*, 2.
- Lorenzoni, G. (1979), *Una politica innovativa nelle piccole e medie imprese*, Etas, Milano.
- Lorenzoni, G. (1980), *Lo sviluppo industriale di Prato*, in *Storia di Prato (secolo XVIII-XX)*, vol. III, Cassa di Risparmio e Depositi, Prato.
- Lorenzoni, G., Sandri, S. (1982), *La strategia di sviluppo della banca locale*, Il Palazzo, Prato.
- Macelli, A., Romagnoli, M. (1979), «Aspetti del decentramento produttivo nell'area tessile pratese», *Inchiesta*, gen. feb., 83-89.
- Mazzoni, R. (1981), «Alcuni aspetti del recente sviluppo economico delle Marche», *Economia Marche*, dic., 15-47.
- Niccoli, A. (1982), «Economia marchigiana negli anni settanta», *Economia Marche*, 2, 167-205.
- Niccoli, A. (1984), «Alle origini dello sviluppo economico marchigiano», *Economia Marche*, 1, 3-17.
- Perin, J.C. (1986), *Téchnologies nouvelles et synergies locales: éléments de théorie et d'analyse*, rel. al Gremi Seminar, set. 1-3, ora in Aydalot, P., Keeble, D., (1988).
- Pettenati, P. (1982), «Lo sviluppo economico delle aree periferiche: considerazioni generali», *Economia Marche*, 2, dic., 159-188.
- Piore, M., Sabel, C. (1984), *The second industrial devide*, Basic, New York.
- Saraceno, P. (1986), «La questione meridionale a fine 1986», *Studi Svimez*, 2.
- Stohr, W. (1986), *Territorial innovation complexes*, in Aydalot, P., a cura di, *Milieux innovateurs en Europe*, 1986, 29-54.
- Stohr, W., Todtling, F. (1977), «Spatial equity: some anti-theses to current regional development doctrine», *Regional Science Association Papers*, 38, 33-53.

- Trigilia, C. (1985), «La regolazione localistica: economia e politica nelle aree di piccola impresa», *Stato e mercato*, 14, ago. 181-228.
- Zaninotto, E. (1978), «Struttura tecnologica, professionalità, decentramento produttivo: ipotesi interpretative del caso Veneto», *Economia e politica industriale*, 18, 147-165.

LA GESTIONE DEL PROCESSO INNOVATIVO. STRUMENTI ED AMBITI DI APPLICAZIONE*

di Maurizio Bielli, Lionello Negri e Marco Stampa

Introduzione

L'innovazione, il cambiamento tecnologico, la diffusione ed il trasferimento spazio-temporale delle nuove tecnologie costituiscono un rilevante processo socio-economico, dinamico e complesso, che ha dimensioni culturali troppo vaste per essere confinato in una singola disciplina o essere limitato ad una valenza meramente aziendale. Nell'attuale contesto produttivo, le capacità e le tendenze innovative delle imprese risultano elementi essenziali per la crescita economica e lo sviluppo sociale, in quanto esse condizionano tutta una serie di fattori connessi all'occupazione, al tenore di vita, all'ambiente ed al progresso in generale.

Inoltre, dal punto di vista imprenditoriale, l'attenzione verso l'innovazione non è più una scelta strategica come tante altre ma un'esigenza cruciale di sopravvivenza nel mercato, poiché la competitività dell'impresa si identifica con la sua capacità a saper cogliere le opportunità e, quindi, ad essere innovativa.

Infatti, le caratteristiche di fondo dello scenario che si prospetta alle imprese sul breve-medio periodo sono quelle dell'accelerazione dei processi di cambiamento innovativo, della profonda trasformazione del sistema industriale e del mercato, della variazione nella dinamica del ciclo di vita dei prodotti.

* Una versione preliminare di questo lavoro è stata presentata all'11° Corso *Modelli di Analisi e Politiche Regionali per gli Anni Novanta - Nuove Tecnologie ed Innovazione nel Governo del Sistema Sociale, Economico e Territoriale* del Programma di istruzione permanente Cnr-lasi *Tecniche e Modelli per la Programmazione Regionale*, Capri, 6-12 mag. 1990.

Tutto ciò impone l'adozione di nuovi modelli organizzativi e produttivi, orientati alla flessibilità, alla deverticalizzazione ed all'integrazione della funzione Ricerca e Sviluppo (R&S) in ogni singola fase dell'attività aziendale.

La necessità prioritaria della piccolo-media impresa nei riguardi dell'innovazione produttiva consiste nel rafforzamento delle basi scientifiche, metodologiche e culturali indispensabili per affrontare i problemi connessi al cambiamento. Di fatto, per poter migliorare le *performance* aziendali e la qualità dei prodotti, occorre far leva sull'uso strategico delle nuove tecnologie e delle innovazioni, combinandole ed integrandole con le realtà aziendali contingenti, interpretando e governando, mediante idonei strumenti metodologici e di supporto decisionale, i processi di trasformazione ed anticipando i cambiamenti imposti dalla tecnologia, dall'ambiente esterno e dalla complessità e turbolenza del mercato.

Il tema dell'innovazione si pone, pertanto, oltre che come attuale, anche, e soprattutto, come centrale e prioritario per il comparto industriale ed, in particolare, per la sopravvivenza stessa della piccola e media impresa, che, in molti casi, rappresenta uno dei più efficaci vettori per il trasferimento tecnologico e l'innovazione.

Allo stato attuale, la strategia vincente è sempre più quella dell'immersione di quote crescenti di ricerca e di innovazione tecnologica nonché di elevati *standard* qualitativi, riferiti ai processi ed ai prodotti così come ai servizi, alla Pubblica Amministrazione ed al sistema infrastrutturale nel suo complesso.

L'imminenza del Mercato unico europeo impone scelte e strategie fondate sulla cooperazione industriale, sulla collaborazione attiva fra imprese, centri di ricerca ed università, sulla creazione ed implementazione di strutture e di sistemi di servizio avanzati ed adeguatamente integrati su scala comunitaria. Lo sviluppo del processo innovativo richiede, infatti, due condizioni chiave:

- organizzazione e promozione di contatti transnazionali diretti tra agenti diversi (scambio e mobilità di risorse umane);
- creazione di un'efficiente rete internazionale per la circolazione e la diffusione, in tempo reale, di idee ed informazioni.

1. Ricerca scientifica ed innovazione tecnologica

1.1. Teorie dell'innovazione

Secondo la formulazione del Freeman, l'innovazione ed il conse-

guente allargamento dei domini delle capacità-opportunità tecniche e tecnologiche¹ scaturiscono dall'azione, concomitante e sinergica, di:

- rete scientifica;
- tessuto industriale;
- mercato (interno ed internazionale),

intesi come componenti fondamentali di quello che l'autore definisce *new technology system*² (Freeman, 1979).

Tale teoria combina ed amplia gli assunti di due precedenti correnti di pensiero, schematizzabili nella *demand-pull theory* (Schmookler, 1966) e nella *science-push theory* (Schumpeter, 1934), le quali assegnano, rispettivamente, al mercato ed alla ricerca il ruolo di fattori origine-guida dell'innovazione tecnologica.

Schmookler attribuisce alla tecnologia capacità di autogenesi e di autoalimentazione che ne consentono uno sviluppo indipendente dalle conquiste della scienza e dalla comprensione teoretica dei fenomeni naturali coinvolti.

Schumpeter, dal canto suo, individua nella scienza e, di conseguenza, nella ricerca quale strumento per l'ampliamento del fronte della conoscenza, il motore primo del progresso tecnico (si pensi ai settori *science-based*³). «La correlazione tra *sapere scientifico* e *tecnologia* viene così ad essere diretta e induce, l'una indicando l'attività intesa a modificare il sapere e l'altra l'introduzione di cambiamenti nelle regole di un processo produttivo» (Ruberti, 1985, p. VII).

1.2. Invenzione ed innovazione

Ipotizzando l'esistenza di un'interrelazione causa-effetto fra ricerche scientifiche e progresso tecnico, Schumpeter introduce, nei termini di seguito esposti, i concetti di (Schumpeter, 1939):

- invenzione: prima applicazione tecnologica del prodotto direttamente originato dalla ricerca scientifica (idea nuova, nuova idea di soluzione, risultato con oggettive caratteristiche di novità ed originalità);
- innovazione⁴: utilizzazione dell'invenzione in ambito produttivo (beni e/o servizi), mediante successive applicazioni, implementazioni imitative ed adattative, genesi di ulteriori opzioni tecnologiche, non solo complementari, atte a trasformarla in fatto economico e commerciale.

La corrispondenza tra invenzione ed innovazione non è, comunque, biunivoca, in quanto l'invenzione – e, quindi, la ricerca scientifica

– sono condizioni necessarie ma non sufficienti per l'innovazione. Infatti, mentre un'innovazione presuppone generalmente una o più invenzioni-origine, un'invenzione non dà necessariamente sempre luogo ad un'innovazione.

Inoltre, «sia la ricerca scientifica sia l'innovazione tecnologica sono (processi) in sé complessi» correlati da interazioni dinamiche e multidirezionali e «le variabili ed i vincoli in gioco sono molto numerosi, andando dal patrimonio culturale alle caratteristiche dell'assetto socio-economico» (Ruberti, 1983, p. 23).

1.3. Classificazione dell'innovazione

I criteri di classificazione delle innovazioni, via via proposti, parallellamente all'evoluzione del progresso tecnico stesso, sono molteplici e differenziati. A titolo esemplificativo, ne vengono riportati alcuni tra i più significativi, almeno per quanto attiene a considerazioni di ordine macro.

a. Oggetto e tipologia dell'innovazione

Le innovazioni possono essere ricondotte a cinque categorie-tipo che coprono lo spettro degli avanzamenti sia strutturali che gestionali (Schumpeter, 1934):

- realizzazione di un nuovo bene/servizio o sviluppo qualitativo di un prodotto già esistente (*innovazione di prodotto*);
- sviluppo di un nuovo e/o migliore «processo di produzione (applicabile ad) un materiale od oggetto già disponibile» (*innovazione di processo*) (Ruberti, 1985, p. VII);
- creazione di un nuovo mercato o, in subordine, di nuove opportunità su mercati preesistenti;
- allargamento delle disponibilità di materie prime ed intermedi, in seguito a nuove scoperte o a sopraggiunte possibilità di sfruttamento per fonti già note ma non ancora utilizzate⁵;
- instaurazione di nuove forme organizzativo-produttive e modifica dei rapporti economico industriali⁶, a livello sia nazionale che internazionale.

Aumentando il livello di disaggregazione e «considerando un prodotto o un processo produttivo come un sistema complesso formato da sottoinsiemi» si può, poi, suddividere tra:

- *innovazione di sistema*;

- *innovazione di sottosistema,*

ed ancora, «nel caso di un prodotto, tra:

- *innovazione per sostituzione,*

dato di un componente in un prodotto dato;

- *innovazione per assemblaggio,*

di componenti, tecniche, tecnologie per ottenere un prodotto nuovo che risponda meglio alle stesse funzioni di prodotti esistenti;

- *innovazione per cambiamento,*

sia in componenti, tecniche e tecnologie che nelle funzioni di un prodotto» (Businaro, 1982, p. 69).

Con specifico riferimento alla qualità ed ai contenuti innovativi intrinseci, si è soliti, poi, distinguere tra:

- *innovazioni originali;*

- *innovazioni imitative e/o di perfezionamento.*

b. Portata dell'innovazione

Adottando una schematizzazione recentemente proposta (Freeman e Perez, 1986), le innovazioni si articolano in:

- *innovazioni incrementali*

(ad es., dispositivi per ridurre i consumi di energia primaria nella trazione e soluzioni per abbattere l'inquinamento, acustico-vibrazionale e da emissioni allo scarico, provocato dai veicoli stradali).

Caratterizzate da una distribuzione temporale mediamente uniforme, tali innovazioni costituiscono le fondamenta, lo zoccolo duro dell'intero processo innovativo, generando, in azione congiunta e sinergica, significativi cambiamenti a livello macroeconomico;

- *innovazioni radicali*

(ad es., telefax, videocamera, elettrodomestici e, nel campo dei beni capitali, macchine utensili a controllo numerico, sistemi flessibili di lavorazione, di progettazione e di interfaccia progettazione/lavorazione).

A distribuzione temporale non uniforme e sostanzialmente casuale⁷ pur nell'ambito di «naturali» direttive preferenziali di sviluppo per la ricerca e l'innovazione (Nelson, Winter, 1977), si estrinsecano trasversalmente rispetto al ventaglio dei settori disciplinari di base;

- *nuovi sistemi tecnologici*

(ad es., nuovi materiali e relative tecniche di giunzione, anche mista).

Combinazioni di innovazioni, a matrice scientifico-tecnologica comune, in grado di incidere sensibilmente sul sistema produttivo e, quindi, sul macrosistema socio-economico, anche per la spiccata tendenza alla *cross-fertilization* verso settori applicativi diversi da quello origine.

Con riferimento all'esempio citato, si pensi alla crescente, massiccia diffusione dei materiali avionici nel settore dei trasporti su gomma e su ferro, al fine di contribuire alla riduzione dei pesi a tara dei veicoli;

– *rivoluzioni tecnologiche*

(ad es., la macchina a vapore, la stampa, l'elettricità, ma anche, in termini più attuali, le nuove tecnologie – automatica, robotica, informatica, microelettronica, telecomunicazioni, biotecnologie, ingegneria genetica, ecc. – concordemente ritenute vettori di trasformazioni «epocali»).

Queste innovazioni, rivoluzionarie in termini sia di funzioni che di tecnologie, generano profonde mutazioni a livello tecnico-tecnologico quanto socio-economico, finendo col determinare veri e propri cicli storici. Esse «passano attraverso un processo di diffusione molto lento (congruente con i tempi) di «apprendimento» sia da parte dell'azienda (in tutte le sue funzioni) che da parte del mercato» (Businaro, 1982, p. 71)⁸.

c. Principale vantaggio conseguente all'innovazione

In particolare, a seconda che consentano, rispettivamente, un aumento del tasso di produttività del lavoro od una diminuzione del rapporto «capitale/prodotto», è possibile classificare le innovazioni in due macrogruppi:

- *innovazioni Labor Saving*;
- *innovazioni Capital Saving*.

d. Raggio d'azione dell'innovazione

La distinzione fra:

- *innovazioni centralizzate*;
 - *innovazioni distribuite*,
- «pone in risalto il tipo di interazione con l'utilizzazione, (consentendo di) valutare gli effetti che un'innovazione può produrre. Così, ad esempio, la ferrovia è stata per i trasporti una innovazione cen-

tralizzata e l'automobile un'innovazione distribuita; un parallelo con questo esempio, illuminante per prevedere gli effetti futuri, è quello del calcolatore centrale e del calcolatore personale» (Ruberti, 1985, pp. VII-VIII).

1.4. *Diffusione e trasferimento dei risultati della ricerca*

La transizione «ricerca scientifica → progresso tecnologico» può essere, schematicamente ma efficacemente, interpretata utilizzando un modello bistadio, simile a quello introdotto da Darwin per spiegare l'evoluzione biologica in termini di selezione naturale, in cui alla genesi teoretica (invenzione) segue un processo di valutazione, scelta, applicazione ed adozione che ha come risultato finale l'innovazione (Nelson, Winter, 1977).

L'avanzamento tecnologico, inoltre, è funzione, oltre che della «quantità/qualità dell'innovazione prodotta, anche, e soprattutto, delle caratteristiche di applicabilità, su scala industriale e di redditività nel breve-medio periodo dei trovati. Poiché, specialmente con riferimento ai settori *science-based*, una considerevole quota-parte dell'innovazione scaturisce da ambiti extra-industriali, le potenzialità di introduzione risultano direttamente proporzionali all'efficacia/efficienza dei flussi informativi (*diffusione*) e delle azioni mirate alla conversione applicativa dei risultati della ricerca (*trasferimento*).

La *diffusione*, propedeutica e funzionale al *trasferimento*, si esplica attraverso un complesso di azioni (di varia natura, dalla letteratura specialistica ai bollettini informativi, fino ai contatti *face-to-face*), mirate alla tempestiva informazione dell'utenza circa lo stato d'avanzamento dei programmi di ricerca in corso ed i relativi risultati raggiunti. È opportuno sottolineare come un'efficiente rete informativa di diffusione consente di accelerare la fase iniziale di adozione dell'innovazione e costituisca un valido strumento per il monitoraggio e l'analisi della domanda di innovazione (e, quindi, di ricerca), fornendo le basi conoscitive necessarie alla valutazione delle future iniziative a partire dalle indicazioni provenienti dai settori di utilizzazione del mercato.

La fase successiva, il *trasferimento*, ha il compito di colmare la distanza fra fonte tecnico-scientifica dell'innovazione ed i settori di implementazione produttiva, prima, e di commercializzazione, poi, contribuendo alla chiusura del circuito domanda-offerta già attivato dalla *diffusione*.

In termini operativi e con riferimento al particolare settore della ricerca a finanziamento pubblico, il trasferimento può avvenire essen-

zialmente attraverso i seguenti tre strumenti:

– *politica brevettuale*,

che favorisce la divulgazione dei risultati della ricerca scientifica e tecnologica in forma congruente rispetto agli obiettivi industriali, consentendo, soprattutto nel caso della piccola-media impresa, di ridurre considerevolmente i rischi connessi allo sviluppo industriale di un'invenzione, in quanto l'esclusività di sfruttamento offerta dal brevetto tutela dalla concorrenza commerciale servile;

– *normativa tecnica*,

che, attraverso standardizzazioni di prodotto/processo, offre l'opportunità di ridurre le diversificazioni produttive ed i relativi costi, stimolando, nel contempo, le imprese al continuo aggiornamento tecnologico imposto dall'innovazione;

– *programmi orientati di ricerca in aree strategiche*,

che, oltre a creare strutture tecnico-scientifiche specialistiche, assicurano un efficace ed immediato *fall-out* dell'innovazione, conseguente al diretto coinvolgimento delle industrie» (Cinquegrani et al., 1989, pp. 151-152). Un tipico esempio è costituito dai Progetti finalizzati del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr) (cfr. successivo par. 4).

1.5. Diffusione dell'innovazione

La diffusione temporale dell'innovazione avviene secondo tre stadi successivi, il cui andamento (sul piano «tempo-percentuale di adozione», in termini di imprese che hanno adottato l'innovazione), è complessivamente, rappresentato (cfr. fig. 1) da una curva ad S, sulla quale sono riconoscibili (Colla, Leonardi, 1984):

- *stadio di origine*: tratto iniziale, con pendenza direttamente proporzionale all'efficienza del sistema informativo di diffusione (cfr. par. 2, punto 2.4): a parità di intervallo di tempo, il numero dei centri che adottano l'innovazione è maggiore nel caso di informazione esauriente, tempestiva e ad ampio spettro. La diffusione avviene per effetto gerarchico, a partire da centri di maggior peso (tecnologico ed economico);
- *stadio di diffusione* tratto centrale, rappresentativo della fase di maggior pervasività dell'innovazione che procede per combinazione di modelli di diffusione gerarchici ed epidemici⁹;
- *stadio di saturazione (o di condensazione)*: tratto terminale a tendenza asintotica, caratterizzato da propagazione di tipo casua-

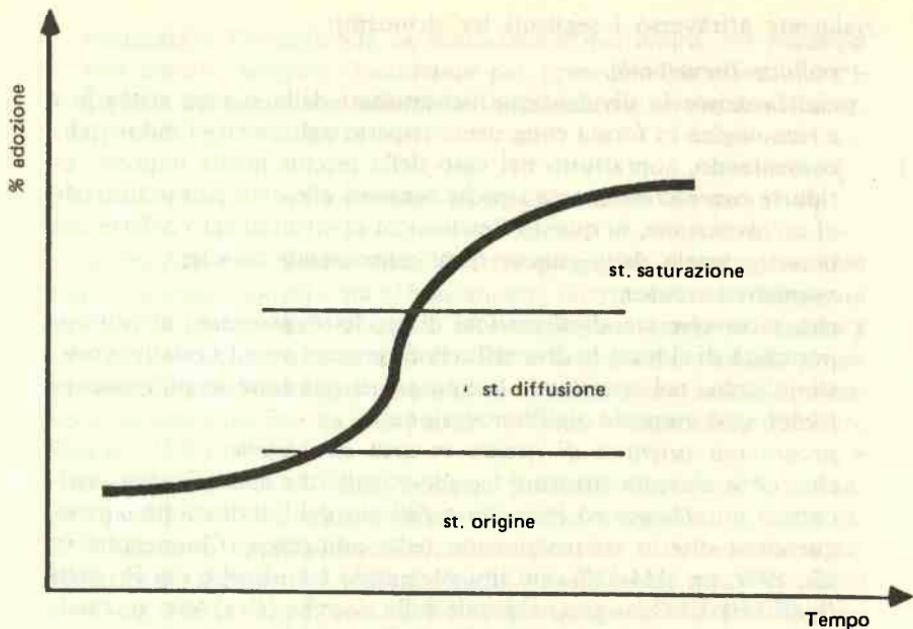


Fig. 1 – Propagazione spazio-temporale dell'innovazione tecnologica

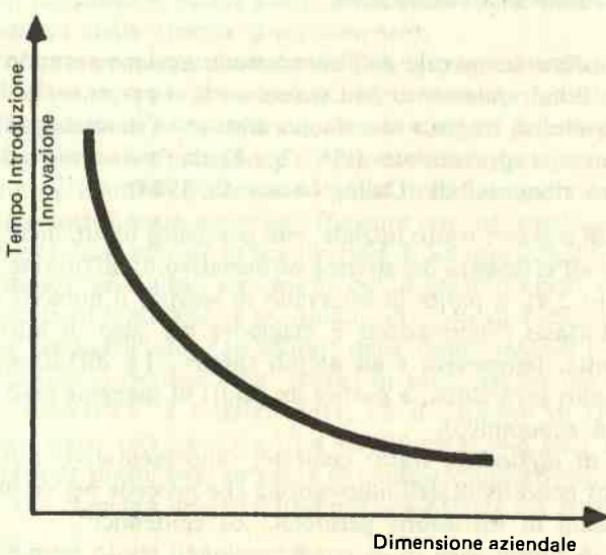


Fig. 2 – Soglia temporale di adozione dell'innovazione in funzione della dimensione d'impresa

le, con incrementi sull'asse delle ordinate vincoli a δ temporali di notevole ampiezza.

Può essere interessante osservare come tale andamento, peraltro rappresentativo anche della diffusione spaziale (per anelli concentrici a partire da poli di preminenza tecnologica), ricalchi quello della curva che mette in relazione l'investimento cumulativo in R&S (ascisse) con la redditività delle risorse impegnate (ordinate), il cui tratto iniziale, corrispondente alle zone a maggior rischio finanziario, identifica l'area preferenziale per l'intervento pubblico funzionale all'innovazione.

I fattori che influenzano la propagazione dell'innovazione tecnologica, determinandone velocità, tasso, potenziale pervasivo ed, in definitiva, il successo od il fallimento, sono, evidentemente, complessi, eterogenei e fondamentalmente instabili. In particolare, con riferimento all'ambito industriale-produttivo, un ruolo decisivo è giocato dalla valutazione (misura, se per quanto possibile) di elementi quali (Mansfield, 1968):

- vantaggi economici direttamente conseguibili con l'applicazione dell'innovazione;
- rischi connessi all'immediata utilizzazione dell'innovazione (eventuali interventi di adattamento e/o messa a punto che possono risultare impegnativi ed onerosi) e loro saggio di riduzione nell'ottica della redditività di impresa;
- risorse (finanziarie e professionali) necessarie alla pratica e vantaggiosa attuazione dell'innovazione.

Tra tempo d'introduzione dell'innovazione e dimensione dell'impresa innovatrice (cfr. fig. 2) sussiste, inoltre, una relazione di proporzionalità inversa, esprimibile, in prima approssimazione, mediante una funzione regolare monotona decrescente del tipo (Colla, Leonardi, 1984):

$$T = tx^{-\alpha}$$

con:

- T = tempo di adozione da parte di imprese di dimensione $\geq x$;
- x = dimensione d'impresa di riferimento;
- t = tempo di adozione per l'impresa di minori dimensioni tra quelle del campione in esame;
- α = parametro d'inclinazione della curva; al decrescere di α diminuiscono le differenze fra i tempi di adozione delle grandi e delle piccole imprese e la curva tende a trasformarsi in una retta parallela all'asse delle ascisse.

2. Gli incentivi a sostegno della ricerca e dell'innovazione come strumento di politica industriale

La continua e crescente diffusione dell'innovazione nei vari compatti produttivi è un fenomeno che, soprattutto a partire dalle crisi energetiche degli anni '70, ha caratterizzato lo scenario socio-economico di tutti i paesi tecnologicamente avanzati.

In particolare, la necessità di ripristinare adeguati tassi di redditività industriale, a fronte dei problemi di riconversione e ristrutturazione imposti sia dalle mutate condizioni di scambio tra materie prime e prodotti finiti che dall'evoluzione dei rapporti tra imprenditoria e forza lavoro organizzata all'interno delle aziende, ha favorito ed accelerato l'introduzione dell'innovazione tecnologica (cfr. par. 1) nel sistema produttivo o, quanto meno, stimolato la domanda di tecnologia avanzata da parte di molteplici settori.

La rapida espansione di questa ondata innovativa ha fatto sorgere un insieme complesso di problemi, determinando notevoli ricadute sul sistema socio-economico. Al riguardo, ci sembra opportuno rilevare come la genesi stessa e la gestione di tale processo non siano imputabili a spontaneità e/o improvvisazione, così come qualche apologeta del «mercato libero» vorrebbe, alle soglie del duemila, far credere. Tutti gli Stati moderni sostengono, infatti, attivamente il processo innovativo, fornendo all'industria strumenti e risorse le cui entità ed articolazioni variano sensibilmente in funzione del contesto e delle differenti situazioni politiche ed economiche.

Tali interventi governativi, situati sul versante dell'offerta, sono classificabili in base agli obiettivi prefissati, ai settori interessati ed agli strumenti scelti ed adottati.

La politica della ricerca e dell'innovazione¹⁰ mira a conseguire un risultato che può definirsi «intermedio» rispetto all'obiettivo finale globale dello sviluppo economico di un paese (Chiri, 1986).

La riscoperta della centralità di tale politica affonda, infatti, le proprie radici nella consapevolezza che il progresso tecnico è fattore di superamento non neutrale delle crisi che interessano una struttura economica e sociale, risultando, al tempo stesso, elemento chiave per l'efficace attuazione di strategie, politiche ed economiche, volte al più generale innalzamento del livello di benessere della collettività.

Il finanziamento pubblico promosso dai *policy-maker*, può, peraltro, assumere connotati diversi a seconda della «filosofia» che ispira le varie azioni, passando da una sorta di protezionismo mascherato (ristrutturazione pseudo-innovativa di settori deboli) al puro e semplice

salvataggio di imprese in crisi (Avitabile et al., 1985; Cer-Irs, 1986).

La specificità di questa politica sta nell'avere per oggetto le attività di R&S che, come noto, sono caratterizzate da esiti reddituali ad elevato grado di incertezza ed, in ogni caso, differiti, oltre che da risultati o non immediatamente trasferibili in ambito produttivo e, quindi, sfruttabili od il cui valore commerciale può rapidamente diminuire a causa di fenomeni di imitazione e/o concorrenza.

L'incertezza che contraddistingue le attività di R&S impone all'imprenditore il perseguitamento di saggi di profitto superiori alla media¹¹.

L'aspettativa di extra-profitto costituisce, comunque, un efficace stimolo all'investimento in R&S, ma, dato che i risultati della ricerca scientifica (ed in molti casi anche di quella applicata) possono risultare disponibili in forma concretamente sfruttabile solo dopo molti anni dall'investimento iniziale, spesso l'industria rinuncia alle opportunità dell'innovazione, preferendo operare in termini di ristrutturazione e razionalizzazione aziendale, anche se a scapito dell'ammodernamento del sistema produttivo nella sua integralità.

Questa scelta «rinunciataria» comporta, generalmente, costi sociali tutt'altro che trascurabili. In tal senso, poiché il meccanismo che fa del progresso tecnico il motore dello sviluppo non sempre si avvia spontaneamente, uno dei compiti prioritari dello Stato consiste proprio nel sostenere quelle attività di R&S che comportano un alto grado di rischio iniziale, connesso all'impegno di ingenti risorse umane e finanziarie.

È l'interesse collettivo, perciò, a fare aggio sulle aspettative di profitto delle imprese ed a superare le resistenze ad investire in un determinato settore (De Marchi, 1990).

Poiché l'accresciuta importanza dell'intervento pubblico è, come si è detto, comune a tutti i Paesi industrializzati, è necessario schematizzare e valutare consistenze e forme delle azioni governative sulla base delle *performance* finali¹².

Gli strumenti di sostegno comunemente impiegati in materia di politica scientifica e di politica industriale¹³ possono essere, schematicamente, distinti in tre classi (Antonelli, 1989):

a. Incentivazione fiscale di tipo automatico ed indiretto

Deduzioni di imponibile, attuate tramite istituti come il credito di imposta e la detassazione degli utili provenienti dalle attività di ricerca, volte a stimolare le imprese ad aumentare gli investimenti in R&S;

b. Domanda pubblica ad elevato contenuto di ricerca

Un caso tipico è rappresentato dalle commesse governative per la ricerca nel settore militare (si pensi, ad esempio, agli Stati Uniti ed al Regno Unito).

Indipendentemente da ogni considerazione di ordine etico (peraltro non disinvolgamente eludibile, come dimostrano i recenti, drammatici eventi bellici), si può facilmente rilevare come la ricaduta tecnologica sul sistema socio-economico nel suo complesso non sia né automatica né garantita. Risulta, pertanto, più conveniente far convergere le risorse disponibili su obiettivi civili di interesse prioritario e strategico, utilizzando la domanda pubblica per stimolare e favorire la R&S in aree (ad esempio, sanità ed ambiente) dove il *fall-out* produttivo può essere più sicuro, esteso, diretto ed immediato.

I programmi pubblici ispirati a questa filosofia sono generalmente ambiziosi e richiedono, di conseguenza, rilevanti *background* di conoscenze specifiche di supporto alle scelte decisionali;

c. Sostegno finanziario di tipo collettivo e diretto

Finanziamenti agevolati e contributi a fondo perduto erogati tramite contratti stipulati tra lo Stato e le imprese che presentano progetti di ricerca e/o di miglioramento tecnologico, talvolta inquadrati in organici programmi, specialisticamente tematici, di interesse nazionale.

È questo lo strumento maggiormente applicato nel nostro paese, mediante appositi meccanismi burocratici di selezione delle richieste e di erogazione dei fondi (cfr. successivi parr. 3 e 4).

In questa classe si possono far rientrare anche i cosiddetti «interventi partecipativi» di capitale pubblico in società di ricerca. Tale tipologia di intervento è già stata positivamente attuata in paesi – come, ad esempio, gli Stati Uniti (*Small Business Firm* e varie forme di *venture capital*) e la Francia – dove, con il contributo di enti di ricerca pubblici, sono sorte numerose imprese, prevalentemente di piccole dimensioni, operanti in molteplici settori tecnologicamente avanzati (Mustar, 1990). Per quanto riguarda l'Italia, la recente e, peraltro, limitata esperienza delle società di ricerca del Fondo dell'Istituto mobiliare italiano (Imi) (Stampa, 1987) sta facendo registrare i primi significativi risultati.

A ciascuna delle suddette classi corrispondono particolari modalità operative, caratterizzate da procedure codificate in una legislazione che è sovente il prodotto di contesti culturali e di «tradizioni» ammini-

strative specifiche oltre che di complicati compromessi tra le molteplici e contrastanti esigenze degli attori del processo innovativo.

La gamma delle forme che questi strumenti possono assumere dipende, poi, dal quadro istituzionale del paese e dai settori produttivi di volta in volta destinatari dell'intervento.

È, però, opportuno chiarire che la politica di sostegno alla ricerca deve necessariamente avvalersi di strumenti operativi diversi a seconda che sia finalizzata a stimolare, in prima fase, od a sostenere, con risorse supplementari, l'impegno dell'industria.

A questo proposito, recenti contributi (Antonelli, 1989) hanno iniziato a prospettare l'ipotesi che, negli ultimi anni, l'aumento dei finanziamenti pubblici alla ricerca abbia causato una parallela, corrispondente contrazione degli investimenti privati. Si sarebbe, cioè, verificato un negativo effetto di sostituzione della spesa pubblica a quella privata e non, come sarebbe stato auspicabile, un aumento della spesa complessiva per la R&S.

Tale preoccupante tendenza, comune a tutti i paesi sviluppati (Lichtenberg, 1987), potrebbe soprattutto dipendere dalle oggettive difficoltà che ostacolano, particolarmente sul breve periodo, l'ottimizzazione, quantitativa e qualitativa, dei fattori impiegati nel settore della ricerca¹⁴.

3. Principali strumenti per il finanziamento della ricerca e dell'innovazione in Italia

3.1. L'ambito nazionale ed il ruolo del Fondo per la ricerca applicata

Il fatto che l'Italia si sia dotata di un «sistema ricerca» sempre più articolato ha comportato che la pluralità degli attori coinvolti facesse accrescere, anziché ridurla, la complessità delle procedure.

Un esame della politica scientifica e tecnologica nazionale può essere svolto, ripercorrendone la storia nei suoi tratti fondamentali, attraverso l'analisi critica dei provvedimenti emanati e degli interventi effettuati.

A partire dall'istituzione (legge 283/63) dell'Ufficio del Ministro per il coordinamento della ricerca scientifica e tecnologica (Dicastero fino a poco tempo fa senza portafoglio¹⁵), è andata via via affermandosi la consapevolezza — inizialmente manifestatasi, negli anni '60, con il supporto pubblico al programma nucleare, al programma spaziale ed all'azione del Cnr — dell'importanza di sostenere la ricerca industriale.

Anteriormente alla prima crisi petrolifera, la politica pubblica per l'innovazione si è, peraltro, concretizzata attraverso un insieme disorganico e frammentario di interventi legislativi, ad iniziare dalla legge 1329/65 (la cosiddetta «Legge Sabatini»), gestita dal Mediocredito Centrale, che concedeva contributi pubblici sugli interessi per l'acquisto dilazionato di macchine utensili per l'industria. Questa legge ha comunque elargito contributi assai modesti.

Con l'obiettivo di agevolare l'industria ad operare riconversioni e ristrutturazioni produttive in un momento di crisi, sono state, successivamente, varate la legge 373/76, che concedeva finanziamenti agevolati per gli investimenti fissi in ricerca tecnologica e sperimentazione tecnica, e la più riconosciuta legge 675/77. La lentezza con cui sono state effettivamente erogate le somme stanziate per la legge 675/77 (che alla sua scadenza non aveva ancora liquidato le prime richieste di contributo) ne ha fortemente ridimensionati gli effetti rispetto alle aspettative, in quanto, considerata la rilevanza strategica che la variabile tempo ricopre nel campo della R&S, la tempestività nell'erogazione dei finanziamenti è, evidentemente, condizione indispensabile per l'efficacia delle misure di supporto governativo alla ricerca ed all'innovazione.

La politica di sostegno alla ricerca industriale propriamente detta ha offerto una prima valida risposta alle richieste provenienti dalla parte più dinamica della sfera imprenditoriale nazionale con la legge istitutiva del Fondo Imi per la ricerca applicata (legge 1089/68). Tale legge elenca, innanzitutto, i soggetti beneficiari:

1. imprese industriali;
2. consorzi tra imprese industriali;
3. Enti pubblici economici che svolgono attività produttiva;
4. società di ricerca, costituite con i mezzi previsti dal Fondo, tra i soggetti di cui ai punti 1), 2) e 3) nonché tra le società finanziarie di controllo e di gestione di imprese industriali;
5. centri di ricerca industriali con personalità giuridica autonoma, promossi dagli stessi soggetti di cui sopra;
6. consorzi tra imprese industriali ed Enti pubblici;
7. aziende e centri di ricerca degli Enti locali,

ed individua, sostanzialmente, tre modalità di intervento:

- partecipazione al capitale di società di ricerca costituite da Enti pubblici economici, imprese industriali e loro consorzi;
- crediti agevolati ad imprese industriali e loro consorzi per l'esecuzione di progetti di ricerca;

- contributo finanziario (in misura non superiore al 70% del costo complessivo) a progetti di ricerca presentati da imprese industriali, con possibilità di scelta, nel caso che si pervenga a risultati positivi ed a valenza commerciale, tra restituzione della quota di finanziamento concessa e concessione all'Imi dei conseguenti diritti di proprietà industriale¹⁶.

Tra le attività finanziabili, oltre ai progetti di ricerca applicata (compresa la realizzazione di impianti sperimentali e pilota) sviluppati dai soggetti sopra indicati, rientrano anche le iniziative di trasferimento tecnologico verso la piccolo-media impresa.

Attraverso l'Imi, cui la Legge affida la gestione del Fondo e l'istruttoria tecnica per la valutazione delle richieste, vengono concessi:

- crediti a tasso agevolato dalla durata di 3÷10 anni ad interesse fisso, stabilito con decreto del Ministro del tesoro;
- contributi a fondo perduto per progetti di particolare rilevanza tecnologica.

È prevista inoltre la partecipazione dell'Istituto al capitale delle società di ricerca di cui al punto 4.

È importante notare che, per poter accedere ai contributi, il richiedente deve possedere un'organizzazione stabile sul territorio italiano e deve impegnarsi a che lo svolgimento di almeno il 60% dell'attività di ricerca e l'eventuale industrializzazione dei risultati avvengano in ambito nazionale.

In tempi in cui l'internazionalizzazione delle imprese¹⁷ avanza rapidamente in molti settori produttivi, anche i centri di produzione della R&S possono essere oggetto di mutamenti nella conduzione e nell'assetto proprietario. La norma che prevede che l'attività di ricerca si svolga principalmente sul territorio nazionale e che gli eventuali risultati debbano essere industrializzati sullo stesso territorio, serve a garantire che la promozione dei progetti di ricerca più avanzati non vada ad esclusivo beneficio di imprese straniere, pur non impendendo loro (restrizione, d'altronde, non realistica e contrastante con la politica d'integrazione comunitaria in atto) l'accesso a tale finanziamento.

Al Comitato interministeriale per la politica industriale (Cipi) è demandato il compito di emanare le direttive di politica della ricerca che i vari progetti devono congruamente soddisfare.

Queste direttive costituiscono il primo *step* della procedura di finanziamento, che procede con un'istruttoria svolta dall'Istituto sui progetti preventivamente selezionati da un Comitato tecnico-scientifico, presieduto dal Ministro per l'università e la ricerca e composto da rappre-

sentanti del Ministero dell'industria, delle partecipazioni statali, dell'agricoltura e del tesoro.

Per i progetti che hanno superato tale istruttoria (tecnico-scientifica ed economico-aziendale), l'Imi, accertata la rispondenza ai requisiti fissati dalla legislazione vigente, deve, poi, indicare le possibili forme di supporto finanziario e l'ammontare dei costi ammissibili al finanziamento del Fondo, fornendo anche valutazioni sul livello di rischio, sull'originalità e sui possibili sviluppi industriali del progetto stesso.

Sulla base di queste indicazioni, il Comitato tecnico-scientifico, sceglie quindi, la forma di intervento finanziario più appropriata.

A questo punto, il Ministro per l'università e la ricerca scientifica e tecnologica delibera l'intervento e conferisce all'Imi il mandato di provvedere agli adempimenti necessari alla stipula dei contratti ed alle relative erogazioni.

Per quanto, a più di vent'anni della promulgazione della legge, i risultati siano oggetto di controverse valutazioni, si può, tuttavia, affermare che essa ha sensibilmente contribuito ad accrescere l'efficienza dell'intervento pubblico a favore della R&S industriale.

Al 31 dicembre 1988 il totale dei progetti di ricerca del Fondo, al netto di quelli rinunciati o decaduti nel corso dell'*iter* di approvazione, era di 1.918, per un costo globale di 12.229 miliardi di lire. Tra contratti attualmente in fase di erogazione, di ammortamento e di definitiva estinzione, l'Imi è intervenuto per circa 4.633 miliardi di lire, di cui 2.089 a titolo di contributo.

Al di là delle considerazioni critiche sull'architettura complessiva della procedura, l'esame dei dati disponibili (Imi, 1989; Censis-Imi, 1990) evidenzia come ad usufruire di questo tipo di finanziamento siano quasi esclusivamente le grandi imprese pubbliche e private (96,9% nel 1989), soprattutto del centro-nord.

Ciò si riflette nel consuntivo delle ricerche, in termini tanto di risultati (brevetti, *know-how*, prototipi, ecc.) quanto di positivi *fall-out* ed effetti più generali (ad esempio, formazione del personale di ricerca).

Non bisogna, inoltre, dimenticare che, unitamente all'elemento finanziario in sé, per le piccole imprese, rivestono grande importanza anche la tempestività di erogazione dei finanziamenti assegnati e l'insieme dei servizi di consulenza tecnico-scientifica che l'Imi è in grado di offrire.

Dal punto di vista finanziario, il Fondo non ha, però, avuto quella continuità da più parti auspicata (ad esempio, mediante l'introduzione di meccanismi di rifinanziamento automatico). Ben otto diversi provvedimenti legislativi, a partire dalla legge 1089/68, hanno rifinanziato

il Fondo e regolamentato le procedure di accesso (Censis-Imi, 1990). Tra questi, la legge 46/82 rappresenta un evento significativo nella storia dell'intervento pubblico per la R&S, in quanto, oltre a rifinanziare il Fondo per la ricerca applicata, tale legge contempla la stipula di contratti di ricerca nell'ambito di programmi nazionali orientati allo sviluppo di tecnologie fortemente innovative e strategiche, suscettibili di traduzione industriali nel medio periodo.

Le ricerche oggetto di contratto (stipulato dall'Imi su richiesta del Murst) devono concludersi con le fasi di prototipo o di progetto pilota sperimentale, che precedono quelle dell'innovazione, dello sviluppo e della preindustrializzazione.

Titolari di questo tipo di contratto sono imprese e centri di ricerca ed i risultati, di proprietà dello Stato, possono essere ceduti ai contraenti.

La legge 46/82 prevede, inoltre, contributi alle piccole e medie imprese per ricerche affidate a laboratori esterni, pubblici e privati, altamente qualificati ed autorizzati dal Murst (alla fine del 1984 era stato istituito un apposito Albo) ed istituisce un Fondo speciale per l'innovazione tecnologica, direttamente gestito dal Ministero dell'industria.

Per quanto riguarda il Fondo per l'innovazione, la sua attività si esplica mediante due forme di intervento:

- crediti a tasso agevolato;
- contributi a fondo perduto fino al 50% del costo del progetto (ora ridotto al 35%).

Possono beneficiare di questi interventi imprese industriali o consorzi che richiedano finanziamenti per attività di progettazione, sperimentazione, sviluppo e preindustrializzazione.

È opinione assai diffusa che il Fondo per l'innovazione tecnologica sia una duplicazione del più vecchio Fondo per la ricerca applicata. In effetti, l'intervento del Fondo per l'innovazione dovrebbe posizionarsi più a valle lungo l'arco del processo innovativo, ma i tentativi di stabilire criteri di selezione che, a parità di rigore, consentissero di abbreviare i tempi di stipula dei contratti e di erogazione dei finanziamenti, hanno portato ad un aumento di discrezionalità nell'esame dei progetti. Sono, peraltro, note le vicissitudini giudiziarie che hanno interessato, alcuni anni fa, il Fondo.

La previsione di una riserva del 40% degli stanziamenti a favore delle imprese del Mezzogiorno e del 20% a favore della piccola impresa ha, poi, nel caso frequente di non assegnazione dei fondi per mancanza di progetti presentati, sottratto risorse ad altri potenziali partecipanti.

3.2. Gli strumenti di sostegno a livello locale ed il problema del Mezzogiorno

Con riferimento all'ambito regionale e locale, si registra l'emanazione di provvedimento (leggi regionali, come la n. 34/85 della Regione Lombardia) volti a dare un inquadramento legislativo ai problemi del sostegno all'innovazione, mediante definizione delle priorità tecnologiche di ordine settoriale ed intersetoriale e concessione di contributi (contratti di ricerca) e finanziamenti agevolati alla piccola impresa a tendenza e capacità innovative (Regione Lombardia, 1989).

In alcuni casi, gli effetti di questi provvedimenti sono amplificati dall'azione esercitata da Enti pubblici ed agenzie territoriali di sviluppo economico, mediante creazione di consorzi di ricerca e centri di supporto tecnico e informativo.

Iniziative di questo tipo si sono, ad esempio, già verificate in Lombardia, in Trentino e nella zona di Trieste, mentre altre, analoghe, stanno prendendo forma in alcune zone del Mezzogiorno, anche grazie all'apporto del Cnr.

Il sostegno specificatamente rivolto al Mezzogiorno, si è, finora, concretizzato nel tormentato varo della legge 64/86 che prevede, tra l'altro, incentivi per servizi reali, innovazioni tecnologiche e ricerca scientifica (contributi a fondo perduto in percentuali variabili dal 15% al 40% del costo del progetto) e finanziamenti agevolati.

Le carenze organizzative-manageriali e la scarsa cultura innovativa delle imprese meridionali continuano, comunque, a rappresentare fattori di penalizzazione endogena alla partecipazione ai programmi di ricerca a sostegno governativo.

L'esigenza di diffondere nel Mezzogiorno una cultura della ricerca e dell'innovazione non deve, però, innescare fenomeni di eccessiva dispersione delle risorse, in quanto la polverizzazione del supporto pubblico ostacola la creazione di economie di scala e lo sviluppo delle sinergie potenzialmente derivanti dalle infrastrutture e dalle competenze esistenti.

4. I progetti finalizzati del Cnr

Alcune delle considerazioni fin qui svolte possono, in parte, riguardare anche l'azione esercitata dal Cnr attraverso i Progetti finalizzati (Pf), continuazione dell'azione del Cnr in campi di interesse strategico per l'industria nazionale, avviata, verso la metà degli anni '60, con

una serie di programmi speciali di ricerca.

I Pf sono programmi di ricerca, di durata prevalentemente quinquennale, orientati a fornire, nel breve-medio termine, soluzioni concrete, vantaggiosamente applicabili tanto nei settori tradizionali quanto in quelli di frontiera tecnologica, ai principali problemi scientifici e tecnico-produttivi.

Dal 1975, anno in cui sono stati varati i primi 18 Progetti (i cui Studi di fattibilità erano stati predisposti dal Cnr tra il 1972 ed il 1973), il Comitato interministeriale per la programmazione economica (Cipe) ha approvato 52 Progetti finalizzati¹⁸, affidandone al Cnr coordinamento e gestione scientifico-finanziaria.

Per quanto riguarda l'organizzazione interna, i Pf sono articolati in sottoprogetti, a loro volta suddivisi in Temi e Sottotemi, alla cui attuazione partecipano *team* di ricerca (Unità operative) di diversa natura istituzionale: università, imprese, Enti di ricerca pubblici e privati, organismi del Cnr, che stipulano con il Cnr un *Contratto di ricerca* che definisce i contenuti tecnico-scientifici dell'attività ed i relativi finanziamenti¹⁹.

Ogni Progetto ha una struttura di gestione imperniata su di una direzione che provvede all'elaborazione del Piano pluriennale e dei relativi Progetti esecutivi annuali²⁰, alla formalizzazione dei contratti di ricerca, alla definizione delle collaborazioni internazionali, al controllo, in corso d'opera ed a consuntivo, delle attività di ricerca, alla diffusione dei risultati²¹ ed all'espletamento di azioni *ad hoc*, mirate a promuoverne ed a favorirne la ricaduta applicativa.

La valutazione delle proposte di ricerca, con riferimento anche alla congruità del finanziamento richiesto, è effettuata dal Comitato scientifico di progetto, organo deliberativo collegiale, composto dal Direttore, dai Responsabili di sottoprogetto e da esperti del settore.

A partire dai Pf di «terza generazione» (approvati dal Cipe con delibera del 28.5.87, cfr. nota 18), è stato introdotto il Consiglio degli utenti, composto da rappresentanti delle industrie e degli enti interessati ai risultati delle ricerche svolte. Per quanto a funzione puramente consultiva e propositiva, tale Consiglio rappresenta un punto di riferimento istituzionalizzato per i rapporti tra Pf e potenziali utilizzatori dei prodotti della ricerca.

I Progetti finalizzati hanno, senza dubbio, orientato il Cnr verso un'attività più collegata alla domanda industriale e, quindi, ai problemi produttivi. Inoltre, la loro efficacia non si esaurisce in termini semplicemente finanziari²², in quanto, come ampiamente dimostrato, queste azioni costituiscono un effettivo polo di aggregazione e di coor-

dinamento su obiettivi comuni per strutture di ricerca eterogenee per natura giuridica e caratteristiche operative.

Alcuni problemi sono, tuttavia, emersi, soprattutto in considerazione del fatto che l'obiettivo prioritario dei Pf è la promozione della ricerca di settore al fine di innescare fenomeni di introduzione dell'innovazione con immediata ricaduta sull'apparato produttivo del paese. In particolare, l'eccessiva lunghezza dei tempi che, generalmente, intercorrono tra l'approvazione dello Studio di fattibilità – da parte degli Organi direttivi del Cnr, del Ministro per l'università e la ricerca scientifica e del Cipe – e l'effettivo avvio dell'attività, può causare l'obsolescenza di alcune proposte di ricerca, prima ancora della loro valutazione e dell'eventuale concessione del finanziamento.

A questo problema a monte corrisponde, a valle, quello degli spesso inaccettabili ritardi nel controllo tecnico-finanziario dell'attività svolta dalle Unità operative (Comitati di controllo) e nella liquidazione delle relative rendicontazioni di spesa.

L'ormai quindicennale esperienza dei Pf indica che, per migliorare l'impatto complessivo di tale strumento sulla rete scientifico-tecnologica, sul sistema industriale e, quindi, sul processo innovativo, è necessario intervenire secondo tre direttive principali:

- procedure snelle ed efficaci che, nel pieno rispetto delle esigenze del controllo e della verifica proprie del finanziamento pubblico della ricerca, assicurino rapidità e tempestività alle erogazioni finanziarie per la copertura delle spese preventivamente sostenute dai contraenti;
- formazione tecnico-scientifica e manageriale per il personale che partecipa alle ricerche ed, in particolare, per quello degli *staff* delle Direzioni di progetto che si trova, di sovente, a dover coprire entrambe le competenze;
- proiezione internazionale dell'attività ed azioni di diffusione e trasferimento dei risultati, per massimizzare l'integrazione transnazionale dei piani di ricerca e la redditività delle risorse pubbliche investite, in termini di *fall-out* industriale delle eventuali innovazioni.

5. I programmi Cee di ricerca e sviluppo

Obiettivo primario dei Programmi-quadro delle Azioni comunitarie di ricerca e di sviluppo tecnologico (*Framework Programme*, Fp) è quello di contribuire significativamente, in una logica di cooperazione transnazionale di tipo *pre-competitivo*²³ ed a proposizione *top-down*²⁴,

al consolidamento dei livelli di eccellenza scientifica e tecnologico-produttiva e, quindi, al rilancio della competitività internazionale europea, specialmente nei settori *science-based* ed *high-tech*.

La cooperazione tecnologica ed industriale su scala Cee²⁵ ha, così, trovato una formula operativa concreta per un'attività di R&S unitariamente coordinata su programmi pluriennali, specialisticamente mirati, in campi di importanza strategica per il sistema produttivo «europeo».

L'Atto unico europeo²⁶ ha, infatti, fissato linee comuni in materia di:

- rafforzamento delle basi scientifiche e tecnologiche;
- supporto alle iniziative di cooperazione transnazionale tra industrie, università e centri di ricerca;
- sviluppo della competitività internazionale;
- coesione economica e sociale fra i paesi Cee;
- realizzazione del *Single Market*;
- definizione ed attuazione, in termini di priorità, obiettivi e fabbisogni finanziari, di un quadro programmatico a medio termine per la realizzazione di una comunità europea della ricerca e della tecnologia.

Successivamente al primo Fp (1984-1987)²⁷, incentrato su 7 macrotematiche²⁸ e la cui attività è già conclusa, ne sono stati varati un secondo (1987-1991)²⁹, attualmente in fase di ultimazione, ed un terzo (1990-1994)³⁰, il cui avvio operativo è previsto per il 1991.

Va, comunque, osservato che, nonostante la crescita fatta registrare in questi ultimi anni, il supporto Cee alla R&S si mantiene su livelli relativamente modesti (circa il 3% del bilancio comunitario) anche in rapporto alle spese per R&S dei singoli Stati membri, corrispondono a circa il 4% del totale degli stanziamenti nazionali effettuati, separatamente, dai Dodici in favore della ricerca pubblica³¹.

5.1. Il secondo Programma-quadro comunitario (1987-1991)

Articolo su 8 aree tecnologiche prioritarie³², il secondo Fp privilegia, nell'ordine:

- tecnologie dell'informazione e della comunicazione;
- tecnologie energetiche;
- ammodernamento dei settori industriali;

riservando, complessivamente, a tali settori circa l'80% delle risorse disponibili.

Informatica e telecomunicazioni, comparti industriali in rapidissima espansione su scala mondiale e destinati a divenire i più importanti già entro il duemila, sono, ormai, settori-chiave sulla scena della competitività internazionale.

In tale ottica, riconoscendo, per questi settori, l'assoluta necessità di un impegno europeo proporzionato a quello delle potenze industriali d'oltre oceano, il Programma-quadro 1987-1991 assegna rilevanza prioritaria ad ESPRIT II - European Strategic Programme for Research and Development in Information Technologies³³, ed a RACE - Research and Development in Advanced Communications Technologies for Europe³⁴.

Complementarmente a questi, altri Programmi – quali DRIVE – Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe (6/1988-5/1991; contributo Cee 60 milioni di ECUs) per la sicurezza della circolazione stradale, DELTA – Development of European Learning through Technological Advance (6/1988-5/1990; contributo Cee: 20 milioni di ECUs) per i metodi e le tecniche d'insegnamento a mezzo computer ed AIM – Advanced Informatics in Medicine (6/1985-5/1990; contributo Cee: 20 milioni di ECUs) per l'applicazione al settore medico di soluzioni informatiche avanzate – sono dedicati ad applicazioni settoriali specialistiche (Cee, 1990).

L'attività in campo energetico, che ha per obiettivo la copertura dei fabbisogni comunitari di medio-lungo periodo, contempla «tanto "azioni a ripartizione dei costi"»³⁵ quanto, e soprattutto, ricerche «in proprio» presso il Centro comune di ricerca»³⁶ (Miele, 1989, p. 191) e riguarda tre aree fondamentali, che riprendono ed ampliano quelle del primo Fp:

- fissione nucleare (sicurezza dei reattori, gestione dei residui radioattivi, operazioni di smantellamento, controllo dei materiali fissi, attinidi);
- fusione termonucleare controllata (completo sfruttamento del JET
 - Joint European Torus, realizzazione di Tokamak di medie dimensioni, progettazione di reattori alternativi «a confinamento magnetico», sviluppo della base conoscitivo-tecnologica per la progettazione e la costruzione del NET – Next European Torus;
- energia non nucleare (individuazione di fonti alternative, razionalizzazione dell'uso dell'energia, riduzione dell'impatto ambientale) (Miele, 1989).

Tra i Programmi di maggior «peso», vanno ricordati: FUSION – Controlled Thermonuclear Fusion (1988-1992; contributo Cee: 551 mi-

lioni di ECUs) e JOULE – Joint Opportunities for Unconventional or Long-term Energy Supply (1989-1992; contributo Cee: 122 milioni di ECUs).

Per quanto riguarda l'ammodernamento dell'industria europea, l'azione comunitaria si esplica, essenzialmente, attraverso BRITE/EU-RAM – Basic Research in Industrial Technology for Europe & European Research in Advanced Materials, che riprende ed amplia le linee di ricerca tracciate da BRITE I³⁷.

Programmi specifici sono, inoltre, dedicati ad «altri due settori: materie prime e riciclaggio; norme tecniche, metodi di misura e materiali di riferimento». In particolare, il Programma BCR – Bureau Communautaire de Référence (1988-1992; contributo Cee: 59,2 milioni di ECUs) stimola e favorisce «la collaborazione fra gli Stati membri per adottare metodi comuni e per sviluppare mezzi comuni di taratura e di verifica dei metodi di misura» in materia di: prodotti alimentari ed agricoli, ambiente, sanità, metalli, «misure fisiche relative al commercio e all'industria (metrologia applicata)» (Miele, 1989, p. 188).

Infine, considerato che:

- il numero dei ricercatori³⁸ e del personale tecnico-amministrativo di supporto all'attività di ricerca rappresenta un indicatore significativo dell'impegno nel ramo della R&S;
- lo scenario della R&S nei paesi membri è estremamente diversificato;
- lo squilibrio tecnologico all'interno della Comunità va facendosi via via più marcato;
- occorre incoraggiare l'accesso ai livelli di ricerca più elevati, migliorare il trasferimento dei risultati, realizzare le migliori condizioni per lo sviluppo del potenziale umano e scientifico-tecnologico, attuare programmi specifici a favore delle regioni meno favorite od in declino;
- l'innovazione risulta strettamente correlata alle capacità di gestione delle risorse, umane e finanziarie, e delle strutture, scientifiche e tecniche, che costituiscono l'*humus* per la produzione di ricerca e, conseguentemente, di avanzamento tecnologico,

la massima attenzione, come dimostrano le assegnazioni finanziarie *ad hoc*, è riservata ai Programmi dedicati alla formazione ed alla mobilità delle risorse umane, al fine di annullare i *gap*, quantitativi e qualitativi, attualmente persistenti fra i paesi membri e pervenire alla creazione di un omogeneo ed unitario «spazio» scientifico-tecnologico europeo.

A tale riguardo, si possono citare i Programmi SCIENCE – Stimu-

lation des Coopérations Internationales et des Echanges Nécessaires aux Chercheurs en Europe³⁹, VALUE – Valorisation and Utilisation for Europe (1989-1992; contributo Cee: 38 milioni di ECUs) per la promozione della disseminazione e dell'utilizzazione dei risultati scientifici e tecnologici acquisiti, con particolare riferimento alle esigenze di informazione e di supporto tecnico all'innovazione della piccola-media impresa, MONITOR – Strategic Analysis, Forecasting and Evaluation in Matters of Research and Technology⁴⁰ per il miglioramento dell'analisi strategica di previsione e di valutazione nel campo della scienza e della tecnologia e SPES – Simulation Programme for Economic Sciences (1989-1992; contributo Cee: 6 milioni di ECUs).

Le aree di ricerca considerate riguardano, fondamentalmente, i vincoli all'innovazione, le implicazioni sociali ed economiche indotte dal cambiamento tecnologico, la valutazione dell'attività di R&S e la messa a punto di più affidabili indicatori della scienza e della tecnologia in termini di *input* e di *output*, la valorizzazione dei risultati della ricerca e la loro integrazione produttiva e commerciale.

5.2. Il terzo Programma-quadro comunitario (1990-1994)

Con l'approvazione del terzo Fp (1990-1994), la Comunità europea ha provveduto ad aggiornare, in un'ottica di continuità rispetto al Programma-quadro precedente, le linee programmatiche quinquennali della propria politica scientifica e tecnologica.

Le novità che si riscontrano riguardano la ripartizione delle risorse, le priorità di intervento ed i meccanismi di gestione, mentre, dal punto di vista finanziario, si registra una situazione di sostanziale stabilità.

Il Programma prevede 15 linee di azione scientifica, articolate su 6 tematiche prioritarie, a loro volta, organizzate secondo 3 grandi settori e valenza strategica⁴¹:

- tecnologie diffuse;
- gestione delle risorse naturali;
- valorizzazione delle risorse intellettuali.

I principi guida – che si estrinsecano attraverso la dimensione sovranazionale dell'iniziativa, la coesione socio-economica fra i paesi membri e la riconferma dei requisiti di pre-competitività per l'attività di R&S finanziata – sono, essenzialmente, la sussidiarietà (complementarietà non concorrenziale rispetto alle azioni condotte nei vari ambiti nazionali) ed il perseguimento di un «valore aggiunto comunitario» (Sistema Ricerca, 1989). Infatti, come precisa, all'Allegato II,

la Risoluzione del Consiglio delle comunità europee del 23 aprile 1990, «la selezione dei grandi orientamenti (del) terzo Programma-quadro risponde a sei preoccupazioni principali:

- migliorare la competitività industriale, mantenendo, nel contempo il carattere preconcorrenziale delle azioni comunitarie;
- far fronte alle sfide connesse alla realizzazione del mercato unico in materia di norme e *standard*, rafforzando la ricerca pre-competitiva;
- modificare l'atteggiamento degli operatori industriali, orientandolo maggiormente verso le iniziative transnazionali;
- infondere una dimensione europea nella formazione del personale addetto alla ricerca scientifica ed allo sviluppo tecnologico;
- accrescere la coesione economica e sociale, assicurando, nel contempo, l'eccellenza scientifica e tecnica dei progetti di ricerca;
- tenere conto della tutela dell'ambiente e della qualità della vita».

5.3. *Altri programmi comunitari*

Al di fuori dei *Framework Programme*, esistono altri importanti Programmi «di supporto» che riguardano la realizzazione di progetti pilota e dimostrativi nel settore ambientale ed in quello delle nuove tecnologie energetiche, la gestione dell'innovazione e del traferimento tecnologico, le infrastrutture tecnologiche, la formazione, la promozione regionale, la trasmissione di informazioni e dati per fini commerciali e di politica di mercato.

Tra i più recenti e significativi, anche in termini di risultati prodotti, è opportuno ricordare ERASMUS II – European Action Scheme for the Mobility of University Students (1990-1992; contributo Cee: 192 milioni di ECUs) e COMETT II – Community Action Programme in Education and Training for Technology (1990-1994; contributo Cee: 200 milioni di ECUs), che mira alla cooperazione tra università ed industria per la realizzazione di sistemi multimediali per l'addestramento permanente del personale e la formazione di specialisti, a qualificazione di livello internazionale, nel campo delle tecnologie avanzate.

Per far fronte ai problemi imposti dall'Innovazione e dal Trasferimento tecnologico (ITT), la Cee ha varato, nel 1983, un primo piano di sviluppo dell'infrastruttura di assistenza all'ITT e, successivamente, SPRINT – Strategic Programme for Innovation and Technology Transfer (1989-1993; contributo Cee: 90 milioni di ECUs) i cui obiettivi consistono nel promuovere la disseminazione, la penetrazione e l'implementazione applicativa delle nuove tecnologie e dell'innovazione

in genere, mediante integrazione delle infrastrutture nazionali in una rete europea, nell'accrescere le tendenze e le capacità innovative dei produttori europei di beni e servizi, nel consolidare la coesione socio-economica e nel migliorare le prestazioni e l'affidabilità dei sistemi transnazionali di trasferimento tecnologico.

Le azioni riguardano l'avvio di specifici progetti per il coordinamento delle politiche nazionali di promozione e di monitoraggio dell'innovazione ed, in particolare, mirano a:

- potenziare l'infrastruttura di servizio all'innovazione, tramite reti intracomunitarie per la sensibilizzazione e l'informazione, strutture *ad hoc* per il trasferimento del *know-how* e dei trovati innovativi coperti da protezione legale, banche-dati, conferenze e seminari, *investment forum, brokerage meeting*, ecc.;
- stimolare e favorire il trasferimento intracomunitario dell'innovazione, mediante progetti transnazionali di cooperazione industriale e di formazione, interventi in favore delle regioni tecnologicamente ed industrialmente svantaggiate, supporto tecnico-finanziario alle piccole e medie imprese;
- migliorare la gestione dell'innovazione, perfezionando, tramite *monitoring*, la conoscenza dei processi di diffusione e trasferimento ed il coordinamento normativo, giuridico, economico e fiscale tra i paesi Cee.

È interessante osservare come tali azioni siano, principalmente, rivolte alle strutture, pubbliche e private, di servizio alla piccolo-media impresa per i problemi di trasferimento e di cooperazione *technology oriented*: Camere di commercio, Unioni industriali, Società di consulenza per l'innovazione e la gestione delle tecnologie avanzate, Agenzie regionali per lo sviluppo, Centri per l'innovazione ad azione nazionale e/o locale.

Il Programma SPRINT ha, finora, espletato compiti di assistenza e stimolo alla cooperazione transnazionale della piccolo-media impresa, conseguendo risultati di sicura rilevanza come la banca dati informatizzata ICONE (norme tecniche nazionali, europee ed internazionali), le numerose attività di formazione per tecnologi dell'innovazione e responsabili del *management* strategico delle piccolo-medie imprese, i gruppi di lavoro per la promozione dell'innovazione in particolari comparti produttivi ed in aree scientifico-tecnologiche ad elevata specializzazione (ad esempio, la progettazione industriale).

Altro tema di prioritario interesse comunitario – come, recentemente, dimostrato da *Patinnova '90*⁴² – è quello delle strategie per la

protezione dei risultati della ricerca e delle innovazioni.

Nell'attuale panorama economico-commerciale, i diritti di proprietà intellettuale ed industriale sono, infatti, strumenti fondamentali per promuovere l'innovazione ed accelerarne la diffusione spazio-temporale (cfr. par. 1, punto 1.5).

Dal canto suo, invece, il Programma NETT – Network for Environmental Technology Transfer tende a promuovere la cooperazione produttori-utenti nel settore delle tecnologie pulite per la salvaguardia ambientale, mediante la creazione di una rete informativa interattiva (mercati, opzioni tecniche, norme e *standard* ambientali, programmi di supporto finanziario e tecnico, a livello sia nazionale che europeo).

Inoltre, considerato che lo sviluppo regionale è fortemente condizionato dall'esistenza di idonei sistemi tecnologici infrastrutturali locali, la Cee ha approntato diverse azioni mirate, come i Programmi STAR – Special Telecommunications Action for Regional Development (1986-1991; contributo Cee: 1.500 milioni di ECUs, metà dei quali a carico dell'European Regional Development Fund) per l'accesso delle piccole e medie imprese delle regioni *less favoured* ai servizi avanzati di telecomunicazione, VALOREN – Exploitation of the Indigenous Energy Potential (1987-1991; contributo Cee: 392 milioni di ECUs) per l'incremento delle disponibilità energetiche a livello locale, mediante ricorso alle risorse rinnovabili ed uso più razionale dell'energia da parte della piccolo-media impresa e STRIDE – Science and Technology for Regional Innovation and Development in Europe (1990-1994; in preparazione) per il supporto agli Stati membri nella promozione delle potenzialità di ricerca e sviluppo tecnologico delle aree svantaggiate.

Un'altra azione, atta a promuovere lo scambio di conoscenze ed esperienze anche tra discipline diverse, riguarda, infine, la costruzione di un'infrastruttura di rete, a scala europea, per l'interconnessione dei centri di ricerca e dei laboratori, pubblici e privati, con l'evidente obiettivo di «inserire nel circuito» e potenziare le regioni più deboli.

6. L'iniziativa EUREKA

Nel 1985, parallelamente alle azioni Cee, è stata lanciata l'iniziativa EUREKA – EUropean REsearch Coordination Agency che ha, in breve, raggiunto dimensioni di pari rilevanza. Attualmente, infatti, compresi i 91 annunciati nel corso dell'ultima Conferenza ministeriale di Roma, sono attivi (*status A*) 357 Progetti di innovazione tecnologica⁴³, ai quali, a fronte di un costo complessivo di circa 7.500

milioni di ECUs, partecipano⁴⁴ 2.121 Unità operative appartenenti a 1.855 strutture industriali e/o di ricerca pubbliche e private⁴⁵, dei 20 paesi partecipanti⁴⁶.

«L'obiettivo finale (è) rappresentato dalla creazione di una grande organizzazione europea volta ad incoraggiare una sempre più estesa ed attiva collaborazione tecnico-scientifica fra aziende ed istituti di ricerca di diversi Paesi (indipendentemente dalle dimensioni e dall'organizzazione delle singole strutture operative) su progetti civili ad elevato contenuto innovativo», diretti sia al settore pubblico che a quello privato del mercato.

«I criteri per la scelta dei Progetti sono stati codificati nella *Dichiarazione di Principi su Eureka*, sottoscritta in occasione della Conferenza Ministeriale di Hannover (novembre 1985), da Ministri dei Paesi partecipanti e da un Rappresentante della Commissione delle Comunità Europee» (Negri e Zecchini, 1991, pp. 11-12).

Le caratteristiche dei Progetti EUREKA sono diverse da quelle dei *Framework Programme* comunitari. Tali Progetti, infatti, derivano da proposte direttamente formulate da imprese, università ed istituti di ricerca (proposizione *bottom-up*), non sono limitati alla semplice fase pre-competitiva ma prevedono la realizzazione di «oggetti tecnologici» commerciabili e, non godendo EUREKA di assegnazioni proprie, sono finanziati nei singoli ambiti nazionali.

Sotto l'impulso della Presidenza italiana (luglio 1989-giugno 1990) e del Piano a medio termine 1989-1992, sono state varate misure di sostegno atte a potenziare l'iniziativa, considerato che, al di là dei contenuti tecnico-scientifici, la formula dell'organizzazione decentrallizzata è in grado di offrire alla imprese considerevoli opportunità per confrontarsi ed agire su spazi comuni, adeguando comportamenti e strategie nell'ottica di una cooperazione continentale di mercato e di un «pensare» europeo.

«L'alto numero di Progetti (...) testimonia chiaramente sia della validità intrinseca dell'iniziativa che del favore da esse incontrato presso gli attori industriali, indipendentemente dalla dimensione aziendale.

Particolare cura è stata, infatti, dedicata a promuovere e stimolare la partecipazione della piccola e media impresa europea per la quale, d'altro canto, EUREKA rappresenta un'interessante occasione di crescita tecnologica.

La distribuzione «Progetti-Nazioni partecipanti» rispecchia l'attuale geografia tecnologico-industriale europea. Infatti, dietro la Francia (paese se promotore di Eureka) che partecipa a 168 Progetti, seguono, nell'ordine, la Repubblica Federale Tedesca (143) e l'Italia (128). Tra

le nazioni tecnologicamente emergenti spicca la Spagna, immediata quarta in virtù della partecipazione a 108 Progetti, che precede la Gran Bretagna (100). Di rilievo è anche la presenza dei paesi aderenti all'EFTA (che) collaborano, complessivamente, a 277 Progetti.

La ripartizione dei Progetti per settore tecnologico⁴⁷, riflette sostanzialmente tanto i trend internazionali di R&S per applicazioni industriali quanto le scale di priorità ed interesse attualmente dominanti a livello di opinione pubblica.

In tal senso, è significativo il forte impulso dato – specialmente dalle Conferenze di Vienna (giugno 1989) e di Roma (giugno 1990) – alle tematiche «Ambiente» e «Biotecnologie». Grande attenzione viene, comunque, mantenuta per i settori trainanti (in particolare, «Robotica» ed «Informatica») (Negri, Zecchini, 1991, pp. 14-16).

«Su scala macro, tenendo conto anche degli impegni finanziari, è possibile classificare i Progetti Eureka secondo due gruppi:

- ricerche in settori maturi (trasporti, robotica ed automazione della produzione, tecnologie dell'informazione, energia, telecomunicazioni e laser), con impegni finanziari che privilegiano lo sviluppo di soluzioni innovative specifiche in aree tecnologiche ritenute «sicure» sulla base di precedenti verifiche di fattibilità effettuate anche in altra sede;
- ricerche di tipo esplorativo in settori di frontiera tecnologica (ambiente, nuovi materiali, tecnologie mediche e biotecnologie), caratterizzate da finanziamenti «a pioggia» e finalizzate a mettere a fuoco ed a parametrizzare il ventaglio delle opzioni possibili e delle specifiche di intervento» (Gastaldi, Negri, 1989, pp. 221-223).

«Tra i Progetti più rilevanti, (...) ricordiamo, qui, JESSI (tecnologie per la produzione di circuiti integrati al Silicio mediante microlitografia ai raggi X, L e B), HDTV (televisione ad alta definizione), FAMOS, PARADI, SINAPSE, CIMSTEEL, MITHRA, AUR, LAMA, INTEGRA, FASP, DUMIP, (automazione di fabbrica), PROMETHEUS, EUROPOLIS, ELENA (miglioramento delle condizioni del traffico in termini di sicurezza, costo ed impatto ambientale), COSINE, FIELDBUS, APEX, GALILEO, SILMAG (reti europee di telecomunicazione), EUROLASER (laser industriali ad eccimeri ed a stato solido), EUROTRAC, EUROMAR, EUROCARE, EUROENVIRON, MAC, APECS, ENVINET e LASFLEUR (protezione dell'ambiente e del patrimonio artistico ed architettonico), oltre a numerosi Progetti nel campo dell'informatica (EAST, FIABEX, EPROM, AIMS, IDEA, TASQUE, GRETA, LUCIOLE, EUROSTARS, GENELEX), dei nuo-

vi materiali (DASFAL, ALECT, COMMAL), delle biotecnologie (CALIES, RFLP) e dell'energia (IDHEA, EUROFOR)» (Francesconi e Negri, 1991).

7. Conclusioni

Lo sviluppo industriale, in generale, e quello della piccolo-media impresa, in particolare, è rigorosamente subordinato al miglioramento della capacità innovativa, alla diffusione, applicazione ed integrazione delle nuove tecnologie, soprattutto nei settori tradizionali e nelle aree geografiche economicamente e tecnologicamente svantaggiate, alla formazione, al potenziamento delle infrastrutture di sostegno all'innovazione ed al trasferimento tecnologico.

I Programmi Cee di R&S, unitamente alle altre iniziative di respiro europeo, offrono alla Comunità scientifica ed al mondo produttivo-imprenditoriale una grande opportunità per contribuire, in una nuova dimensione continentale, ai processi di evoluzione della qualità della vita e di crescita integrata in termini sociali, economici e tecnologici.

L'innovazione, è in ogni caso, un fenomeno complesso nell'ambito di un sistema aperto. Le classificazioni e le formulazioni proposte hanno validità sostanzialmente teorica. Ogni innovazione (o *set* di innovazioni complementari) costituisce, infatti, un caso a sé stante (generalmente definito e compiuto), dotato di specifiche caratteristiche di diffusione e trasferimento che, pur partendo da una base conoscitivo-metodologica comune, devono trovare esplicitazione e messa a punto applicativa attraverso interventi specialisticamente mirati e supportati, anche dal punto di vista finanziario (Dean, Goldhar, 1980).

Il coordinamento della politica industriale è tema fin troppo dibattuto e controverso per essere, qui, nuovamente, analizzato.

Va, però, riaffermata l'esigenza che la politica di sostegno alla ricerca e all'innovazione si avvalga di strumenti operativi ad azione complementare e sinergica che non finiscano con il penalizzarsi a vicenda, nel tentativo di soddisfare indistintamente, con interventi «a pioggia», scarsamente mirati e selettivi, le richieste provenienti dal mondo scientifico e da quello produttivo.

I problemi connessi all'efficacia della gestione dei Fondi per il finanziamento della ricerca applicata e dell'innovazione sono sostanzialmente riconducibili a due ordini di considerazioni:

1. la carenza di coordinamento e di armonizzazione legislativa in materia di finanziamento all'innovazione tecnologica, porta, come spes-

so si è verificato, ad inutili quanto onerose duplicazioni e/o sovrapposizioni degli strumenti esecutivi della politica industriale del paese. L'esigenza di sistematizzazione legislativa dell'intervento pubblico non contrasta con le necessità di differenziazione imposte dalla specificità dei singoli casi (tipo di ricerca, destinatario del finanziamento, ecc.), ai quali devono corrispondere strumenti diversificati ma, al tempo stesso, articolati nella complementarietà e non nella sovrapposizione;

2. la snellezza e la flessibilità degli strumenti adottati sono condizioni assolutamente necessarie alla redditività (da intendersi anche in termini sociali) della spesa pubblica in R&S. A tale proposito, i recenti progetti di riforma gestionale del Fondo Imi per la Ricerca applicata, recependo anche, in parte, quanto emerso dal dibattito degli ultimi anni, prevedono una serie di modifiche, tra cui:

- ampliamento della gamma delle forme di intervento, servizi reali per il trasferimento dell'innovazione soprattutto verso la piccolomedia impresa, sostegno ai progetti di ricerca, per la salvaguardia ambientale e lo sviluppo produttivo, proposti da Amministrazioni regionali, Aziende speciali degli Enti locali, imprese agro-industriali;
- sostituzione dell'attuale configurazione «a sportello aperto» con procedure semestrali di presentazione e selezione delle domande di finanziamento;
- eliminazione dei vincoli e delle riserve attualmente vigenti, ad eccezione del 40% a favore del Mezzogiorno;
- regolamentazione delle procedure operative da parte del Cipe.

Per quanto attiene al sostegno all'innovazione, la politica industriale italiana ha, finora, privilegiato l'intervento di tipo finanziario rispetto ad altre azioni più dirette e, quindi, almeno potenzialmente, più efficaci, quali, ad esempio, la fornitura di servizi reali alle imprese, l'assistenza tecnica da parte dei laboratori pubblici, la creazione di reti informative nazionali di settore con possibilità di interfaccia internazionale e lo sviluppo di strutture per la formazione specialistica avanzata (Bielli, 1987).

Come è stato giustamente osservato (Nencini, 1989) i contenuti programmatici dell'intervento pubblico non sempre emergono dalla filosofia dei provvedimenti varati che, spesso, trascurano la valutazione di operatività degli strumenti proposti. In tal senso, i Programmi nazionali di ricerca rivestono un'importanza determinante, potendo integrarsi con altre azioni di ricerca, come, ad esempio, quelle dei Progetti finalizzati del Cnr che, in alcuni casi, ne hanno costituito la premessa

scientifica.

Sia nei periodi di crisi che in quelli di congiuntura economica favorevole, la creazione del «cricolo virtuoso» dell'innovazione (strumenti – produzione di risultati – traduzione dell'invenzione in innovazione) risulta decisiva, oltre che per orientare lo sviluppo del Paese, anche per tentare di risolvere i nodi strutturali e di colmarne i *gap*, con la consapevolezza dell'enorme impatto socio-culturale che questo sforzo può avere sulla realtà in cui si opera.

Note

1. Intendendo, rispettivamente, per *tecnica* e per *tecnologia* «l'insieme delle regole cui è affidato un processo produttivo e la trattazione sistematica di tali regole. (È opportuno notare che), in parallelo con la diffusione dei processi di produzione basati sull'applicazione del sapere scientifico piuttosto che sull'invenzione empirica o sull'ingegnosità artigiana, è andato diffondendosi l'uso di tecnologia come "nuovo" sinonimo di tecnicas» (Ruberti, 1985, p. VII).

L'integrale degli avanzamenti, sia conoscitivi che operativo-gestionali, nei diversi settori e delle migliori e più ampie possibilità produttive indotte nel sistema economico, costituisce il cosiddetto *terzo fattore di produzione* e, per semplicità terminologica, viene, sinteticamente, espresso come *progresso tecnico*. A tale proposito, è utile richiamare, per la sua esaustiva significatività, l'espressione proposta dal Solow per la funzione di produzione, nell'ipotesi che il progresso tecnico si manifesti essenzialmente attraverso incrementi quantitativi del volume di prodotto (Solow, 1968):

$$Q = A(t) \cdot f(K, L)$$

dove:

- Q = produzione totale;
- K = impiego fisico di capitale;
- L = impiego fisico di lavoro;
- $A(t)$ = indice cumulativo del progresso tecnico e, quindi, indice dell'efficienza raggiunta dal sistema economico.

2. Non va, inoltre, trascurata la funzione di «catalizzatori», quali l'infrastruttura tecnologica e la politica tecnologica, soprattutto per quanto riguarda l'industrializzazione e la crescita socio-economica dei Paesi in via di sviluppo (Abramo, 1990).

3. Ad esempio: aeronautica, aerospazio, informatica, atomo, macchine utensili a controllo numerico.

4. La definizione è riferita al campo tecnologico, ma, come osserva giustamente Ruberti, «nell'analisi dei fenomeni dell'innovazione tecnologica e degli effetti da essa indotti, si è in modo naturale portati a indicare i cambiamenti in ambiti e settori diversi da quello produttivo con la parola innovazione, così che si usa parlare di innovazione culturale, innovazione sociale, innovazione istituzionale, ecc.» (Ruberti, 1985, p. VIII).

5. Esempi significativi ed immediatamente evidenti sono offerti dall'energia nucleare, nel primo caso, e da quella solare ed eolica, nel secondo.

6. Si pensi alla formazione (o disgregazione) di sistemi a regime monopolistico, anche con specifico riferimento al mercato della tecnologia.

7. Almeno a livello di frontiera, l'attività di ricerca è, per sua stessa natura, condizionata da diffuse ed ampie zone oscure ad alto grado di incertezza che rendono problematica la programmazione e la valutazione *ex ante* dei risultati e del loro impatto verso il mercato ed il sistema socio-economico in generale.

8. Le *innovazioni rivoluzionarie* si sviluppano secondo una sequenza a tre stadi ripartiti su di un arco temporale generalmente abbastanza lungo:

- a. *stadio di fluidità*, sotto diretta influenza del mercato e caratterizzato dalla coesistenza di più trovati innovativi diversi per ambito-origine e concezione;
- b. *stadio di transizione*, che, sotto impulsi di natura prevalentemente tecnologica ed aziendale-organizzativa, definisce scale di valore e/o di priorità per le idee di soluzione proposte;
- c. *stadio di stabilità*, dedicato alla progressiva ottimizzazione dei processi produttivi per il perfezionamento qualitativo del prodotto, nell'ottica dell'economia di scala (Utterback, Abernathy, 1975).

9. L'esistenza di soggetti che adottano l'innovazione è di per se stessa causa di ulteriore diffusione.

10. L'uso congiunto dei due termini è dovuto alla considerazione che, indipendentemente dalla definizione concettuale delle varie fasi e dei diversi livelli su cui l'attività innovativa si posiziona (cfr. par. 1), l'intervento pubblico copre l'intero arco del processo che ne determina la genesi e l'implementazione.

11. Il saggio di profitto medio può essere riferito sia ad un settore produttivo specifico che all'intera rete industriale del Paese. L'uso dell'uno o dell'altro parametro di riferimento comporta ovvie, notevoli differenze, soprattutto (ed è, forse, questo il caso dell'Italia) quando in un sistema economico, si registrano, oltre a forti differenze tra i vari settori produttivi, anche notevoli squilibri territoriali.

12. Con questo termine si vogliono indicare l'efficacia ed il rendimento che i vari strumenti di intervento pubblico hanno verso i destinatari dell'intervento stesso ed il sistema economico nel suo complesso.

13. I due distinti aspetti dell'intervento pubblico risultano spesso complementari, soprattutto in tempi di accresciuta dipendenza del sistema industriale dallo *status tecnologico* del paese.

14. Ad esempio, ricercatori, personale tecnico-amministrativo di supporto ed infrastrutture di base, reti di formazione, meccanismi di spesa in grado di evitare l'ingolfamento del sistema, ecc.

15. Con l'approvazione della legge 186/89 è stato istituito il Ministero per l'università e la ricerca scientifica e tecnologica (Murst) che riunisce le competenze relative alla ricerca di base (prevalentemente accademica e Cnr) ed a quella applicata (prevalentemente industriale).

16. Si è spesso verificato che le imprese abbiano optato per il rimborso del contributo di ricerca, preferendo mantenere i diritti di proprietà industriale, anche in presenza di risultati non-finiti e/o non immediatamente utilizzabili.

17. Generalmente acquisizione di partecipazioni azionarie, fusioni, concentrazioni e *joint-venture*.

18. *18+6PF di «prima generazione»*: Miglioramento delle produzioni vegetali per fini alimentari ed industriali mediante interventi genetici; Ricerca di nuove fonti proteiche e nuove formulazioni alimentari; Fitofarmaci e fitoregolatori; Conservazione, trasporto e distribuzione ortofrutticoli a mezzo container; Consolidamento, sviluppo e conversione dell'acquacoltura nazionale; Difesa delle risorse genetiche delle popolazioni animali; Incremento delle disponibilità alimentari di origine animale; Meccanizzazione agricola; Virus; Biologia della riproduzione; Medicina preventiva; Tecnologie biomediche.

che; Conservazione del suolo; Oceanografia e fondi marini; Geodinamica; Promozione della qualità dell'ambiente; Aiuti alla navigazione e controllo del traffico aereo; Energetica I; Controllo della crescita neoplastica; Laser di potenza; Superconduttività; Informatica; Chimica fine e secondaria I; Metallurgia.

12 PF di «seconda generazione»: Ingegneria genetica I; Malattie da infezione; Medicina preventiva e riabilitativa; Oncologia I; Tecnologie biomediche e sanitarie; Incremento produttività delle risorse agricole; Energetica II; Materiali e dispositivi per l'elettronica allo stato solido; Tecnologie meccaniche; Trasporti I; Struttura ed evoluzione dell'economia italiana; Organizzazione e funzionamento della Pubblica Amministrazione.

10 PF di «terza generazione»: Biotecnologie e biostrumentazioni; Chimica fine e secondaria II; Edilizia; Materiali speciali per tecnologie avanzate; Robotica; Servizi e strutture per l'internazionalizzazione delle imprese; Sistemi informatici e calcolo parallelo; Tecnologie elettroottiche; Tecnologie superconduttrive e criogeniche; Telecomunicazioni.

4 PF approvati dal Cipe nel giugno 1989: Invecchiamento; Ingegneria genetica II; Prevenzione e controllo dei fattori di malattia; Ricerche avanzate per l'innovazione nel sistema agricolo.

2 PF approvati dal Cipe nel giugno 1990: Oncologia II; Trasporti II.

19. I finanziamenti previsti (cfr. Modulo Contratto di ricerca, allegato B) riguardano le spese di investimento («acquisto di apparecchiature», «acquisto di materiale inventariabile») e le spese di funzionamento («prestazioni del personale», «prestazioni di persone non dipendenti dalla Società», «beni di consumo e servizi», «canoni per uso e/o locazione di apparecchiature», «calcoli e progettazioni», «redazione e stampa di rapporti e relazioni», «imprevisti»).

Per gli organismi Cnr si tratta, in realtà, di un'assegnazione straordinaria rispetto al normale bilancio annuale. La spesa complessiva per il finanziamento delle attività di ricerca PF rientra in un apposito capitolo del bilancio annuale del Cnr.

20. Documentazione dettagliata relativa ai progetti di ricerca, da sottoporre agli Organi direttivi dell'ente per l'attribuzione, alle Unità operative, dei finanziamenti annuali.

21. «Le eventuali invenzioni effettuate e concepite nel corso della esecuzione del programma (di ricerca) definito (nel contratto), sono di proprietà del Cnr. Il Contraente, che abbia direttamente partecipato alla ricerca dalla quale sia scaturito un brevetto di proprietà del Cnr, ha diritto ad una opzione per la concessione a suo favore di una licenza (...) di sfruttamento del brevetto stesso, da esercitare, a pena di decadenza, entro sei mesi dalla data di deposito del citato brevetto, a condizioni da stabilire secondo il prudente apprezzamento del Cnr.

Saranno invece in comproprietà del Cnr e del contraente, in misura da stabilire caso per caso, quelle invenzioni effettuate e concepite nel corso della esecuzione del programma di ricerca definito (nel contratto), qualora il contraente possa dimostrare di essere pervenuto alle suddette invenzioni sulla scorta di precedenti invenzioni il cui brevetto era già di sua esclusiva proprietà oppure era stato ottenuto in licenza prima della stipulazione (del) contratto e che comunque siano state necessariamente e indispensabilmente impiegate nello svolgimento di quella parte della ricerca, oggetto del contratto, che ha portato alla nuova invenzione. Ricorrendo tale ipotesi, il contraente ha diritto di richiedere e di ottenere a suo nome i brevetti necessari a proteggere le invenzioni dopo aver inoltrato al Cnr (non appena dette invenzioni siano state messe a punto, una) relazione (sulle caratteristiche delle invenzioni stesse) e dopo che il Cnr avrà dato il proprio preventivo benestare per iscritto» (cfr. Modulo Contratto di ricerca allegato C. sezione B, punti B.1 e B.2).

22. Anche perché l'effettiva erogazione dei fondi presenta ritardi cronici, imputabili all'atirito esistente fra le complesse procedure burocratiche del Cnr e le esigenze gestio-

nali della ricerca industriale, il cui finanziamento dovrebbe, fra l'altro, basarsi su valutazioni e scelte di allocazione delle risorse di tipo più rigorosamente qualitativo. Inoltre, nonostante che, a partire dai Pf di «terza generazione», lo stanziamento complessivo venga stabilito dal Cipe sulla base pluriennale della durata del Progetto, in sede esecutiva di stipula annuale dei contratti, i vincoli burocratico-amministrativi ostacolano il rispetto delle tempistiche programmate, causando, spesso, slittamenti dei programmi di ricerca.

23. «La ricerca "pre-competitiva" (è) un tipo di ricerca mirante a produrre conoscenze tecnologiche non direttamente finalizzate alla messa a punto di processi o prodotti immediatamente commercializzabili. Tuttavia, nei programmi più recenti, come ESPRIT I e II, tale confine è stato di fatto varcato con la realizzazione di prototipi e prodotti in teoria già commercializzabili» (Bisogno, 1988, p. 93).

24. La logica propositiva *top-down* demanda al vertice politico-decisionale comunitario (Commissione, Consiglio dei ministri, Parlamento, Consiglio economico e sociale) la scelta e la definizione delle aree scientifiche e tecnologiche entro cui devono articolarsi le proposte di ricerca dei potenziali partecipanti.

25. A partire dal secondo Fp, la partecipazione è aperta, a parità di condizioni, anche ai paesi dell'European Free Trade Association (EFTA) che hanno stipulato con la Cee accordi di associazione e di contributo finanziario per programmi specifici. Nel caso in cui esista soltanto un accordo di base sulla cooperazione scientifica e tecnologica ed il programma lo preveda specificatamente, la partecipazione di *partner* di paesi EFTA avviene senza sovvenzioni Cee ed è subordinata ad un contributo di almeno 5.000 ECUs per le spese generali del progetto. In entrambi i casi, è necessaria la partecipazione di almeno due *partner* di Stati membri differenti.

26. Firmato nel 1986 (Lussemburgo, 17 feb. e l'Aia, 28 feb.) ed entrato in vigore il 1° luglio 1987, costituisce la principale revisione del Trattato di Roma istitutivo della Comunità economica europea (cfr. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee (Guce), legge 169/87 e Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana del 29 dicembre 1986 – supplemento ordinario, legge 909/86).

27. Adottato con Risoluzione del Consiglio delle Comunità europee del 25 luglio 1983 (cfr. Guce, n. C208/4 del 4 ago. 1983).

28. Promozione della competitività agricola (3,5); Promozione della competitività industriale (28,3); Migliore gestione delle materie prime (2,1); Migliore gestione delle fonti di energia (47,2); Maggiore aiuto allo sviluppo (4,0); Miglioramento delle condizioni di vita e di lavoro (10,3); Maggiore efficacia del potenziale scientifico e tecnico della Comunità (4,6). Tra parentesi sono indicate le ripartizioni percentuali dello stanziamento complessivo di 3.750 milioni di ECUs a valori costanti 1982 (Fonte: Guce n. C208/4 del 4 ago. 1983).

29. Adottato con Decisione n. 87/516/Euratom-Cee (cfr. Guce, n. L. 302/5 del 24 ott. 1987) modificata dalla Decisione 88/193/Cee-Euratom (cfr. Guce n. L. 89 del 6 apr. 1988).

30. Adottato con Risoluzione del Consiglio delle Comunità europee del 23 aprile 1990 (cfr. Guce n. 117/28 dell'8 mag. 1990).

31. Tale percentuale scende al 2%, se si tiene conto anche della ricerca privata.

32. Qualità della vita (6,9); Verso un grande mercato e una società dell'informazione e della comunicazione (42,2); Ammodernamento dei settori industriali (15,7); Sfruttamento e valorizzazione delle risorse biologiche (5,2); Energia (21,7); Scienza e tecnologia al servizio dello sviluppo (1,5); Sfruttamento dei fondi marini e valorizzazione delle risorse marine (1,5); Miglioramento della cooperazione scientifica e tecnologica europea (5,3). Tra parentesi sono indicate le ripartizioni percentuali dell'assegnazione finanziaria di 5.396 milioni di ECUs a prezzi correnti (Fonte: Guce n. L. 302/5 del 24 ott. 1987).

Aggiungendo a tale somma i 1.084 milioni di ECUs stanziati nell'ambito del Fp precedente, si ha un finanziamento complessivo di 6.480 milioni di ECUs.

33. Per la fase 2 di ESPRIT (12/1987-11/1992), programma decennale varato nel 1984, il Secondo Fp stanzia 1.600 milioni di ECUs per progetti di R&S relativi a: microelettronica e tecnologie delle unità periferiche, sistemi di elaborazione delle informazioni, tecnologiche applicative delle tecnologie dell'informazione, ESPRIT I, nel cui ambito sono state finanziate attività per un totale di 1.500 milioni di ECUs, si è positivamente concluso nel 1987 (Cee, 1990).

34. RACE (6/1987-5/1992), che gode di un contributo finanziario Cee di 550 milioni di ECUs, si articola secondo 3 linee di R&S: sviluppo di comunicazioni integrate a banda larga e strategie di realizzazione, tecnologie di comunicazioni integrate a banda larga, integrazione funzionale prenormativa (Bernabei, 1990).

35. La formula «a ripartizioni dei costi» prevede un contributo Cee generalmente del 50%, al costo dei progetti presentati da centri di ricerca, da università e/o da aziende industriali, in risposta ad un «bando di gara» pubblicato sulla Guce. La formula «ad azione concertata» riguarda, invece, ricerche non finanziate dalla Comunità, che assume a proprio carico i soli costi di coordinamento.

36. Il Centro comune di ricerca (Ccr), articolato, dal 1988, in nove Istituti (Prospective Technological Studies; Advanced Materials; Systems Engineering; Transuranium Elements; Remote Sensing Application; Environment; Safety Technology; Centre for Information Technologies and Electronics; Central Bureau for Nuclear Measurements) ha sede presso i quattro stabilimenti di Ispra (Italia), Geel (Belgio), Petten (Olanda), Karlsruhe (Repubblica Federale Tedesca) (Cee, 1990, p. 16).

37. BRITE I (1985-1988), il cui costo complessivo è stato di 125 milioni di ECUs, si è sviluppato secondo 220 progetti di ricerca relativi a «qualità; affidabilità; laser e sue applicazioni; tecniche di assemblaggio; nuovi metodi di prova; concezione e produzione assistita mediante computer e modelli matematici; polimeri e altri nuovi materiali; scienza e tecnologia delle membrane; catalisi e tecnologia specifica; nuovi metodi di produzione connessi ai materiali morbidi (tessili, cuoio, ecc.)» (Miele, 1989, p. 187). Lo stanziamento finanziario Cee per BRITE/EURAM (1989-1992) è di circa 500 milioni di ECUs.

38. A fronte delle 806.200 unità equivalenti a tempo pieno di personale ricercatore degli Usa e delle 415.600 del Giappone, i tre paesi europei tecnologicamente più avanzati – Francia, Repubblica Federale Tedesca e Regno Unito – raggiungono, insieme, le 402.200 unità. L'Italia dispone di 70.600 unità, pari al 43% di quelle tedesche, al 56% di quelle inglesi ed al 65% di quelle francesi (valori 1987; fonte: Ocse/Stiid Banca dati).

39. SCIENCE (1988-1992; contributo Cee: 167 milioni di ECUs) è rivolto ai settori delle scienze esatte e naturali e si propone di coinvolgere in cooperazioni e scambi intracomunitari 7.000 + 8.000 ricercatori (a tempo pieno), «facendo ricorso a: a) borse, indennità di ricerca e corsi di formazione avanzata; b) gemellaggio tra laboratori e contratti di cooperazione; c) interventi strutturali a favore della mobilità dei ricercatori» (Miele, 1989, p. 194).

40. MONITOR (6/1989-5/1993; contributo Cee: 22 milioni di ECUs), «che sviluppa in maniera più articolata (...il) Programma FAST – Forecasting and Assessment in the Field of Science and Technology, (...) si pone l'obiettivo di contribuire sensibilmente alla comprensione della politica scientifica e tecnologica delle Comunità europee e facilitare gli interventi e le eventuali correzioni da apportare attraverso tre funzioni essenziali: previsione, valutazione ed «osservatorio» (Miele, 1989, p. 195).

41. Tecnologie diffuse
Tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni (38,9): 1) *Tecnologie dell'informa-*

zione, 2) *Tecnologie delle comunicazioni*, 3) *Sviluppo dei sistemi telematici d'interesse generale*;

Tecnologie industriali e dei materiali (15,6): 4) *Tecnologie industriali e dei materiali*, 5) *Misure e prove*;

Gestione delle risorse naturali

Ambiente (9,1): 6) *Ambiente*, 7) *Scienze e tecnologie marine*;

Scienze e tecnologie della vita (13,0): 8) *Biotecnologia*, 9) *Ricerca agricola ed agroindustriale (compresa la pesca)*, 10) *Ricerca biomedica e salute*, 11) *Scienze e tecnologie della vita per i Paesi in via di sviluppo*;

Energia (14,3): 12) *Energie non nucleari*, 13) *Sicurezza della fissione nucleare*, 14) *Fissione termonucleare controllata*;

Valorizzazione delle risorse intellettuali

Capitale umano e mobilità (9,1): 15) *Capitale umano e mobilità*.

Tra parentesi sono indicate le ripartizioni percentuali dell'assegnazione finanziaria di 5.700 milioni di ECUs a prezzi correnti: 2.500 per il triennio 1990-92 e 3.200 per il biennio 1993-94. Sono compresi i 57 milioni di ECUs per l'azione di diffusione e di valorizzazione di cui all'art. 4 ed i 550 milioni di ECUs destinati al Centro comune di ricerca (Fonte: Guce 117/28 dell'8 maggio 1990).

42. First European Conference on Patent and Innovation, «Strategies for the Protection of Innovation – Improving the Environment for Europe's Competitiveness», Madrid, 21-23 maggio 1990.

43. Ai quali vanno aggiunti i 21 Progetti già conclusi (*status F*).

44. Ai diversi livelli di *main contractor*, *sub-contractor* e *consultant*.

45. 918 grandi imprese, 376 piccole e medie imprese, 284 organismi di ricerca, 177 università, 77 organizzazioni nazionali e governative, 23 altre organizzazioni (Fonte: EUREKA – «Annual Project Report 1990»).

46. Oltre ai 12 membri Cee, partecipano ad EUREKA anche i 6 Paesi EFTA, la Turchia e la Commissione delle Comunità europee. Sono, inoltre, in atto piani di cooperazione e di scambio scientifico-tecnologico con alcuni paesi dell'est ed in via di sviluppo.

47. Tecnologie dell'informazione (57-1.772), Telecomunicazioni (23-1.470), Robotica ed automazione della produzione (81-1.212), Trasporti (22-765), Ambiente (72-713), Energia (16-550), Tecnologie mediche e biotecnologie (64-503), Laser (12-305), Nuovi materiali (32-238). Tra parentesi sono indicati, nell'ordine, il numero dei Progetti attivi (*status A* ed *F*) ed il costo complessivo, espresso in milioni di ECUs.

Riferimenti bibliografici

Abramo, G. (1990), *Technology Transfer and Third World Development*, tesi di Master in Management, MIT, Cambridge.

Anderson, A.E., Batten, D.F., Karlsson, C. (1989), *Knowledge and Industrial Organization*, Springer, Berlino.

Antonelli, C. (1989), *Il Finanziamento Pubblico alle Attività di Ricerca delle Imprese*, in Antonelli, C., Pennacchi, L., a cura di, *Politiche dell'Innovazione e Sfida, Europa*, Angeli, Milano.

Avitabile, R., Gallo, R., Scarangella, D. (1985), «Il Finanziamento Pubblico dell'Innovazione Tecnologica», *L'industria*, 1.

Bernabei, G.C. (1990), *Hight-Tech Europe - L'Europa della Ricerca: Opportunità Tecnologiche per le Imprese*, Icief, Milano.

Bielli, M., a cura di (1987), «Innovazione, Formazione, Professionalità nelle Aziende», *Ricerca Operativa*, 44.

- Bisogno, P., a cura di (1988), «La Politica Scientifica in Italia negli Ultimi 40 Anni - Risorse, Problemi, Tendenze e Raffronti Internazionali», Roma, Cnr - Istituto di studi sulla ricerca e documentazione scientifica, *Note di Studio sulla Ricerca*, 20.
- Businaro, U.L. (1982), *R&SxP - Ricerca e sviluppo per il Paese: come Organizzare la Ricerca nella Realtà Italiana*, Garzanti, Milano.
- Cee - Commission of the European Communities (1990), *EC Research Funding: A Guide for Applicants*, Cee - DG XII, Bruxelles.
- Censis-Imi (1990), *Ricerca e Industria in Italia - Vent'Anni del Fondo Imi*, Il Sole 24 Ore, Milano.
- Cer-Irs (1986), *Quale Strategia per l'Industria? Primo Rapporto sull'Industria e la Politica Industriale*, Il Mulino, Bologna.
- Chiri, S. (1986), *Problemi e Politiche dell'Innovazione Tecnologica nell'Industria Italiana*, Banca d'Italia, Servizio Studi, 62.
- Cinquegrani, M.S., Florio, L., Gastaldi, L., Negri, L. (1989), *Il Ruolo delle Strutture Pubbliche nella Gestione del Trasferimento Tecnologico quale Vettore di Innovazione: Esperienze e Prospettive*, Giornate di Lavoro Airo, «Strumenti per lo Sviluppo della Innovazione Tecnologica nelle Imprese e nel Governo del Territorio», Udine, ott. proceedings, 149-167.
- Colla, L., Leonardi, G. (1984), *Modelli di Diffusione dell'Innovazione* in Camagni, R., Cappellin, R., Garofoli G., a cura di, *Cambiamento Tecnologico e Diffusione Territoriale - Scenari Regionali di Risposta alla Crisi*, Angeli, Milano, 59-85.
- Dean, B.V., Goldhar, J.L. (1980), *Management of Research and Innovation*, TIMS Studies in the Management Sciences, 15, North Holland, Amsterdam.
- De Marchi, M. (1990), *I Fondamenti della Politica Industriale e gli Incentivi agli Investimenti*, Roma, Cnr - Istituto di Studi sulla Ricerca e Documentazione Scientifica, gen. (dattiloscritto).
- Francesconi, B., Negri, L. (1991), «Dal Fulcro di Eureka le Leve Tecnologiche dell'Europa» *Professione Ingegnere*, 13 (in corso di stampa).
- Freeman, C. (1979), «The Determinants of Innovation. Market Demand, Technology, and the Response to Social Problems», *Futures*, 11.
- Freeman, C., Perz, C. (1986), *The Diffusion of Technical Innovation and Changes of Techno-Economic Paradigm*, Conference on Innovation Diffusion, Daest, Venezia, mar.
- Gastaldi, L., Negri, L. (1989), «Eureka, un Progetto di Ricerca per l'Integrazione Tecnologica Europea», *Vita Italiana-Cultura e Scienza*, 2-3, 218-225.
- Imi (1989), *Relazione sull'Attività del Fondo per la Ricerca Applicata*, Roma.
- Lichtenberg, F. (1987), «The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: a Reassessment», *The Journal of Industrial Economics*, set.
- Mansfield, E. (1968), *The Economics of Technological Changes*, W.W. Norton, New York.
- Miele, M. (1989), «Quadro della Politica Scientifica e Tecnologia Comunitaria», in Conti, A., Rocchi, M., a cura di, *Il Futuro dell'Europa nella Ricerca Scientifica e Tecnologica*, Roma, Cnr-Istituto di studi sulla ricerca e documentazione scientifica, *Note di Studio sulla Ricerca*, 22, 178-219.
- Mustar, P. (1990), *La Création d'Enterprise par le Chercheurs en France*, Centre de Sociologie de l'Innovation, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Paris.
- Negri, L., Zecchini, C. (1991), *Eureka - Partecipazione Italiana*, Roma, Cnr-Ufficio trasferimento innovazioni, brevetti e normativa tecnica, 3^a ed., feb.
- Nelson, R.R., Winter, S.G. (1977), «In Search of a Useful Theory of Innovation», *Research Policy*, 6, 1.
- Nencini, G. (1989), *La Ricerca Scientifica in Italia*, La Nuova Italia Scientifica, Roma.

- Regione Lombardia - Assessorato industria e artigianato (1989), *Finanziamenti Regionali per Progetti di Ricerca e di Innovazione Tecnologica*, Milano, ott.
- Ruberti, A. (1983), *Innovazione Tecnologica e Ricerca Scientifica*, Convegno «Società e Tecnologia: le Frontiere degli Anni '90», Perugia, mag., Proceedings, *Quali Tecnologie per gli Anni '90*, Cevar, Roma, 21-30.
- Ruberti, A, a cura di (1985), *Tecnologia Domani*, Laterza-Seat, Bari.
- Schmookler, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Havard U.P., Cambridge, MA.
- Schumpeter, J.A. (1934), *The Theory of Economic Development*, tr. ingl., Harvard UP; Cambridge, MA, tr. it., *Teoria dello Sviluppo*, Firenze, Sansoni, 1971.
- Schumpeter, J.A. (1939), *Business Cycles. A Theoretical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Me Graw-Hill, New York.
- Sistema Ricerca (1989), anno IV, 16, Ediesse, Roma.
- Solow, R.M. (1968), *Progresso Tecnico e Sviluppo Economico*, tr. it., Angeli, Milano.
- Stampa, M. (1987), «Un Esempio di Sostegno Pubblico alla Ricerca e Sviluppo: il Fondo IMI per la Ricerca Applicata», *Economia Pubblica*, 4-5.
- Utterback, J.H., Abernathy, W.J. (1975), «A Dynamic Model of Process and Product Innovation», *Omega*, 3, 6.

ANALISI MICROECONOMICA DELLA DISMISSIONE DEI SUOLI URBANI*

di *Gianluigi Gorla*

Introduzione

Il fenomeno delle aree industriali dismesse in ambiente urbano è nella letteratura anglosassone considerato un riflesso del problema dell'*inner-city* – in quanto area urbanizzata all'interno della quale si concentrano a tassi elevati fattori sfavorevoli alla crescita e al benessere sia sotto il profilo sociale che economico – e più in generale dell'*urban decline* – ovvero della perdita continuata di popolazione e di attività economiche e dell'acutizzarsi del fenomeno della disoccupazione in numerose aree urbane.

In effetti si è notato che le trasformazioni produttive in corso a partire dagli anni settanta, se non prima, e il cui apice è avvenuto verso il termine del decennio in concomitanza con la svolta conservatrice del primo governo Thatcher, hanno avuto evidenti ripercussioni sulle aree urbane, in primo luogo in termini di perdita di posti di lavoro; le aree centrali e i quartieri periferici dei grandi centri urbani appaiono spesso come le «regioni» più depresse della Gran Bretagna (Turok, 1987); la portata del fenomeno è stata tale da arrivare a sollecitare anche un ripensamento di alcune delle linee strategiche e degli strumenti della politica economica regionale nella direzione di predisporre interventi più selettivi sotto il profilo geografico (Hughes, 1979).

Da una parte si è ritenuto che le aree urbane fossero caratterizzate da una struttura industriale particolarmente sfavorita dalle tendenze economiche complessive e dunque più suscettibile di stagnazioni e crisi settoriali; ma, come è stato dimostrato per il caso inglese (Fothergill, Gudgin, 1982), l'avverso *mix* industriale può dar conto solo in mi-

* Contributo finanziario del Cnr n. 87.01217.10.

sura ridotta delle perdite occupazionali subite. È stato altresì notato (Hughes, Firn, 1973) che ad allontanarsi dalle aree metropolitane inglesi sono state soprattutto quelle imprese appartenenti a settori in forte crescita od in forte calo occupazionale su scala nazionale.

Da un altro punto di vista, si è ritenuto che le aree urbane fossero particolarmente colpite dai processi di ristrutturazione produttiva in atto (Massey, Meegan, 1978, 1982). Tali processi di riorganizzazione, sia nella forma della intensificazione della produzione, che in quelle della razionalizzazione o dell'adeguamento al cambiamento tecnologico, avrebbero prodotto risultati alquanto avversi nei confronti delle aree metropolitane, sia in termini di perdita di posti di lavoro che di chiusura degli impianti esistenti.

Infatti, i nuovi fabbisogni lavorativi delle imprese industriali – lavoro a buon mercato, a medio/basso contenuto di specializzazione ma con elevata flessibilità, con bassi livelli di sindacalizzazione e con consistenti quote di impiego femminile – avrebbero trovato più rispondenza all'esterno delle aree di forte tradizione industriale; pertanto, nella misura in cui il processo di ristrutturazione prendeva atto, le imprese si sarebbe localizzate in aree di nuova o più recente industrializzazione.

Sia la spiegazione basata sulla struttura produttiva che quella appena accennata sulla competizione fra capitale e lavoro portano a concludere che il declino (occupazionale) delle aree urbane è da iscriversi a tendenze economico-produttive su scala nazionale ed internazionale, la cui natura è eminentemente aspaziale, anche se il loro svolgimento necessariamente interagisce con le caratteristiche delle economie locali – per esempio il livello di controllo esterno oppure il grado di obsolescenza degli impianti, particolarmente elevati in alcune aree di più antica industrializzazione – per produrre risultati differenti in localizzazioni diverse (Massey, 1984).

Un approccio alternativo sottolinea invece l'importanza di elementi endogeni alle economie locali e che, nella fattispecie, ne indebolirebbero i vantaggi competitivi, fino a generare veri e propri processi cumulativi di declino urbano.

Fra questi fattori, un ruolo non secondario è svolto dal funzionamento del mercato fondiario ed immobiliare: l'elevato incremento di valore dei suoli e dei fabbricati, gli elevati costi delle opere di ristrutturazione edile, i vincoli fisici e/o normativi all'espansione e alla modificazione degli immobili industriali si sono male coniugati con l'aumentato e modificato fabbisogno di spazio delle imprese. Ne è risultato un processo di espulsione delle imprese, dalle città verso le aree rurali,

il cosiddetto fenomeno dell'*urban-rural shift*, dove i suoli costano meno e i vincoli sono significativamente ridotti, mentre l'accessibilità è garantita dal livello di efficienza dei sistemi e delle infrastrutture di trasporto (Fothergill, Gudgin, 1982; Coopers & Lybrand, 1986).

Si ravvedono anche in questa spiegazione elementi comuni all'approccio della competizione fra fattori produttivi, esteso in questo caso dal conflitto capitale-lavoro alla competizione capitale-terra.

Tale processo non è però semplicemente riconducibile alla rilocalizzazione degli impianti in quanto si è spesso accompagnato a vere e proprie ristrutturazioni produttive finanziate anche attraverso la realizzazione dei valori immobiliari dei fabbricati industriali precedentemente in uso (Graziosi, 1988). È questa una spiegazione ben conforme al caso italiano, che non ha conosciuto gli imponenti processi di de-industrializzazione realizzatisi in Gran Bretagna, ma che non per questo non ha sperimentato — seppur in misura minore — il problema della trasformazione della base economica urbana e di conseguenza del costituirsi di aree industriali dismesse.

Anche per esse si impone la necessità della riconversione funzionale, la quale conserva meno lo scopo della rivitalizzazione economica propria dell'esperienza inglese, mentre assume prevalenti finalità di razionalizzazione dell'assetto urbanistico e di miglioramento della qualità e dell'efficienza della città.

Le pagine che seguono, sviluppano l'analisi di un modello interpretativo di tipo microeconomico elaborato per lo studio dei processi di dismissione e di risviluppo dei suoli urbani e ne suggeriscono alcune estensioni al fine di includervi importanti fattori caratterizzanti il lato dell'offerta dei suoli; particolare attenzione è dedicata ad evidenziare sia le indicazioni di intervento di politica economica che scaturiscono dall'analisi, sia i presupposti teorici all'interno dei quali si collocano più in generale queste riflessioni.

1. Determinanti microeconomiche delle dismissioni

1.1. Il mercato dei suoli urbani

La teoria dell'uso dei suoli in ambiente urbano, consiste innanzitutto in una teoria dei valori fondiari. Valore ed uso sono inscindibilmente connessi in quanto si assume che il valore di ogni parcella di suolo urbano sia determinato dal prezzo più alto offerto dai potenziali utiliz-

zatori che competono in un mercato di libera concorrenza ad offerta limitata.

I livelli della domanda e del prezzo offerto variano in ragione dei possibili impieghi alternativi dei suoli; pertanto, ogni unità di suolo risulta destinata all'uso più conveniente, cioè all'attività economica in grado di trarre il maggior vantaggio dal suo impiego e dunque di offrire il prezzo più elevato per la sua disponibilità. Quando ciò accade, si perviene ad una situazione di ottimalità sotto il profilo della efficiente allocazione della risorsa terra. Tale equilibrio è di tipo statico, ovvero rappresenta situazioni tendenziali o che si configurano nel lungo periodo.

Se si ipotizza che ogni tipo di attività economica tragga un vantaggio crescente all'aumentare della centralità della propria localizzazione infraurbana, come è nella tradizione dei modelli della *New Urban Economics* basati sul fattore «accessibilità» ne deriva che ogni attività economica manifesta una funzione dei prezzi offerti (*bid-price function*) crescente al muoversi dalla periferia verso il centro.

Esiste per ogni attività una propria funzione di prezzi offerti e pertanto, applicando a livello urbano la nota metodologia di von Thunen propria per la determinazione dell'organizzazione spaziale della produzione agricola, si ottiene analogamente un gradiente dei valori fondiari urbani del tipo crescente per incrementi crescenti all'aumentare della centralità della localizzazione, ed una struttura urbana di uso dei suoli a cerchi concentrici.

Ciò consente di rappresentare l'ubicazione spaziale dei possibili fenomeni di trasmissioni legati alla trasformazione di uso delle aree. In figura 1 si nota che, a fronte di una diminuzione della domanda di suoli urbani da parte del settore manifatturiero per esempio (funzione dei prezzi offerti da mm a $m'm'$) si pongono problemi di riconversione ad altri usi dei siti nei tratti ab e cd , mentre per il tratto bc si pongono problemi di ripristino di una corretta intensità di uso (rapporto capitale/terra) necessariamente a livelli più bassi, data la diminuzione del valore dei suoli. Si potranno dunque avere dismissioni lungo l'intero tratto ad , tutte determinate dal calo della domanda di suoli industriali, e si potranno successivamente avere destinazioni di uso diverse in ab e cd : ciò comporta differenti problemi al processo di riconversione e risviluppo delle aree dismesse.

Tale approccio è altresì estensibile ad un contesto interurbano del quale vengano esplicite le interdipendenze operanti. In prima istanza, il gradiente della rendita non dovrebbe significativamente differire fra i diversi centri della medesima dimensione e rango (a parità di altre

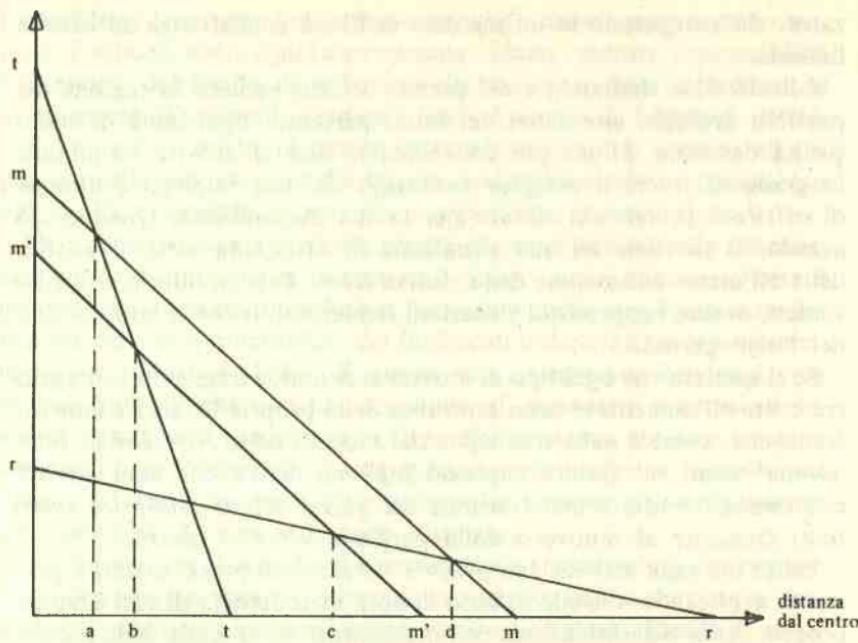


Fig. 1

condizioni: infrastrutture di trasporto e assetto urbanistico; caratteristiche del subsistema urbano; ecc.) in quanto, in una prospettiva di lungo periodo, la mobilità delle famiglie e delle imprese garantirebbe la sua uniformità per effetto dell'operare del principio di mercato (Evans, 1985).

Le anomalie rispetto a tale modello, specialmente gli usi misti dei suoli ad una medesima localizzazione e gli sviluppi spaziali discontinui, non costituiscono un valido motivo di rigetto quando si tiene conto che il processo di sviluppo è di tipo incrementale, legato anche all'evolversi delle condizioni esterne e delle aspettative di crescita (tant'è che la rendita urbana può differire fra centri simili in presenza di differenziali di crescita della popolazione residente, oltre che per effetto di

differenziali nei tassi di interesse reali al netto delle tasse).

Indipendentemente dal tipo di struttura spaziale ottimale derivabile dalle diverse funzioni dei prezzi offerti, l'applicazione del principio della competizione fra usi alternativi dei suoli produce comunque un modello di analisi parziale adatto a spiegare il «risviluppo» di ogni parcella di suolo, o il mancato «risviluppo» fino al suo abbandono, alla dismissione e all'eventuale riutilizzo.

1.2. Aree dismesse: cenni preliminari

In genere, un'area dismessa si caratterizza per essere occupata da fabbricati derelitti, un tempo destinati a funzioni produttive o residenziali. Nella terminologia inglese, il termine *derelict* qualifica meglio il concetto che per area dismessa non debba intendersi semplicemente un'area inutilizzata in quanto abbandonata, o tantomeno vacante, bensì un'area «così danneggiata dai suoi impieghi industriali o per altri fini produttivi che risulta inadatta a qualsiasi uso senza un previo trattamento» (Doe, 1979).

Il fenomeno in esame è variegato nella sua forma: non colpisce esclusivamente le aree urbane e per esempio si verifica normalmente anche in aree rurali con l'abbandono delle cascine e delle abitazioni rurali, nonché riguarda ampie zone ormai depauperate a causa dello sfruttamento minerario come i bacini carboniferi, oppure limitate porzioni di suolo occupate da infrastrutture in disuso come strade, linee ferroviarie e banchine portuali.

L'estensione delle superfici urbane abbandonate può essere limitata o invece può assumere vaste proporzioni; la localizzazione su scala infraurbana di tali aree è variabile: essa dipende dalla ubicazione delle aree industriali, la quale differisce fra Italia e Gran Bretagna sia per motivi storici che di pratica urbanistica. Nel primo caso le aree industriali sono prevalentemente collocate ai bordi delle aree urbanizzate ai tempi dell'ondata storica di industrializzazione: dunque alla periferia della città di inizio secolo e in prossimità degli assi ferroviari, e poi ai margini della città del secondo dopoguerra, soprattutto in prossimità dei grandi assi stradali.

In Gran Bretagna invece, specialmente nei centri maggiori, le aree industriali occupano posizioni interne al tessuto urbanistico, il quale si è sviluppato intorno ad esse fino a raccordarsi e a formare le grandi metropoli.

Inoltre, il processo di abbandono dei fabbricati e di costituzione di aree dismesse può avvenire in un arco di tempo ristretto, special-

mente nel caso dei fabbricati industriali, o attraverso un processo di *filtering-down* che può prolungarsi addirittura per decenni nel caso degli edifici e dei quartieri residenziali. In tal senso, rilevante appare la nozione di uso sub-ottimale e di aree prossime alla dismissione.

Un altro aspetto del fenomeno della dismissione attiene alle caratteristiche del turn-over interno: infatti, lo stock di aree dismesse muta per effetto del saldo dei flussi in entrata ed uscita, ma anche per effetto della distribuzione della durata delle dismissioni; in analogia al mercato del lavoro, concetti come dismissione frizionale e strutturale e dismissione di lungo periodo possono assumere una particolare rilevanza nell'ambito del presente contesto di analisi.

Infine, il costituirsi di aree dismesse è il risultato di tante microdecisioni oppure di poche adottate da grandi imprese, e ciò può essere a sua volta inquadrato in un più ampio contesto di ristrutturazione spaziale ed economica della produzione da coniugarsi con la fase di crescita, rivitalizzazione oppure di declino che il centro urbano si trova ad affrontare.

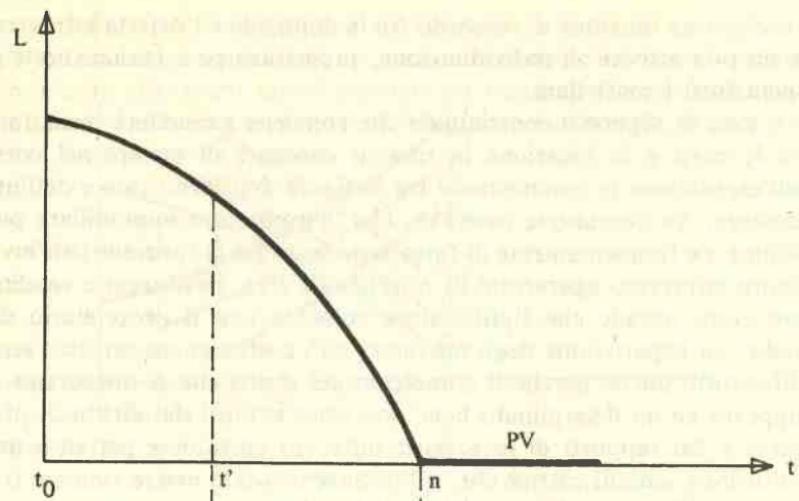
La multidimensionalità del fenomeno non esclude a priori la possibilità della ricerca di criteri e determinanti comuni; essi possono essere a loro volta rinvenuti attraverso l'inquadramento sistematico delle ragioni economiche che portano all'abbandono e che escludono poi la convenienza al «risviluppo» delle aree dismesse, o almeno che ne riviano nel tempo l'opportunità economica.

1.3. Il modello del risviluppo

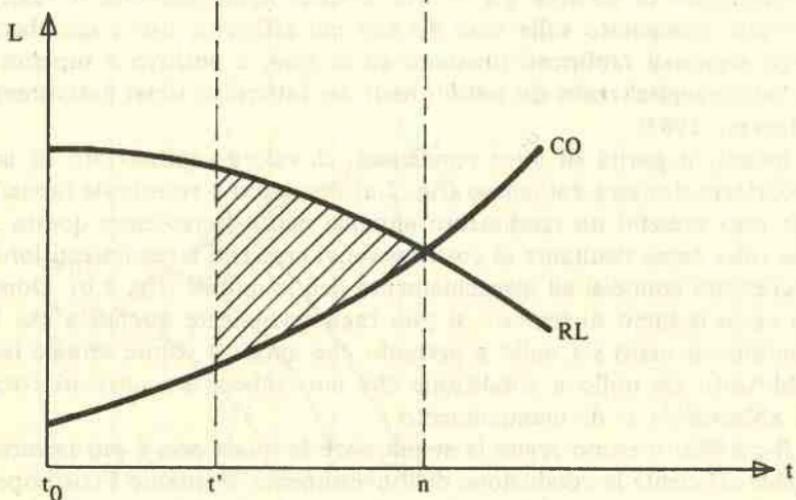
Il modello del «risviluppo» di J. Harvey (1987) fornisce la rappresentazione del processo di cambiamento d'uso del suolo sulla base del modificarsi nel tempo della più efficiente allocazione del suolo stesso. Come caso particolare include anche la rappresentazione del processo di dismissione e di ritorno all'uso.

Semplificando un po' il quadro istituzionale, ma senza perdere rilevanti aspetti del problema, si distinguono due operatori che agiscono sul mercato. Gli *investitori*, ovvero coloro che acquisiscono i suoli in quanto beni che entrano a far parte del proprio portafoglio e sono dunque interessati alla massimizzazione del rendimento atteso di questi assets; gli *utilizzatori*, coloro cioè che sono interessati all'uso dei suoli per fruire dei servizi da essi forniti per scopi residenziali o produttivi.

Nel modello in esame, i primi costituiscono il lato dell'offerta mentre i secondi il lato della domanda. Può inoltre risultare utile l'inclusione di una terza figura, quella del *promotore immobiliare*, il qual-



2a



2b

CO = Costi Operativi

RL = Rendimento Lordo

RN = RL - CO = Rendimento Netto

r = Tasso di Sconto

$PV(t') = \int_{t'}^n RN(t) \cdot [1+r]^{-t} dt$ per $t_0 \leq t' < n$

$PV(t') = 0$ per $t' \geq n$

Fig. 2

e svolge una funzione di raccordo fra la domanda e l'offerta attraverso la propria attività di individuazione, progettazione e realizzazione di operazioni immobiliari.

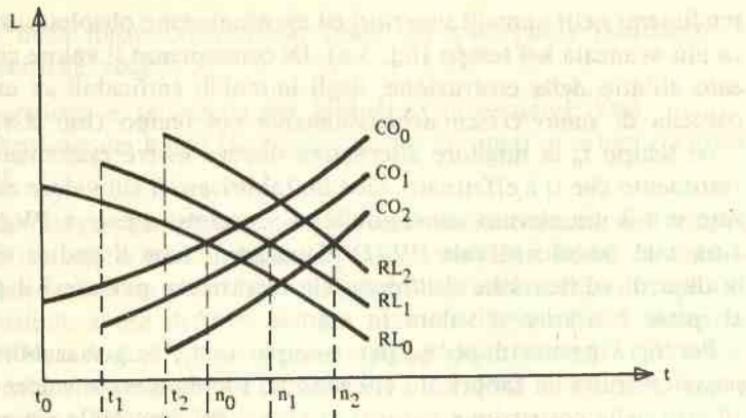
Il tipo di rapporto contrattuale che conviene ammettere instaurarsi fra le parti è la locazione in quanto consente di evitare nel corso dell'esposizione la commistione fra le figure dell'investitore e dell'utilizzatore. Va comunque osservato che il promotore immobiliare può assumere e frequentemente di fatto assume anche la funzione dell'investitore attraverso operazioni di acquisto di aree, risviluppo e vendita; così come accade che l'utilizzatore coincida con il proprietario del suolo. La tripartizione degli operatori può costituire un artificio semplificatorio anche perché il complesso dei diritti che si instaurano in rapporto ad un determinato bene non sono esauriti dal diritto di proprietà e dai rapporti di locazione; tutto ciò costituisce pertanto una assunzione semplificatrice che, all'occorrenza, può essere rimossa tramite specificazioni diverse del modello di analisi.

Ciò premesso, si può pervenire alla tesi centrale del modello: il «risviluppo» di un'area già in uso avviene ogni qualvolta il valore del sito, computato sulla base del suo più efficiente uso e sgombero degli eventuali fabbricati insistenti su di esso, è positivo e superiore al valore capitalizzato dei redditi netti dei fabbricati stessi preesistenti (Harvey, 1987).

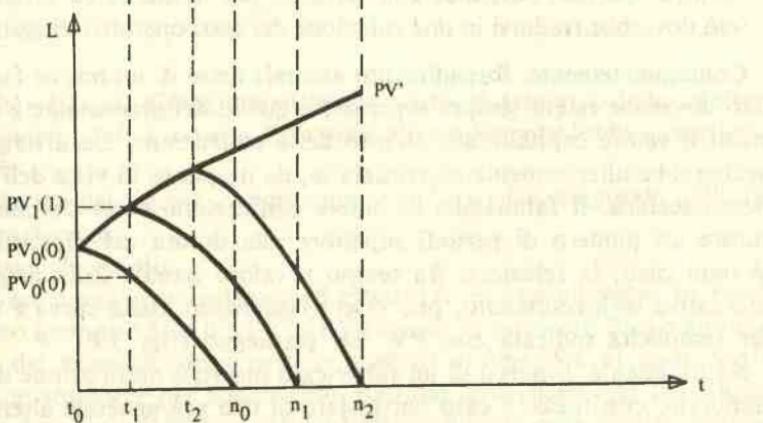
Infatti, a parità di altre condizioni, il valore capitalizzato di un fabbricato decresce col tempo (fig. 2.a) in quanto è verosimile ritenere che esso presenti un rendimento annuale netto decrescente; questo a sua volta come risultante di costi operativi crescenti e rendimenti lordi decrescenti connessi all'invecchiamento dell'immobile (fig. 2.b). Dopo un certo numero di periodi, si può ragionevolmente attendere che il rendimento netto sia nullo e pertanto che anche il valore attuale del fabbricato sia nullo a condizione che non subentrino ulteriori costi di abbandono o di mantenimento.

Il periodo n -esimo segna la soglia oltre la quale non è più *tecnicamente* efficiente la conduzione dell'investimento in quanto i costi operativi superano i ricavi dati dal rendimento lordo. Ma la conduzione può risultare *economicamente* non efficiente prima del periodo n -esimo.

Infatti, in ogni istante t compreso fra 0 e n è plausibile l'edificazione di un nuovo fabbricato che, più moderno ed efficiente, potrebbe sostituire il preesistente (conservando o modificando la destinazione d'uso precedente: ma questo è meno importante per il momento). Ciò implica che, dopo l'edificazione di un immobile, in ogni istante di tempo successivo, esista sempre un'alternativa più efficiente, la quale offre



3a



3b

CO_i = Costi Operativi del fabbricato edificato al tempo t_i

RL_i = Rendimenti Lordi dello stesso fabbricato

n_i = Soglia temporale dell'obsolescenza tecnica

PV_i = Valore Attuale del fabbricato edificato in t_i

$PV^* = PV_i(t_i)$ = Valore Attuale al tempo t_i del fabbricato edificabile in t_i , ovvero dell'alternativa più efficiente, capitalizzata alla data della sua costruzione

Fig. 3

rendimenti netti annuali superiori ed eventualmente obsolescenza tecnica più avanzata nel tempo (fig. 3.a). Di conseguenza il valore capitalizzato all'atto della costruzione, degli immobili edificabili su una data parcella di suolo cresce invariabilmente col tempo (fig. 3.b).

Al tempo t_0 la migliore alternativa doveva essere esattamente l'investimento che si è effettuato, cioè un fabbricato il cui valore capitalizzato era il più elevato conseguibile al momento e pari a $PV_0(0)$ (fig. 3.b); tale fabbricato vale $PV_0(1)$ al tempo t_1 (con il pedice si indica la data di edificazione dell'immobile mentre tra parentesi il periodo al quale è riferito il valore in esame).

Per ogni istante dopo t_0 , per esempio in t_1 , è ipotizzabile che si possa costruire un fabbricato che presenti un più elevato valore attuale all'atto della costruzione rispetto al valore dell'immobile già esistente capitalizzato alla data della sua costruzione, cioè $PV_1(1) > PV_0(0)$ se $t_1 > t_0$; questo per almeno due ragioni:

- il nuovo immobile sarà in grado di rispondere in modo più conforme al tipo di domanda che intende soddisfare, e pertanto potrà lucrare più elevati rendimenti lordi;
- inoltre, essendo costruito con tecniche più moderne ed efficienti, ciò dovrebbe tradursi in una riduzione dei costi operativi di gestione.

Conseguentemente, il rendimento annuale netto di un nuovo fabbricato dovrebbe essere sempre superiore a quello del preesistente e pari al valore capitalizzato all'atto della costruzione. La divergenza risulterebbe ulteriormente accentuata se, da un punto di vista dell'efficienza tecnica, il fabbricato di nuova edificazione fosse destinato a durare un numero di periodi superiore alla durata del preesistente. In ogni caso, la relazione fra tempo e valore attuale della migliore alternativa di investimento, può essere visualizzata dalla curva $PV_1(t)$, per semplicità indicata con PV' nel prosieguo (fig. 3.b).

Naturalmente, l'ipotesi di un fabbricato nuovo a destinazione d'uso immutata, costituisce il caso particolare di una più generale alternativa, che investe in primo luogo la destinazione d'uso del suolo e, di conseguenza, le caratteristiche del più efficiente fabbricato edificabile in tale area.

Se dunque in ogni istante del tempo esiste sempre una più efficiente alternativa all'uso del suolo rispetto a quella già in essere, si tratta allora di verificare quando la sua attuazione risulti economicamente vantaggiosa.

Tale valutazione innanzitutto deve tenere conto del costo di reali-

zazione della nuova alternativa, costo che può essere ricondotto a due specifiche voci:

- demolizione e sgombero dei fabbricati preesistenti (DS),
- edificazione dei nuovi fabbricati, inclusi gli oneri di urbanizzazione (ED).

Si assuma per semplicità che tali costi siano costanti nel tempo; l'ipotesi introdotta non altera la logica del modello e le sue conclusioni, sebbene esista un nesso fra valore del suolo ed intensità di capitale.

È possibile allora definire in ogni istante t_i il valore del suolo come la differenza fra il valore capitalizzato del fabbricato più efficiente, miglior alternativa possibile al tempo t_i , e i costi diretti per la sua realizzazione. Dunque, se:

$$PV'(i) = \sum_{i=1}^{i+n'} RN'(t)/(1+r)^{t-i} \quad (1)$$

allora

$$LV'(i) = PV'(i) - (DS + ED) \quad (2)$$

dove:

$RN'(t) = RL'(t) - CO'(t)$: rendimento netto al tempo t della migliore alternativa, definito come differenza fra rendimento lordo e costi operativi;

n' : durata del nuovo investimento: $i + n' =$ soglia temporale dell'efficienza tecnica;

r : tasso di sconto.

Si ha quindi convenienza ad effettuare un «risviluppo» in $t = t^*$, ovvero quando $LV' > 0$ e $LV' > PV$ (fig. 4), in quanto il flusso attualizzato dei benefici futuri netti è positivo e superiore ai costi che si devono sostenere per conseguirlo, dati dai costi diretti per la realizzazione del nuovo fabbricato ($DS + ED$) più il costo opportunità derivante dalla capitalizzazione al tempo t^* del mancato flusso di rendimenti netti futuri del fabbricato preesistente da abbattere (PV); dunque:

$$LV' > PV \text{ per } t > t^* \quad (3)$$

significa:

$$PV' > PV + (DS + ED). \quad (4)$$

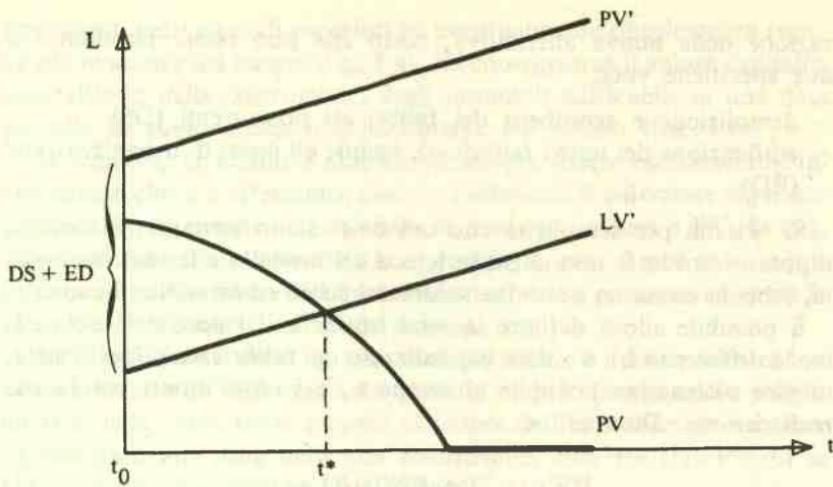


Fig. 4

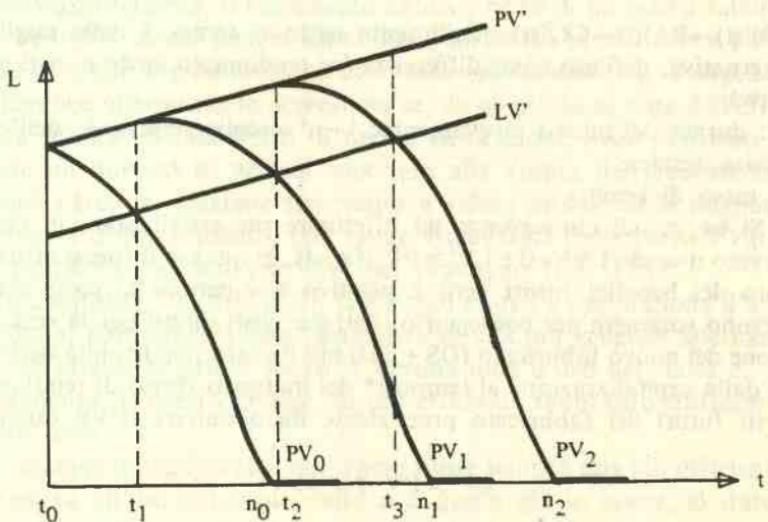


Fig. 5

Esemplificativamente, in ogni istante del tempo esiste un gruppo di potenziali utilizzatori del suolo in esame. Se si suppone per semplicità che gli attributi fisici dei fabbricati non costituiscano oggetto di differenze rilevanti, allora i potenziali utilizzatori offriranno prezzi differenti in ragione della corrispondenza fra domanda specifica ed offerta di attributi localizzativi del sito.

Il più elevato prezzo offerto è associato alla destinazione d'uso più efficiente: esso riflette quanto l'offerente è disposto a pagare i servizi insediativi del sito e quindi il valore dell'immobile standard ivi localizzabile (PV').

Gli operatori del mercato immobiliare raccordano la domanda di fabbricati con l'offerta, secondo le seguenti linee d'azione. Noto il prezzo offerto PV', essi detraggono le spese per la realizzazione del fabbricato richiesto e definiscono così un prezzo offerto all'attuale detentore per modificare l'uso dell'area in questione. Tale prezzo è il più elevato possibile in ragione della concorrenza fra i diversi operatori immobiliari, essendo il loro profitto normale incorporato nei costi di edificazione.

Il detentore compara allora il prezzo che il mercato offre con il valore che egli ritiene il sito abbia, derivante dalla capitalizzazione dei flussi futuri netti di reddito atteso in base all'attuale uso. In $t < t^*$ l'operazione non si rivela economicamente vantaggiosa mentre lo è per $t > t^*$; in $t = t^*$ si ha indifferenza.

Nella figura 5 è illustrato un processo di sviluppi successivi, all'interno del quale si assume che il conduttore adotti ogni volta un comportamento al margine (non ottimizzante, come si vedrà in seguito), in base al quale egli modifica la destinazione d'uso del sito quando lo scambio produce un risultato netto positivo. Tale atteggiamento è tanto più probabile qualora si consideri l'azione di persuasione che l'operatore immobiliare intraprende ogni qualvolta egli riscontri un contesto favorevole ad una operazione immobiliare (cioè del tipo $LV' > PV$).

1.4. Abbandono delle aree

La formazione di aree dismesse attraverso l'abbandono dei fabbricati in uso avviene quando non si realizza la condizione per il risviluppo, e contemporaneamente l'efficienza tecnica del patrimonio immobiliare esistente è nulla.

Infatti, quando non c'è soglia di efficienza economica ai fabbricati esistenti, questi vengono impiegati finché sono in grado di produrre un rendimento positivo, dopodiché vengono abbandonati.

Nel modello formale, tale situazione viene rappresentata attraverso l'individuazione di un immaginario punto di intersezione di PV con LV' nel quarto quadrante, con ordinata negativa (fig. 6).

In realtà PV e LV' non possono assumere un valore di mercato negativo e pertanto si tratta solo di un artificio visivo ottenuto dall'estensione delle funzioni matematiche di PV e LV' al di fuori del loro campo di esistenza. Il fabbricato viene allora abbandonato quando $t = n$, e inizia così un periodo di decadimento che ha termine solo quando $t = m$, ovvero quando si ripropongono in termini positivi le convenienze di risviluppo dell'area in esame.

L'accadere del fenomeno delle aree dismesse nonché la sua estensione temporale ($m - n$) e più in generale la sua frequenza, dipendono di conseguenza dal valore dei parametri delle funzioni che consentono la determinazione del valore attuale del fabbricato esistente e del valore attuale del suolo sgombero, calcolato in base alla sua più efficiente destinazione.

I fattori che spingono verso il basso la curva PV producono sempre l'effetto di anticipare i tempi dell'obsolescenza economica e tecnica degli edifici esistenti; talvolta anche di scambiare l'ordine temporale fra le due soglie, annullando così in pratica la rilevanza dell'obsolescenza economica e dando luogo al fenomeno dell'abbandono; in caso già di assenza di obsolescenza economica, allora si avrà un anticipo dell'abbandono degli immobili e una corrispondente maggior durata del periodo del decadimento fisico.

Analogamente, ogni fattore che spinga verso il basso la curva LV', sortisce l'effetto di ritardare l'obsolescenza economica dei fabbricati esistenti, compreso l'annullarla, e di conseguenza di ritardare il risviluppo del patrimonio immobiliare, sia esso in sostituzione di fabbricati preesistenti in uso oppure abbandonati.

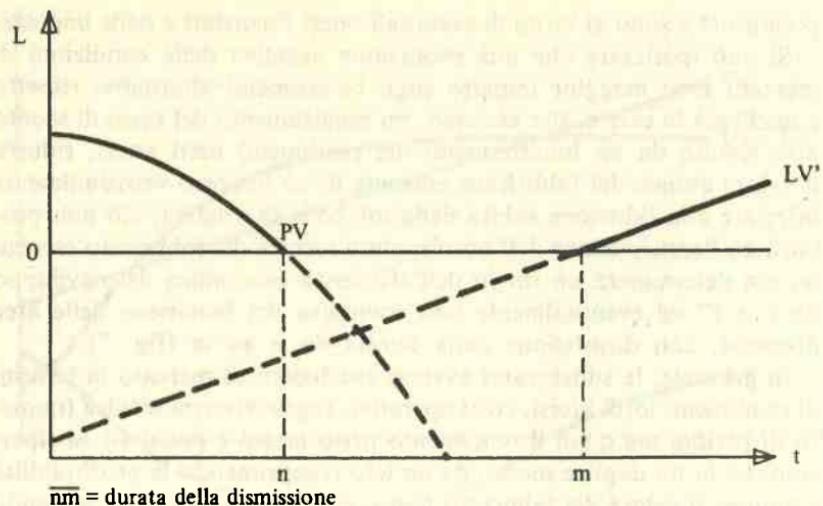
I fattori che possono contribuire a variare il valore attuale dei fabbricati esistenti o sostitutivi, devono modificare l'importo delle varie voci che concorrono alla determinazione delle convenienze relative:

- rendimenti annuali lordi;
- costi operativi;
- tasso di sconto.

Inoltre, occorre anche considerare:

- le spese di demolizione e sgombero dei fabbricati esistenti;
- i costi per la costruzione dei nuovi fabbricati.

Naturalmente, tutte le spese includono il profitto normale dell'im-



\overline{nm} = durata della dismissione

Fig. 6

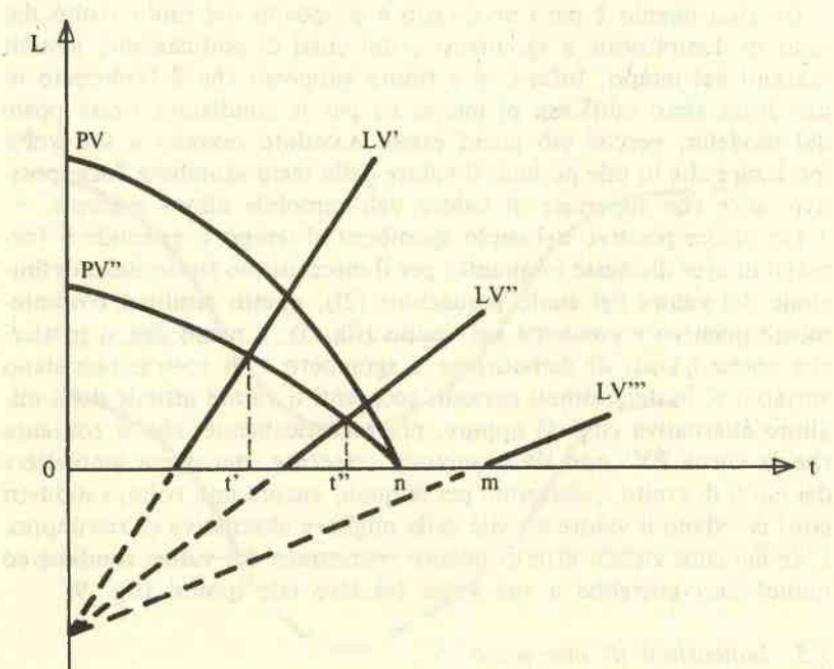


Fig. 7

prenditore e sono al lordo di eventuali oneri finanziari e delle imposte.

Si può ipotizzare che una evoluzione negativa delle condizioni di mercato avrà maggior impatto sugli investimenti alternativi rispetto a quelli già in essere. Per esempio, un innalzamento del tasso di sconto non seguito da un innalzamento dei rendimenti netti attesi, ridurrà il valore attuale del fabbricato esistente di un importo verosimilmente inferiore alla riduzione subita dalla migliore alternativa; ciò non provocherà l'anticipazione dell'obsolescenza tecnica del fabbricato esistente, ma determinerà un rinvio dell'efficienza economica del risviluppo da t' a t'' ed eventualmente una comparsa del fenomeno delle aree dismesse, con dismissione dalla durata da n ad m (fig. 7).

In generale, le subentranti avverse condizioni di mercato in termini di rendimenti lordi attesi, costi operativi, sopravvivenza tecnica (numero di periodi nei quali il rendimento netto atteso è positivo), si ripercuotono in un duplice modo: da un lato comprimendo la profitabilità e dunque il valore dei fabbricati in uso e, in alcuni casi, determinando un'anticipazione dell'obsolescenza tecnica, dall'altro ritardando la convenienza ad effettuare investimenti per il risviluppo.

Un chiarimento è però necessario a proposito del ruolo svolto dai costi di demolizione e sgombero e dai costi di edificazione, assunti costanti nel tempo. Infatti, si è finora supposto che il fabbricato in uso fosse stato edificato al tempo t_0 ; per le condizioni stesse poste dal modello, perché ciò possa essere accaduto occorre a sua volta ipotizzare che in tale periodo il valore della terra sgombra fosse positivo oltre che superiore al valore dell'immobile allora esistente.

Un valore positivo del suolo sgombero al tempo t_0 preclude il formarsi di aree dismesse in quanto, per il meccanismo stesso della definizione del valore del suolo (equazione (2)), questo risulterà costantemente positivo e crescente nel tempo (fig. 5), a meno che si ipotizzi che anche i costi di demolizione e sgombero e di costruzione siano variabili e, in determinati periodi, eccedenti il valore attuale della migliore alternativa (fig. 8) oppure, più realisticamente, che si consenta che la curva PV' non sia monotona crescente, ma possa ammettere dei punti di svolta e situazioni per le quali, ancora una volta, i suddetti costi eccedano il valore attuale della migliore alternativa di risviluppo. L'andamento ciclico effettivamente riscontrato dei valori fondiari ed immobiliari potrebbe a sua volta fondare tale ipotesi (fig. 9).

1.5. *Indicazioni di intervento*

Le implicazioni di politica economica che direttamente sono deduci-

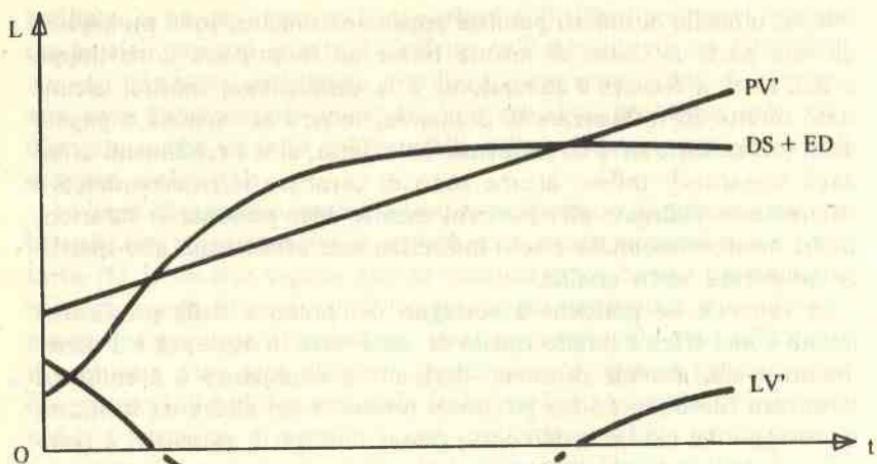


Fig. 8

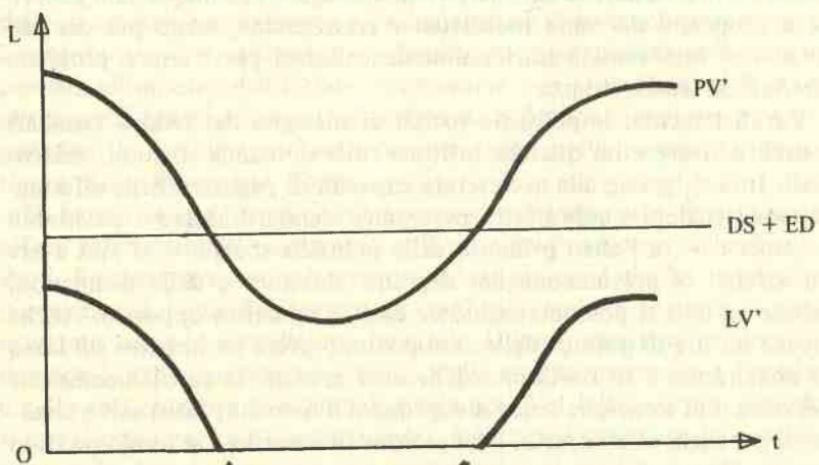


Fig. 9

bili dal modello di analisi parziale appena esaminato, sono molteplici: da una parte si tratta di misure intese ad incentivare il risviluppo e dall'altra a frenare l'abbandono e la dismissione; inoltre, alcune sono dirette ad influenzare la domanda, ovvero la capacità a pagare degli utilizzatori, altre ad influenzare l'offerta, cioè i rendimenti attesi dagli investitori; infine, alcune sono di carattere microeconomico e strettamente collegate all'obiettivo, mentre altre presentano caratteristiche macroeconomiche e solo indirettamente afferiscono allo specifico problema sotto analisi.

In generale, le politiche a sostegno dei prezzi e delle produzioni hanno come effetto diretto quello di mantenere in esistenza e a determinati livelli, attività altrimenti destinate a scomparire o a contrarsi in misura rilevante. Se fra gli effetti primari sono allora da includere il sostegno dei redditi e dell'occupazione, fra quelli secondari è compresa la domanda di suoli ad uso produttivo e, di conseguenza, una spinta verso l'alto dei valori fondiari. Tali effetti sono sempre presenti, ma è abbastanza chiaro che essi sono secondari nel contesto degli obiettivi della politica che li ha prodotti, nonché di scarsa portata rispetto allo specifico problema delle aree dismesse. Probabilmente, essi assumono un rilevante ruolo nel prevenire l'abbandono dei suoli agricoli e nel favorire la messa a coltura di nuovi suoli, ma più problematico è individuare una conclusione analoga e comunque non generica a proposito dei suoli industriali e commerciali, tanto più che tali interventi non sono tradizionalmente calibrati per trattare problemi spaziali su scala ridotta.

Parallelamente, le politiche sociali di sostegno dei redditi familiari potrebbero avere un qualche influsso sulla domanda di suoli residenziali. Infatti, grazie alla accresciuta capacità di pagare affitti, effettuare manutenzioni e soprattutto perseguire standard abitativi accettabili – obiettivo fra l'altro primario delle politiche sociali – si può avere un effetto di prevenzione del degrado abitativo e delle dismissioni (anche se non si possono escludere casi di tendenza opposta). Anche alcune misure di politica della casa possono avere un impatto sul tasso di abbandono e di risviluppo delle aree urbane: la regolamentazione dei canoni di locazione tende a deprimere il mercato, fatto salvo creare di paralleli; al contrario, l'erogazione di contributi a fondo perduto per la prima casa, la concessione di mutui e tassi agevolati, la deducibilità dall'imponibile fiscale degli interessi sui mutui, altre facilitazioni fiscali come l'esenzione temporanea dal pagamento dell'Ilor, incentivano la domanda di abitazioni e di suoli residenziali. La stessa edilizia pubblica aumenta il fabbisogno di aree da destinarsi a tali scopi. Come

risultato, si ha che crescono le opportunità di effettuare nuovi sviluppi residenziali, mentre incerto è l'effetto sull'abbandono dei fabbricati. Ancora una volta però giova sottolineare che questo tipo di politiche non sono direttamente finalizzate allo specifico problema delle aree dismesse anche se sono più sensibili delle precedenti agli aspetti di degrado ambientale.

In linea di principio, anche le tradizionali misure di politica regionale, orientate a redistribuire le attività economiche presenti su un territorio fra le diverse regioni che lo compongono, hanno ripercussioni sulla domanda di suoli; di fatto esse sono inadeguate a cogliere in modo distinto aspetti spaziali su scala infraregionale e ad affrontare il problema delle aree dismesse. Nulla esclude tuttavia che una serie di strumenti di politica regionale siano applicati su scala urbana, per obiettivi specifici. I contributi agli investimenti e alla produzione, i finanziamenti a tassi agevolati e le facilitazioni fiscali di varia natura (ammortamenti accelerati, esenzione dal pagamento di determinate imposte e tasse) dovrebbero tramutarsi in una maggiore capacità a pagare delle imprese e in un maggior valore dei suoli a condizione che tali strumenti siano resi spazialmente altamente selettivi. Per esempio, nell'esperienza inglese, alcuni di questi strumenti sono effettivamente impiegati e formano parte di pacchetti di intervento più composti (che accanto ad incentivi economici prevedono fra l'altro lo snellimento delle procedure burocratiche e l'allentamento dei vincoli urbanistici): i contributi agli investimenti e i finanziamenti agevolati sono infatti previsti all'interno dell'*Urban Programme* per i problemi dell'*inner city* nonché fra gli strumenti di azione delle *Urban Development Corporation*, le facilitazioni fiscali caratterizzano prevalentemente l'esperienza delle *Enterprise Zones*.

Si hanno infine forme di intervento che direttamente determinano effetti sullo stato del patrimonio edilizio e sul fenomeno delle dismissioni. Per esempio, con riferimento all'edilizia residenziale, la politica prevalente in Gran Bretagna negli anni cinquanta e sessanta è stata orientata verso la demolizione integrale di interi quartieri residenziali degradati, nell'acquisizione pubblica delle aree (consensuale o forzata) e nella realizzazione di eventuali risviluppi. Nel corso di tale periodo si è realizzato però un graduale spostamento dell'obiettivo delle politiche: dalla demolizione alla conservazione e al miglioramento. Sono stati allora resi disponibili contributi per riparazioni e migliorie (*improvement, intermediate and repair grants*) e anche per opere di miglioramento ambientale, nonché strumenti impositivi per ottenere da parte dei proprietari riparazioni e migliorie atte a prevenire il degrado

di singole abitazioni o stabili, ma soprattutto di interi quartieri.

Analogamente sul versante dell'edilizia commerciale ed industriale, che nel corso degli anni settanta ha visto accrescere in modo preponderante il proprio peso all'interno delle politiche urbane, vi sono da registrare interventi direttamente mirati alla domanda di suoli per usi produttivi. Infatti, accanto alle tradizionali opere di infrastrutturazione, si sono adottate forme di azione pubblica per le quali l'ente locale provvede direttamente all'acquisizione e alla predisposizione delle aree, eventualmente al loro risviluppo, e poi le cede a privati a condizioni vantaggiose specialmente mediante la stipula di contratti di locazione che possono risultare sia a breve termine sia a lunghissima scadenza (da 25 a 99 anni).

In sintesi, con riferimento alle figure 4 e 6, si può concludere che quanto più le politiche sono geograficamente selettive, si avranno risultati del tipo seguente.

1. Le politiche di sostegno dei redditi d'impresa e dei redditi familiari spingono verso l'alto sia la curva PV che PV': l'effetto sul tasso di sviluppo non è determinabile a priori, mentre si riducono sicuramente le occasioni di dismissioni e crescono invece quelle di ritorno all'uso.
2. Effetti opposti derivano dalle politiche di regolamentazione dei canoni di affitto; sono infatti penalizzati sia il rendimento dell'investimento in essere, sia quello degli investimenti alternativi. Quest'ultimo lo è probabilmente in misura maggiore e ciò determina un rallentamento del tasso di risviluppo ed una intensificazione delle dismissioni, nonostante gli impulsi di segno opposto che provengono dal mercato delle abitazioni di proprietà. Al contrario, alcune strategie messe in atto da parte dei proprietari possono tendere ad innalzare il rendimento dei fabbricati ed a prolungare la vita: per esempio, una riduzione delle spese di manutenzione spinge verso l'alto la curva PV.
3. Le politiche della casa, sia nella forma di incentivazione degli investimenti in nuove proprietà, sia in quella di incentivazione delle manutenzioni, migliorie e riparazioni, tendono rispettivamente ad innalzare PV' e PV e dunque a frenare il fenomeno delle dismissioni sia creando nuove opportunità di sviluppo, sia ritardando la decadenza degli stabili già in uso.
4. Gli incentivi alla localizzazione delle attività produttive innalzano la curva PV' e stimolano il risviluppo. Va comunque tenuto presente che, a seconda degli strumenti prescelti, si avranno reazioni di diversa intensità e caratteristiche sul lato della domanda di suoli.

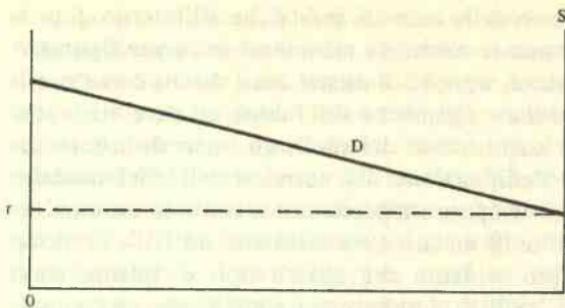
5. Il diretto coinvolgimento delle autorità pubbliche all'interno di progetti di risviluppo consente anche la riduzione dei costi figurativi connessi a tali operazioni, nonché di alcuni costi diretti come quelli attinenti alla demolizione e sgombero dei fabbricati derelitti, eventualmente le spese di acquisizione dei suoli, gli oneri di urbanizzazione e le spese per l'edificazione dei nuovi stabili. Nel modello di analisi, tali risparmi vengono rappresentati attraverso un innalzamento della curva LV' e in un suo avvicinamento ad PV' , in modo che $LV' > 0$. È dunque evidente che questo tipo di misure sono praticabili solo se $PV' > 0$; di conseguenza sono spesso prese congiuntamente ad altre misure tese ad innalzare PV' . È evidente inoltre che questo tipo di azione influenza in modo preponderante le scelte localizzative di quelle attività che registrano una elevata sensibilità al costo dei fabbricati e dei suoli sul totale dei costi di produzione.

2. Alcuni sviluppi del modello sul lato dell'offerta

2.1. *Introduzione: il modello del risviluppo nel contesto delle teorie economiche della rendita fondiaria*

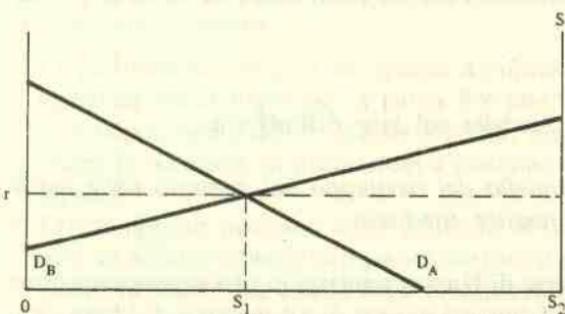
Il modello del risviluppo di Harvey consiste in una rappresentazione alquanto semplificata del funzionamento di un mercato di libera concorrenza dove più operatori competono per accaparrarsi l'uso dei suoli in quanto input produttivi. Ogni singolo produttore adotta comportamenti di tipo parametrico: dato il prezzo del bene prodotto e data la tecnologia di produzione a coefficienti flessibili, esso è in grado di indicare i propri prezzi offerti per l'uso di differenti tipi di suolo. L'offerta reagisce prontamente ad ogni sollecitazione della domanda, modificando l'allocazione delle aree ogni qualvolta si configuri l'opportunità di realizzare un guadagno netto positivo. Il meccanismo di mercato assegna dunque l'uso dei suoli agli operatori più competitivi e, si potrebbe aggiungere, così facendo garantisce la più efficiente allocazione della risorsa terra.

Va tenuto presente che, mentre per l'analisi della domanda individuale di suolo, la relazione è di tipo monodirezionale – dal prezzo del prodotto al valore della rendita pagata –, da un punto di vista aggregato prezzi dei suoli e prezzi dei beni prodotti sono tra loro interdipendenti. La classica relazione ricardiana è infatti valida solo in presenza di un unico bene prodotto e di una offerta limitata di



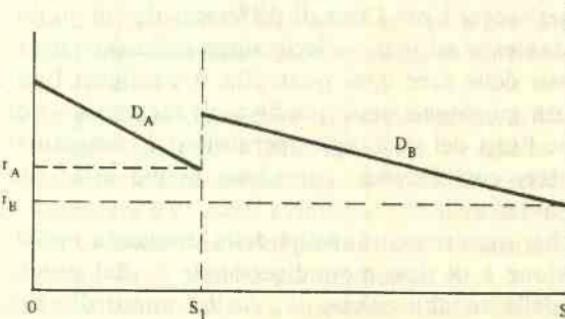
(a) Ricardiano

S = offerta (fissa) di suolo
 D = domanda di suoli
 r = rendita



(b) Neoclassico

D_A = domanda di suolo per uso A
 D_B = domanda di suolo per uso B
 OS_1 = suolo destinato all'uso A
 S_1S_2 = suolo destinato all'uso B
 r = rendita



(c) Ricardiano con zoning

OS_1 = suoli destinati all'uso A
 S_1S_2 = suoli destinati all'uso B
 r_A = rendita del suolo destinato ad A
 r_B = rendita del suolo destinato a B

Fig. 10 – Determinazione diagrammatica della rendita fondiaria in diversi modelli (Evans, 1988a)

terra: in tal caso il prezzo del suolo è alto perché alto è il prezzo del grano (fig. 10.a); viceversa, quando si consentono a più attività di coesistere e di competere anche sugli stessi mercati dei fattori, allora le determinazione del valore del suolo non avviene più in modo residuale, ma in modo simultaneo, all'interno di uno schema di equilibrio economico che include sia i prezzi dei beni che quelli dei fattori (fig. 10.b); infine, qualora si escluda artificiosamente la competizione sul mercato dei fattori, per esempio attraverso l'imposizione di vincoli urbanistici come la zonizzazione, allora si tende a configurare una situazione aggregata di tipo ricardiano (fig. 10.c), anche se, dietro ad essa ed al suo interno, operano tuttora meccanismi di stampo neoclassico (Evans, 1988a; queste considerazioni sono tutt'altro che scontate: si confronti per esempio Balchin, Bull, 1987, p. 164, dove gli autori adottano l'approccio ricardiano per l'analisi del mercato residenziale in quanto valutato più realistico e forniscono in nota un elenco di studiosi allineati sulla stessa posizione).

Le implicazioni esplicative e normative sono alquanto diverse a secondo che ci si collochi in uno schema classico oppure neoclassico. Nel primo, la rendita non è mai troppo alta in quanto si tratta di un risultato derivato; essa non determina né la quantità offerta né il prezzo del bene prodotto, anzi ne è la conseguenza. Eventuali suoli vacanti non dipendono allora dal livello della rendita, ma da un eccesso di offerta di suoli. Solo una sua contrazione oppure un innalzamento della domande dei beni prodotti, consentono una riduzione dello stock di aree vacanti (sempre che, a fronte dell'innalzamento della domanda, non sia più efficiente rispondere mediante un aumento dell'intensità capitalistica dei suoli già in uso). Nel modello neoclassico invece, la rendita può essere effettivamente troppo alta e può determinare lo spiazzamento di talune attività. Eventuali suoli vacanti o hanno natura transitoria (frizionale), oppure derivano dal difettoso funzionamento del meccanismo di mercato, sia sul lato della domanda che dell'offerta, e dalla presenza di vincoli pubblici che impediscono aggiustamenti stabili in tempi accettabili.

Inoltre, nel modello classico, la rendita pagata è in ultima analisi un trasferimento di reddito che non influenza l'offerta di suoli; così pure è per l'imposta sulla rendita. Nel modello neoclassico invece, la rendita pagata è la remunerazione di un fattore della produzione scarso ed avente usi alternativi; ne consegue che massimizzare la rendita corrisponde alla ricerca della più efficiente allocazione della risorsa terra e ciò pone implicazioni normative completamente estranee al precedente approccio ricardiano.

Le considerazioni fin qui svolte forniscono il contesto all'interno del quale si colloca il modello microeconomico: ne risulta allargato l'orizzonte di analisi originariamente dischiuso col modello del risviluppo. Il filo conduttore appare essere il concetto di interdipendenza fra le diverse attività ed i diversi mercati fondiari; queste interdipendenze si basano principalmente su meccanismi di aggiustamento economico-spaziali resi possibili dal funzionamento del mercato e producono risultati desiderabili, almeno sotto il profilo allocativo. Nella parte che segue, dopo una breve esposizione di quelli che dovrebbero essere i principali limiti al perfetto funzionamento del mercato immobiliare, si concentra l'attenzione su alcuni di essi ritenuti caratteristici del lato dell'offerta – l'offerta di suoli è infatti piuttosto trascurata nel modello originario del risviluppo –, nonché rilevanti nell'influenzare il mercato. Vengono allora analizzati gli effetti di questi fattori sul fenomeno della dismissione e quindi individuate alcune indicazioni di intervento.

2.2. Imperfezioni e limiti del mercato

Indipendentemente dal tipo di struttura spaziale ottimale derivabile dalle diverse funzioni dei prezzi offerti, le imperfezioni del mercato producono scostamenti anche rilevanti dalla situazione di ottimalità precedentemente definita (par. 1.1).

In primo luogo, il funzionamento del mercato immobiliare viola alcuni presupposti di base del modello della perfetta concorrenza su cui si regge la teoria dei valori fondiari (a). In secondo luogo vi è il perenne problema dell'incertezza, che nel presente contesto assume rilevanza eccezionale (b). Infine, vi sono alcune peculiarità proprie del mercato immobiliare (c), nonché gli effetti rallocativi imputabili all'intervento pubblico (d).

a.1 Informazione perfetta. L'elevata complessità del bene trattato, l'esistenza di sub-mercati merceologici e geografici, la bassa frequenza con la quale gli operatori non specializzati intervengono e la eventuale conseguente perdita di memoria, i cambiamenti e le continue evoluzioni dei valori e delle caratteristiche determinano un mercato nel quale l'informazione è carente, asimmetricamente distribuita, particolarmente costosa e soggetta a rapida obsolescenza.

a.2 Comportamenti perfettamente razionali. A ipotesi di comportamenti perfettamente razionali vanno dunque accostate assunzioni meno restrittive, come è il caso dei comportamenti a razionalità limitata o conoscitiva oppure dei comportamenti soddisfacenti non ottimizzanti

(Simon, 1952). Lo stesso concetto di equilibrio del mercato, così come formulato dai teorici nella *New Urban Economics*, è stato radicalmente posto in discussione (Whitehead, Odlings-Smee, 1975) mentre si elaborano paradigmi innovativi più adeguati ad orientare la ricerca (cfr. per es. MacLennan, 1982, per quanto attiene al mercato dell'edilizia residenziale).

a.3 Indipendenza delle scelte di consumo e di investimento. Di interesse forse più analitico che pratico è invece il fatto che nell'analisi dei processi localizzativi può venire meno la basilare ipotesi di autonomia fra le scelte del produttore e quelle del consumatore. Dato che l'imprenditore è al tempo stesso consumatore, la scelta localizzativa della impresa può tenere conto di elementi estranei alla massimizzazione del profitto ed a vantaggio del livello di utilità; viceversa, la localizzazione residenziale può deviare dai criteri di ottimalità fissati dalla teoria, formalizzati da W. Alonso (1964) e sviluppati fra gli altri da R. Muth (1969), A. Evans (1973) e J. Macdonald (1979). Ciò ha evidenti ripercussioni sul valore relativo dei suoli diversi, distorcendo in vario modo il pattern derivabile con modelli ottimizzanti distintamente le scelte dei produttori e dei consumatori.

a.4 Costi di transazione. Il problema dell'informazione carente, asimmetrica e costosa può essere inquadrato all'interno della più ampia categoria dei costi di transazione. Infatti l'aggiustamento spaziale richiede consistenti spese per l'acquisizione di informazioni — spesso ad elevato contenuto aleatorio — e d'altra parte, impone soventemente la rinuncia ad un complesso di benefici derivanti da investimenti prevalentemente immateriali effettuati nel campo delle transazioni place specific (pubblicità e promozione locale comprese le relazioni con le autorità pubbliche locali; legami con fornitori di servizi ausiliari o basilari o con clientela locale; raccordi fra produttori e con associazioni di categoria).

In tali casi è ragionevole attendersi un valore d'uso da parte dell'effettivo utilizzatore del sito superiore al valore di scambio così come segnalato dal mercato sulla base delle offerte dei potenziali acquirenti o delle transazioni ultimamente verificatesi, in quanto gli investimenti immateriali non si incorporano nell'oggetto della transazione e pertanto non sono riconosciuti dal compratore. Tutto ciò frena la capacità del mercato a funzionare efficientemente.

a.5 Costi di aggiustamento. I costi di transazione vanno dunque a sommarsi oppure includono i più tradizionali costi di aggiustamento spaziale attinenti sia allo spostamento fisico delle merci e degli impianti, sia alle connesse implicazioni economico-organizzative (per esempio

i costi di rottura della produzione).

Nel complesso, i costi di aggiustamento sono sempre rilevanti e possono incidere in misura consistente sul computo dei benefici netti dello spostamento, ritardando o rendendo meno frequente l'aggiustamento spaziale; inoltre le imprese preferiscono spesso sostenere costi di aggiustamento di carattere tecnico ed organizzativo anziché spaziale se ciò non compromette la redditività o lo sviluppo aziendale (Lloyd, Dicken, 1987).

a.6 Struttura del mercato. La struttura del mercato, specialmente sul lato dell'offerta, tende a non rispecchiare il canone della concorrenza, specialmente quando l'esistenza di submercati conferisce un potere monopolistico ai detentori dei suoli.

La questione è un po' controversa giacché vi si incontrano anche problemi definizionali e di teoria della rendita. Secondo un concetto di rendita di monopolio alla Chamberlin, in verità alquanto tautologico, un tipico caso può consistere nel tentativo di estorcere prezzi particolarmente vantaggiosi da parte del venditore, quando questi viene a trovarsi nella posizione forte di possedere un lotto di suolo indispensabile per la realizzazione di un progetto immobiliare o infrastrutturale che già ha avuto inizio e la cui modifica richiederebbe consistenti spese aggiuntive.

Un concetto più interessante deriva dalla considerazione se il proprietario del suolo possa agire monopolisticamente, ovvero se restringendo l'offerta di suoli per un determinato uso possa guadagnare una rendita superiore alla rendita differenziale (Evans, 1988b): il caso da manuale, citato anche da Marx, consiste nel proprietario di un suolo dove si produce un vitigno esclusivo, ma non è escluso che tale situazione possa applicarsi anche a determinate forme di razionamento dell'offerta o di discriminazione a prezzo di più generale interesse.

a.7 Comportamenti parametrici. Più in generale, compratori e venditori non sono in numero illimitato e, in relazione al volume aggregato delle transazioni, ogni operazione di acquisto o di vendita può raggiungere ammontari non trascurabili; non sono anche da escludere comportamenti di tipo collusivo, sia sul lato della domanda che dell'offerta, così come l'esistenza di barriere all'entrata.

Tutto ciò indebolisce in maniera cospicua una delle assunzioni di base della teoria neoclassica della concorrenza, ovvero l'ipotesi di comportamenti parametrici, mentre introduce ulteriori gradi di libertà all'azione degli operatori i quali possono intraprendere strategie di tipo diverso al fine di massimizzare la propria funzione obiettivo o comunque perseguire il proprio obiettivo.

a.8 Equilibri non walrasiani. La presenza di esternalità positive o negative, la difficoltà ad attivare mercati per le esternalità, l'instaurarsi di processi del tipo dilemma del prigioniero possono generare situazioni di sub-ottimalità cui non sempre lo stesso intervento pubblico è in grado di fare fronte; un esempio tipico consiste nel ripristino delle condizioni estetiche di un quartiere, che può essere portato avanti vantaggiosamente per tutti i proprietari di immobili solo in presenza di un accordo vincolante per ciascuno di essi.

b.1 Aspettative. Un secondo gruppo di cause che non consentono il corretto funzionamento del mercato in generale, e del mercato fondiario in particolare, risiede nella presenza di incertezza circa il futuro: quando il futuro non può essere «scontato», non solo i costi di transazione aumentano, ma le aspettative degli operatori divergono con maggiore frequenza e gli accordi si realizzano con maggiori difficoltà.

Quando i detentori delle terre adottano per esempio comportamenti speculativi e assumono aspettative di rialzo dei prezzi superiori a quelle dei compratori potenziali, solo il lento adattamento ai segnali del mercato potrà nel tempo condurre le decisioni ad accordarsi attraverso il meccanismo dei prezzi.

Anche in situazioni di prezzi calanti, non è detto che i detentori dei suoli desiderino liberarsene a qualsiasi prezzo: comportamenti inerziali, legati cioè alla volontà di non monetizzare le perdite in conto capitale realizzate, nella speranza di un futuro recupero dei valori, possono facilmente indurre comportamenti conservativi in dubbia razionalità economica, ma forse di maggiore significato strategico (per esempio quando i valori immobiliari in portafoglio assumono la specifica funzione di garanzia reale a fronte di operazioni finanziarie); anche tutto questo frena la dinamica e la trasparenza del mercato.

b.2 Rigidità. Più in generale, si può osservare che i prezzi dei suoli sono normalmente rigidi verso il basso e, al contrario, molto sensibili ai rialzi (Nabarro, 1980): pertanto, è frequente constatare che esistono divergenze significative fra i prezzi domandati ed offerti. Tali divergenze riflettono i meccanismi di formazione delle aspettative: le vigenti destinazioni di uso e gli eventuali diritti d'uso effettivamente acquisiti, le stesse pratiche di estimo dei valori immobiliari – soventemente basate su transazioni comparabili – sono spesso causa del formarsi di errate prospettive sul lato dell'offerta immobiliare che si traducono in una sorta di rigonfiamento dei prezzi inizialmente domandati (Adams et al., 1985).

c.1 Beni durevoli. In terzo luogo, trattando di beni immobili, vi sono alcune specificità che implicano immancabilmente un lento e di-

scontinuo adeguamento della offerta alla domanda: l'uso dei suoli è infatti normalmente determinato dall'uso dei fabbricati — ed eventualmente degli impianti — che insistono su di essi; oltre alle note ridotte proprietà di divisibilità degli immobili, caratteristica peculiare del mercato edilizio è la prevalenza degli stock sui flussi dovuta a:

- lunga durata degli investimenti edili e conseguente relativa inincidenza nel breve termine della variazione dello stock rispetto alla misura stessa dello stock;
- analoga inincidenza del processo di sostituzione dei vecchi con i nuovi fabbricati (turn-over);
- elevato tempo richiesto per la realizzazione tecnica dei nuovi fabbricati (comprese eventualmente le fasi di demolizione e di sgombero dei preesistenti);
- elevato fabbisogno di risorse finanziarie, e conseguente necessità di stabilizzazione della domanda di nuovi fabbricati; oscillazioni di breve periodo dovrebbero infatti scaricarsi interamente sui prezzi mentre tendenze di medio termine dovrebbero comportare che la variazione iniziale dei prezzi sia gradualmente assorbita dall'adeguamento dell'offerta.

c.2 **Vincoli finanziari.** L'acquisto e la vendita di immobili involgono ingenti volumi di capitali per i quali da una parte esiste il problema della rimozione del vincolo di bilancio e del loro reperimento anche attraverso opportuni canali finanziari (tuttora in Italia poco sviluppati in raffronto alla Gran Bretagna), e dall'altra si palesa il rischio di effettuare una scelta sbagliata o comunque non idonea, capace di procurare consistenti e perduranti perdite sia per l'elevato ammontare di capitale impiegato, sia per le rigidità connesse al suo eventuale smobilizzo.

d.1 **L'intervento pubblico.** Infine, il quarto fattore che può alterare in misura rilevante il funzionamento del libero mercato e determinare dunque deviazioni dalla ottimalità, consiste nell'intervento dell'autorità pubblica.

Anche se ogni azione di governo ha sempre una sua ripercussione spaziale, limitatamente al tema in questione l'attività pubblica può essere ricondotta a tre determinate classi di intervento: pianificazione e controllo, imposizione di tasse e concessione di sussidi, realizzazione di infrastrutture e di servizi collettivi.

Direttamente o indirettamente esse hanno rilevanti implicazioni sui valori e sugli usi dei suoli anche se, non necessariamente devono porsi in contrasto con le tendenze del mercato.

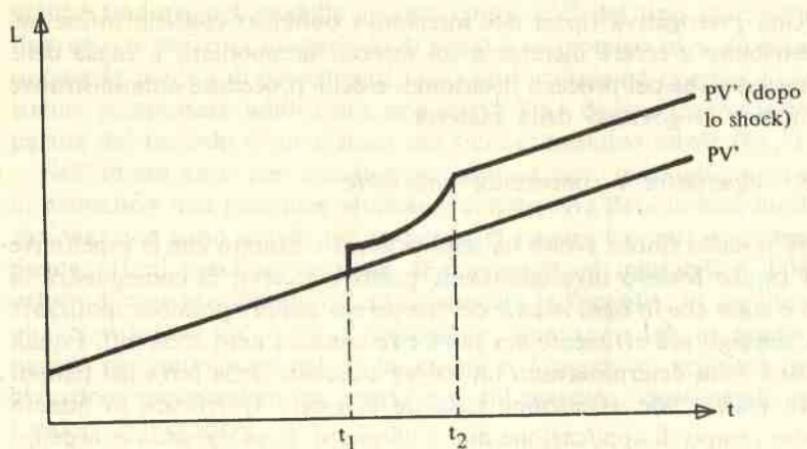


Fig. 11

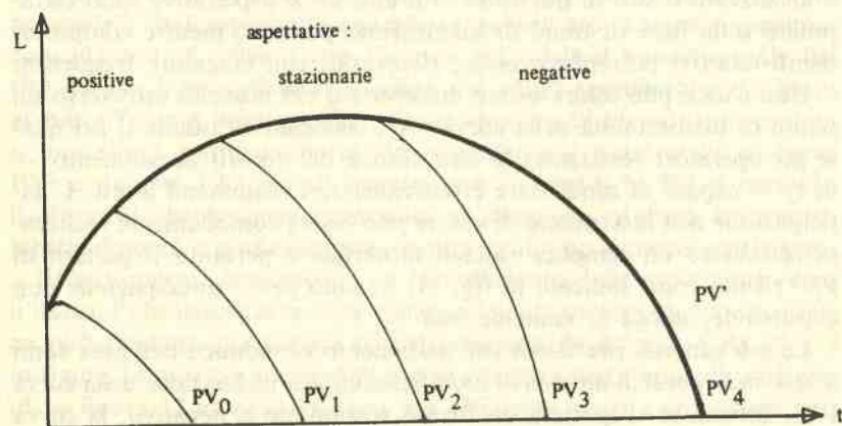


Fig. 12

Una prerogativa tipica dell'intervento pubblico consiste infine nel contribuire a creare incertezza sui mercati immobiliari, a causa delle caratteristiche dei processi decisionali e delle procedure amministrative connesse al governo della materia.

2.3. *Aspettative e conoscenze anticipate*

Il modello finora svolto ha implicitamente assunto che le aspettative sul futuro fossero invariabilmente positive e certe; la conseguenza di ciò è stato che in ogni istante del tempo era sempre possibile ipotizzare un impiego più efficiente dei suoli e rendimenti netti crescenti, i quali a loro volta determinavano un valore crescente della terra nel tempo.

In realtà, tale assunzione richiede di essere specificata in quanto il suo campo di applicazione non è illimitato. Essa riguarda le aspettative di apprezzamento di ciascuna parcella di suolo, all'interno di un orizzonte temporale delimitato e che gli operatori ritengono adeguato per svolgere le valutazioni di investimento.

Le aspettative si basano su un complesso di esperienze passate e di indizi e circostanze attuali che attengono sia a modificazioni improvvise, come potrebbe essere la decisione di cambiamento della destinazione d'uso di un suolo oppure di dotazione di nuove vie di comunicazioni, sia a fenomeni che abbracciano periodi brevi o meno brevi, come quando si valutano le prospettive di crescita dell'area nella quale è localizzato il sito in questione. Raramente le aspettative sono estrapolate sulla base di trend di lunghissimo periodo, mentre comportamenti adattivi potrebbero essere riscontrati con maggiore frequenza.

Uno shock può allora essere incorporato nel modello attraverso un punto di discontinuità della curva PV', collocata all'istante t_1 nel quale gli operatori realizzano la conoscenza del futuro accadimento – in t_2 – capace di modificare effettivamente i rendimenti attesi. L'anticipazione dell'incremento di valore può essere comodamente realizzata attraverso un semplice calcolo attuariale e pertanto il pattern di PV' risulta come indicato in fig. 11; quando però l'anticipazione non è possibile, allora t_1 coincide con t_2 .

Le più generali previsioni sull'andamento economico dell'area sono invece incorporabili attraverso modificazioni dell'inclinazione della curva PV'. Infatti, se si ipotizza un futuro stazionario o negativo, la curva del valore capitalizzato della migliore alternativa di investimento, e dunque la correlata curva dei valori fondiari, non sono più necessariamente crescenti.

La completa stazionarietà, in termini di rendimenti netti attesi, do-

vrebbe tradursi nel modello in una curva PV' del tipo orizzontale; l'avvento previsto di un periodo di declino economico su scala locale, oppure la perdita di determinati vantaggi localizzativi comparati, potrebbe comportare addirittura una curva PV' di tipo decrescente a partire dal periodo di inversione del ciclo economico locale (fig. 12).

Nell'ultimo caso per esempio, le imprese non sono più in grado di mantenere una posizione altamente competitiva data la loro localizzazione; non sono quindi più in grado di pagare i prezzi precedentemente offerti per l'occupazione di quei suoli ed immobili e il loro valore di mercato diminuirà; analogamente le famiglie, in seguito ad una contrazione del reddito disponibile, non sono più in grado di pagare determinati canoni di locazione o i prezzi di acquisto delle abitazioni precedentemente corrisposti sul mercato, deprimendo così i valori immobiliari.

2.4. Abbandono delle aree in presenza di aspettative

Le conseguenze di quanto fin qui discusso possono essere analizzate con riferimento a diversi aspetti del problema. Infatti, da una parte occorre tenere presente che le aspettative possono essere uniformi oppure diversificate tra i numerosi operatori presenti sul mercato; dall'altra è necessario approfondire le differenze che intercorrono quando si introducono comportamenti massimizzanti del profitto.

In un contesto di aspettative uniformi, già si è visto che il momento nel quale il risviluppo inizia a produrre un risultato economico positivo coincide con t^* , ovvero con l'istante nel quale il valore attuale del sito in uso è egualato dal valore del suolo sgombero e destinato al più efficiente impiego (fig. 4). Aspettative di crescita più elevata o uno shock positivo dovrebbero ripercuotersi innalzando la curva PV' e dunque LV' più di quanto non si modifichi PV e pertanto il punto di obsolescenza economica t^* dovrebbe risultare anticipato, mentre il punto n di obsolescenza tecnica risulta sicuramente posticipato.

Effetti opposti derivano da un cambiamento delle aspettative verso il basso; l'obsolescenza tecnica viene anticipata mentre quella economica può risultare posticipata (rispettivamente da n^* a \hat{n} e da t^* a \hat{t} in figura 13.a), fino anche al punto di generare una nuova dismissione (\hat{n} in figura 13.b) quando l'uso più efficiente viene a coincidere con quello effettivamente in atto. Ciò è fra l'altro in accordo con l'osservazione empirica, in quanto alti tassi di risviluppo sono associati a fasi espansive dell'economia, mentre bassi tassi a fasi di stagnazione o recessione.

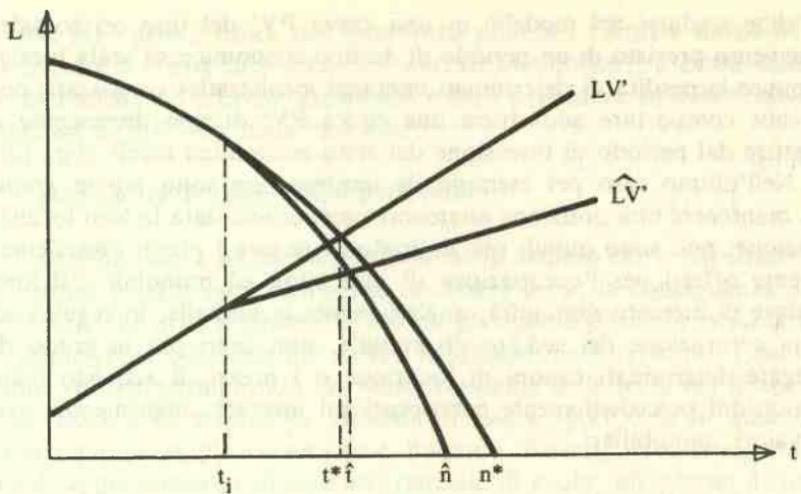


Fig. 13a

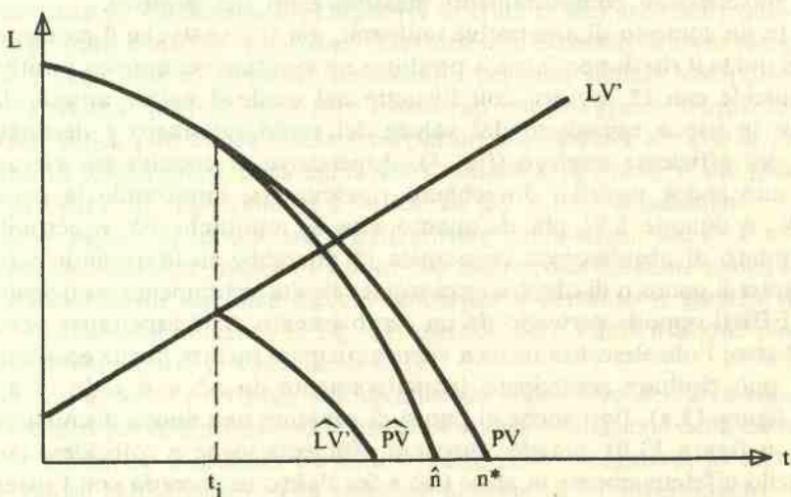


Fig. 13b

In un contesto di aspettative differenziate si hanno invece configurazioni diverse a secondo che le aspettative più elevate si realizzino sul lato della domanda o dell'offerta. Le prime si traducono in una tensione sui mercati fondiari e in un innalzamento della curva LV' che implica un aumento dei valori, un'anticipazione del tempo del risviluppo e, nel caso limite, un accorciamento della durata della dismissione. Le seconde si riflettono innanzitutto in uno squilibrio fra i prezzi domandati ed offerti; tale divergenza potrebbe generare ritardi nel risviluppo o addirittura dismissioni se le stime diverse non tendono rapidamente a riconciliarsi e se, contemporaneamente, l'offerente del suolo è deciso a realizzare l'intero suo valore.

L'origine delle divergenze fra prezzi offerti e domandati risiede nel meccanismo di determinazione dei valori in presenza di incertezza: le probabilità associate ai possibili valori futuri differiscono infatti tra gli individui a causa delle imperfezioni esistenti nel mercato delle informazioni e della diversa percezione e rilevanza assegnata da ciascuno alle medesime informazioni; inoltre, la stessa propensione al rischio non è uniformemente distribuita.

2.5. *Strategie ottimizzanti*

Un grande palazzo per uffici, noto come Centre Point, era stato costruito nel 1964 all'incrocio fra Tottenham Court Road e Oxford Street, nel cuore di Londra. Esso rimase sfitto per più di dieci anni, ma durante tale periodo il suo valore commerciale aumentò di quasi cinque volte, passando da tre a quattordici milioni di sterline. I proprietari dell'immobile avevano stimato, anno per anno, che la rendita correntemente offerta mediante la sottoscrizione di un contratto di locazione pluriennale, era troppo bassa rispetto a quella che avrebbero potuto percepire l'anno successivo, e che dunque conveniva attendere l'offerta dell'anno dopo.

L'esempio da manuale proposto, benché riferito ad un risviluppo già attuato, ha il pregio di evidenziare che la dismissione può accadere anche quando esistono tutti i presupposti per un risviluppo che produca risultati economici positivi. Comportamenti ottimizzanti dei proprietari dei suoli tendono infatti a conseguire il massimo profitto e nell'attuale contesto ciò implica una redifinizione del tempo ottimale del risviluppo e del valore attuale del sito, nonostante ciò si contrapponga alla strategia ottimizzante del promotore immobiliare il quale, specialmente se grande, tende a massimizzare il turn-over del capitale investito.

Il fatto che a partire da t^* ci sia convenienza al risviluppo non garantisce infatti che questo avvenga immediatamente. Infatti il vantaggio dell'operazione potrebbe configurarsi come crescente nel tempo; per ogni $t > t^*$ tale vantaggio è dato dalla differenza fra LV' e PV e, al fine di attuare comparazioni al tempo t' , esso viene scontato a tale istante; il problema del tempo ottimale del risviluppo si risolve quindi nella ricerca della massimizzazione del vantaggio netto attualizzato del risviluppo, ovvero:

$$\max_{(t)} \{ (LV'(t) - PV(t)) / (1+r)^{t-t^*} \} \text{ per } t \geq t^* \quad (5)$$

L'esistenza di un massimo dipende dalla forma delle funzioni LV' e PV nonché dal livello del tasso di sconto. Nel caso le due funzioni siano lineari, si dimostra che il tempo ottimale \hat{t} dipende da r secondo il seguente prospetto:

$\hat{t} = t^*$	$r > \infty$
$t' > \hat{t} > t^*$	$r > e^K - 1$
$\hat{t} = t'$	$e^K - 1 > r > e^H - 1$
$\hat{t} > t'$	$r > e^H - 1$
$\hat{t} \rightarrow \infty$	$r = 0$

dove H e K sono coefficienti che dipendono dal valore dei parametri delle funzioni lineari e t' è il punto nel quale $PV = 0$.

Nel caso più generale, LV' e PV avranno un andamento curvilineo, e così pure la loro differenza, con un punto di discontinuità in t' . A seconda del tasso di attualizzazione sarà allora possibile determinare il momento ottimale per il risviluppo.

Va però notato che non necessariamente esiste il punto di massimo in quanto la (5) potrebbe essere monotonicamente crescente: in tal caso il suolo si configura come un classico bene di rifugio il cui possesso si giustifica sulla base di elementi di carattere precauzionale anziché speculativo.

Per quanto riguarda invece il valore del sito computato al momento t^* o a qualsiasi momento t successivo, esso dipende dal suo valore ottimale in \hat{t} e dalla capacità di anticipazione dello stesso a t^* o a t . Se l'anticipazione è completa, allora:

$$LV'(t^*) = LV'(t)/(1+r)^{t-t^*} \text{ per } t > t^* \quad (6)$$

Se l'anticipazione non è completa, la (6) fornisce il massimo valore, mentre il minimo è dato dalla (2). In ogni caso va sottolineato che lo sconto dei valori a t^* non implica di per sé la realizzazione del risviluppo in t^* : questo problema finora trascurato è invece rilevante, specialmente quando l'anticipazione avviene su periodi lunghi; per esempio, nel caso del Centre Point, i proprietari avrebbero potuto rinviare la costruzione dell'immobile, evitando così parte degli oneri finanziari connessi al non uso dello stabile. Si deve allora concludere che nel modello di analisi è necessario scorporare l'effetto dell'anticipazione del valore di futuri sviluppi, in quanto pur producendo un valore positivo e superiore a PV, non necessariamente implica la contestuale attuazione di un risviluppo, anzi ne frena l'eventuale realizzazione di altri che, pur positivi e superiori a PV risultano invece inferiori al valore di PV'.

Un ulteriore problema connesso alla scelta di strategie ottimizzanti consiste nella determinazione di possibili usi sub-ottimali per i periodi di tempo che intercorrono fra l'abbandono di un fabbricato e il suo risviluppo.

Infatti il risviluppo si configura come un investimento mutuamente esclusivo, ma esso esplica i propri effetti a partire dal momento della sua realizzazione. Allora è sempre possibile ipotizzare un uso sub-ottimale del fabbricato nel periodo compreso fra t^* e t , tale da procurare ritorni aggiuntivi senza compromettere la fattibilità dell'investimento finale: è questo per esempio il caso di fabbricati industriali trasformati temporaneamente in depositi, magazzini o parcheggi.

La determinazione della soluzione in questi casi appare di complessa formalizzazione in quanto dipende dalla possibilità di realizzare delle trasformazioni che comportino da una parte un ammontare limitato di spese e dall'altro un flusso di rendimenti netti che tenda ad annullarsi in prossimità di t .

Ritornando al precedente esempio, si potrebbe infatti notare che la strategia di fatto adottata dalla proprietà, benché corretta in un'ottica di breve periodo, non lo è in quella di lungo: essa avrebbe potuto realizzare ulteriori proventi se avesse pattuito un contratto di locazione di durata limitata nel corso dei dieci anni durante i quali lo stabile è rimasto improduttivo. Ciò non avrebbe pregiudicato la destinazione finale e dunque si sarebbe configurato come un profitto aggiuntivo.

In realtà il problema è ancora più complesso qualora si consideri che la stessa data t può essere influenzata da un comportamento otti-

mizzante che ricerchi una sequenza di investimenti differiti nel tempo, in numero e durata non prestabiliti a priori, e tali da massimizzare non più il ritorno di una singola operazione ma dell'intero processo di investimento secondo uno schema di *vintage capital model* del seguente tipo:

$$\max_{(i,l)} \left[\sum_{t_i}^k i \left[(LV'(i) - PV_{i-1}(i)) / (1+r)^{i-t^*} \right] \right] \quad (7)$$

dove $t_i = t_1, t_2, \dots, t_k$;

essendo: $t_i = t^* + \ell_0$

$t_2 = t_1 + \ell_1$

$t_k = t_{k-1} + \ell_{k-1} = t^* + \sum_0^{n-1} i \ell_i$

con ℓ_i = numero di periodi che intercorrono fra l'investimento effettuato in t_i e quello in t_{i+1} , per $i > 0$; per $i = 0$, ℓ_0 è il numero di periodi compresi fra t^* e t_1 .

2.6. Indicazioni di intervento

Le implicazioni che derivano dalle considerazioni appena svolte possono essere fra loro fortemente contrapposte e ciò dipende dalla risposta all'opzione fondamentale se sia opportuno o meno socializzare i guadagni che derivano dai valori dei suoli e dai loro incrementi. Infatti, è solo perché vige la proprietà privata dei suoli, e dunque i privati beneficiano dei loro incrementi di valore, ciò che induce comportamenti speculativi di vario tipo come la ritenzione dei suoli dal mercato. In effetti, ciò che non è esplicitato nel modello di ottimizzazione analizzato, ma che deriva dalle osservazioni svolte nell'introduzione a questo capitolo, è che la restrizione dell'offerta causa un generale aumento del valore dei suoli e che tale fenomeno può assumere rilevanti proporzioni per esempio all'interno di un area metropolitana.

Vi sono due linee di azione per eliminare o comunque ridurre il fenomeno della ritenzione dei suoli e dunque anche le dismissioni a fini speculativi. La prima consiste nella nazionalizzazione della proprietà dei suoli, oppure del diritto di sviluppare le aree e dei guadagni che ne derivano. La seconda consiste invece in forme diverse di intervento pubblico che dovrebbero prevenire la possibilità di realizzare proventi speculativi eccedenti determinante soglie ritenute convenienti fissare.

Concentrando l'attenzione sugli strumenti che rendono possibile perseguiere l'obiettivo indicato nella seconda linea d'azione, essi risultano essere di natura diversa. Una generalizzata politica di regolamentazio-

ne dei fitti, naturalmente con tutte le differenziazioni opportune per tenere conto dei diversi attributi localizzativi e delle funzioni delle aree, sortisce l'effetto di deprimere complessivamente i livelli della rendita e dunque lo scopo delle strategie speculative nel campo degli immobili da cedere in locazione (tipicamente di interesse degli investitori). D'altra parte va notato anche che i proprietari dei suoli potrebbero realizzare profitti ben maggiori alienando le proprietà agli effettivi utilizzatori: tale prospettiva è causa dunque di restrizione dell'offerta di locazioni e di ricerca prolungata del «giusto» acquirente (senza contare invece tutti i problemi posti dal rafforzamento dei mercati sommersi).

Tale politica dovrebbe allora essere integrata o potrebbe addirittura essere sostituita con un'altra misura, capace di colpire direttamente gli incrementi dei valori fondiari all'atto del loro realizzazione oppure attraverso rivalutazioni periodiche. Infatti, un'imposta pari al 100% dell'incremento del valore dei suoli rende vano ogni tentativo speculativo e si tramuta di fatto in un ritorno alla collettività dei frutti della propria attività (secondo per esempio l'impostazione del Uthwatt Committee, 1942, sul problema delle compensazioni per gli incrementi dei valori fondiari prodotti dalle politiche urbanistiche di pianificazione dell'uso dei suoli, incorporata poi nella successiva legge Town and Country Planning Act, 1947).

Il problema è piuttosto complesso da definire nei suoi risvolti operazionali, giacché richiede di stabilire il momento nel quale l'imposta viene applicata — periodicamente, all'atto del risviluppo, alla stipula di contratti di cessione dei suoli —, nonché di fissare i criteri sulla base dei quali effettuare le valutazioni dei valori dei suoli — valore d'uso corrente, valore di mercato corrente, valore di mercato in base alla nuova destinazione d'uso pianificata, ed inoltre valori correnti o valori riferiti ad una certa data anteriore —; in aggiunta, la stessa imposta non deve necessariamente avere una aliquota del 100%, ma potrebbe essere più bassa per incentivare operazioni di risviluppo in determinati periodi di congiuntura negativa o in determinate aree da promuovere. Nella pratica, fra molte difficoltà, un'imposta di questo genere è stata alternativamente applicata in Gran Bretagna, l'ultima volta fra il 1976 e il 1980 (Development Tax Act, 1976), con aliquote variabili dal 66.66% al 100% e con l'esenzione in particolari aree, per esempio le *Enterprise Zones*; ma probabilmente per poter generare gli effetti previsti, un tale tipo di imposta richiede di essere applicata in modo continuativo o per più lunghi periodi, nonché di essere estesa in modo da colpire anche le aree non soggette a programmi di risvilup-

po, altrimenti essa si traduce in un forte incentivo alla conservazione degli usi esistenti e, al contrario, in un forte disincentivo verso il risviluppo.

Vi è anche chi ha sostenuto (per esempio M. Chisholm, P. Kivell, 1987) che l'imposta locale sui redditi fondiari ed immobiliari costituisce il sostituto dell'imposta sullo sviluppo: essa sarebbe coerente con un'ottica di lungo periodo mentre la seconda è di breve termine; di conseguenza, almeno in linea di principio, poco conta per la finanza locale l'uno o l'altro tipo di imposta e nella pratica il vigente sistema di imposta in Gran Bretagna sarebbe preferibile. Va però aggiunto che si hanno diverse ripercussioni sulle strategie speculative a seconda del tipo di imposta e che un'imposta locale sulla proprietà mal si adatta a colpire i risultati di operazioni speculative. Una più radicale soluzione è suggerita per esempio da Balchin e Bull (1987) con l'introduzione di una imposta sul valore dei siti (*site-value taxation SVT*), di tipo progressivo e con base imponibile il valore della terra stimato in base al suo uso pianificato, senza tenere conto cioè se effettivamente in uso oppure no. Fra i vari effetti prodotti, si avrebbe allora anche quello di rendere alquanto antieconomica la ritenzione dei suoli, nonché di rimuovere la componente speculativa prelevando gran parte dei guadagni di tal sorta. Questo sistema, in differenti versioni, è applicato per esempio in alcune aree dell'Australia, Danimarca e Stati Uniti e possiede la caratteristica di essere spazialmente definibile con elevati gradi di risoluzione.

Infine, un altro modo per controllare il livello della rendita e soprattutto per prevenire improvvisi guadagni di natura speculativa, consiste nel diretto coinvolgimento delle autorità pubbliche locali sul mercato dei suoli, attraverso l'impostazione di restrizioni al suo funzionamento: per esempio, l'introduzione di norme che sanciscono la prelazione pubblica per aree ritenute di rilevante interesse per la realtà locale, costringerebbe i privati desiderosi di vendere, a cedere tali siti all'autorità locale la quale, a sua volta, potrebbe acquisirli in base al loro valore corrente di un anno prima dell'introduzione della prelazione, opportunamente indicizzato (sistema in uso in Francia; con varianti anche in Danimarca e Svezia). Alternativamente si potrebbero attuare estesi processi di accumulazione dei suoli in mano pubblica, delle autorità locali, attraverso la loro acquisizione a prezzi di mercato: tali valori sono però mantenuti artificiosamente bassi grazie alla posizione monopsonistica detenuta dall'autorità pubblica stessa (sistema in uso in Olanda e in Svezia) e le occasioni di guadagni speculativi sono di conseguenza assai ridotte. Infine, il potere di esproprio legato a

criteri di compensazione che non riflettono appieno i correnti valori di mercato ma, per esempio, quelli riferiti ad una specifica data del passato opportunamente indicizzati, costituisce un ulteriore mezzo per disincentivare comportamenti speculativi e la lievitazione dei valori fondiari.

2.7. *Rendita assoluta e rendita differenziale*

Le argomentazioni fin qui esposte attengono comunque a comportamenti parametrici a fronte di un futuro incerto ma in un certo senso «scontabile». In realtà, la funzione LV' è sempre meno determinabile al crescere di t in quanto l'efficienza della stima cala man mano i valori si riferiscono a periodi di tempo sempre più lontani nel futuro.

Un possibile passo verso la soluzione di questo problema consiste nel recupero del concetto marxiano di rendita assoluta, cioè la rendita minima che deve derivare al proprietario del suolo affinché questi lo renda disponibile sul mercato.

È infatti ragionevole ritenere che i proprietari dei suoli non siano sufficientemente motivati a cederli in affitto se il provento che ne deriva è risibile: la rendita assoluta deve quindi esistere, fatta salva l'eccezione che l'utilizzatore del suolo coincida con il suo proprietario. L'utilizzatore del suolo può d'altra parte cautelarsi attraverso opportune forme di assicurazione contro l'evenienza di una sua incapacità a pagare la rendita fissa precedentemente pattuita (grande almeno quanto la rendita assoluta).

L'ammontare della rendita assoluta non è determinabile a priori attraverso un modello esplicativo interno al presente contesto d'analisi, ma è verosimile ritenere che essa deve almeno coprire i costi che direttamente e indirettamente sono implicati dal porre in essere il rapporto di locazione (ricerca, conduzione, controllo, rischio...), cioè i costi di transazione, e fornire in aggiunta una compensazione certa e soddisfacente alla rinuncia di redditi futuri di entità incerta.

È immediato notare che l'effetto della rendita assoluta è quello di ritardare il risviluppo dei siti (fig. 14) in quanto il risviluppo presuppone ora un valore del suolo non solo positivo, ma anche superiore all'ammontare che si ottiene dalla capitalizzazione della rendita assoluta. Probabilmente, la rendita assoluta non ha effetto invece sul tasso di abbandono in quanto, anche nel caso che il fabbricato in uso presentasse dei rendimenti inferiori ad essa, in assenza di alternative praticabili il suo impiego costituisce la miglior destinazione fino a quando i rendimenti sono positivi, coerentemente con quanto previsto dal mo-

dello standard.

La rendita assoluta può assumere un ruolo rilevante quando si tratti di suoli supposti essere marginali, la cui richiesta non è particolarmente elevata e può essere messa in forse dalle oscillazioni della domanda complessiva: in tal senso, la rendita assoluta costituisce la soglia minima al di sotto della quale i suoli non sono collocati sul mercato.

Essa perde tuttavia potere esplicativo qualora si considerino suoli suscettibili di usi molteplici, la cui domanda effettiva o potenziale è sostanzialmente alta. In tale contesto, l'obiettivo di coprire i costi di transazione e di fornire un reddito soddisfacente passa in secondo piano, mentre emergono e diventano decisive valutazioni di carattere speculativo. Questo termine è utilizzato nel suo senso debole: non si riferisce infatti a comportamenti di tipo monopolistico intesi ad influenzare i prezzi mediante restrizioni dell'offerta, quanto piuttosto a strategie finalizzate a realizzare valori ritenuti possibili sul mercato, per quel dato tipo di aree, con i propri specifici attributi fisici e localizzativi e gli usi consentiti.

Il concetto di rendita differenziale è probabilmente il più adatto a riflettere questi tipi di situazioni e diventa rilevante quando i valori attesi superano in modo significativo quelli riferibili alla rendita assoluta.

Ne consegue che la rendita differenziale non va semplicemente a sommarsi alla rendita assoluta: si potrebbe dire che, dal punto di vista dell'investitore, la componente differenziale della rendita complessiva attesa diventa predominante al crescere della rendita stessa. Questa osservazione rivolta al lato dell'offerta si combina con caratteristiche proprie della domanda dei suoli: la pura additività delle due componenti sarebbe infatti ammissibile se, e solo se, l'elasticità ai prezzi della domanda dei beni prodotti fosse nulla e se le tecniche di produzione non consentissero sostituzioni fra il fattore terra e gli altri (Evans, 1988c).

La figura 15 fornisce una rappresentazione del valore della rendita attesa di una parcella di suolo, tenuto conto delle componenti assoluta e differenziale e dell'effetto del tempo sulla seconda: quest'ultimo si riferisce al ben noto meccanismo prefigurato dalla teoria economica dell'informazione, in base al quale più il costo della ricerca cresce, più la ricerca cala; nel presente contesto il costo della ricerca è principalmente determinato dal costo opportunità e il risultato è il prezzo del suolo: se cala il tempo dedicato alla ricerca, il prezzo finale sarà verosimilmente inferiore.

Si nota innanzitutto la curva AB che fornisce il gradiente della rendita secondo il tradizionale schema di Alonso, e la curva BC che ripro-

pone lo stesso gradiente corretto dell'effetto dell'incorporazione della rendita assoluta. Si assuma che BC rappresenti la situazione effettiva del mercato fondiario in t_0 .

La rendita attesa dal proprietario di un lotto qualsiasi di suolo vacante collocato fra d_0 e d_c è dunque descritta dalla stessa curva BC, in quanto è ragionevole attendersi che l'investitore si aspetti di realizzare valori simili a quelli fissati dal mercato per suoli aventi gli stessi attributi localizzativi. È questo un principio sul quale spesso si basano le pratiche di estimo e che può risultare in un rigonfiamento dei prezzi inizialmente domandati senza che vi sia un utilizzatore in grado di pagarli (Adams et al., 1985).

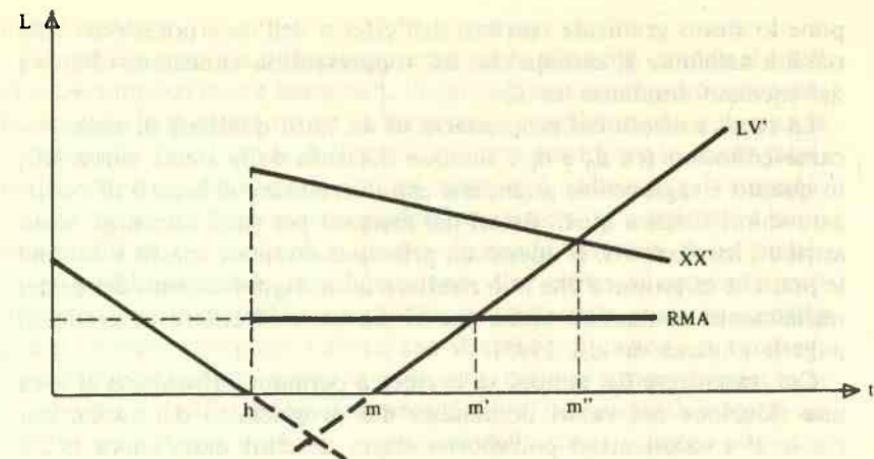
Col trascorrere del tempo, se la ricerca permane infruttuosa si avrà una riduzione dei valori domandati dal proprietario del suolo, per cui in t' i valori attesi potrebbero essere descritti dalla curva B'C': fissata una localizzazione qualsiasi, per esempio d_x , è allora possibile ricavare la linea XX' la quale rappresenta l'evolversi della rendita attesa dal proprietario del suolo in d_x .

Se tali valori sono capitalizzati, allora la linea XX' coincide con una curva dello stesso tipo di RMA nella figura 14, ma collocata più in alto e negativamente inclinata. Di conseguenza, risulta rafforzato l'effetto ritardante del risviluppo dei siti già evidenziato con la rendita assoluta.

Naturalmente, fissato il valore del sito in d_x , questo modificherà la forma di BC in t' : ciò risulterà, comunque rilevante quanto più frequenti sono i casi di transazioni sulla base di valori divergenti da quelli originariamente indicati dalla curva BC.

Quanto descritto è appena uno dei meccanismi di formazione delle aspettative sui valori dei suoli: nella fattispecie si assume un comportamento di carattere parametrico a fronte di un mercato che probabilmente non sempre funziona in questo modo. Tali aspettative si accompagnano fra l'altro con una elevata sensibilità del prezzo domandato dei suoli alle opportunità al rialzo e, viceversa, con una altrettanto elevata rigidità verso il basso (Nabarro, 1980), fattori questi che ostacolano il processo di aggiustamento economico.

Un altro meccanismo, per alcuni versi similare al precedente in quanto produce un valore iniziale distorto rispetto al mercato, deriva da aspettative di carattere estrapolativo: può accadere infatti che una determinata parcella di suolo perda del proprio valore commerciale a causa di modificazioni della destinazione d'uso oppure per l'imposizione di vincoli e standard o, più genericamente, per effetto di tendenze di mercato. I proprietari mal accetteranno di adeguarsi subito al-



RMA = Rendita minima attesa (capitalizzata) =
= rendita assoluta

Fig. 14

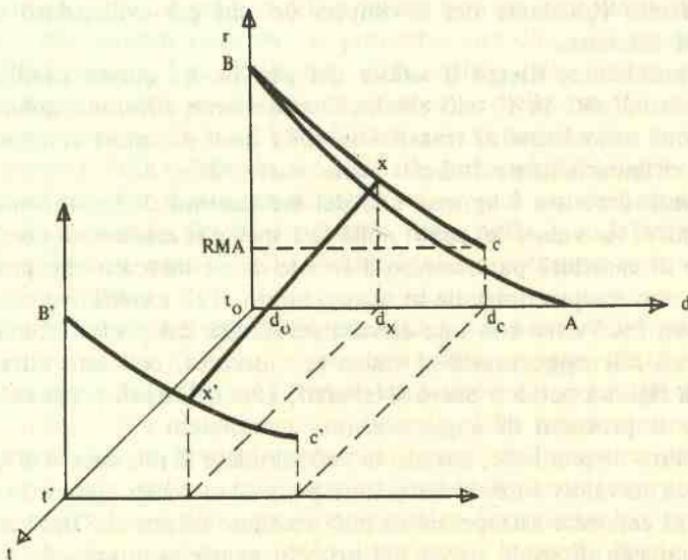


Fig. 15

le mutate condizioni: anzi, essi esperiranno tentativi diversi di realizzare una rendita almeno simile alla precedente, considerata alla stregua di uno «zoccolo duro» e ritarderanno ancora una volta il processo di aggiustamento economico (Chisholm, Kivell, 1987).

Gli interventi che si deducono dalle precedenti riflessioni su alcune caratteristiche dell'offerta dei suoli, appaiono finalizzati a ripristinare condizioni dove si formano con più realismo i valori attesi della rendita e dei suoli, in primo luogo attraverso una più diffusa disponibilità di informazioni sul mercato fondiario: è fondamentale allora disporre di un efficiente, aggiornato ed accessibile catasto dove sono raccolte le principali indicazioni quanto alla proprietà dei suoli, data e prezzo di acquisto, attuale rendita catastale e diritti d'uso; è inoltre opportuno disporre di strumenti ad hoc come un registro delle aree vacanti (in Gran Bretagna è previsto solo per le aree di proprietà pubblica), borse immobiliari e osservatori del mercato immobiliare atti a fornire le principali tendenze a scala locale.

È infatti importante tenere presente che non conta solo favorire la formazione di «giuste» aspettative, ma anche facilitarne l'aggiustamento nel più breve tempo possibile: per tali scopi, una adeguata disponibilità di informazioni è requisito essenziale giacché, in ultima analisi, il processo di ricerca consiste innanzitutto in un processo di acquisizione di informazioni e quanto più queste esistono e sono accessibili, tanto più si riduce il tempo della ricerca e il tempo del non uso.

Si possono inoltre individuare strumenti più propriamente economici, come una imposta sulle aree vacanti o dismesse: l'idea non è nuova (Hall, 1965) ed essa è da intendersi come l'applicazione di una *site-value tax* alle sole aree vacanti o dismesse; in questo modo, non solo si compenserebbe la comunità per gli effetti negativi generati dalla presenza di un area dismessa, ma soprattutto si incentiverebbero i proprietari dei suoli a farsi promotori del loro riutilizzo. Tale imposta potrebbe fissata con una aliquota inizialmente bassa, ma che cresce progressivamente al trascorrere del tempo di non-uso, e dovrebbe essere calcolata su un valore imponibile determinato in base al valore di mercato di siti simili, in uso ed aventi il medesimo uso pianificato.

Accanto a tale meccanismo che abbatte la durata della ricerca, innalzandone il costo, se ne possono escogitare altri che invece riducono il risultato della ricerca stessa. Per esempio, l'introduzione della concessione edilizia al termine e soprattutto l'abolizione del diritto all'uso perpetuo se i suoli risultano inutilizzati per lunghi periodi, costituiscono dei disincentivi a prolungare la ricerca ad oltranza: col passare del tempo cresce infatti il rischio che l'area vacante perda un proprio

requisito essenziale, la destinazione d'uso, per divenire area non edificabile e pertanto si intensificheranno gli sforzi per trovare una positiva collocazione sia attraverso la realizzazione di risviluppi, sia mediante l'abbattimento del prezzo e la sua cessione.

Alternativamente si possono anche prevedere forme ancora più radicali come l'esproprio con compensi penalizzanti – per esempio basati sul valore d'uso corrente – da applicarsi secondo procedure automatiche o discrezionali alle aree inutilizzate da gran tempo e alle aree dismesse; si otterrebbe così il risultato non solo di scoraggiare le dismissioni prolungate, ma anche di intervenire direttamente per i casi di dismissione ritenuti più rilevanti, riducendo di conseguenza l'entità del fenomeno.

Occorre infine notare che le ultime due misure suggerite sono fra loro mutuamente esclusive mentre sono entrambe complementari all'imposta sulle aree vacanti, rafforzando complessivamente l'effetto di disincentivazione a prolungare la ricerca e la vacanza dei suoli.

3. Conclusioni

In un contesto storico all'interno del quale le tendenze spaziali sono motivo di cambiamenti frequenti, alcune volte anche secondo forme impreviste, il rischio è quello di predisporre strumenti di analisi e di intervento non adeguati ai tempi. I processi di rivitalizzazione delle aree industriali mature e di riconversione economica delle grandi aree metropolitane sono iniziati nel corso degli anni ottanta in tutti i paesi avanzati, Italia compresa. Si tratta di processi selettivi e non semplicemente ripetitivi e gli esiti non sono scontati. Allora, predisporre studi, analisi e strumenti per consentire di cogliere le opportunità offerte dalle nuove tendenze verso la centralizzazione spaziale, costituisce un obiettivo intermedio di primo piano.

Individuare linee d'azione durante fasi espansive della domanda e della crescita economica pone senz'altro meno ostacoli rispetto a quando la congiuntura è negativa e le risorse pubbliche e private scarseggiano o sembrano orientate altrove: per esempio, la possibilità di fare affidamento su un efficiente mercato immobiliare, che garantisca la disponibilità e la qualità di immobili ed aree da destinarsi a fini produttivi e residenziali, può costituire un elemento non secondario, un requisito necessario ancorché non sufficiente, della strategia di rilancio economico di un area metropolitana. In questa relazione si sono approfonditi allora alcuni aspetti del funzionamento del mercato immo-

biliare, con particolare riferimento al fenomeno della dismissione di aree infraurbane: essa costituisce infatti una delle manifestazioni più appariscenti del problema sia della trasformazione della base economica urbana, sia del declino urbano.

La disponibilità di uno stock sottoutilizzato o non utilizzato di suoli urbani e fabbricati può tramutarsi in un punto di forza nella misura in cui è possibile valorizzare questa risorsa che, per sua natura, tende ad essere scarsa.

L'analisi presentata a partire dal modello del «risviluppo» di Harvey si è mossa lungo due linee: primo, nell'evidenziare alcune caratteristiche trascurate dal modello base, caratteristiche proprie specialmente del lato dell'offerta di suoli e che costituiscono un reale ostacolo ai processi di aggiustamento del mercato immobiliare e fondiario; secondo, nel tentativo di individuare le misure di intervento conseguenti a tali osservazioni.

Si è cercato fra l'altro di collocare queste analisi all'interno di una cornice teorica, al fine di esplicitarne i presupposti economici e soprattutto di tenere conto di una serie di interdipendenze economiche che giocano un ruolo fondamentale nel determinare il funzionamento del mercato fondiario, dove valori ed usi sono strettamente legati.

Il tema delle interdipendenze, soprattutto le interdipendenze di natura economico-spaziale costituisce il primo argomento da collocare nell'agenda degli studi futuri. Non è infatti un caso che la principale critica all'esperimento delle *Enterprise Zones* in Gran Bretagna è costituita appunto dall'osservazione che la maggior parte delle imprese ivi localizzate sarebbero comunque esistite in altre zone della regione metropolitana o tutt'alpiù della contea nella quale si trova la EZ (Cullingworth, 1985). In effetti, il modello ispirato ad Alonso funziona bene se esiste una domanda tuttora insoddisfatta, esiste nel contempo un'offerta, forse maggiore, al pari insoddisfatta. La stabilità che è dato di constatare, è allora un equilibrio prodotto dall'esistenza di elevati costi di aggiustamento spaziale sul lato della domanda e da costi di aggiustamento economico sul lato dell'offerta dei suoli, mentre situazioni di equilibrio effettivamente stabile andrebbero ricavate con tecniche basate sull'analisi di comportamenti interagenti; i risultati, se confrontati con la situazione effettiva, forniscono una misura degli ostacoli che si frappongono ad un corretto perseguitamento delle proprie strategie da parte degli operatori privati.

Gli stessi risultati possono anche essere valutati dal punto di vista della loro desiderabilità sociale secondo un criterio che dovrebbe essere teso a massimizzare la differenza fra il complesso massimo dei valori

fondiari realizzabili ed il complesso attuale dei valori immobiliari aumentato dei costi di aggiustamento spaziale necessari per per seguirli. Infine, il processo di aggiustamento, o meglio l'intera catena di aggiustamenti spaziali che si susseguono anche in maniera interdipendente, attraverso la rilocalizzazione degli impianti delle imprese che si modificano quanto a dimensioni ed a tecniche, oppure attraverso la mobilità residenziale delle famiglie, costituisce un ulteriore campo di estensione dell'analisi, invero alquanto statica, verso aspetti che hanno forti connotati dinamici finora completamente trascurati.

Riferimenti bibliografici

- Alonso, W. (1964), *Location and Land Use*, Harvard U.P., Cambridge, Mass.
- Adams, C.D., Baum, A.E., Macgregor, R.D. (1985), «The Influence of Valuation Practices Upon the Price of Vacant Inner City Land» *Land Development Studies*, 2, 157-73.
- Balchin, P.N., Bull, G.H. (1987), *Regional and Urban Economics*, Harper & Row, London.
- Chisholm, M., Kivell, P. (1987), *Inner City Waste Land*, Hobart Paper 108, The Institute of Economic Affairs, London.
- Coopers & Lybrand Associates (1986), *Accommodation Needs of Modern Industry*, rapporto finale al Department of Environment, Coopers & Lybrand, London.
- Cullingworth, J.B. (1985), *Town and Country Planning in Britain*, 9 ed., Allen & Unwin, London.
- Doe-Department of the environment (1979), *Digest of Environmental Pollution Statistics*, 2, HMSO, 1980.
- Evans, A.W. (1973), *The Economics of Residential Location*, Macmillan, London.
- Evans, A.W. (1985), *Urban Economics*, Basic Blackwell, Oxford.
- Evans, A.W. (1988a), *The Theory of Land Values: A Reintroduction*, Discussion Papers in Urban and Regional Economics, 34, Reading, University of Reading.
- Evans, A.W. (1988b), *On Monopoly Rent*, Discussion Papers in Urban and Regional Economics, 35, Reading, University of Reading.
- Evans, A.W. (1988c), *On Absolute Rent*, Discussion Papers in Urban and Regional Economics, 36, Reading, University of Reading.
- Fothergill, S., Gudgin, G. (1982), *Unequal Growth: Urban and Regional Unemployment Change in the UK*, Heinemann, London.
- Fothergill, S., Monk, S., Perry, M. (1987), *Property and Industrial Development*, Hutchinson, London.
- Graziosi, S. (1988), *Le aree dismesse di Milano: una risorsa per migliorare la qualità della vita*, Acli-Cisl, Milano.
- Hall, P., ed. (1965), *Land Values*, Sweet & Maxwell, London.
- Harvey, J. (1987), *Urban Land Economics*, Macmillan Education, London.
- Hughes, J.T. (1979), *An Urban Approach to Regional Problems*, in MacLennan, D., Parr, J.B., eds., *Regional Policy: Past Experience and New Directions*, Robertson, Oxford.
- Hughes, J.T., Firn, J.R. (1973), *Employment Growth and Decentralization of Manufacturing Industry: Some Intriguing Paradoxes*, Papers from the Urban Economics Conference, Conference Paper 5, Centre for Environmental Studies, London.

- Lloyd, P.E., Dicken, P. (1987), *Spazio e localizzazione: un'interpretazione geografica dell'economia*, Angeli, Milano.
- Tit. or. *Location in Space: a Theoretical Approach to Economic Geography*, Harper & Row, New York.
- Macdonald, J.F. (1979), *Economic Analysis of an Urban Housing Market*, Academic Press, New York.
- MacLennan, D. (1982), *Housing Economics*, Longmann, London e New York.
- Massey, D.B. (1984), *Spatial Division of Labour: Social Structures and the Geography of Production*, Macmillan, London.
- Massey, D.B., Meegan, R.A. (1978), «Industrial Restructuring Versus the City», *Urban Studies*, 15, 273-88.
- Massey, D.B., Meegan, R.A. (1982), *The Anatomy of Job Loss: the How, Why and Where of Employment Decline*, Methuen, London.
- Muth, R.F. (1969), *Cities and Housing*, Chicago U.P., Chicago.
- Nabarro, R. (1980), «The General Pattern of Urban Wasteland», *Built Environment*, 6, 159-65.
- Simon, H.A. (1952), «A Behavioral Model of Rational Choice», *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.
- Turok, I. (1987), *Continuity, Change and Contradiction in Urban Policy*, in Donnison, D., Middleton, A., eds., *Regenerating the Inner City: Glasgow's Experience*, Routledge & Kegan, London.
- Uthwatt Committee (1941), *Expert Committee on Compensation and Betterment: Final Report*, Cmd. 6386, HMSO, London.
- Whitehead, C.M., Odling-Smeel, J.C. (1975), «Long Run Equilibrium in Urban Housing - a Note», *Urban Studies*, 12, 315-18.

SISTEMI GERARCHICI TERRITORIALI E TEORIA DELLA BASE ECONOMICA

di Lanfranco Senn

Premessa

Molti modelli di crescita regionale hanno perso parte della loro capacità interpretativa, perché alcune variabili che costituivano i presupposti delle loro analisi sono, nella realtà, profondamente mutate.

In generale, sono le *modificazioni del sistema produttivo* che hanno messo in crisi i modelli più tradizionali che appartengono al patrimonio teorico e concettuale della «regional science»: soprattutto i modelli «deboli», quelli che presentavano elevati caratteri di astrazione generale o che si basavano su «intuizioni interpretative» più che su chiari concetti rigorosamente definiti.

Le modificazioni del sistema produttivo rilevanti ai nostri fini hanno riguardato innanzitutto gli stessi concetti di impresa e di mercato; in secondo luogo i processi decisionali che orientano le scelte ed i comportamenti localizzativi; infine le nuove configurazioni e destinazioni territoriali della produzione, le strutture di interdipendenza tra le attività economiche, le gerarchie ed i sistemi di impresa.

Da queste modificazioni è conseguita anche una ridefinizione di alcuni concetti territoriali (l'idea stessa di regione come spazio geografico); ed il mutamento di talune variabili fondamentali come la *distanza* o le economie di *concentrazione* nel determinare a spiegare i patterns di sviluppo.

In questo contributo si cerca di valutare, esemplificativamente, come queste evoluzioni concettuali abbiano modificato la capacità esplicativa del modello della *base economica*.

Nella prima parte si tenterà di vedere su quali presupposti si poggiasse il modello della base economica; nella seconda, si cerca di analizzare quali siano state le principali modifiche avvenute nei sistemi produtti-

vi; nella terza si propongono i nuovi presupposti della teoria della base economica; nella parte conclusiva si traggono alcuni insegnamenti dall'analisi delle imprese multilocalizzate in Italia e si propone il concetto di sistema gerarchico territoriale come nuovo elemento di analisi su cui fondare la teoria della base economica.

1. I presupposti del modello della base economica

La teoria della «base economica», o della «base di esportazioni», afferma – in termini sintetici e semplificati – che un sistema economico regionale cresce nella misura in cui esporta beni (e servizi) prodotti all'interno della regione; nella misura cioè in cui genera effetti positivi di «traboccamiento» (spillovers) della sua sovraccapacità produttiva.

L'allargamento della «base», cioè delle risorse per lo sviluppo, è legato all'ingresso nella regione di «nuovo» reddito pagato da altre regioni o paesi come corrispettivo dei beni prodotti ed esportati.

Non possono invece generare flussi di «nuovo» reddito in entrata quelle attività «non di base» (o di servizio) che, anche mettendo in modo processi moltiplicativi, non fanno altro che attivare una circolazione di risorse già esistenti all'interno della regione.

Il «nuovo» reddito di entrata, che genera allargamento della base economica interna, talvolta rischia di essere controbilanciato almeno in parte da flussi in uscita di reddito «locale», speso per acquistare beni (e servizi) dall'esterno (importazioni), necessari a sostituire beni (e servizi) non prodotti localmente. Questo «leakage», cioè questa dispersione all'esterno della regione di risorse – che già costituivano parte della base economica e che vengono perdute – è il «costo» che occorre pagare per poter allargare la base produttiva del sistema economico regionale.

Il semplice meccanismo con cui la teoria della base economica – ed in genere le teorie della crescita «export led» – spiegano la crescita di una regione è sempre stato fondato su alcuni presupposti essenziali:

- a. la *regione economica* coincide con *un'area amministrativa*, cioè con uno spazio fisico delimitato da confini precisi, varcando i quali in uscita si generano flussi di esportazione e varcando i quali, in entrata, si dà luogo a flussi di importazione. All'interno della regione sembra non necessario chiarire se lo spazio sia omogeneo o polarizzato perché non costituisce preoccupazione primaria del modello della base valutare come si distribuisca nella regione il «nuovo»

reddito generato;

b. la regione oggetto di studio del modello della base economica è altresì un'area geografica, cioè uno spazio contiguo e continuo. Non viene rilevata la differenza che può esistere tra uno spazio geografico ed uno spazio economico, fatto invece di relazioni che esistono e sussistono anche a distanza. Con l'esempio dell'attività di una impresa si può invece affermare che i due spazi – geografico ed economico – non coincidono generalmente. Lo spazio geografico occupato da un'impresa è infatti la somma del suolo occupato dalla o dalle unità locali appartenenti all'impresa stessa; lo spazio economico è l'insieme dei punti in cui non solo risiedono le unità locali dell'impresa, ma anche quello in cui sono situati i suoi fornitori e clienti, oltre ai «corridoi» lungo i quali avvengono i flussi fisici di beni in entrata o uscita delle imprese. Lo spazio economico, a differenza di quello geografico, è perciò uno spazio non necessariamente contiguo e continuo.

L'analogia del sistema di relazioni economiche tra una regione ed altre regioni con quello delle relazioni tra imprese è evidentemente facile e non occorre qui svilupparla;

c. il terzo presupposto su cui la teoria della base economica è stata fondata è che la regione geografico-amministrativa assunta come riferimento è sempre stata concepita come regione isolata, o comunque «indipendente» dal resto del mondo. Non ha cioè mai rappresentato un interesse precipuo del modello della base il fatto che ogni regione sia inserita in un contesto interregionale; e che, così come la regione è «oggetto» di esportazioni ed importazioni verso e da altre regioni, essa è analogamente «oggetto» di analoghi flussi generati da altre regioni.

In funzione del presupposto del sistema semplificato, ma irrealistico, costituito da regioni indipendenti diviene difficile immaginare che la regione sia destinataria anche di effetti di feedback per le azioni indotte dai suoi comportamenti commerciali.

Questi feedback effects possono invece essere rilevati e rilevanti se si analizza la regione nel contesto delle sue interdipendenze interregionali, anche solo per comprendere se i feedbacks operano in direzione cumulativa del processo moltiplicativo del reddito (sono cioè sinergici) oppure se operano in direzione «compensativa» del processo accumulativo e riducono o annullano la crescita indotta dalle esportazioni;

d. un quarto presupposto del modello della base economica è che l'idea di esportazione – cioè di superamento fisico di un confine

amministrativo – è strettamente connessa con quella di «alienazione» dei beni e servizi esportati ad *altri* soggetti o altri territori. In realtà siamo sempre più frequentemente in presenza di «flussi» registrati come esportazioni – soprattutto se i percorsi commerciali sono complessi e articolati – che invece non muovono beni e servizi *tra diversi soggetti*. L'esempio delle imprese o dei gruppi multilocazionali è evidente: anche quando effettivamente si muovono su diversi territori flussi fisici di beni e servizi, questi appartengono ad un unico processo produttivo, *interno* allo stesso soggetto, che quindi non genera, se non figurativamente, «nuovi» flussi di reddito a remunerazione dei beni e servizi scambiati;

e. infine, va ricordato che un altro presupposto *prevalente* della teoria della base economica è che questa veniva fatta coincidere, almeno fino ad alcuni anni fa, con l'esportazione di *beni*. Quasi per definizione, i servizi non venivano considerati componenti della base, perché la loro funzione economica era per l'appunto quella di servire i processi di consumo e di produzione; essi non sembravano cioè svolgere una funzione *autonoma* e pertanto era improbabile o escluso che essi prendessero vita e si sviluppassero per essere esportati (fino ad impiegare una terminologia – attività di servizio, in contrapposizione ad attività di base – che escludeva in linea di principio la loro esportabilità).

Solo negli anni più recenti la letteratura sul modello della base economica ha accolto i servizi come possibile base di esportazione per la crescita regionale.

2. Le trasformazioni del sistema produttivo

Oltre a queste precisazioni necessarie sui concetti di spazio che, nonostante i preziosi insegnamenti di Perroux e Boudeville (Boudeville, 1977), sono spesso applicati in modo confuso, è evidente che la crisi del modello della base economica è soprattutto «addebitabile» alle modificazioni del sistema produttivo che ne hanno minato alcuni presupposti basilari.

Queste modificazioni, per lo più dovute ai processi di aggiustamento dei sistemi industriali, che in modo permanente sfidano le imprese, manifestano un crescente *impatto territoriale* (Senn, 1988).

In particolare ci si può riferire alle diverse logiche con cui le imprese:

a. esprimono le proprie strategie di mercato (multiproduct e multimarket);

- b. attivano processi innovativi e ne percorrono passo passo le fasi di progettazione e applicazione;
- c. organizzano il proprio ciclo produttivo sul territorio, sempre più preoccupate di perseguire economie complessive di impresa (size economies) piuttosto che di prodotto o di impianto nelle singole unità locali (scale economies);
- d. si avvalgono sempre più frequentemente per la propria attività produttiva di servizi alla produzione, fino a svilupparne il peso e a diversificare il portafoglio delle proprie attività nella loro direzione.

Può essere opportuno – per farne risaltare l'impatto territoriale – svolgere in merito a queste modificazioni alcune considerazioni (Senn, 1988).

Innanzitutto è essenziale comprendere gli effetti spaziali dei processi di innovazione (non solo tecnologica, ma anche organizzativa). Spesso tali processi hanno comportato che le imprese, quantomeno si dovesse-
ro porre il problema se mantenere «compatte», in un'unica sede, le varie fasi della produzione; oppure se distribuire nello spazio singole fasi o gruppi di fasi del ciclo. Per ognuna di esse si è posto il problema della scala ottimale delle operazioni, in relazione alla disponibilità ed al costo dei fattori di produzione nelle varie possibili localizzazioni delle unità produttive; e per il «sistema-impresa» nel suo complesso, è nata l'esigenza di valutare il trade-off tra i benefici ottenibili con una strategia di riorganizzare spaziale dell'attività ed i costi delle reti di connessioni necessarie a mantenere efficiente l'impresa.

Se si estende l'osservazione al ciclo completo dell'attività, fino ad includere anche le fasi della distribuzione, è facile riconoscere che anche le strategie *commerciali* generano rilevanti effetti territoriali.

Le politiche di mercato hanno infatti comportato un ripensamento delle funzioni – e delle localizzazioni – di magazzini, depositi e punti di vendita (all'ingrosso e/o al dettaglio).

Le produzioni *just in time* addirittura stanno rivoluzionando la distribuzione spaziale dei magazzini, sia quelli d'impresa – con conseguenze sul lay-out degli stabilimenti – sia quelli all'ingrosso.

Si sono verificati casi in cui le strategie di impresa si sono invertite nel giro di pochi anni: alla scelta di decentrare sul territorio le attività di distribuzione per avvicinarsi ai mercati di sbocco, sia intermedi che finali, sono succedute scelte di ri-concentrazione o addirittura di eliminazione dei magazzini, quando l'integrazione tra fasi della produzione e del commercio all'ingrosso si era fatta più stretta. Cambiando la logistica della singola unità produttiva o dei servizi comuni di deposito e trattamento delle merci si sono modificati anche i flussi di tra-

sporto che registrano oggi una concentrazione crescente delle origini e destinazioni dei traffici a media o lunga distanza.

Guardando alla sola attività produttiva in senso stretto delle imprese «multiplant» si è verificato che l'impatto territoriale è mutato in funzione della natura dell'innovazione. Le sedi centrali delle imprese sono in genere state investite dai cambiamenti conseguenti ad innovazioni organizzative e decisionali; le innovazioni di prodotto hanno invece modificato il ruolo o la funzione di uno o più impianti di produzione, mentre le innovazioni di processo hanno implicato tutto il «sistema-impresa» e spesso fatto interloquire più imprese tra di loro, dando vita a gruppi. Ovunque e qualunque sia stato il fermento innovativo, gli effetti spaziali di *feedback* hanno avuto ripercussioni indirette sull'intero sistema-impresa talvolta superiori a quelli diretti, derivanti da scelte localizzative esplicite.

Anche la diffusione dell'innovazione ha prodotto rilevanti «effetti spaziali» (Camagni et al., 1984; Camagni, Malfi, 1986): le imprese imitatorie hanno reagito diversamente agli inputs innovativi a seconda che li abbiano recepiti in modo più o meno sollecito. Nel primo caso hanno contribuito a rafforzare i sistemi produttivi locali in cui erano localizzate; nel secondo, invece, hanno finito per indebolire le economie locali, almeno in termini relativi, e a far loro perdere posizioni nella «gerarchia di sviluppo». I meccanismi di nascita e diffusione dell'innovazione spiegano così in buona parte non solo il ruolo che questa ha assunto nello stimolare la crescita di aree emergenti; oppure a risollevar zone in declino (Aydalot, 1986; Boulian, Maillat, 1983; Federwisch, Zoller, 1986); ma anche nel rafforzare o indebolire il tessuto locale (Bramanti, Senn, 1988).

Come è illustrato nella tabella 1 il rafforzamento o l'indebolimento di un'area dipendono dal grado di integrazione del sistema produttivo locale e dal grado di apertura di quest'ultimo verso l'esterno.

I processi di aggiustamento innovativo possono giungere fino alla «rottura» o disaggregazione di un sistema locale se, in mancanza di sufficiente integrazione produttiva, ogni impresa si rivolge esclusivamente all'esterno dell'area per acquisire i propri inputs e vendere i suoi prodotti¹. Una delle manifestazioni più significative dell'innovazione di processo che ha caratterizzato in questi ultimi anni l'industria italiana e ne ha segnato i più significativi processi di aggiustamento è quel fenomeno che va sotto il nome di *terziarizzazione* dell'economia.

Se far rientrare quest'ultima tra le innovazioni di processo può sembrare forzato allorché ci si riferisce alla cosiddetta terziarizzazione «esplicita» — quella cioè per cui le imprese acquistano sul mercato

Tab. 1 – Effetti di raffreddamento o di indebolimento di un'area indotti dell'innovazione

Grado di integrazione locale	Grado di apertura del sistema locale	
	Alto	Basso
Alto	L'innovazione agisce come fattore di rafforzamento del «milieu» locale	Relativo rafforzamento evita il pericolo di involuzione dovuto a eccessiva «chiusura» per mancanza di «innovation spillovers»
Basso	Relativo indebolimento dell'area se non si evita il pericolo di dispersione degli effetti positivi dell'apertura («innovation leakage»)	L'innovazione agisce come fattore di indebolimento del «milieu», fino alla rottura e al declino

i servizi di cui necessitano per incrementare la propria produttività – altrettanto non si può dire per la terziarizzazione «implicita». Questa definisce infatti il fenomeno del crescente peso assunto dalle attività di servizio *interne* all'impresa e funzionali al completamento del ciclo: pubblicità e marketing, ricerca e sviluppo, servizi legali, trasporto, manutenzione, ecc.

Se queste attività, invece di venire scorporate dalle imprese che ritengono di poterle «lanciare» autonomamente sul mercato, rimangono all'interno del sistema-impresa, magari assumendo le caratteristiche di unità locali specifiche, l'impresa avvia un vero e proprio processo di riorganizzazione territoriale dell'assetto produttivo.

In entrambi i casi, di terziarizzazione esplicita o implicita, è stata osservata in questi anni una spinta alla rilocalizzazione assai forte dovuta all'accelerato ricorso delle imprese industriali ai servizi per la produzione o di rete². La tendenza che emerge è verso una progressiva agglomerazione dei servizi per il sistema produttivo nelle grandi aree urbane e metropolitane. Se il fenomeno era già noto nelle sue cause principali (Cappellin, 1986), riconducibili alla concentrazione delle domande ed alle opportunità di interazione diretta con le attività industriali a cui i servizi sono destinati, sono emerse in questi ultimi anni anche spiegazioni della dinamica «cumulativa» in base alla quale i servizi «cacciano» la produzione delle aree urbane. La prima è che, paradossalmente i servizi caratterizzati da una funzione di produzione

mediamente a più bassa intensità di capitale, sono in effetti oggi più legati al territorio delle attività industriali. Infatti il valore aggiunto dei servizi si produce proprio in virtù di un capitale umano estremamente qualificato e reperibile solo in presenza di elevata urbanizzazione e dotazione di strutture formative avanzate. È così che da un lato le attività industriali diventano potenzialmente più «mobili» o rilocizzabili quando la pressione concorrenziale sui valori del suolo urbano si fa agguerrita, soprattutto in regime di scarsità di offerta di suoli nelle aree centrali. Al contrario, dall'altro lato, i servizi si «vincolano» al territorio non tanto per gli investimenti in capitale fisso, quanto per l'esigenza che gli uomini hanno di interagire tra di loro (Martini, Vairetti, 1988) in tempo reale quando viene fornito un servizio. Proprio per ridurre gli elevati costi di transazione necessari per giungere alla fornitura di servizi (Cappellin, 1988) e in considerazione del fatto che «per natura» essi sono consumati nell'istante stesso in cui sono prodotti o «erogati», si scatenano potenti effetti di agglomerazione urbana.

La forza con cui i servizi tendono a sostituire le attività di fabbricazione nelle aree urbane è tanto maggiore quanto più elevato è il «grado di concentrazione industriale» dei servizi: non dunque dal fatto di essere «avanzati» i servizi traggono la loro forza, ma dal fatto di essere «rari»; cioè costituire un'offerta concentrata a fronte di una domanda anch'essa di grande scala, fortemente concentrata e capace di selezione nei confronti dell'offerta di servizi.

Questo rapporto di «amore-odio» tra attività di servizio e attività industriali, che da un lato le vede competere nelle scelte insediative e dall'altro ne osserva l'indissolubile complementarietà³, ha espresso di volta in volta il prevalere di un'attività sull'altra: l'industria ha prevalso, imponendo la propria logica localizzativa sulle attività di servizio e attirandole a sé, quando la vicinanza fisica ad altre risorse primarie o prodotti intermedi costituiva un vincolo rigido alla propria mobilità.

Dal canto loro i servizi hanno trovato i loro principali vincoli territoriali, come si è detto, nella consistenza e selettività della domanda di mercato nonché nella qualità delle risorse umane disponibili.

Se i principali processi di aggiustamento, che in modo semplificato abbiamo ricondotto all'innovazione e alla terziarizzazione, comportano rilevanti effetti territoriali – resi più complessi dalle implicazioni organizzative – un ulteriore impatto spaziale gioca l'*evoluzione* degli stessi *processi decisionali che riguardano le scelte localizzative*.

È noto che la maggior parte della letteratura in materia ha sostenuto

fino a un recente passato che le decisioni di localizzazione erano determinate da obiettivi riconducibili alla massimizzazione del profitto e, comunque, da obiettivi «ottimizzanti».

Negli ultimi anni, a partire dalle prime formulazioni della teoria comportamentale dell'impresa (Cyert, March, 1963) sono state proposte anche teorie comportamentali delle scelte localizzative (Pred, 1972; Townroe, 1972; Walker, 1975; Latham, 1976; Vickerman, 1980). Anche nella letteratura — in seguito ad una più larga messe di osservazioni empiriche — è emersa la consapevolezza che, invece che scelte «optimizing» le imprese compiono soprattutto scelte «satisficing» (Smith, 1981).

In termini localizzativi ciò significa, da un lato, che la decisione di dar vita ad un nuovo impianto non è mai orientata alla selezione di un «sito» puntuale, ma piuttosto all'individuazione di aree o regioni entro cui la localizzazione conduce a risultati ritenuti economicamente soddisfacenti⁴.

D'altro lato è vero che, «sebbene tutte le decisioni abbiano qualche implicazione localizzativa, le imprese non sempre, o quasi mai, riconoscono l'importanza degli aspetti localizzativi; per molte imprese e molte decisioni il risvolto localizzativo viene considerato una «implicazione» che consegue ad una politica tesa a raggiungere qualche altro obiettivo non spaziale. Raramente emerge la coscienza dell'importanza di una politica localizzativa se non nelle imprese molto grandi o che dominano il mercato» (Hamilton, 1974, p. 14).

Il passaggio ad una maggior consapevolezza di tale importanza da parte delle imprese e la conseguente riformulazione delle più recenti teorie della localizzazione dipende da vari fattori quali:

- a. i crescenti vincoli ad eventuali scelte ottimizzanti, perché alcuni siti «ottimali» sono già occupati e l'intorno territoriale è congestionato;
- b. il maggior peso — o la maggiore opportunità localizzativa — rappresentato dalle economie esterne di agglomerazione, oggi sempre più tenute in considerazione dalle imprese;
- c. il fatto che, perseguiendo tutto il sistema produttivo più dinamico strategie market-oriented, invece che strategie rivolte al contenimento dei costi di produzione — ormai quasi incomprimibili dopo i grandi processi di ristrutturazione — le scelte localizzative sono conseguenti alla ricerca di segmenti e nicchie di mercato facilmente identificabili anche con specializzazioni territoriali;
- d. la tendenza alla riduzione delle dimensioni delle singole unità operative e alla loro moltiplicazione. Perseguendo con questa strategia

obiettivi di flessibilità per il sistema-impresa, al tempo stesso si finisce per affidare le scelte localizzative delle singole unità locali alle propensioni personali degli imprenditori e dei managers, piuttosto che legarle alla pura «razionalità» dell'«homo oeconomicus»;

Se a livello macroeconomico è pur possibile riconoscere un «task-environment» nelle strategie dei singoli sistemi-impresa (McNee, 1974), occorre prendere atto che la conseguenza di questa molteplicità di fattori individuali e comportamentali delle scelte localizzative è una maggiore «randomness» nella distribuzione territoriale delle attività economiche.

Essa genera, come avremo modo di ribadire, sistemi gerarchico-territoriali della produzione.

3. Alcuni nuovi presupposti per il modello della base economica

Alla luce delle principali modificazioni del sistema produttivo e delle conseguenti strategie delle imprese, si può allora comprendere come i presupposti del modello regionale della base economica siano cambiati; o, quanto meno, che di essi si sia presa nuova consapevolezza.

- a. Innovazione, terziarizzazione, scelte localizzative prese nell'ambito di orizzonti territoriali di grande estensione hanno permesso di evidenziare che la crescita economica sempre più raramente avviene all'interno di una regione amministrativa. Al contrario, le relazioni produttive che danno vita – e a cui danno vita – innovazione, terziarizzazione, scelte localizzative tessono uno *spazio economico* i cui confini sono sempre meno facili da definire. Queste relazioni si costituiscono in sistemi e sottosistemi che è impossibile ricondurre a qualsiasi dimensione amministrativa.
 - b. Inoltre, lo spazio economico a cui danno vita le sempre più dinamiche e mutevoli relazioni tra le imprese è fatto di punti, di nodi e di «reti»: la contiguità geografica di questo *spazio relazionale* è persino impossibile da concepirsi e definirsi.
 - c. Se si analizza il territorio come insieme di sottosistemi interdipendenti e non isolati l'uno dall'altro – attraverso il cui complesso passano orizzontalmente i processi innovativi, di servizi e di multi-localizzazione – si percepisce che gli effetti di feedback ci sono e possono anche svolgere un ruolo rilevante sulla «cumulazione» o sul «contenimento» della base economica di quel sistema.
- A rigore, la conseguenza di questa considerazione è che le uniche

«importazioni» che costituiscono un effettivo leakage per l'accumulazione del processo innescato dalla base economica sono quelle legate a fenomeni di commercio orizzontale (scambio interregionale degli stessi beni); ma *non* quelle indotte dal fabbisogno di inputs reso necessario per produrre ed esportare. Queste importazioni, infatti, entrano nella formazione del moltiplicatore della base come effetti indiretti e indotti — cioè come effetti di feedback — dovuti alle interrelazioni interregionali.

- d. In modo particolare il tessuto di relazioni e scambi che avvengono nell'ambito di sistemi territoriali così complessi pone in questione il concetto di *esportazione*. A livello subnazionale è sempre più vero che, anche immaginando rigidi confini amministrativi regionali, l'idea di esportazione è sempre più ambigua.

Da una parte, infatti, parlando di sistemi di relazioni, non è più chiara la distinzione tra ciò che è «dentro» o «fuori» da tale sistema; l'unica distinzione che rimane comprensibile, associata all'idea di esportazione, è quella tra flussi in partenza e flussi in arrivo, da o verso uno o più punti del sistema funzionalmente interrelato. Dall'altra parte, poiché è evidente che le *reti* di relazioni possono esistere pure all'*interno* di imprese-sistemi (multiplant o gruppi) — anche appartenenti a regioni *geografiche* diverse — si sarebbe tentati dall'affermare che le nuove «regioni» da considerare come unità di osservazione per applicare il modello della base economica sono date da questi sistemi di relazioni anche a distanza.

- e. Ma l'«aggiornamento» del modello della base economica trae un interessante spunto anche dalla trasformazione produttiva identificata con la terziarizzazione dell'economia.

Se è vero che tradizionalmente la «base» è stata fatta coincidere con le attività *non* di servizio, a fronte della crescita enorme che al contrario le attività di servizio hanno avuto quasi ovunque, si sarebbe dovuto assistere ad un rallentamento della crescita regionale proprio in quelle aree in cui la terziarizzazione è stata più accelerata.

Invece la realtà indica il contrario. Come forse avevano già intuito Blumenfeld (1954) e McGilvray (1972) proprio i servizi alle imprese — in quanto rendono possibile ed efficiente la produzione manifatturiera — sono i veri motori della crescita.

Si potrebbe addirittura aggiungere che l'esercizio dei «poteri di relazione» o «di decisione» — in quanto sempre più rilevanti *intangibile assets* di un'impresa o di un gruppo — rappresenta un elemento della «base» da tenere in gran conto. Anch'esso «serve»

la crescita dell'attività-produttiva – ed anche se non può essere certamente considerato attività di esportazione – è certamente un fattore differenziale di sviluppo.

Queste considerazioni hanno conseguenze non irrilevanti sul piano localizzativo. La teoria tradizionale ha sempre sostenuto che i servizi sono più «footloose» delle attività manifatturiere; o che, quantomeno, seguono i patterns localizzativi di queste ultime, assai più «vincolate» alla disponibilità di fattori di produzione/localizzazione a basso costo.

Paradossalmente, oggi si assiste ad un ribaltamento di questa tesi: sono proprio i servizi ad essere meno footloose ed essere *più vincolati al territorio*, in particolare ai grandi centri urbani e metropolitani. Infatti, se il principale fattore di localizzazione di molti servizi alle imprese è costituito dall'esistenza di risorse umane qualificate e in grande interazione tra di loro, non vi è fattore meno «ubiquitario» di questo. Gli uomini si concentrano nelle città ed in queste, per lo più, interagiscono e decidono.

Al contrario, le attività manifatturiere sono diventate più «footloose»: con la sola precisazione che esse si localizzano *dove non mancano i fattori di localizzazione, piuttosto che dove questi esistono*.

La logica localizzativa dei servizi⁵, dunque, è più «agglomerativa»; cioè è più polarizzante e, a seconda dell'intensità dell'agglomerazione, più *gerarchizzante* di quanto non sia quella delle unità produttive manifatturiere.

3. Conclusioni

Dalle considerazioni svolte sull'evoluzione del sistema produttivo e su alcune sue caratteristiche emergenti, sembrano, in conclusione, apparire alcuni elementi nuovi di riflessione sul modello regionale della base economica:

1. da un lato sembra non aver più molto senso identificare in regioni geografico-amministrative – cioè in spazi non necessariamente «economici» – l'unità di osservazione per valutare la base economica. Il «contenitore» geografico-amministrativo è infatti uno spazio rigido e riduttivo rispetto alla realtà delle relazioni interproduttive. Sembra perciò opportuno ricostruire spazi funzionali più realistici: *sistemi territoriali*, non necessariamente fatti da aree contigue, ma certamente «pieni» di relazioni interne e «aperti» verso l'esterno;
2. d'altro lato, se è vero che una componente motrice essenziale del

- processo di crescita è rappresentata dai servizi e dai criteri di innovazione, occorre indiscutibilmente riconoscere che questi non sono localizzati in modo ubiquitario; ma, al contrario, si concentrano in agglomerazioni urbane e metropolitane di vario livello. A seconda della collocazione «gerarchica» di tali agglomerazioni, risiederebbero i poli di attivazione più intensa della base economica;
3. il sistema delle imprese di servizi multilocalizzate in più regioni italiane⁶ – proprio perché dà vita a relazioni interne tra le unità locali delle stesse imprese e ad una rete di relazioni con l'esterno attivate sia nel complesso che a livello di singole unità – può essere adottato come variabile «proxy» sufficientemente adeguata delle ipotesi formulate in tema di *sistemi gerarchici territoriali* e di nuove formulazioni del modello regionale della base economica;
 4. tali «sistemi» rivelano che le regioni in cui hanno sede gli headquarters delle imprese di servizi esercitano una funzione di «controllo» sulle regioni in cui hanno sede le unità locali dipendenti (dominanza); mentre il contrario avviene per quanto concerne le regioni destinatarie di unità locali con headquarters in altre regioni (dominazione). Le regioni del Centro-Nord tendono a «dominare» quelle del Sud ma, soprattutto, sono *in rete* tra di loro: tra Lombardia e Lazio, ad esempio, vi è il massimo «scambio» di headquarters e unità locali. Bassissimo è invece il livello di rete esistente tra le regioni del Sud che – anche in virtù di questo tessuto debole interno – non riescono ad esercitare alcuna «dominazione» nei confronti del Centro Nord;
 5. l'intensità di multilocalizzazione è maggiore nel settore dei servizi che in quello manifatturiero. Ciò rivela che da parte delle imprese dei servizi si attribuisce una maggiore importanza nel creare reti di attività articolate sul territorio per essere presenti su più mercati (una *proxy* per l'esportazione). Ciò vale non solo nelle regioni del Nord ma anche in quelle del Sud le cui imprese hanno aperto unità locali nelle regioni più avanzate del paese;
 6. le regioni (e le città) in cui hanno sede il maggior numero di headquarters di imprese multilocalizzate concentrano il valore aggiunto che l'articolazione spaziale della loro organizzazione produttiva è in grado di generare, attivando così un meccanismo cumulativo che accentua la gerarchizzazione regionale.

Appendice

Tavole di elaborazione sull'universo delle imprese
multilocalizzate in Italia
(fonte: Censimento Istat-1981)

	Imprese multi- focali ***	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Totale altre regioni	
1 Piemonte	1.08	46.9	5.2	39.1	0.5	7.8	1.0	13.5	7.3	6.3	0.5	1.0	13.5		1.6	1.6	0.5	0.5	0.5	0.5	100.0		
2 V.d'Aosta	0.48	20.0	100.0																			100.0	
3 Lombardia	1.54	61.2	14.2		0.9	10.6	3.0	7.9	1.0	7.9	1.0	2.0	21.8	1.4	0.2	5.4	3.8	0.2	0.9	5.0	3.3	100.0	
4 Trentino	0.41	42.5	5.9		35.3	41.2		17.6		2.7	17.6	2.7	2.7		1.4	1.4						100.0	
5 Veneto	0.62	44.0	4.1		23.0	12.2	28.4															100.0	
6 Friuli	0.79	34.1	1.9		13.2	58.5		1.9	1.9	3.8	1.9	1.9	5.7	5.7	1.9							100.0	
7 Liguria	0.96	57.4	10.8	1.1	26.9	4.3	1.1		7.5	16.1	1.1	2.2	8.6	1.1	6.6	6.5						100.0	
8 Emilia R.	0.50	56.9	5.6		18.5	1.6	7.3	2.4	4.0		21.8	3.2	4.8	9.7	2.4	4.8	1.6	0.8	3.2	4.0	4.0	100.0	
9 Toscana	0.57	59.0			8.8		2.9	1.0	14.7	4.9		2.0	11.8	3.9	2.0	3.9						100.0	
10 Umbria	0.57	70.6			8.3					8.3	16.7		66.7									100.0	
11 Marche	0.35	40.9						35.3		33.3			11.1									100.0	
12 Lazio	2.55	74.7	5.8	0.2	17.6	1.5	8.0	2.4	6.3	8.9	8.8	1.6	3.3		6.2	1.9	7.2	9.2	0.3	2.7	3.8	4.2	100.0
13 Abruzzi	0.49	40.0			33.3				16.7			16.7			33.3								100.0
14 Molise	2.05	30.0											50.0		33.3								100.0
15 Campania	0.40	47.6	2.3		4.7				2.3				34.9		2.3	23.3	7.0	7.0	11.6	4.7		100.0	
16 Puglia	0.18	48.3	7.1						7.1				7.1		26.6	1.1	14.3	7.1	14.3			100.0	
17 Basilic...	0.63	23.1														8.3	33.3						100.0
18 Calabria	0.22	40.0	25.0		23.0				25.0														100.0
19 Sicilia	0.35	21.3			3.1				12.5	9.4		3.1	26.1	3.1	12.5	6.3	18.6	2.1					100.0
20 Sardegna	0.40	34.6			22.2					11.1		66.7											100.0
ITALIA	0.90	59.6	15.9	0.7	33.1	2.2	12.6	4.6	9.5	12.2	11.0	1.6	23.8	3.6	1.5	7.8	8.5	2.0	2.2	9.0	4.1	100.0	

NOTE

* imprese multilocali su tot. imprese
** % di u.l. localizzate in altre regioni

LA DIAGONALE PRINCIPALE RAPPRESENTA IL COMPLEMENTO A 100 DELLA SECONDA COLONNA (IMPRESE CON HEADQUARTERS E UNITÀ LOCALI NELLA STESSA REGIONE)

Totale delle imprese alle imprese (compresi credito e assicurazioni) con headquarters nelle regioni sulle righe e unità locali dipendenti nelle regioni sulle colonne. Percentuali per riga: «indicatore di dominanza»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	altre regioni
1. Piemonte	76,9	21,6	2,9	6,4	2,6	14,5	6,2	5,6	2,8	3,2	9,3				1,9	1,9		0,8	1,1	7,4	
2. V.d'Adria	0,5																				
3. Lombardia	58,1	20,6	36,8	31,6	35,8	38,2	29,8	22,2	25,4	63,4	12,8	8,0	28,4	20,1	16,7	13,5	30,8	30,3	31,2		
4. Trentino	0,5	1,7	3,0				1,3								0,6	0,6		0,8		0,7	
5. Veneto	1,5	4,9	26,5	27,6	1,1	5,8	0,9				3,2	0,7									2,8
6. Friuli	0,5	2,0	13,2	0,6	0,4	0,9	2,8	1,6	1,1						1,9	0,6		0,8		2,0	
7. Liguria	5,1	7,7	7,2	1,7	1,3		3,1	7,0	2,8	3,2	2,9	1,2			5,2	3,9		3,0		3,6	
8. Emilia R.	3,5	6,6	5,9	3,8	3,9	2,8		12,6	11,1	9,5	4,3	3,5			3,9	1,3	8,3	7,7	3,8	5,6	
9. Toscana	2,6		1,3	1,3	8,4	2,2		5,6		4,3	4,7				1,3	2,6		25,6	12,4	3,9	
10. Umbria	0,3					0,4	0,9			2,9										0,5	
11. Marche						1,3	8,3					1,2			1,3					0,3	
12. Lazio	28,8	15,4	50,6	44,1	33,8	31,6	34,6	36,1	40,5	44,4	52,4	70,9	76,0	45,8	59,1	25,0	51,9	28,6	47,2	38,0	
13. Abruzzi		0,6				0,4				0,4		0,4		0,4		0,4					0,2
14. Molise												8,0									
15. Campania	0,5	0,6				0,4				5,4	4,0				1,3						0,2
16. Puglia	0,5	0,3				0,4					1,2	4,0	2,6			16,7					0,5
17. Basilic.													4,5	0,6		7,7					0,5
18. Calabria	0,5	0,3				0,4														0,2	
19. Sicilia	0,3					2,2			1,4		1,6	3,2	1,2		2,6	1,3	11,5	1,1	1,2		
20. Sardegna	0,6								0,5			2,2								0,3	
TOTALE ALTRE REG.	100,0																				

Totale delle imprese di servizi alle imprese (compresi credito e assicurazioni) con headquarter nelle regioni, sulle righe e unità locali dipendenti nelle regioni sulle colonne. Percentuali per colonna: «indicatore di dominanza»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	altre regioni
1 Piemonte																					
2 V.d'Aosta	100.0																				
3 Lombardia	14.4																				
4 Trentino	16.7																				
5 Veneto	5.2																				
6 Friuli		52.7	37.6	0.6	8.7	0.6	12.7	6.9	6.9	0.6	1.2	15.0									
7 Liguria		14.4																			
8 Emilia R.		12.7																			
9 Toscana		6.0																			
10 Umbria		10.2																			
11 Marche		16.7																			
12 Lazio		4.9																			
13 Abruzzo		20.0																			
14 Molise																					
15 Campania		3.3																			
16 Puglia		7.1																			
17 Basilic.																					
18 Calabria		25.0																			
19 Sicilia		3.7																			
20 Sardegna		25.0																			
ITALIA	16.7	0.7	36.4	1.6	12.7	4.7	8.7	11.7	10.3	1.5	2.6	25.6	2.7	1.7	7.4	8.1	2.4	2.7	11.5	4.4	100.0

Totale delle imprese di servizi alle imprese (classi Istat 83 e 84) con headquarters nelle regioni sulle righe e unità locali dipendenti nelle regioni sulle colonne. Percentuali per riga. «indicatore di dominanza»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	altre	regioni	
1 Piemonte	90.0	23.3	3.6	7.9	1.6	17.9	7.8	7.6	3.8	4.9	10.2				1.8	2.7		0.8	1.2	8.5			
2 V.d'Aosta	0.6																				0.0		
3 Lombardia	67.1		25.0	44.4	38.1	52.0	50.6	39.9	23.1	29.3	65.1	23.4	10.0	36.3	25.5	11.1	14.0	32.3	26.8	37.5			
4 Trentino	0.6	0.7			1.1		0.6														0.3		
5 Veneto	1.8	5.4	25.0		25.4	0.8	6.5	1.3		2.4	0.8								0.8		2.8		
6 Friuli		1.8		12.7		0.8	0.6	1.3		3.8	2.4	1.2				2.7	0.9		0.8		2.1		
7 Liguria	6.1	10.0	9.0	1.6	1.6	4.5	5.7	3.8	4.9	3.1	2.1				2.7	4.5		2.4		3.9			
8 Emilia R.	4.3		7.9	7.1	4.8	4.8	4.1		15.2	11.5	14.6	4.3			5.3	1.8	11.1	8.0	4.0	6.1	5.7		
9 Toscana		3.2		1.1	1.6	4.1	3.2		7.7			4.7	4.3		1.8	2.7		27.4	13.4	4.3			
10 Umbria	0.4						0.6	1.3			0.8									0.3			
11 Marche						1.9		11.5			2.1									0.4			
12 Lazio	17.7	45.5	39.3	26.5	27.0	18.7	20.8	25.9	34.6	39.0		53.2	70.0	34.5	33.6	11.1	50.0	26.6	51.2	29.0			
13 Abruzzi		0.4				0.6				0.4		10.0									0.2		
14 Molise												6.4		1.8			11.1				0.3		
15 Campania	0.6		0.7			0.6				4.7		5.0		3.6	33.3		6.0		2.4		1.5		
16 Puglia	0.6	0.4				0.6				2.1		5.0	3.5		22.2		2.0		1.6		0.7		
17 Basilic.	0.6	0.4				0.6						6.2	0.9		8.0						0.6		
18 Calabria						1.6		1.9		2.4	2.1		3.5	1.8	12.0		0.8		1.2	0.2			
19 Sicilia	0.4																			1.3			
20 Sardegna	0.7										2.4									0.4			
TOTALE ALTRE REG.	100.0																						

Totale delle imprese di servizi alle imprese (classi Istat 83 e 84) con headquarters nelle regioni sulle righe e unità locali dipendenti nelle regioni sulle colonne. Percentuali di colonna: «indicatore di dominazione»

	Imprese multi- locali	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 oltre regioni		
1 Piemonte	0,72	67,3	1,1	27,9	1,1	8,1	1,9	6,9	9,3	7,7	1,3	2,0	10,8	2,0	0,2	6,0	2,9	0,3	1,4	5,4	2,6		
2 V.d'Aosta	0,98	50,0	60,0	30,0	0,6	1,3	11,9	2,6	5,7	11,3	9,5	1,2	2,8	14,4	2,0	0,1	6,5	5,2	0,3	1,7	5,5		
3 Lombardia	0,99	59,9	14,3	0,6	37,0	27,7	3,4	0,6	7,6	3,4	0,8	0,8	7,6	1,7	0,8	1,7	0,8	1,7	0,8	1,0	3,1		
4 Trentino	0,41	4,2	31,0	4,5	13,3	2,9	11,4	5,9	0,8	3,0	7,5	1,8	0,3	3,0	4,8	0,5	0,8	1,9	1,2	1,0	0,0		
5 Veneto	0,55	53,0	5,2	20,3	2,1	22,1	5,3	8,5	7,8	1,1	2,1	7,1	0,4	3,6	4,6	1,1	5,3	2,1	1,0	0,0	0,0		
6 Friuli	0,80	62,6	6,4	16,6	0,2	16,6	7,6	2,8	9,6	15,5	0,2	1,9	9,3	0,4	4,2	5,7	0,2	0,4	4,5	3,6	100,0		
7 Liguria	1,22	63,7	17,0	0,2	12,1	3,8	3,7	0,2	9,3	1,7	0,9	8,9	1,9	0,4	4,5	5,5	0,2	1,0	4,9	2,3	100,0		
8 Emilia R.	0,57	57,4	6,8	24,0	1,0	12,1	8,3	1,6	7,4	11,7	4,6	4,2	14,0	1,6	0,2	6,5	5,3	0,7	1,2	5,5	2,3	100,0	
9 Toscana	0,36	54,1	5,1	0,4	19,4	8,3	1,6	7,4	11,7	1,7	0,9	8,9	1,9	0,4	4,5	5,5	0,2	1,0	4,9	2,3	100,0		
10 Umbria	0,87	61,4	4,5	0,4	11,6	0,4	4,5	1,7	2,1	8,3	14,0	0,2	6,2	21,5	2,1	0,4	5,8	5,4	0,4	2,1	7,0	1,7	100,0
11 Marche	0,33	47,6	2,9	17,1	0,7	2,1	1,4	3,6	13,6	8,4	7,1	0,2	13,6	20,7	0,7	2,9	3,6	1,4	2,1	2,1	100,0		
12 Lazio	1,15	61,2	7,5	20,3	0,5	5,6	1,7	3,6	6,6	11,3	4,1	3,8	5,0	0,3	10,3	7,9	0,5	2,1	5,4	3,4	100,0		
13 Abruzzi	0,86	46,1	2,5	19,3	0,8	3,4	1,0	3,4	4,2	10,1	19,3	0,2	11,1	11,1	0,7	6,7	16,0	1,7	1,7	1,7	100,0		
14 Molise	0,46	58,1	5,6	5,6	4,0	17,4	3,4	3,4	7,0	0,7	2,0	19,5	2,7	2,0	10,7	3,0	8,7	6,4	3,7	100,0			
15 Campania	0,42	57,9	4,0	1,0	23,0	5,0	2,0	2,0	4,0	1,0	8,0	7,0	3,0	9,0	14,0	5,0	6,0	2,0	100,0				
16 Puglia	0,22	51,3	8,0	12,5	12,5	22,7	9,1	4,5	9,1	13,6	13,6	22,7	9,1	1,0	32,5	10,0	10,0	2,5	100,0				
17 Basilic.	0,41	63,5	2,5	45,0	25,5	3,6	0,9	4,5	8,2	2,7	1,8	0,9	12,7	2,7	3,6	6,4	1,5	13,6	5,5	100,0			
18 Calabria	0,19	46,8	5,5	30,1	4,1	15,1	0,0	5,5	2,7	5,5	17,8	1,4	1,4	8,2	2,7	2,7	1,0	1,0	1,0	1,0	100,0		
19 Sicilia	0,44	49,3	5,5	39,8	0,5	15,2	4,4	7,3	15,4	12,0	3,0	4,7	16,7	3,7	0,4	7,5	6,5	0,8	2,1	6,2	3,4	100,0	
TOTALE ALTRE REG.	0,65	58,0	17,8	0,5	39,8	1,4	15,2	4,4	7,3	15,4	12,0	3,0	4,7	16,7	3,7	0,4	7,5	6,5	0,8	2,1	6,2	3,4	100,0

Totali delle imprese manifatturiere con headquarters nelle regioni sulle righe e unità locali dipendenti nelle regioni sulle colonne. Percentuali per riga: «indicatore di dominanza»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 altre regioni
1 Piemonte	40,4	29,1	13,8	13,3	9,7	21,9	15,8	11,9	9,5	14,3	12,9	10,0	15,6	10,8	8,1	11,4	16,5	14,5	15,2	
2 Vd'Asia	0,6	0,2	40,8	48,2	34,0	44,7	47,3	42,1	27,1	32,6	47,1	31,9	16,7	41,9	35,1	22,6	34,3	40,9	4,2	0,1
3 Lombardia	62,4	48,9	3,2	3,2	1,2	0,2	0,9	0,4	0,3	0,7	0,8	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	1,1
4 Trentino	0,5	2,7	25,4	30,2	4,0	8,4	4,6	3,4	6,1	4,3	4,9	6,7	3,4	5,7	6,5	3,0	2,5	3,0	6,6	
5 Veneto	4,0	14,1	4,6	6,1	2,8	2,4	2,4	1,7	1,7	1,6	0,4	1,6	2,1	1,5	2,7	2,7	2,0	2,0		
6 Friuli	1,9	3,6	4,9	3,5	4,0	4,7	7,8	0,6	2,5	3,5	0,8	3,1	4,4	1,6	1,0	3,8	5,7	4,3		
7 Liguria	8,4	2,1	11,2	11,2	6,6	9,5	9,0	21,2	6,7	6,8	13,3	6,7	8,5	3,2	5,0	8,5	7,4	8,7		
8 Emilia R.	6,8	14,3	7,7	11,2	11,2	6,6	9,5	9,0	21,2	6,7	6,8	13,3	6,7	8,5	3,2	5,0	8,5	7,4		
9 Toscana	3,1	4,3	6,9	4,6	2,8	7,9	6,7	14,7	6,7	6,2	3,4	3,3	5,8	4,9	6,5	3,5	5,6	4,4	5,2	
10 Umbria	1,2	2,1	1,7	0,8	1,1	1,2	0,9	2,0	3,6	4,2	4,1	1,9	3,3	2,2	2,1	1,6	2,5	3,1	1,4	
11 Marche	0,4	1,5	0,8	0,3	0,6	0,9	1,0	5,6	0,5	1,5	11,0	3,3	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	
12 Lazio	7,0	11,2	3,1	5,0	4,7	6,0	5,9	10,7	20,3	9,5	16,7	10,0	14,2	11,4	6,5	9,5	8,7	10,1	8,1	
13 Abruzzi	0,3	1,4	0,8	0,4	1,3	0,4	2,8	3,3	1,8	1,8	1,3	3,1	1,0	0,4	1,1					
14 Molise	0,1	0,1																		
15 Campania	1,3	3,2																		
16 Puglia	0,8	2,1	1,4	0,5	0,4	0,2	0,4	0,5	0,6	2,7	10,0	1,4	22,6	2,5	1,1	0,7	0,9			
17 Basilic.	0,1	0,3																		
18 Calabria	0,3	0,2																		
19 Sicilia	0,6	1,7	0,4	0,3	0,9	0,9	0,3	1,1	0,3	1,1	1,1	0,6	1,1	3,2	7,5	2,0	1,0			
20 Sardegna	0,4	1,4	2,3	1,1	0,5	0,2	0,4	1,0	3,3	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7					
TOTALE ALTRE REG.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Totale delle imprese manifatturiere con headquarters nelle regioni sulle righe e unità locali dipendenti nelle regioni sulle colonne. Percentuali per colonna: «indicatore di dominazione»

Note

1. Questa «rottura» è frequente soprattutto nelle aree a tradizione monoproduttiva, in cui l'introduzione di un'innovazione spezza i legami tra le imprese locali e disperde le sinergie createsi in passato, riducendo il valore delle economie di agglomerazione per specializzazione (Bramanti, Senn, 1987).
2. Per una classificazione funzionale dei servizi che contempla i servizi per le imprese e i servizi di rete oltreché i servizi alle famiglie ed i servizi a destinazione collettiva, si veda (ISCOM, 1988).
3. Che l'aumento della terziarizzazione di un sistema economico non sia sinonimo di deindustrializzazione ma, al contrario, provochi reciproche sinergie e fecondi reciprocamente le due attività è del resto già stato affermato in questi anni (Momigliano, Siniscalco, 1982 e 1986; Folloni, 1986).
4. La dimensione dell'«intervallo soddisfacente» dipende dalla forma delle curve dei costi e dei ricavi marginali.
5. Soprattutto se tra i servizi si includono anche le attività terziarie *implicite* (attività direzionali, centri decisionali, ecc.) nel settore manifatturiero.
6. Si vedano in Appendice alcune elaborazioni effettuate sull'universo delle imprese di servizi multilocalizzate in Italia.

Riferimenti bibliografici

- Aydalot, P., ed. (1986), *Milieux innovateurs en Europe*, Gremi, Paris.
- Boudeville, J.R., a cura di (1977), *Lo spazio e i poli di sviluppo*, Angeli, Milano.
- Boulianne, L., Maillat, D. (1983), *Technologie, Enterprises et Region*, Georgi, Saint-Saphorin.
- Bramanti, A., Senn, L. (1987), *Innovations, Ruptures et Stratégies de Développement dans le Cas des Régions à Tissu Industriel Diversifié*, rel. al Colloquio su *Les Politiques D'innovation Technologique au Niveau Local*, Gremi, Paris.
- Bramanti, A., Senn, L. (1988), *Product Innovation and Strategie Paterns of Firms in a Diversified Local Economy*, rel. al Gremi Colloque in Ascona, apr. 1988.
- Camagni, R., Cappellini, R., Garofoli, G., a cura di (1984), *Cambiamento tecnologico e diffusione territoriale*, Angeli, Milano.
- Camagni, R., Malfi, L., a cura di (1986), *Innovazione e sviluppo nelle regioni mature*, Angeli, Milano.
- Cappellini, R. (1986), *Lo sviluppo delle attività di servizio nel sistema urbano italiano*, in Camagni, R., Malfi, L., a cura di, *Innovazione e sviluppo nelle regioni mature*, Angeli, Milano, 211-261.
- Cappellini, R. (1988), «Transaction Costs and Urban Agglomeration», *Revue d'Economie Régionale ed Urbaine*, 2, 261-278.
- Cyert, R.M., March, J.G. (1963), *Behavioral Theory of the Firm*, Englewood Cliffs, New York.
- Federwisch, J., Zoller, H., eds. (1986), *Tecnologie Nouvelle et Ruptures Régionales*, Economica, Paris.
- Folloni, G. (1986), *Terziario implicito ed esplicito in Lombardia negli anni '70*, in Camagni, R., Malfi, L., a cura di, *Innovazione e sviluppo nelle regioni mature*, Angeli, Milano, pp. 283-304.
- Hamilton, F.E.I. (1974), *A View of Spatial Behaviour, Industrial Organizations and Decision-Making*, in Hamilton, F.E.I., ed., *Spatial Perspectives on Industrial Organization and Decision Making*, Wiley, London, 3-46.

- Iscor (1988), *Il sistema terziario in Italia*, Roma.
- Latham, W.R. III (1976), *Locational Behavior in Manufacturing Industries*, Martinus Nijhoff, Leiden.
- Martini, M., Vairetti, V. (1989), *Terziario avanzato. Prospettive e modelli dell'impresa futura*, Il Sole 24 ore.
- Mc Nee, R.B. (1984), *A Systems Approach to Understanding the Geographic Behaviour of Organizations, Especially Large Corporations*, in Hamilton, F.E.I. (1984), 47-76.
- Momigliano, F., Siniscalco, D. (1986), *Mutamenti nella struttura del sistema produttivo e integrazione fra industria e terziario*, in Pasinetti L., a cura di, *Mutamenti strutturali del sistema produttivo*, Il Mulino, Bologna, 13-60.
- Momigliano, F., Siniscalco, D. (1982), «Note in tema di terziarizzazione e deindustrializzazione», *Moneta e credito*, 1982.
- Pred, A. (1972), *Behavior and Location, Foundations for a Geographic and Dynamic Location Theory*, I-II, The Royal Univ. of Lund, Lund.
- Senn, L. (1988), «I processi di aggiustamento dei sistemi industriali italiani», *L'Industria*, 2, 183-189.
- Smith, D.M. (1981), *Industrial Location*, Wiley New York.
- Townroe, P.M. (1972), «Some Behavioural Considerations in the Industrial Location Decision», *Regional Studies*, 6, 261-272.
- Vickerman, R.W. (1980), *Spatial Economic Behavior*, Macmillan, New York.
- Walker, D.F. (1975), *A Behavioral Approach to Industrial Location*, in Collins, L.,
Walker, D.F., *Locational Dynamics of Manufacturing Activity*, Wiley, London.

LA STRUTTURA GERARCHICA DEL SISTEMA DI LUOGHI CENTRALI IN LOMBARDIA: UN'APPLICAZIONE DEL CALCOLO BARICENTRICO E DEL PRINCIPIO DI SCOMPOSIZIONE

di Lidia Diappi, Michael Sonis, Stefano Stabilini

Introduzione

Negli anni recenti si è assistito ad un crescente interesse per l'organizzazione territoriale dei centri urbani, ravvisando nei processi in atto di specializzazione e articolazione funzionale e dimensionale delle città, nuove tendenze evolutive.

Da qui il riesame delle più consolidate teorie dei luoghi centrali e l'emergere di nuovi paradigmi indiziari, come il paradigma reticolare (Dematteis, 1984 e 1989) volto a spiegare alcuni aspetti dell'organizzazione territoriale in termini di reti collaborative di centri specializzati e interagenti.

Tuttavia la complessità degli assetti reali non sembra spiegabile né esclusivamente nei termini delle vecchie e più consolidate teorie dei luoghi centrali, basate sul concetto di portata, soglia e aree locali di influenza, né nell'ambito del nuovo paradigma reticolare. Le prime non colgono infatti le logiche localizzative di una serie di attività e in particolare delle attività produttive, sempre meno orientate ad un mercato «spazialmente definito in termini locali».

D'altro canto le logiche reticolari, pur cogliendo le ragioni delle specializzazioni funzionali urbane, e pur traendo validazione empirica dalla mancata rispondenza della relazione rango delle funzioni/dimensione urbana e del principio inclusivo della teoria christalleriana, non spiegano la struttura gerarchica, che è tuttora ben presente nella «parte alta» dell'organizzazione spaziale delle città.

La dimensione urbana, le economie di agglomerazione e gli effetti sinergici che la sostengono (Camagni, 1989), nonché la struttura gerarchica di vari servizi alla popolazione e alle imprese, la struttura anch'essa gerarchica delle reti di trasporto e comunicazione, confermano

e consolidano un'organizzazione storica «per luoghi centrali» alla Christaller, che convive quindi con la nuova organizzazione orizzontale reticolare dei centri minori.

Da queste considerazioni l'interesse, proprio di questo studio, di sondare quanto sopravviva della struttura christalleriana in un sistema urbano reale storicamente consolidato, quello lombardo, caratterizzato da una grande variabilità di contesti socio/economici e fisico/orografici.

L'intento è quello di individuare quanto i tre principi organizzatori cardine: quello di mercato, di trasporto, e di amministrazione, convivano nell'organizzazione spaziale dei centri.

Il modello proposto è basato sull'idea di gerarchia mista di Woldenberg (1968), Parr (1973, 1978 e 1981) e Beckmann-Mc Pherson (1970). Tale concetto, che costituisce l'elemento di transizione tra il modello di Christaller e quello di Lösch., si formalizza attraverso l'introduzione di fattori di annidamento (k) variabili, in grado di rappresentare l'azione simultanea dei tre principi christalleriani presente nell'organizzazione spaziale di ciascun sistema reale.

Il principio di scomposizione nell'analisi di una struttura gerarchica di un sistema di luoghi centrali esistente è basato sulla costruzione di un poliedro di tutti i sistemi possibili di luoghi centrali i cui fattori di annidamento medi stiano nei confini definiti dai fattori di annidamento interi teorici. I vertici di tale poliedro corrispondono ai fattori di annidamento interi e come tali consentono una rappresentazione del tutto generale dei sistemi gerarchici. Il modello produce la somma pesata dei modelli di tipo Beckmann e Mc Pherson che risultano più vicini al sistema reale attraverso l'estrazione successiva delle tre componenti. La base dati utilizzata in questo studio è costituita dall'Atlante Somea, che individua per ogni comune l'insieme dei servizi alla popolazione e alle imprese organizzato per ranghi.

1. Descrizione del modello

La base spaziale del modello di luoghi centrali christalleriano include le seguenti proprietà: le aree di mercato formano la copertura esagonale del piano e le loro dimensioni aumentano dalla più piccola alla più grande attraverso un fattore costante – il fattore di annidamento k – che esprime uno dei tre principi di attivazione della gerarchia dei luoghi centrali: mercato, trasporto o amministrazione. Dall'applicazione di tali principi derivano i valori costanti 3,4, e 7 dei fattori di annidamento.

Il modello sviluppato da Lösch (Lösch, 1954) comprende tutte le possibili coperture del piano con esagoni, i cui centri giacciono sui vertici del lattice triangolare; le dimensioni delle aree di mercato sono i valori interi forniti dalla formula di Dacey (1964):

$$k = x^2 + xy + y^2,$$

dove x e y sono valori interi arbitrari, cioè:

$$K = 1, 3, 4, 7, 9, 12, 13, 16, 19, \dots$$

Lösch colloca le aree di mercato in sei vettori «center-rich» e sei vettori «center-poor» che si irradiano da una singola origine. Il modello löschiiano quindi è complesso e non si presta a verifiche empiriche (Vom Boventer, 1963).

L'insieme dei modelli gerarchici generali proposti da Beckmann e Mc Pherson (1970) e Parr (1973 e 1978) occupa una posizione intermedia tra i modelli di Christaller e Lösch e differisce dal modello christalleriano dei luoghi centrali solo per i fattori di annidamento variabili.

Il modello gerarchico dei luoghi centrali da noi proposto consiste nell'estrarre successivamente da un sistema reale delle parti di insiemi costruiti delle gerarchie di Beckmann - Mc Pherson. Così, il modello descrive il sistema reale come somma pesata dei modelli Beckmann - Mc Pherson che ne costituiscono la migliore approssimazione e che ne esprimono le diverse tendenze limite.

L'idea principale del metodo di analisi gerarchica proposto è la costruzione dello spazio di tutti i possibili sistemi di luoghi centrali, i cui fattori di annidamento medi giacciono tra i confini definiti dai fattori di annidamento teorici. Geometricamente questo spazio è un poliedro convesso limitato, i cui vertici corrispondono ai modelli di Beckmann - Mc Pherson, e il sistema reale è l'unione pesata (il centro di gravità) di questi modelli.

Dal punto di vista delle ipotesi assunte lo schema di analisi proposto consiste nell'adozione ed elaborazione del principio di scomposizione dell'analisi degli stati reali di un sistema regionale, ed è quindi la soluzione di un problema inverso di programmazione multi-obiettivo (Sonis, 1980, 1985a e 1985b).

Attraverso un'analogia meccanica l'equilibrio della gerarchia spaziale corrisponde al centro di gravità delle diverse tendenze limite corrispondenti all'applicazione dei principi di attivazione.

2. La ricostruzione della teoria dei luoghi centrali sulla base delle coordinate baricentriche

Poiché lo stato attuale del sistema gerarchico è un punto interno del poliedro di tutti i valori di K ammissibili, la questione si riduce al problema geometrico di determinare la posizione di un punto dello stato attuale all'interno del poliedro dei valori possibili.

Per la soluzione utilizzeremo le idee proprie del classico problema delle localizzazioni (Isard, 1975) e in particolare l'inversione del modello di A. Weber relativo alla localizzazione industriale (Weber, 1909).

L'idea fondamentale di Weber è basata sulla nozione di centro di gravità: la localizzazione ottimale di un impianto è il centro di gravità di un poligono i cui vertici corrispondono alla localizzazione di fonti di materie prime, energia e mano d'opera e ai luoghi dei bisogni di produzione.

Invertendo il problema di Weber si può considerare il luogo dove è posizionata l'industria come il centro di gravità del poliedro degli stati ammissibili del sistema regionale e si potrà determinare il valore dei vertici e dei pesi in modo tale che il centro di gravità del poliedro coincida con lo stato attuale del sistema.

Il problema è quindi ricondotto nei termini canonici del Calcolo Baricentrico (Moebius, 1827).

La soluzione di tale problema nello spazio tridimensionale è la seguente: è possibile abbinare un insieme di pesi (normalizzati in modo che la somma sia uguale a 1) ai vertici del poliedro convesso in modo che il suo centro di gravità coincida con il punto dato.

Tale insieme di pesi determina le coordinate baricentriche di un solo punto.

La maggiore rilevanza del concetto di coordinate baricentriche e del centro di gravità nella teoria dei luoghi centrali è connessa con il trasferimento di queste nozioni nello spazio multidimensionale. Nello spazio tridimensionale l'analogo del triangolo di Möbius è il tetraedro; in spazi m -dimensionali è il simplex, il poliedro convesso con non più di $m + 1$ vertici.

L'introduzione delle coordinate baricentriche nello spazio multidimensionale è basato sul seguente teorema di Minkovsky - Caratheodory (Minkovsky, 1910; Caratheodory, 1911): ogni punto C del poliedro convesso limitato può essere presentato nella forma della somma pesata aggiuntiva, un centro di gravità o una combinazione convessa, di diversi vertici C_1, C_2, \dots, C_k :

$$C = p_1 C_1 + p_2 C_2 + \dots + p_k C_k \quad (1)$$

dove $P_i (0 < p_i > 1, p_1 + p_2 + \dots + p_k = 1)$ sono le coordinate baricentriche del punto C rispetto al simplex generato dai vertici C_1, C_2, \dots, C_k . Questa rappresentazione è unica solo nel caso che il poliedro convesso sia un simplex.

L'idea del modello da noi proposto di struttura gerarchica di un sistema di luoghi centrali reale è di presentare questo sistema come una somma «pesata» del modello di Beckmann - Mc Pherson in modo tale che il sistema di pesi del modello di Beckmann - Mc Pherson siano le coordinate baricentriche del sistema reale di luoghi centrali ne poliedro di tutti i possibili sistemi di luoghi centrali (Sonis, 1985a).

3. La struttura gerarchica duale del sistema di luoghi centrali di Beckmann - Mc Pherson

Il sistema di luoghi centrali consiste di due strutture gerarchiche duali: una gerarchia di aree di mercato ed una gerarchia di centri di aree di mercato.

La descrizione numerica della gerarchia delle aree di mercato può essere data dal vettore delle frequenze delle aree di mercato $m = (m_1, m_2, \dots, m_{n-1}, 1)$ dove $m_j (j = 1, 2, \dots, n-1)$ è la frequenza delle aree di mercato dal j -esimo livello e n è il numero di differenti livelli gerarchici in un dato modello di Beckmann - Mc Pherson. I tassi

$$k_j = m_j / m_{j+1} \quad (j = 1, 2, \dots, n-1) \quad (2)$$

sono i fattori variabili di annidamento teorici, cioè i numeri di Lösch - Dacey:

$$k_j = x^2 + y^2 + xy$$

dove x, y sono interi.

E ovvio che

$$m_j = k_j k_{j+1} \dots K_{n-1} \quad (j = 1, 2, \dots, n-1).$$

La gerarchia delle aree di mercato così descritta genera la gerarchia duale dei centri delle aree di mercato sulla base della correlazione di dualità: aree di mercato $<->$ centri delle aree di mercato nel

modo seguente: l'ordine j del livello gerarchico di un dato centro è uguale all'ordine del livello gerarchico dell'area di mercato più grande con lo stesso centro; la relazione di dominanza tra i centri è definita dall'inclusione geometrica delle corrispondenti aree di mercato. È possibile dare la descrizione analitica della gerarchia dei centri delle aree di mercato tramite un vettore di frequenza dei centri $c = (c_1, c_2, \dots, c_{n-1}, 1)$, dove c_j è la frequenza del centro del j -esimo livello gerarchico. La correlazione di dualità implica la connessione tra i vettori delle aree di mercato e di frequenza dei centri:

$$m_j = c_j + c_{j+1} + \dots + c_{n-1} + 1$$

$$c_j = m_j - m_{j+1} = m_{j+1} (k_j - 1) = (k_j - 1) k_{j+1} \dots k_{n-1} \quad (3)$$

Il valore $s_j = k_j - 1$ è una distanza di controllo dal centro al j -esimo livello gerarchico, cioè il numero di centri dal $(j-1)$ -esimo livello gerarchico che sono sotto il dominio di solo un centro dal j -esimo livello. La distanza di controllo per il centro dell'area di mercato del modello di Beckmann - Mc Pherson ottiene i valori 2, 3, 6, 8, 11, 12, ... derivanti dall'insieme di numeri dei luoghi centrali di Lösch-Dacey. Inoltre,

$$s_j = c_j / (c_j + 1 + c_{j+1} + \dots + c_{n-1}) = c_j / m_{j+1}. \quad (4)$$

4. Il modello di struttura gerarchica di un sistema reale di luoghi centrali

Similmente al caso teorico del modello di Beckmann - Mc Pherson, la descrizione numerica del sistema reale di luoghi centrali può essere effettuata con l'aiuto del vettore delle frequenze dei centri $c = (c_1, c_2, \dots, c_{n-1}, 1)$ ed il vettore duale delle frequenze delle aree di mercato $m = (m_1, m_2, \dots, m_{n-1}, 1)$. Le formule (2) e (4) danno i vettori dei fattori di annidamento medi $k = (k_1, k_2, \dots, k_{n-1}, 1)$ e il vettore delle distanze di controllo medie $s = (s_1, s_2, \dots, s_{n-1}, 1)$. Per valutare la struttura gerarchica di un sistema reale di luoghi centrali lo poniamo nello spazio dei sistemi ammissibili. Per ottenere la rappresentazione analitica dello spazio dei sistemi ammissibili sceglieremo, per ogni livello gerarchico j , il numero di luogo centrale di Lösch - Dacey K_j, K'_j in modo tale che il segmento $[K_j, K'_j]$ comprenda il fattore di annidamento medio k_j :

$$K_j < k_j < K'_j \quad j = 1, 2, \dots, n-1$$

oppure

$$S_j < s_j < S_j'$$

dove $S_j = K_j - 1, S_j' = K_j' - 1$.

Come spazio (poliedro convesso) dei sistemi di luoghi centrali ammissibili prenderemo l'insieme di tutti i vettori di frequenza dei centri $x = (x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, 1)$ per i quali il corrispondente vettore di distanza media di controllo soddisfa il seguente sistema di vincoli lineari:

$$\begin{aligned} S_j < x_j / (x_{j+1} + x_{j+2} + \dots + x_{n-1} + 1) < S_j' \\ x_j > 0, 1, 2, \dots, n-1. \end{aligned} \quad (5)$$

Se, per il sistema reale, per qualche i , esiste l'eguaglianza $k_i = K_i$, cioè $s_i = S_i$, allora trasformiamo l' i -esima diseguaglianza del sistema (5) nell'eguaglianza:

$$S_i = x_i / (x_{i+1} + \dots + x_{n-1} + 1).$$

L'insieme di tutte le soluzioni non-negative del sistema (5) forma geometricamente il poliedro convesso $(n-1)$ dimensionale i cui vertici hanno le coordinate intere dal sistema di numeri di Lösch - Dacey, così questi vertici corrispondono ai modelli di luoghi centrali di Beckmann - Mc Pherson. Il sistema reale di luoghi centrali corrisponde al punto più interno di questo poliedro. Così, il problema dell'analisi gerarchica comprende la descrizione delle gerarchie di Beckmann - Mc Pherson la cui unione genera la gerarchia reale.

Definiamo le variabili di scarto y_i, x_i per ogni diseguaglianza in (5):

$$y_j = x_j - S_j(x_{j+1} + \dots + x_{n-1} + 1),$$

$$x_j = S_j'(x_{j+1} + \dots + x_{n-1} + 1) - x_j.$$

Quindi ogni sistema di luoghi centrali x dallo spazio dei sistemi ammissibili ottiene la rappresentazione per mezzo di una matrice a tre righe X con le componenti non negative:

$$X = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_{n-1} \\ y_1 & y_2 & \dots & y_{n-1} \\ z_1 & z_2 & \dots & z_{n-1} \end{vmatrix}$$

(nel caso di eguaglianze esatte nel sistema (5) le variabili adatte y_i, z_i sono uguali a zero).

Il sistema di luoghi centrali reale corrisponde alla matrice

$$C = \begin{vmatrix} c_1 & c_2 & \dots & c_{n-1} \\ c_1 - S_1(c_2 + c_3 + \dots + 1) & c_2 - S_2(c_3 + c_4 + \dots + 1) & \dots & c_{n-1} - S_{n-1} \\ S_1(c_2 + c_3 + \dots + 1) - c_1 & S_2(c_3 + c_4 + \dots + 1) - c_2 & \dots & S_{n-1} - c_{n-1} \end{vmatrix}$$

In termini matematici l'analisi gerarchica di un sistema reale di luoghi centrali, rappresentata dalla matrice C , si riduce alla scomposizione della matrice C nella somma pesata di matrici:

$$C = p_1 C_1 + p_2 C_2 + \dots + p_{r+1} C_{r+1} \quad (6)$$

dove ogni matrice C_i corrisponde al modello di Beckmann - Mc Pherson; inoltre, i pesi, p_i delle gerarchie di Beckmann - Mc Pherson hanno la proprietà probabilistica:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_{r+1} = 1 \quad 0 < p_{r+1} < \dots < p_2 < p_1 < 1.$$

Interpretiamo la scomposizione (6) nel seguente modo: in ogni sistema di luoghi centrali reale esiste un insieme di tendenze sostanzialmente significanti verso le strutture di Beckmann - Mc Pherson; queste tendenze definiscono l'assemblaggio delle matrici C_i con i corrispondenti vettori di frequenza dei centri c_i . È possibile interpretare i pesi p_i nella forma probabilistica come le probabilità dell'entrata di qualche combinazione dei principi di ottimizzazione di Christaller nella struttura gerarchica del sistema di luoghi centrali reale.

Per la costruzione della scomposizione della struttura gerarchica del sistema di luoghi centrali reale nella somma pesata dei modelli di Beckmann - Mc Pherson, scegliamo all'inizio l'insieme di fattori di annidamento di Lösch - Dacey meglio calibrato (o i valori delle misure di controllo).

La procedura di stima proposta di seguito è più semplice della procedura proposta dal Parr, ma da un risultato pressoché identico. Il processo di calibrazione è lo stesso per ogni livello gerarchico: nella diseguaglianza $K_j < k_j < K_j'$ scegliamo i numeri K_j o K_j' più vicini ai valori reali di k_j , cioè il fattore di annidamento calibrato k_j^* è uguale a:

$$K_j^* = \begin{cases} K_j & \text{se } k_j < 1/2(K_j + K_j') \\ K_j' & \text{se } k_j > 1/2(K_j + K_j') \end{cases} \quad (7)$$

In questa procedura di scelta i valori $1/2 (K_j + K_j')$ definiscono i confini del dominio di stabilità strutturale del modello meglio calibrato di Beckmann - Mc Pherson, che è l'insieme di tutti i possibili sistemi di luoghi centrali con lo stesso valore di calibrazione del modello di Beckmann - Mc Pherson.

Il corrispondente vettore di frequenze dei centri c_i calibrato è calcolato con l'aiuto del fattore di annidamento teorico calibrato dalle formule (3). La matrice C_1 corrispondente a c_1 , è la prima componente della scomposizione gerarchica della matrice effettiva C . Il peso p_1 di questa componente C_1 nella gerarchia C è dato dalla formula

$$p_1 = \min\{a_{ij}/b_{ij} \mid a_{ij} < b_{ij}\} \quad (8)$$

dove a_{ij} e b_{ij} sono componenti rispettivamente delle matrici C e C_1 .

La giustificazione di questa formula è la seguente: troviamo il numero positivo maggiore p_1 , $0 < p_1 < 1$ che soddisfi la proprietà $C - p_1 C_1 > 0$, o, nella forma di coordinate,

$$p_1 = \max_{0 < p < 1} \{p \mid a_{ij} - pb_{ij} > 0, 0 < p < 1\} = \max \{p \mid p < a_{ij}/b_{ij}\} = \min \{a_{ij}/b_{ij} \mid a_{ij} < b_{ij}\}$$

Il luogo delle componenti delle matrici C e C_1 , che danno il minimo in (8), rappresenta il livello gerarchico al quale esiste la più grande discrepanza tra il sistema reale e il modello calibrato di Beckmann - Mc Pherson. Questo luogo mostra dove c'è la più forte controazione alle tendenze estreme, corrispondente al modello scelto di Beckmann - Mc Pherson, da parte delle altre tendenze agenti nel sistema di luoghi centrali reale.

La deviazione del sistema reale del modello calibrato di Beckmann - Mc Pherson è la differenza $C - p_1 C_1$. Definiamo il C' residuo con l'eguaglianza.

$$C - p_1 C_1 = (1 - p_1) C'$$

Il residuo C' rappresenta la mutua azione delle altre tendenze sviluppantesi nel sistema reale con peso $1 - p_1$. Per lo studio di questo residuo possiamo ripetere il calcolo precedente relativo a C' , e così via.

Se prendiamo in considerazione solo la prima riga di ogni matrice della scomposizione (6), otteniamo la scomposizione del vettore c delle frequenze dei centri del sistema reale:

$$\mathbf{c} = p_1 \mathbf{c}_1 + p_2 \mathbf{c}_2 + \dots + p_{r+1} \mathbf{c}_{r+1}$$

Il numero delle componenti di questa scomposizione è uguale alle dimensioni del poliedro dei sistemi di luoghi centrali ammissibili più 1.

Con l'aiuto delle formule (3) otteniamo la scomposizione duale del vettore delle frequenze delle aree di mercato \mathbf{m} con lo stesso peso:

$$\mathbf{m} = p_1 \mathbf{m}_1 + p_2 \mathbf{m}_2 + \dots + P_{r+1} \mathbf{m}_{r+1}$$

dove l'insieme dei vettori delle frequenze teoriche delle aree di mercato \mathbf{m}_i da la sequenza dei modelli meglio calibrati di Beckmann - PC Pherson; questi modelli corrispondono alle differenti tendenze estreme agenti sulla base dei principi di ottimizzazione di Christaller nel sistema reale di luoghi centrali.

L'ulteriore importanza della scomposizione data della gerarchia sta nella possibilità di costruire le basi tassonomiche per la classificazione delle gerarchie reali.

5. Una applicazione del modello: il sistema territoriale lombardo

Il modello sopra descritto è stato applicato dagli autori per un'analisi della gerarchia urbana del sistema territoriale lombardo. Individuate le località centrali e le relative aree di mercato, per tre ranghi di servizi, la struttura gerarchica così risultante è stata scomposta in componenti più semplici, analizzabili singolarmente.

Ai fini dell'analisi era necessario individuare la struttura gerarchica reale riscontrabile sul territorio lombardo. È stato usato a tale scopo l'Atlante dei Comuni d'Italia, elaborato dalla Somea (su dati Istat 1981), nel quale ad ogni comune si attribuisce un rango gerarchico legato al tipo di servizi forniti. Per ogni rango si individuano, sulla base di un modello di interazione spaziale, i comuni «polo» e la relativa area di gravitazione. Si definisce «polo» un centro che esporta un certo servizio verso i centri limitrofi, divenendo così «località centrale», nella terminologia christalleriana, relativamente al servizio fornito. Il rango assunto da un centro polo è quello del servizio più raro ivi disponibile. I centri che fanno capo per l'acquisto di un dato servizio ad un centro polo costituiscono l'area di gravitazione di questo: poiché il criterio di perimetrazione delle aree di gravitazione risponde alla geografia dei flussi di spesa, è evidente la coincidenza di significato tra area di gravitazione e area di mercato, in senso chi-

stelleriano. È importante d'altra parte rilevare che, a differenza di quanto avviene nel modello di Christaller, le aree di gravitazione di due poli del medesimo rango possono differire anche considerevolmente tra loro nelle dimensioni. Ciò rispecchia il formarsi sul territorio di disomogeneità nella distribuzione della domanda: effetto certamente di una condizione geografica spesso lontana dalle caratteristiche di omogeneità e isotropia del modello teorico, ma anche indice di fenomeni territoriali non spiegabili mediante lo schema christalleriano.

5.1. *I sistemi urbani lombardi*

I ranghi individuati della Somea per i servizi alla popolazione sono quattro: al primo appartengono i servizi di ambito locale, la cui area di mercato non supera il singolo centro, ed è stato pertanto ignorato. Le figg. 1, 2 e 3 riportano le aree di mercato individuate rispettivamente per i servizi di quarto, terzo e secondo livello, su tutte è stata riportata la perimentazione delle aree di mercato del quarto rango. Si osserva come la suddivisione del territorio in aree di mercato di secondo o terzo livello non costituisca un'esatta partizione delle aree di mercato di rango superiore: alcuni comuni vengono redistribuiti a cavallo delle ripartizioni individuate dai ranghi più alti. Ciò avviene perché il processo di attribuzione di un'area di mercato ad un polo di dato rango non avviene per agglomerazione di aree di mercato inferiori o per articolazione di aree più ampie, ma in modo indipendente per ogni rango sulla base di un modello di interazione spaziale basato sui flussi di spesa.

Le aree di mercato dei servizi di quarto rango, il più elevato, delimitano «grosso modo» dei sottosistemi territoriali la cui struttura gerarchica è stata analizzata individualmente. Si individuano complessivamente ventinove poli del quarto rango (fig. 1), che delineano una struttura assai più articolata di quella leggibile attraverso la suddivisione amministrativa in nove province. Si rileva con evidenza come la maggiore segmentazione territoriale si produca nell'area metropolitana milanese, dove, oltre a Milano, si contano otto sistemi di estensione medio-piccola, tutti siti nella fascia nord-occidentale: Abbiategrasso, Magenta, Rho, Legnano, Busto A., Gallarate, Saronno e Cantù. La particolare distribuzione geografica di questi poli rende necessaria un'ulteriore considerazione: non stupisce che nel Sud Milano e nella fascia orientale non si osservi la formazione di poli autonomi, ma ci si potrebbe aspettare una maggiore articolazione territoriale lungo la direttrice nord-orientale, sulla quale si incontra Monza, indubbiamente il

Fig. 1 - Aree di mercato del quarto rango: sistemi urbani

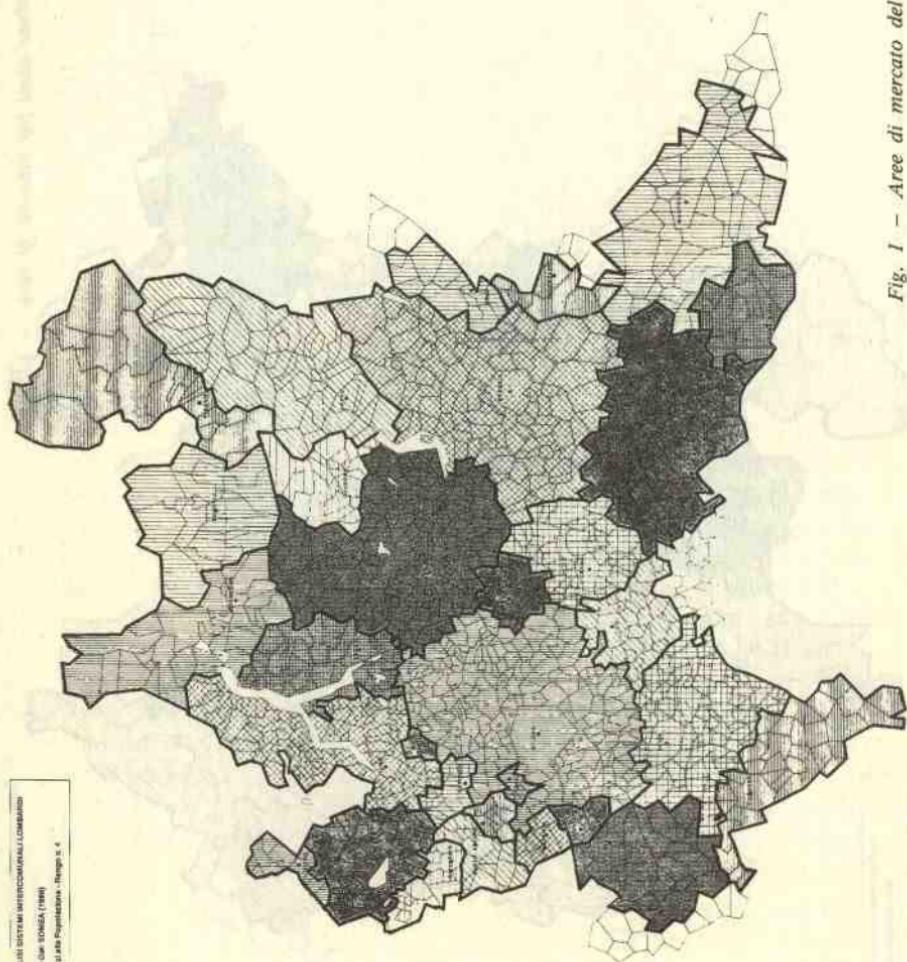
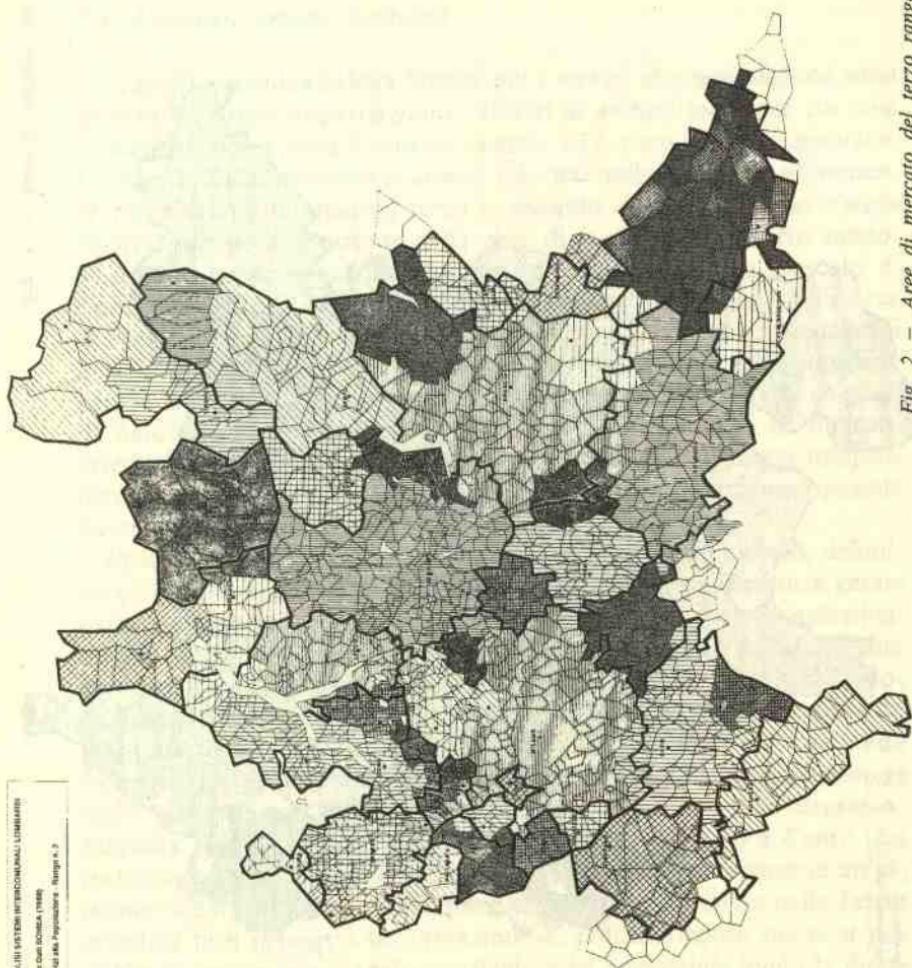


Fig. 2 - Aree di mercato del terzo rango e confini dei sistemi urbani



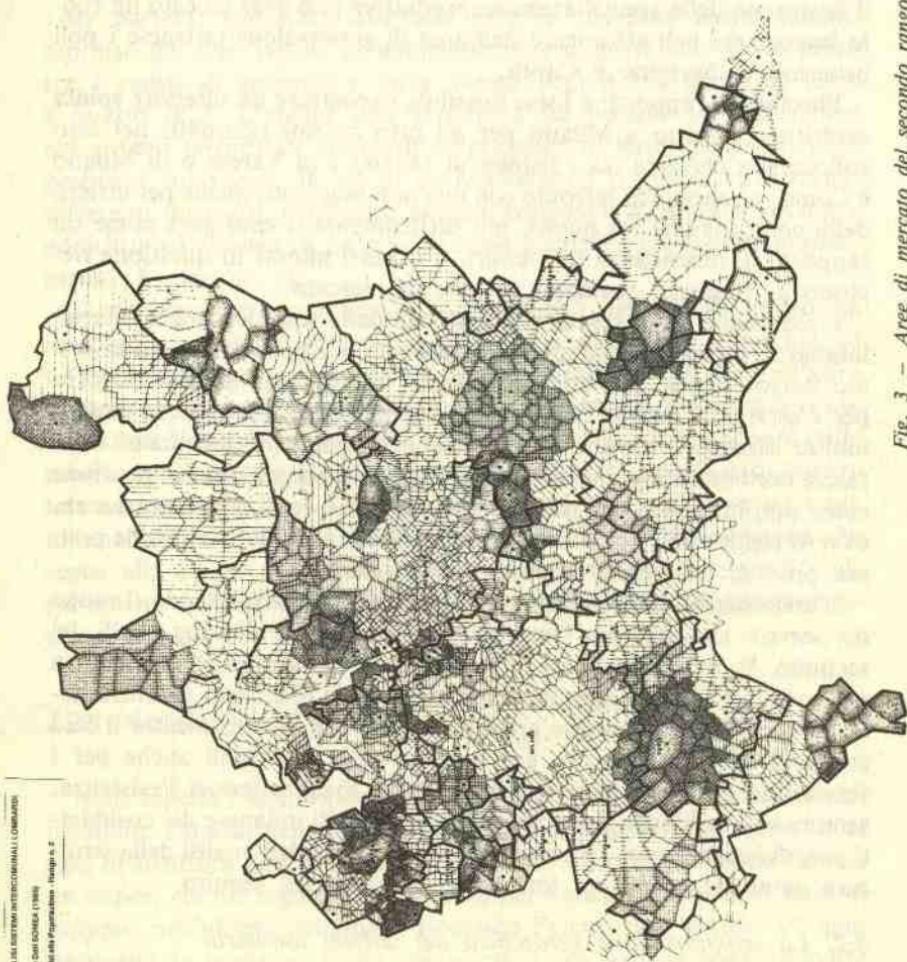


Fig. 3 - Aree di mercato del secondo rango e confini dei sistemi urbani

centro di maggior peso tra quelli iscrivibili nell'area metropolitana. Per un tentativo di spiegazione si possono chiamare in causa fenomeni diversi, comuni agli otto poli nominati che li differenzino dagli altri centri risucchiati all'interno dell'area di gravitazione milanese.

Integrazione produttiva: almeno limitatamente ai sistemi di Busto, Legnano, Gallarate, cui aggiungeri, forse un po' forzatamente, quello di Rho, si può rilevare la forte coesione interna, che ha spesso indotto a studiare l'insieme come un'unica area sistema tripolare.

Specializzazione: forse ancor più che per il sistema di Busto-Legnano, il fenomeno della specializzazione produttiva può aver giocato un ruolo importante nell'affrancare dall'area di gravitazione milanese i poli brianzoli di Saronno e Cantù.

Pluralità di rapporti: è forse possibile riscontrare un ulteriore spinta centrifuga rispetto a Milano per gli otto sistemi ricordati, nel loro collocarsi a cerniera tra i sistemi di Milano e di Varese o di Milano e Como: un rapporto bifronte con due poli maggiori, anche per effetto della competizione tra questi, più difficilmente si configura come un rapporto di dipendenza tout court, e i centri minori in questione riescono a ritagliarsi scampoli di aree di mercato.

L'esclusione di un centro come Monza dalla rosa dei luoghi centrali lombardi, tuttavia, viene molto mitigata da due considerazioni: in primo luogo Monza, pur non possedendo una propria area di mercato per i servizi di quarto rango, emerge come polo già al terzo rango; inoltre assieme a Monza dieci centri, principalmente localizzati nella fascia nord-orientale, pur non trovando per la Somea una collocazione come poli maggiori, vengono classificati come «poli di integrazione», ovvero centri dalla quantità di scambi sufficiente a definirli come poli, ma privi di un'area di mercato riconoscibile.

L'articolazione territoriale si fa via via più fitta abbassando il rango dei servizi: xxx aree per i servizi di terzo livello e yyy per quelli del secondo. In entrambi i casi la frammentazione maggiore si riscontra nell'area di Milano, e segnatamente nella fascia di cintura settentrionale, dove sorgono numerose aree di mercato autonome, mentre il Sud conserva una più marcata gravitazione sulle metropoli anche per i servizi meno rari. È osservabile anche ai livelli inferiori l'esistenza, sempre solo nell'area di mercato della metropoli milanese dei cosiddetti poli di integrazione, fenomeno rilevante ai fini dell'analisi della struttura gerarchica e su cui torneremo pertanto nel seguito.

5.2. *La scomposizione gerarchica dei sistemi lombardi*

Pur in mancanza di una perfetta corrispondenza tra le aree di merca-

to dei servizi di quarto rango e la somma delle aree dei poli di terzo e secondo livello che cadono entro queste, operando una accettabile approssimazione si sono attribuiti i poli di terzo e secondo rango al sistema territoriale individuato dall'area di mercato di quarto livello che li contiene. Ogni sotto-sistema possiede pertanto un solo polo di rango quattro e un numero variabile di poli di rango secondo o terzo.

Sfruttando l'algoritmo di scomposizione gerarchica sopra descritto, è possibile analizzare la struttura gerarchica di ciascun sistema «per partes»: portando cioè alla luce le tendenze limite latenti, espresse dai due fattori di annidamento che governano il rapporto tra i centri di secondo e terzo rango (k_{23}) e tra quelli di terzo e quarto (k_{34}). L'analisi così effettuata ha portato ad evidenziare nei sistemi territoriali lombardi la presenza di strutture gerarchiche piuttosto complesse, in cui si sovrappongono principi organizzativi differenti (mercato, trasporto, amministrazione), o in cui si riscontra addirittura l'assenza di un'articolazione gearchica (fattore di annidamento k pari a 1).

Si può tentare una schematica tassonomia dei sistemi territoriali lombardi su un'asse che va da una totale assenza di gerarchia ad un estremo ad una configurazione di tipo christalleriano puro all'altro estremo. Il secondo caso limite non si presenta mai nel territorio qui considerato, mentre vi sono più istanze del primo. Come appare dalla tabella 1, sono state individuate undici differenti tipologie di sistemi relativamente alla loro struttura gerarchica. Nel seguito se ne tenta un'analisi caso per caso. Si faccia riferimento per la trattazione che segue alla fig. 4 per quanto attiene alla configurazione territoriale dei sistemi e alle tabelle 1 e 2 per la descrizione della loro scomposizione gerarchica.

5.2.1. Considerazioni globali

Nella tabella 1 sono riportati i 29 sistemi di quarto livello individuati mediante l'analisi delle aree di mercato, raggruppati con riguardo al tipo di struttura gerarchica che presentano. La prima colonna riporta un indice, cui nel seguito ci riferiremo per indicare i sistemi di ciascun gruppo; nell'ultima colonna è riportato l'elenco dei sistemi ad ogni tipologia; le tendenze limite riscontrabili nel sistema sono descritte dalla seconda e terza colonna, dove figurano i fattori di annidamen-

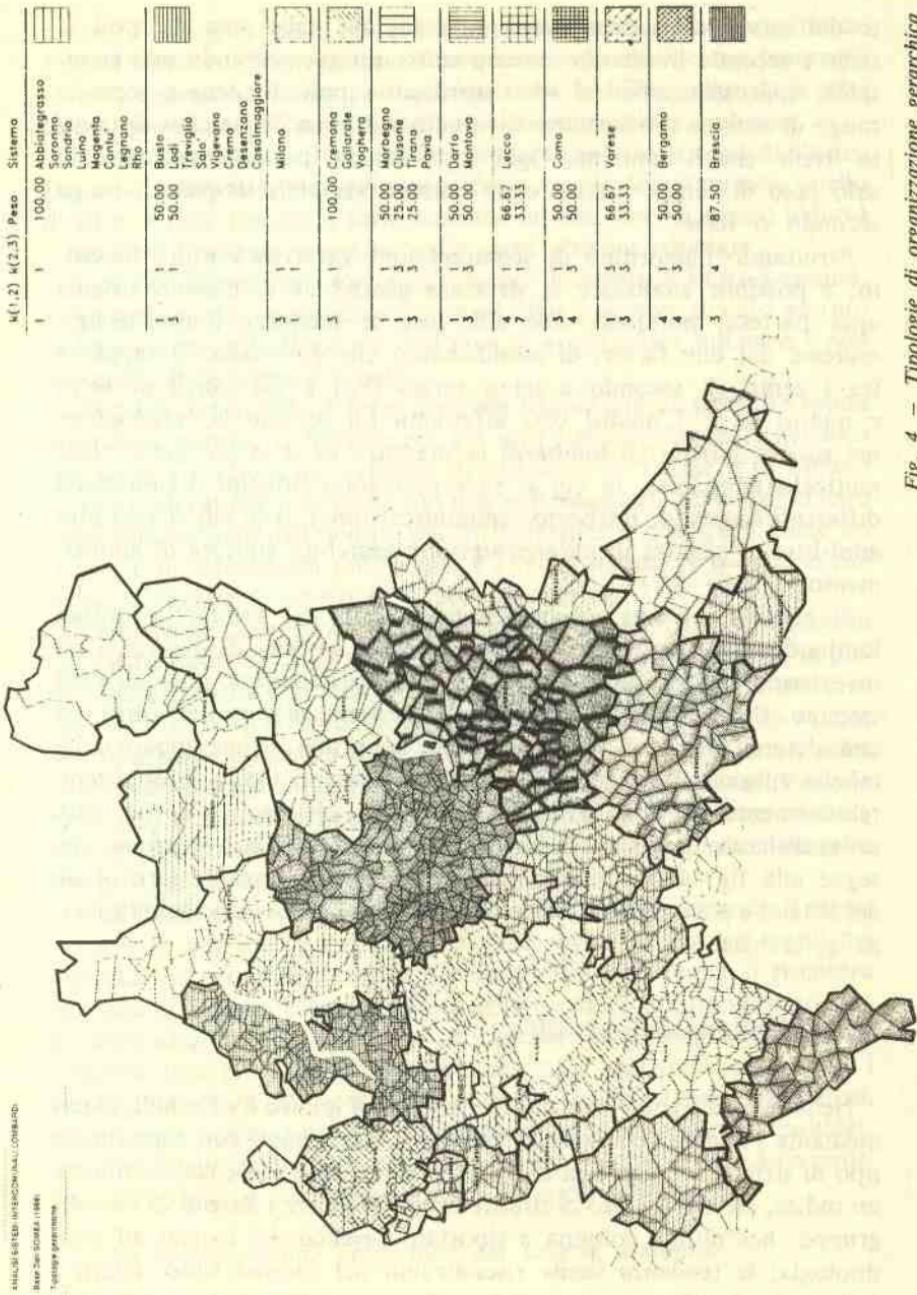


Fig. 4 - Tipologie di organizzazione gerarchica

Tab. 1 - Tipologie gerarchiche dei sistemi lombardi

<i>Tipo</i>	<i>k₂₃</i>	<i>k₃₄</i>	<i>Peso</i>	<i>Sistemi</i>
1)	1	1	100.00	Abbiategrasso Saronno Sondrio Luino Magenta Cantù Legnano Rho
2)	1	1	50.00	Morbegno
	1	3	25.00	Clusone
	3	3	25.00	Tirano Pavia
3)	3	1		Milano
	1	1		
4)	3	4	87.50	Brescia
	1	4	12.50	
5)	1	1	50.00	Busto
	3	1	50.00	Lodi Treviglio Salò Vigevano Crema Desenzano Casalmaggiore
6)	3	1	100.00	Cremona Gallarate Voghera
7)	1	1	50.00	Darfo
	3	3	50.00	Mantova
8)	4	1	50.00	Bergamo
	4	3	50.00	
9)	4	1	66.67	Lecco
10)	3	1	50.00	Como
	4	3	50.00	
11)	1	3	66.67	Varese
	3	3	33.33	

to propri dei ranghi 2-3 e 3-4: ricordiamo che:

$$k_{ij} = m_j/m_i \quad \text{con } j = i + 1;$$

dove m_j e m_i rappresentano il numero di aree di mercato di rango i e j presenti nel sistema (numero di poli). In un medesimo sistema possono essere (e generalmente sono) presenti più principi organizzativi differenti, corrispondenti a diverse tendenze limite agenti simultaneamente. In tal caso si può leggere nella quinta colonna il peso assunto da ciascuna tendenza nella determinazione della struttura effettiva del sistema: proseguendo l'analogia meccanica, si tratta del valore per il quale è necessario ponderare i vertici del poligono convesso, individuato dalle tendenze estremali, nello spazio delle gerarchie possibili affinché il baricentro del poligono rappresenti esattamente lo stato reale del sistema. Tale peso può essere interpretato altresì come la probabilità che la data struttura teorica latente sia effettivamente leggibile nel sistema reale.

Tab. 2 - Lombardia

				Lombardia
3	1	55.32		
1	3	25.81		
1	1	18.87		

Nella tabella 2, concepita in maniera analoga alla 1, si legge la struttura gerarchica del territorio lombardo nel suo complesso. Come ci si poteva attendere, forte è la somiglianza con le caratteristiche del sistema milanese, il cui peso risulta determinante. Praticamente immutato infatti, almeno al livello dei servizi meno rari, è il peso relativo della componente gerarchica ($k = 3$) e di quella non gerarchica ($k = 1$). Per i servizi più pregiati, invece, si osserva come la struttura dell'area metropolitana maggiore sia maggiormente caratterizzata dalla fusione dei ranghi. La permanenza sul territorio regionale di principi di organizzazione di tipo piramidale è denunciata da una maggiore consistenza di un valore tipicamente christalleriano per il nesting factor tra i ranghi 3 e 4, laddove tale principio è totalmente assente all'interno del sistema metropolitano.

5.2.2. Assenza di gerarchia

I primi due gruppi di sistemi individuati presentano una fusione

verticale dei ranghi gerarchici a tutti i livelli. Ricordando che vi è sempre un solo luogo centrale di rango superiore, appare chiaro che un insieme di nesting-factor con $k_{23}=1$ e $k_{34}=1$ corrisponde ad una configurazione territoriale di tipo primaziale in cui tutti i ranghi gerarchici salvo il primo e più basso sono concentrati nel polo. Ci si poteva aspettare la prevalenza di un'organizzazione di questo tipo tra i sistemi vallivi, più determinati dalle caratteristiche morfologiche del territorio e meno corrispondenti ai principi teorici. È infatti quanto avviene per i sistemi di Luino e Sondrio e in misura minore per i sistemi di Morbegno, Clusone e Tirano. Ma tra i risultati inaspettati dell'analisi vi è l'osservazione che questo genere di struttura caratterizza in maniera prevalente la maggior parte dei sistemi costituenti la cintura del sistema territoriale milanese.

È in particolare possibile individuare un certo numero di casi da noi definiti «città-sistema», che presentano questa caratteristica allo stato puro e che appartengono alla cintura immediatamente adiacente il sistema milanese (Abbiategrosso, Saronno, Magenta, Cantù, Legnano, Rho).

Cercando un'interpretazione del fenomeno, e tenendo conto della limitata estensione territoriale di questi sistemi, si può pensare che l'assenza di poli di secondo e terzo rango sia dovuto all'effetto di risucchio esercitato dalla metropoli. Ma è forse possibile avanzare una seconda ipotesi complementare alla prima, secondo la quale l'insieme di questi sistemi situati al limite del territorio metropolitano di Milano non può essere letto se non in congiunzione con la metropoli, con la quale intrattiene rapporti che superano la classica interpretazione christalleriana e che possono forse essere meglio descritti come un'inizio di sistema reticolare.

5.2.3. Milano e Brescia

Tale ipotesi è avvalorata dalla presenza, all'interno del sistema milanese e solo in questo, di un certo numero di «poli di transizione», comuni cioè – come ricordato sopra – aventi una sufficiente probabilità di interazione con l'esterno da potersi classificare come poli, ma in realtà privi di una propria area di gravitazione perché a loro volta tributari di un altro sistema: è il caso, tra gli altri, di Monza. La struttura policentrica del sistema milanese sarebbe quindi caratterizzata dall'esistenza di un reticolo di sistemi sorti a medio raggio dalla metropoli lombarda (è il caso dei sistemi peri-metropolitani e di transizione analizzati al punto precedente e a quello successivo)

e da un insieme di centri, che non si pongono in competizione con la metropoli per l'offerta di servizi rari, ma ne integrano l'area di mercato dall'interno. È questo un fenomeno di rilevanza affatto nuova, privo di riscontro negli altri sistemi lombardi. Le caratteristiche di policentrismo sono appunto quelle che differenziano Milano dall'altra area metropolitana presente nel territorio lombardo: Brescia. Oltre a non possedere un'analoga cintura di sistemi, non trova al suo interno una struttura di «quasi sistemi» o poli di transizione come avviene per Milano. Questa osservazione trova conferma attraverso l'analisi gerarchica: considerando i poli di integrazione come vere aree di mercato di cui tener conto ai fini della struttura gerarchica, Milano presenta caratteristiche intermedie tra una configurazione christalleriana debole (ai ranghi inferiori) ed un'organizzazione non gerarchica dei ranghi superiori. Trascurando invece il peso dei poli di questo tipo, Milano presenta esattamente le stesse caratteristiche di Brescia, in cui troviamo un sistema christalleriano misto con compresenza del principio del mercato e del trasporto. La presenza del principio del trasporto nell'area padana orientale, ovvero nel territorio bresciano e bergamasco risponde molto bene alle aspettative rispetto alla ricchezza della dotazione infrastrutturale propria di quest'area.

5.2.4. Sistemi di transizione agricolo-urbanizzato

Nella maggior parte dei casi appartenenti al quinto gruppo (Busto, Lodi, Treviglio, Vigevano, Cema) con l'aggiunta di Pavia, è invece già leggibile, accanto ad una ancora forte tendenza alla fusione dei ranghi gerarchici ai livelli più elevati, anche un tentativo di strutturazione gerarchico-christalleriana ai ranghi inferiori, dato dalla presenza di un nesting factor pari a 3. Alcuni di questi sistemi presentano caratteristiche abbastanza simili a quelle dei sistemi del primo tipo, immediati tributari dell'area metropolitana, e trovano una collocazione geografica intermedia tra questi e i centri più agricoli: sono stati pertanto definiti «sistemi di transizione» tra agricolo e urbano.

5.2.5. I sistemi agricoli

I sistemi del sesto gruppo, con l'aggiunta di Mantova, sono quelli che presentano più spiccatamente una struttura di stampo christalleriano, anche se mascherata da una compresente tendenza al verticismo del comune polo. Le caratteristiche produttive e geografiche dei sistemi di Cremona, Gallarate, Voghera e Mantova ci spingono a parlare di

sistemi agricoli, e sembra plausibile che la struttura gerarchica classica sia più leggibile qui che altrove, dove fenomeni socio-economici intervenuti in anni recenti hanno dato rilievo a principi di organizzazione del territorio di carattere non marcatamente gerarchico o addirittura reticolare (specializzazione, rapporti di complementarietà o sinergia, formazione di aree sistema, ecc.).

5.2.6. I sistemi pedemontani: Varese, Como, Lecco, Bergamo

Un altro interessante cluster di sistemi in qualche modo aventi caratteristiche simili è rappresentato dalle maggiori aree urbane pedemontane (Varese, Como, Lecco, Bergamo e la stessa Brescia). Qui appare dominante l'organizzazione di tipo gerarchico, che non si presenta però mai in forma pura, ma con la presenza di elementi di centralismo ($k = 1$); è poi quasi sempre presente, accanto al principio del mercato ($k = 3$), quello del trasporto ($k = 4$): è però necessario praticare una distinzione tra i diversi casi. A Lecco e Como, rispetto a Brescia e Bergamo menzionati prima, oltre ad un elevato grado di infrastrutturazione, intervengono probabilmente come fattore determinante anche i vincoli fisici che la conformazione geografica del territorio impone a questi sistemi: le conformazioni vallive, il lago, il fiume. Tali caratteristiche fisiche hanno storicamente determinato l'organizzarsi delle agglomerazioni urbane della regione lungo le principali vie di traffico, contribuendo a creare una struttura delle relazioni gerarchiche e territoriali ancor oggi fortemente persistente. Che tale caso si differenzi da quello bresciano è testimoniato altresì dal fatto che in quest'ultimo sistema il principio gerarchico del trasporto è attivo tra il terzo e quarto livello, anziché ai ranghi inferiori: non si può quindi interpretare come una struttura di tipo residuale, legata alle funzioni meno pregiate e meno innovative, ma rappresenta una caratteristica «forte» della zona, come messo in luce anche sopra.

6. Conclusioni

I dati elaborati hanno rivelato il grave limite di non comprendere i livelli più alti della gerarchia, poiché risultano escluse le funzioni di rango elevato quali quelle del terziario superiore e del quaternario, nonché le funzioni rare della Pubblica Amministrazione, della cultura, dello spettacolo e dello sport.

Tuttavia l'analisi sembra aver colto una gamma di tipologie gerar-

chiche sufficientemente articolata, mettendo in luce in particolare le transizioni tra strutture gerarchiche christalleriane e strutture reticolari.

L'organizzazione spaziale Lombarda non si può spiegare se non in relazione al ruolo metropolitano del Capoluogo. Attorno ad esso si è consolidata una struttura reticolare costituita da centri di piccole/medie dimensioni con presenza di funzioni rare (città-sistema) che evidenziano da un lato gli effetti di esternalità propri dell'area metropolitana, dall'altro gli effetti di spill-over prodotti dal capoluogo.

Per questi Comuni, la totale assenza di aree di influenza esercitate sui ranghi medio/bassi evidenzia per un verso l'effetto dell'elevata accessibilità raggiunta in particolare nel Nord milanese, dall'altro il definitivo abbandono di un'organizzazione gerarchica a favore di una reticolarità paritetica.

A partire dal «core» metropolitano, allargando l'analisi all'intera Regione, tali caratteristiche si attenuano a favore delle più storicamente consolidate gerarchie christalleriane. In particolare un insieme rilevante di organizzazioni spaziali è costituito dalle maggiori aree urbane pedemontane (Varese, Como, Lecco, Bergamo e Brescia). In esse appare determinante l'organizzazione christalleriana, anche se non mancano elementi di centralismo ($k = 1$), in particolare evidenziando una commistione di principi di mercato e di trasporto, con una leggera prevalenza del primo nelle aree collinari e agricole, e del secondo nelle parti di pianura orientali della Regione e nelle aree più urbanizzate in zona pedemontana.

Riferimenti bibliografici

- Beckmann, M.J., McPherson (1970), «City Size Distribution in a Central Place Hierarchy: an Alternative Approach», *Journal of Regional Science*, 10, 25-33.
- Von Böventer, E. (1963), «Toward a Unified Theory of Spatial Structure», *Papers of the Regional Science Association*, 10, 163-187.
- Camagni, R. (1989), *Strutture gerarchiche e reticolari: verso una teorizzazione* in Curti, F., Diappi, L., a cura di, *Gerarchie e reti di città: tendenze e politiche*, Angeli, Milano.
- Caratheodory, C. (1911), «Ueber den Variabilitätsbereich der Fourier'schen Konstanten von positiven harmonischen Functionen», *Rendiconti del circolo matematico di Palermo*, 32, 198-201.
- Christaller, W. (1963), *Das Grunderust der Raumlichen Ordnung in Europa*, Frankfurter Geographische Heft, 24 (1950), 1-96.
- Christaller, W. (1933), *Die Zentralen Orte in Suddeutschaland*, Gustave Fischer, Jena.
- Dacey, M.F. (1964), «A Note of some Number Properties of a Hexagonal Hierarchical Plane Lattice», *Journal of Regional Science*, 5, 63-67.

- Dacey, M.F. (1965), «The Geometry of Central Place Theory», *Geograficka Annaler*, 47, 111-124.
- Dematteis, G. (1985), *Contro-urbanizzazione e strutture urbane reticolari*, in Bianchi, G., Magnani, I., a cura di, *Sviluppo multiregionale: teoria, metodi e problemi*, Angeli, Milano.
- Dematteis, G. (1989), *Modelli urbani a rete: considerazioni preliminari* in Curti, F., Diappi, L., a cura di, *Gerarchie e reti di città: tendenze e politiche*, Angeli, Milano.
- Isard, W. (1975), *Introduction to Regional Science*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Lösch, A. (1954), *The Economics of Location*, Yale U.P. New Haven, Conn., (tr. di Woglom, W.H., Stolper, W.F., da (1944) *Die räumliche Ordnung der Wirtschaft*, 2^a ed. Gustav Fischer, Jena).
- Marshall, J.U. (1977), «The Construction of the Löschian Landscape», *Geographical Analysis*, IX, 1-3.
- Minkowsky, H. (1910), *Geometrie der Zahlen*, Teubner, Leipzig-Berlin.
- Moebius, A.F. (1827), *Der baycentrische Calculus*, Leipzig.
- Parr, J.B. (1970), «Models of City Size in an Urban System», *Papers of the Regional Science Association*, 25, 221-253.
- Parr, J.B. (1973), «Size and Structure in the Urban System of Lösch», *Economic Geography*, 49, 185-212.
- Parr, J.B. (1978), «Models of the Central Place System: a More General Approach», *Urban Studies*, 15, 35-49.
- Parr, J.B. (1978), *An Alternative Model of the Central Place System*, in London Papers in Regional Science, 8, *Theory and Method in Urban and Regional Analysis*, ed., P.W.J. Batey, Pion, London, 31-45.
- Parr, J.B. (1981), «Temporal Change in a Central Place System», *Environment and Planning A*, 13, 97-118.
- Sonis, M. (1980), «Location Push-Pull Analysis of Migration Streams», *Geographical Analysis*, 12, 80-97.
- Sonis, M. (1985a), «Hierarchical Structure of Central Place System-The Barycentric Calculus and Decomposition Principle», *Sistemi urbani*, 1, 3-28.
- Sonis, M. (1985b), «The Decomposition Principle versus Optimization in the Regional Analysis-the Inverted Problem of Multiobjective Programming», *Sistemi urbani*.
- Thurston, R.F., Woldenberg, M.J., Barer, D. (1975), *A Computer Programme for Mixed Hexagonal Hierarchies*, Laboratory of Computer Graphics, Graduate School of Design, Harvard University.
- Tinkler, K. (1978), «A Co-ordinate System for Studying Interactions in the Primary Christaller Lattice», *Professional Geographer*, XXX, 135-139.
- Weber, A. (1909), *Ueber den Standort der Industrien*, Tübingen.
- Weber, A. (1979), *A Periodic Tables of Spatial Hierarchies*, in Gale, S., Olson, G., Reidel, R., eds., *Philosophy in Geography*, Dordrecht, 429-456.
- Woldenberg, M.J. (1968), «Energy Flow and Spatial Order-Mixed Hexagonal Hierarchies of Central Place», *Geographical Review*, 58, 552-574.

NOTE SUGLI AUTORI

Giuseppe Arbia, Università «La Sapienza», Roma.

Cristoforo S. Bertuglia, Dipartimento di scienze e tecniche per i processi di insediamento, Politecnico di Torino.

Maurizio Bielli, Iasi-Consiglio nazionale delle ricerche, Roma.

Roberto Camagni, Istituto di scienze economiche, Università degli Studi, Padova.

Roberta Capello, Istituto di economia, Università «L. Bocconi», Milano.

Paolo Demaestri, Dipartimento di scienze del territorio, Politecnico di Milano.

Lidia Diappi, Dipartimento di scienze del territorio, Politecnico di Milano.

Giuseppe Goffredo, Dipartimento di architettura tecnica e tecnica urbanistica, Università «La Sapienza», Roma.

Gianluigi Gorla, Istituto di statistica e R.O., Università degli Studi, Trento.

Silvio Griguolo, Dipartimento di analisi economica e sociale del territorio, Istituto universitario di Venezia.

Silvia Macchi, Dipartimento di architettura tecnica e tecnica urbanistica, Università «La Sapienza», Roma.

Massimo Mazzanti, Irsev, Mestre.

Manfredo Montagnana, Dipartimento di matematica, Politecnico di Torino.

Anna Moretti, Dipartimento di scienze del territorio, Politecnico di Milano.

Lionello Negri, Ufficio trasferimento innovazioni, brevetti e normativa tecnica-Consiglio nazionale delle ricerche, Roma.

Peter Nijkamp, Department of Economics, Free University, Amsterdam.

Franco Prizzon, Dipartimento casa-città, Politecnico di Torino.

Giovanni A. Rabino, Dipartimento di ingegneria dei sistemi edilizi e territoriali, Politecnico di Milano.

Aura Reggiani, Dipartimento di matematica, statistica, informatica e applicazioni, Università degli Studi di Bergamo.

Riccardo Roscelli, Dipartimento casa-città, Politecnico di Torino.

Enzo Scandurra, Dipartimento di architettura tecnica e tecnica urbanistica, Università «La Sapienza», Roma.

Lanfranco Senni, Istituto di economia politica, Università «L. Bocconi», Milano.

Michael Sonis, Department of Geography, Bar-Ilan University.

Stefano Stabilini, Dipartimento di scienze del territorio, Politecnico di Milano.

Marco Stampa, Consiglio nazionale delle ricerche, Roma.

Roberto Tadei, Dipartimento di scienze e tecniche per i processi di insediamento, Politecnico di Torino.

Mariolina Toniolo Trivellato, Irsev, Mestre.

Paola Villani, Dipartimento di scienze del territorio, Politecnico di Milano.

Ferruccio Zorzi, Dipartimento casa-città, Politecnico di Torino.

1390. *Scienze regionali, collana dell'Associazione Italiana di Scienze Regionali (Aisre)*

1. G. Leonardi, G.A. Rabino (a cura di), *L'analisi degli insediamenti umani e produttivi*
2. R. Camagni, R. Cappellin, G. Garofoli (a cura di), *Cambiamento tecnologico e diffusione territoriale*. Presentazione di W. Damiani
3. G. Bianchi, I. Magnani (a cura di), *Sviluppo multiregionale: teorie, metodi, problemi*
4. R. Cappellin (a cura di), *L'evoluzione delle strutture economiche regionali*
5. G. Garofoli, I. Magnani (a cura di), *Verso una nuova centralità delle aree urbane nello sviluppo dell'occupazione*
6. Roberto Camagni, Lucio Malfi (a cura di), *Innovazione e sviluppo nelle regioni mature*
7. A. Fraschini, L. Robotti (a cura di), *La finanza locale: Italia e Inghilterra a confronto*
8. R. Brancati, P. Costa, V. Fiore (a cura di), *Le trasformazioni del Mezzogiorno. Realtà e problemi tra l'antico e il nuovo*
9. M.C. Gibelli, I. Magnani (a cura di), *La pianificazione urbanistica come strumento di politica economica*
10. E. Giardina, I. Magnani, G. Pola, G. Sobbro (a cura di), *Livelli di governo e loro finanziamento: teoria, esperienze, istituzioni*
11. A. Becchi Collidà, E. Ciciotti, A. Mela (a cura di), *Aree interne, tutela del territorio e valorizzazione delle risorse*
12. D. Martellato, F. Sforzi (a cura di), *Studi sui sistemi urbani*
13. F. Curti, L. Diappi (a cura di), *Gerarchie e reti di città: tendenze e politiche*
14. R. Bellotti, G. Gario (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane: analisi e strumenti*
15. M. Bielli, A. Reggiani (a cura di), *Sistemi spaziali, approcci e metodologie*
16. F. Boscacci, G. Gorla (a cura di), *Economie locali in ambiente competitivo*

Stampa Tipomonna
Viale Monza, 126 - Milano

Le scienze regionali, dalle origini ad oggi, hanno sempre focalizzato l'attenzione sull'analisi dei sistemi spaziali in diversi settori dell'attività umana: la produzione, la residenza, i trasporti, i servizi. Lo spazio rappresenta infatti l'elemento cardine delle relazioni funzionali che si evolvono nel tempo e, quindi, un riferimento teorico-operativo essenziale per l'analisi dei processi di trasformazione-in atto nella nostra società.

La raccolta dei contributi presentati in questo volume, che costituisce una selezione di quelli discussi alla IX Conferenza italiana di scienze regionali tenutasi a Torino, intende offrire un quadro organico degli approcci e delle metodologie applicabili ai sistemi spaziali, articolato secondo tre principali filoni tematici: l'analisi e le informazioni sulle interazioni; la valutazione e la regionalizzazione dei processi;

l'organizzazione e la struttura dei processi produttivi. Tali filoni rappresentano, in particolare, le nuove promettenti direzioni di sviluppo della ricerca italiana sulle più importanti modalità in cui può essere formalizzata ed organizzata l'analisi spaziale. Ciò anche al fine di fornire ulteriori spunti di riflessione sui più recenti strumenti di indagine, cogliendone sia le potenzialità analitico-interpretative sia i limiti operativi.

Maurizio Bielli, ingegnere, è ricercatore presso l'Istituto di analisi dei sistemi ed informatica del Consiglio nazionale delle ricerche.

Aura Reggiani è docente di Teoria delle decisioni presso la Facoltà di economia e commercio dell'Università degli Studi di Bergamo.

