

\\ 123 \\

**Cambiamento tecnico e crescita endogena:  
una valutazione critica delle ipotesi  
del modello di Romer.**

di

**Giovanni Bonifati**

Novembre 1995

Università di Modena  
Dipartimento di Economia Politica  
Viale Berengario, 51  
41100 Modena (Italia)  
e-mail: [bonifati@merlino.unimo.it](mailto:bonifati@merlino.unimo.it)



## 1. Introduzione \*

“I think that the real value of endogenous growth theory will emerge from its attempt to model the endogenous component of technological progress as an integral part of the theory of economic growth. Here too the pioneer was Romer (1990)”.

Con queste parole Solow (1994a, p. 51) suggerisce di valutare le nuove teorie endogene della crescita sulla base della loro capacità di trattare il cambiamento tecnico all'interno della teoria neoclassica della crescita<sup>1</sup>. Questo suggerimento viene precisato da un'altra affermazione di Solow (1994b, p. 120) secondo cui il modo migliore per valutare le teorie della crescita endogena è quello di chiedersi se le ipotesi adottate siano o meno soddisfacenti per spiegare il cambiamento tecnico.

Volendo seguire queste indicazioni, sorge il problema di come giudicare soddisfacente una ipotesi. Una possibilità è di accertarne il realismo. Ma questo non basta. Una ipotesi poco realistica potrebbe essere abbandonata se, senza di essa, il modello continuasse a essere in grado di spiegare ciò che si prefigge di spiegare, nel caso in esame la crescita endogena. Dobbiamo perciò valutare le ipotesi relative al cambiamento tecnico considerandole parte integrante delle teorie endogene della crescita, proprio come suggerisce di fare Solow nella frase citata sopra. Ciò rende necessaria una analisi approfondita della struttura analitica del modello di cui vogliamo valutare le ipotesi.

Il presente scritto rappresenta un tentativo di effettuare tale valutazione critica in riferimento al modello di crescita endogena di Romer (1990) che esprime il punto di partenza più compiuto delle nuove teorie della crescita endogena e che ancora oggi rappresenta un riferimento rilevante della riflessione teorica sull'argomento. L'analisi del modello, condotta nei paragrafi 2-5, ci consentirà di acquisire tutti gli elementi per discuterne congiuntamente la struttura analitica e le ipotesi. Nei paragrafi 6 e 7 sono analizzate le relazioni fondamentali del meccanismo di crescita endogena ipotizzato da Romer. Nel paragrafo 8 vengono analizzate le ipotesi relative al cambiamento tecnico. Il paragrafo 9 conclude il lavoro con una valutazione critica delle ipotesi sul cambiamento tecnico in relazione all'impianto

---

\* Desidero ringraziare, sollevandoli da ogni responsabilità, Andrea Ginzburg e Lara Maggani per aver letto una precedente versione del presente lavoro. La ricerca si è avvalsa di un finanziamento del Ministero per l'Università e la Ricerca Scientifica e Tecnologica.

<sup>1</sup> Rassegne delle teorie endogene della crescita si possono trovare in Stern (1991), Helpman (1991), Shaw (1992), Verspagen (1992) e nel numero speciale della Oxford Review of Economic Policy (1992). Trattazioni più ampie sono Barro e Sala-i-Martin (1995), Solow (1994b) e Targetti (1993).

teorico del modello<sup>2</sup>.

## 2. Beni di consumo e beni capitali

Quello di Romer è un modello di crescita di equilibrio di pieno impiego in cui l'economia è descritta come composta di tre settori. Il settore della ricerca produce nuova conoscenza sotto forma di progetti per nuovi beni capitali. Il settore dei beni capitali usa tali progetti per produrre beni capitali su larga scala. Il settore dei beni di consumo utilizza i beni capitali disponibili per produrre un solo bene di consumo. I tre settori dell'economia utilizzano tre fattori della produzione: il lavoro fisico ( $L$ ), il capitale ( $K$ ), definito in termini di produzione non consumata, il capitale umano ( $H$ ), definito come risultato dell'effetto cumulato dell'istruzione e dell'esperienza. Lo stato della conoscenza ( $A$ ) è espresso dal numero di progetti per beni capitali disponibili in un dato momento. L'offerta di lavoro e lo *stock* di capitale umano sono costanti.

La produzione del bene di consumo avviene in condizioni di concorrenza perfetta e viene analizzata in termini dell'azione dell'impresa rappresentativa *price-taker*. Il bene di consumo è prodotto con una tecnologia a rendimenti costanti di scala impiegando l'intera offerta di lavoro, capitale umano ( $H_Y$ ) e gli  $A$  beni capitali disponibili in un dato momento. La funzione di produzione aggregata nel settore del bene di consumo viene espressa come una estensione della funzione di produzione Cobb-Douglas:

$$(1) \quad Y(L, H_Y, x) = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^A x_i^{1-\alpha-\beta},$$

dove  $x_i$  è la quantità impiegata del bene capitale  $i$ .

Una caratteristica rilevante della (1) è la seguente: si assume che gli  $A$  beni capitali vi entrino con effetti *additivamente separabili*. Il significato economico di questa assunzione è che l'investimento nel bene capitale  $i$  non ha effetti esterni, cioè non influenza né i prodotti marginali dei restanti beni capitali né i saggi marginali di sostituzione<sup>3</sup>. I prodotti marginali degli  $A$  beni capitali impiegati sono positivi, decrescenti e, come conseguenza dell'ipotesi di additività, indipendenti

---

<sup>2</sup> Il presente lavoro è strettamente limitato alla valutazione critica delle ipotesi relative al cambiamento tecnico del modello di Romer (1990). Per una critica più generale alle nuove teorie della crescita endogena cfr. Kurz e Salvadori (1995), in particolare il paragrafo 6.

<sup>3</sup> Per una analisi rigorosa dell'ipotesi di separabilità cfr. Blanckorby, Primont e Russell (1978).

fra loro. Condizione necessaria affinché ciò si verifichi è che non vi sia complementarità fra i beni capitali impiegati e che nessun bene capitale sia sostituito prossimo di nessun altro (Romer, 1990, pp. s81 e s85). Questo vuol dire che quando un nuovo bene capitale venga adottato esso semplicemente si aggiunge ai beni capitali esistenti senza influenzarne i prodotti marginali e i saggi marginali di sostituzione.

Nel modello si assume che occorranza  $\eta$  unità del bene di consumo per ogni unità prodotta di beni capitali, il che equivale a dire che tutti i beni capitali sono prodotti con la stessa tecnica del bene di consumo (Romer, 1990, pp. s80 e s81). Non diversamente dal modello neoclassico a un solo settore, nel modello di Romer si produce un solo bene che può essere o consumato o usato come bene capitale. Il capitale complessivo di cui l'economia è dotata in un certo momento è espresso dall'ammontare di produzione di beni di consumo a cui si rinuncia per produrre beni capitali. Dato che  $A$  è il numero di progetti disponibili in un dato momento, tale ammontare risulta pari a:

$$(2) \quad K = \eta \sum_{i=1}^A x_i.$$

### 3. Il tasso di crescita della conoscenza

Il settore della ricerca impiega capitale umano ( $H_A$ ) e lo *stock* di conoscenza esistente per produrre nuova conoscenza. Il capitale umano è trattato come un bene *rivale*, *escludibile* e non accumulabile. La conoscenza invece viene considerata come un bene *non rivale*.

Dato il capitale umano impiegato e la produttività nell'attività di ricerca ( $\delta$ ), la nuova conoscenza viene prodotta ipotizzando la seguente funzione lineare:  $\dot{A} = \delta H_A A$ . Il tasso di crescita dello *stock* di conoscenza pertanto è:

$$(3) \quad \frac{\dot{A}}{A} = \delta H_A.$$

Per valori positivi di  $\delta$  e  $H_A$ , la conoscenza viene prodotta con rendimenti crescenti e accumulata senza limiti. Ogni nuovo progetto aumenta lo *stock* di conoscenza e rende possibili l'invenzione di nuovi progetti. Questo risultato è però imposto più che ottenuto, perchè dipende interamente dall'ipotesi di una

funzione lineare nella produzione di conoscenza<sup>4</sup>.

Come vedremo in dettaglio nel paragrafo 5, nel modello di Romer il tasso di crescita della conoscenza rappresenta il tasso di crescita dell'intera economia, il quale perciò dipende (dato  $\delta$ ) da  $H_A$ . Per comprendere il funzionamento del modello diventa essenziale analizzare in che modo lo stock dato di capitale umano si ripartisce fra il settore della ricerca e quello che produce il bene di consumo. Tale ripartizione è quella in corrispondenza della quale il salario del capitale umano nel settore della ricerca risulta pari al salario del capitale umano nel settore del bene di consumo. Da qui la necessità di determinare la remunerazione del capitale umano impiegato nel settore della ricerca.

#### *4. La remunerazione del capitale umano impiegato nella produzione di conoscenza*

La nuova conoscenza contiene sia un aspetto di non escludibilità, in quanto viene ottenuta con l'uso di un bene non rivale, che un aspetto di escludibilità connesso all'investimento in capitale umano. La componente rivale della conoscenza non può tuttavia essere remunerata nè nel settore della ricerca, dove si ha libero accesso alla conoscenza, nè nel settore del bene di consumo dove ci sono rendimenti costanti di scala. La soluzione proposta da Romer consiste nell'ipotizzare che il settore che produce beni capitali sia un settore monopolistico, in cui l'impresa che acquista un nuovo progetto ottiene un brevetto eterno nella produzione del bene capitale (Romer, 1990, p. 81). Il capitale umano impiegato nel settore della ricerca viene remunerato grazie alle quasi rendite così generate. Il problema di come remunerare la conoscenza viene risolto in modo nuovo rispetto a precedenti modelli neoclassici di crescita nei quali la conoscenza è considerata un bene pubblico che il mercato non remunera, come avviene ad esempio nel modello di Arrow (1962) e in un precedente modello di Romer (1986). La validità di questa soluzione dipende dall'ipotesi, che risulta tuttavia poco verosimile, secondo cui il sistema dei brevetti assicura un monopolio completo e perenne.

Poichè nell'attività di ricerca si ha libero accesso allo *stock* esistente di pro-

---

<sup>4</sup> Cfr. Solow, 1994b, p. 66. Romer è perfettamente consapevole che l'accumulazione illimitata di conoscenza è una assunzione piuttosto che un risultato del modello, ma giustifica la scelta di una relazione lineare nella produzione di conoscenza affermando che non vi è evidenza empirica a favore dell'idea che le opportunità di ricerca siano decrescenti (Romer, 1990, p. 84). Parrinello, 1993, p. 207, fa osservare tuttavia che l'idea che nuovi progetti possano essere inventati senza limiti a parità di capitale umano non sembra plausibile se ammettiamo, come l'osservazione ci impone, che capitale umano e risultati tecnologici (la produzione di nuovi progetti) sono fattori complementari. Si noti che, non diversamente dal modello di Arrow (1962), se all'aumentare di  $A$  ci sono rendimenti decrescenti, la crescita della conoscenza non è sufficiente a mantenere un tasso di crescita positivo.

getti, l'intero prodotto del settore della ricerca ( $\dot{A}$ ) va al capitale umano impiegato in questo settore. Se  $P_A$  è il prezzo di un nuovo progetto e  $w_A$  il salario del capitale umano impiegato nel settore della ricerca, avremo:  $w_A H_A = P_A \dot{A} = P_A \delta H_A A$ , da cui:

$$(4) \quad w_A = P_A \delta A,$$

dove  $P_A \delta A$  è il valore del prodotto marginale del capitale umano impiegato nel settore della ricerca.

Per determinare  $w_A$  occorre determinare  $P_A$ . Per chi produce beni capitali,  $P_A$  rappresenta il costo iniziale dell'investimento in ricerca e viene determinato come valore presente dei rendimenti netti generati nel settore dei beni capitali. Supponendo che una volta acquistato un progetto possa essere utilizzato senza costi addizionali, il costo variabile nella produzione della quantità  $x_i$  di un bene capitale è  $r\eta x_i$ , che rappresenta il costo per interessi in termini di rinuncia al consumo ( $r$  è il saggio reale dell'interesse). Se  $p_i$  è il prezzo del bene capitale  $i$ , il profitto ( $\pi_i$ ) nella sua produzione è:  $\pi_i = p_i x_i - r\eta x_i$ .

Se assumiamo che sia  $\pi_i$  che  $r$  siano costanti, che i beni capitali non si deteriorino e che l'orizzonte temporale sia infinito,  $P_A$  può essere espresso come:

$$(5) \quad P_A = \frac{\pi_i}{r}.$$

$P_A$  è positivo solo se  $\pi_i$  è positivo. Ciascuna impresa monopolistica del settore dei beni capitali fissa il prezzo e produce la quantità che massimizza il profitto, data una funzione di domanda di beni capitali da parte dell'impresa rappresentativa del settore dei beni di consumo. Quest'ultima, dati  $H_Y$  e  $L$ , massimizza il profitto quando impiega la quantità  $x_i$  in corrispondenza della quale il prodotto marginale del bene capitale  $i$  eguaglia il suo prezzo. La funzione di domanda inversa del bene capitale  $i$  pertanto è:

$$(6) \quad p_i = (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L^\beta x_i^{-(\alpha+\beta)},$$

la cui elasticità (inversa) è:  $\varepsilon \equiv -(dp_i/dx_i)(x_i/p_i) = \alpha + \beta$ .

I produttori monopolisti di beni capitali si trovano di fronte la (6) quando devono decidere prezzo e quantità che massimizzano il profitto. Inserendo la (6) nella funzione del profitto  $\pi_i = p_i x_i - r\eta x_i$ , calcolando la condizione di massimo e utilizzando nuovamente la (6) otteniamo:  $(1 - \alpha - \beta)p_i = r\eta$ , dove  $r\eta$ , i costi marginali (costanti) nella produzione di beni capitali, risultano inferiori al prezzo secondo la relazione  $p_i[1 - \varepsilon] = r\eta$ . Da tale relazione si ottiene infine il prezzo

che massimizza il profitto. Poichè  $\eta$  è uguale per tutti i beni capitali, tutti i beni capitali hanno lo stesso prezzo ( $\bar{p}$ ):

$$(7) \quad \bar{p} = \frac{1}{1 - \varepsilon} r\eta,$$

dove  $1/[1 - \varepsilon]$  è il *mark up* sui costi marginali.

Data la funzione di domanda inversa, a  $\bar{p}$  è associata una certa quantità domandata e prodotta che viene indicata con  $\bar{x}$ . Tenendo conto che tutti i beni capitali hanno lo stesso prezzo, per massimizzare il profitto l'impresa rappresentativa del settore dei beni di consumo domanda e le imprese monopolistiche del settore dei beni capitali producono la stessa quantità di ciascun bene capitale. Di conseguenza:  $x_1 = x_2 = \dots = x_A = \bar{x}$ .

Il profitto di monopolio è  $\pi = \bar{p}\bar{x} - r\eta\bar{x}$ , che, utilizzando la (7) per eliminare  $r\eta$ , può essere semplicemente espresso come:

$$(8) \quad \pi = \bar{p}\varepsilon\bar{x}.$$

La (5) può essere allora riformulata come  $P_A = (\bar{p}\varepsilon\bar{x})/r$ , da cui, calcolando  $\bar{p}$  in termini di  $\bar{x}$  nella (6):

$$(9) \quad P_A = \frac{1}{r}\varepsilon(1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha L^\beta \bar{x}^{1-\alpha-\beta}.$$

In questo modo il modello determina un valore positivo di  $P_A$ . La conoscenza viene remunerata nel settore monopolistico dei beni capitali.

##### 5. Il tasso di crescita dell'economia e il prodotto marginale del capitale

Il tasso di crescita della conoscenza rappresenta il tasso di crescita di stato uniforme dell'economia, perchè, come è facile verificare, tutte le variabili del modello crescono al tasso a cui cresce  $A$ . Si consideri infatti quanto segue. Poichè  $x_1 = x_2 = \dots = x_A = \bar{x}$ , la (2) diventa:

$$(2') \quad K = \eta A \bar{x},$$

e la funzione di produzione può essere riscritta come:

$$(10) \quad Y(L, H_Y, x) = A[H_Y^\alpha L^\beta \bar{x}^{1-\alpha-\beta}].$$

Costanti  $H_Y$ ,  $L$ ,  $\bar{x}$  e  $\eta$ , sia  $Y$  che  $K$  crescono allo stesso tasso a cui cresce  $A$ . Ipotizzando condizioni di costante pieno impiego, vale inoltre la seguente



relazione di equilibrio:  $\dot{K}(t) = Y(t) - C(t)$ , dove  $C$  è il consumo. Da essa si ricava che poichè il rapporto  $K/Y$  è costante, anche il rapporto  $C/Y$  deve essere costante. In equilibrio, il consumo deve perciò crescere allo stesso tasso a cui crescono il reddito e il capitale.

Mentre l'economia nel suo complesso cresce a un tasso illimitato, la produzione del bene di consumo avviene a rendimento costanti di scala e decrescenti ai fattori. In particolare, ricavando  $\bar{x}$  dalla (2') e sostituendo nella (10) è possibile esprimere la funzione di produzione in termini dei tre fattori della produzione utilizzati:

$$(10') \quad \begin{aligned} Y(L, H_Y, K) &= H_Y^\alpha L^\beta A \left( \frac{K}{\eta A} \right)^{1-\alpha-\beta} \\ &= (H_Y A)^\alpha (L A)^\beta K^{1-\alpha-\beta} \eta^{\alpha+\beta-1} \end{aligned}$$

Quest'ultima formulazione della funzione della produzione consente di verificare immediatamente che lungo il sentiero di equilibrio l'aumento della conoscenza equivale a un accrescimento del capitale umano e del lavoro, mentre il rapporto capitale-prodotto, come abbiamo visto, rimane invariato: il progresso tecnico è neutrale nel significato di Harrod. Dalla (10') si può immediatamente verificare inoltre che il prodotto marginale del capitale è decrescente, secondo l'usuale ipotesi di rendimenti decrescenti all'accumulazione di capitale. Ritorniamo fra breve sul ruolo cruciale di quest'ultima ipotesi all'interno del modello di Romer. Per concludere l'analisi del modello occorre, prima, esprimere il tasso di crescita di equilibrio del sistema, che come abbiamo appena visto è rappresentato dal tasso di crescita della conoscenza. Utilizzando la (3) esso perciò risulta:

$$g = \delta H_A.$$

Dato  $\delta$ , il tasso di crescita è determinato dall'ammontare di capitale umano impiegato nel settore della ricerca, che a sua volta dipende dalle condizioni che decidono come lo *stock* dato di capitale umano si ripartisce fra il settore della ricerca e il settore dei beni di consumo nel rispetto del vincolo  $H_A + H_Y = H$ . Tale ripartizione sarà quella che assicura l'eguaglianza fra il salario del capitale umano impiegato nel settore della ricerca e il salario del capitale umano impiegato nel settore del bene di consumo.

Dalla (10) si può ricavare la condizione di equilibrio fra salario ( $w_Y$ ) e prodotto marginale del capitale umano nel settore del bene di consumo:

$$(11) \quad w_Y = \alpha H_Y^{\alpha-1} L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta}.$$

Dalla (4) sappiamo che il salario del capitale umano impiegato nel settore della ricerca è:  $w_A = P_A \delta A$ . Utilizzando la (9) otteniamo la seguente condizione di equilibrio fra  $w_Y$  e  $w_A$ :

$$(12) \quad \alpha H_Y^{\alpha-1} L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} = \frac{1}{r} \varepsilon (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L^\beta \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \delta A.$$

La (12) è soddisfatta per il seguente valore di  $H_Y$ :

$$H_Y = \frac{1}{\delta \varepsilon (1 - \alpha - \beta)} r.$$

Poichè  $H_A = H - H_Y$ , il tasso di crescita risulta:

$$(13) \quad g = \delta H_A = \delta(H - H_Y) = \delta H - \Lambda r,$$

dove  $\Lambda \equiv \alpha / [\varepsilon (1 - \alpha - \beta)]$ .

L'ultimo passo da compiere per esprimere il tasso di crescita in termini degli elementi che Romer ritiene fondamentali, consiste nella determinazione del saggio dell'interesse, che viene fatto dipendere dalle condizioni che assicurano l'equilibrio intertemporale. Il rinvio perciò è al modello neoclassico di crescita ottima da cui sappiamo che, data la funzione di utilità del consumatore  $[U(C)]$ , l'equilibrio intertemporale richiede (in assenza di deterioramento del capitale) che il consumo cresca secondo la seguente equazione:

$$\dot{C} = -\frac{U'(C)}{U''(C)} [F'(K) - \rho],$$

dove  $F'(K)$  è il prodotto marginale del capitale e  $\rho$  è il tasso soggettivo di preferenza intertemporale.

Nel modello Romer suppone che la funzione di utilità sia a elasticità costante nella forma:  $U(C) = (C^{1-\sigma} - 1)/(1 - \sigma)$ , dove  $\sigma$  è l'inverso della elasticità di sostituzione intertemporale. Posto  $r = F'(K)$ , da questa funzione di utilità otteniamo, per date preferenze, una relazione fra tasso di crescita del consumo e saggio dell'interesse ( $\dot{C}/C = (r - \rho)/\sigma$ ) da cui si ricava il saggio dell'interesse che garantisce l'equilibrio di stato uniforme ( $\dot{C}/C = g$ ):

$$(14) \quad r = g\sigma + \rho.$$

L'equilibrio di stato uniforme richiede in sostanza che  $F'(K)$  risulti pari a  $g\sigma + \rho$ .

Una volta sostituita la (14) nella (13), il tasso di crescita di equilibrio diventa:

$$(15) \quad g = \frac{\delta H - \Lambda \rho}{1 + \Lambda \sigma}.$$

L'equazione (15) riassume l'idea di fondo del modello. Dato lo stock di capitale umano di cui una economia è dotata e i parametri relativi alla tecnologia, il tasso di crescita di equilibrio di stato uniforme dipende dalle preferenze del consumatore rappresentativo, espresse dai parametri  $\rho$  e  $\sigma$ .

#### 6. *L'endogeneità della crescita secondo Romer*

Disponiamo ora di tutti gli elementi per discutere congiuntamente il funzionamento del modello e le ipotesi in esso contenute. Le equazioni fondamentali sono la (13) e la (14), che riportiamo qui per comodità, attraverso cui il modello determina simultaneamente il tasso di crescita e il saggio dell'interesse di equilibrio di stato uniforme:

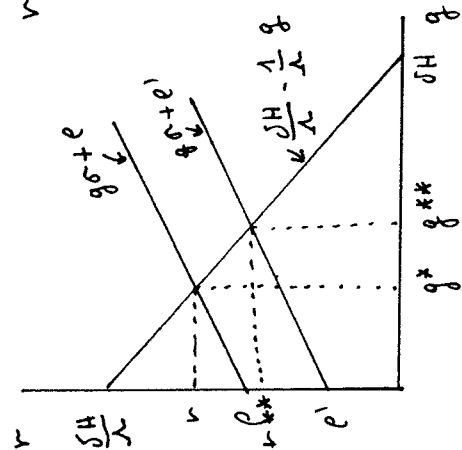
$$\begin{aligned} g &= \delta H - \Lambda r \\ r &= g\sigma + \rho \end{aligned}$$

Dati  $\delta$ ,  $H$  e  $\Lambda$ , il tasso di crescita di equilibrio viene determinato simultaneamente al saggio dell'interesse, da cui dipende. Quest'ultimo dipende dalle preferenze e dal tasso di crescita. In questo modo, diversamente da quanto avviene nei modelli di Solow (1956) e di Cass (1965), il tasso di crescita di equilibrio diventa una variabile endogena.

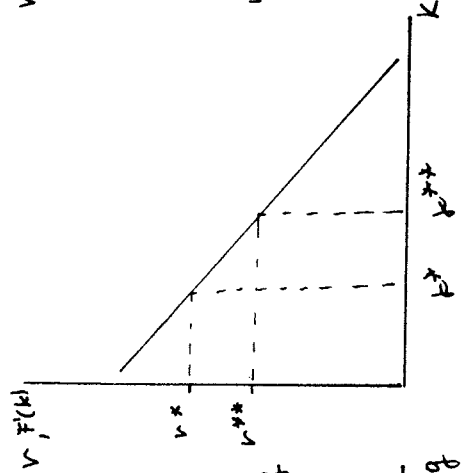
L'equilibrio di stato uniforme richiede inoltre che il prodotto marginale del capitale, posto uguale al saggio dell'interesse, sia pari a  $g\sigma + \rho$ . Questa condizione è assicurata dalla funzione decrescente del prodotto marginale del capitale. La determinazione dei valori di equilibrio di  $g$ ,  $r$  e  $F'(K)$  può essere illustrata facilmente mediante i grafici della figura 1 (grafici *a* e *b*).

È immediato che sia  $g$  che  $r$  dipendono dalle preferenze (dati  $\delta$ ,  $H$  e  $\Lambda$ ). Un aumento della preferenza per il consumo futuro (una diminuzione di  $\rho$ ) e/o un aumento della facilità con la quale si sostituisce il consumo presente con il consumo futuro (una diminuzione di  $\sigma$ ) fa diminuire  $r$  e aumentare  $g$ .

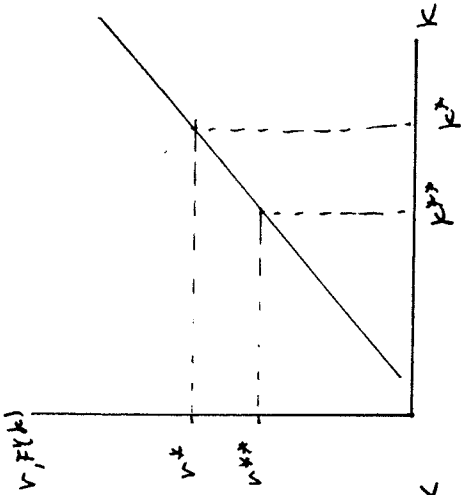
Sulla base di questa determinazione del tasso di crescita, la tesi di fondo della teoria di Romer può essere espressa dalla seguente affermazione (Romer, 1990, p. S94): ogni diminuzione del saggio dell'interesse, dovuta a un aumento della preferenza per il consumo futuro (una diminuzione di  $\rho$ ) e/o a un aumento della



(a)



(b)



(c)

elasticità di sostituzione (una diminuzione di  $\sigma$ ), fa aumentare il tasso di crescita. Se ad esempio  $\rho$  diminuisce, a parità di  $\sigma$ , nella figura 1 (grafico *a*) il saggio dell'interesse di equilibrio diminuisce a  $r^{**}$  e il tasso di crescita aumenta a  $g^{**}$ . La funzione decrescente del prodotto marginale del capitale (grafico *b*) assicura che al diminuire di  $r$  lo stock desiderato di capitale aumenta e il prodotto marginale del capitale diminuisce fino a eguagliare il nuovo saggio dell'interesse. (Il modello non specifica una funzione degli investimenti, ma è implicito che si assume che gli investimenti siano sufficientemente sensibili al saggio dell'interesse).

### 7. Due relazioni fondamentali del modello di Romer

Il funzionamento del modello di Romer si basa su due relazioni fondamentali. La prima è la relazione inversa fra saggio dell'interesse e tasso di crescita, la seconda è quella per cui ogni diminuzione di  $\rho$  e/o di  $\sigma$  fa diminuire il prodotto marginale del capitale. Partiamo dalla prima relazione menzionata, che possiamo agevolmente ricostruire sulla base dell'analisi del modello di Romer.

La teoria fa dipendere il tasso di crescita dell'economia dal meccanismo che governa la distribuzione del capitale umano fra il settore finale e il settore della ricerca. Il tasso di crescita dipende dal saggio dell'interesse proprio perchè quest'ultimo entra in tale meccanismo, la remunerazione del capitale umano nel settore della ricerca dipendendo dal saggio dell'interesse a cui sono scontate le quasi rendite nel settore dei beni capitali [cfr. la (9)]. Al diminuire del saggio dell'interesse, il capitale umano si sposta dal settore del bene di consumo al settore della ricerca, che ha rendimenti crescenti, fino a che il salario del capitale umano non risulti nuovamente uguale nei due settori: è questo spostamento che fa aumentare il tasso di crescita.

Entrando in un maggior dettaglio è possibile anche mostrare che ciò che conta nel determinare lo spostamento del capitale umano verso il settore della ricerca è *solo* l'effetto diretto della diminuzione del saggio dell'interesse sulla remunerazione del capitale umano. A questo scopo occorre concentrarsi sulle equazioni (6) - (9) e (12) che ci consentono di tener conto di tutti gli effetti di una diminuzione del saggio dell'interesse. Come risulta immediato dalla (7) e dalla (6), una diminuzione di  $r$  fa diminuire il prezzo di equilibrio di un progetto ( $\bar{p}$ ) e ne fa aumentare la quantità domandata di equilibrio ( $\bar{x}$ ) di un ammontare che dipende dalla elasticità della domanda. L'aumento di  $\bar{x}$  è tuttavia irrilevante nel meccanismo di allocazione del capitale umano fra i due settori:  $\bar{x}^{1-\alpha-\beta}$  compare in entrambi i lati della (12). Si noti che, come rileva lo stesso Romer, se invece di una diminuzione di  $r$  si verificasse una diminuzione di  $\eta$  cioè, nel modello, non avrebbe effetti sulla crescita. La conseguente diminuzione di  $\bar{p}$  farebbe infatti aumentare  $\bar{x}$ , il che aumenterebbe di egual misura il prodotto marginale del capitale

umano impiegato in entrambi i settori e non si verificherebbe alcuno spostamento di capitale umano verso il settore della ricerca. Da ciò dobbiamo concludere che un miglioramento tecnico nella produzione dei beni capitali non avrebbe alcun effetto sul tasso di crescita.

Quanto alla relazione secondo cui ogni volta che le preferenze si modificano a favore del consumo futuro il prodotto marginale del capitale diminuisce, siamo su un terreno noto della teoria neoclassica. Questa relazione risulta ovvia in un mondo a un solo bene in cui i mercati assicurano il costante pieno impiego, una volta che il saggio dell'interesse sia considerato il prezzo di un fattore della produzione (il capitale) e che si assumano rendimenti costanti di scala e rendimenti decrescenti del capitale. Nel modello di crescita neoclassico a un settore con progresso tecnico esogeno, tali condizioni sono garantite dalle proprietà imposte alla funzione di produzione. Proprietà che risultano essenziali per dimostrare l'esistenza e l'unicità dell'equilibrio di stato uniforme (Hahn, 1987, pp. 626-627).

#### *8. Le ipotesi relative al cambiamento tecnico*

Romer modifica il modello neoclassico introducendo i rendimenti crescenti derivanti dall'accumulazione intenzionale e illimitata di conoscenza. Abbiamo già visto come il meccanismo posto a fondamento dell'accumulazione di conoscenza richieda l'ipotesi di un settore monopolistico dei beni capitali capace di generare le quasi rendite necessarie a remunerare il capitale umano impiegato nel settore della ricerca.

Esamineremo ora le ipotesi relative al cambiamento tecnico attraverso cui, pur in presenza di rendimenti crescenti per l'economia nel suo complesso, Romer è in grado di ipotizzare rendimenti costanti di scala e rendimenti decrescenti del capitale nel settore del bene di consumo. Vedremo come tali ipotesi risultano essenziali per determinare un solo tasso di crescita che, dato lo stock di capitale umano e i parametri relativi alla tecnologia, dipende dalle preferenze.

La prima ipotesi è che il cambiamento tecnico endogeno è interamente generato in un settore, quello della ricerca, rigidamente separato dal resto dell'economia. I rendimenti crescenti di conseguenza si realizzano, per definizione, unicamente nella produzione di conoscenza in quanto tale, e danno luogo prima alla produzione di nuovi progetti e poi alla produzione di nuovi beni capitali. Ciò deve valere sia che la ricerca avvenga in un vero e proprio settore separato dal resto dell'economia sia che avvenga nei reparti di ricerca e sviluppo delle imprese. Come prodotto congiunto, questa ipotesi esclude ogni processo di apprendimento da parte delle imprese. L'accumulazione di conoscenza ha l'unico effetto di aumentare la varietà di beni capitali a cui l'impresa rappresentativa può accedere istantaneamente e non richiede alcun processo di apprendimento nè nella forma

di *learnig by doing* nè in quella di *learning by using*; e tanto meno richiede quell'importante forma di apprendimento derivante dall'interazione fra produttori e utilizzatori di beni capitali, perchè nell'economia ipotizzata da Romer non vi è alcuna interazione fra settori. Tutte le economie sono perciò trattate come economie esterne, sia alla produzione di beni capitali che alla produzione del bene di consumo. I rendimenti crescenti per l'economia nel suo complesso sono resi compatibili con i rendimenti costanti di scala e rendimenti decrescenti ai fattori nella produzione del bene di consumo (e quindi nella produzione di beni capitali). La presenza di economie esterne non preclude l'esistenza dell'equilibrio economico generale concorrenziale (Chipman, 1970), che rappresenta il riferimento teorico del modello.

La seconda ipotesi discende dalla prima. L'accumulazione di conoscenza si traduce *unicamente* in un aumento del numero di beni capitali, senza che il progresso tecnico in quanto tale ne influenzi il rendimento. In questo modo l'aumento di conoscenza fa aumentare lo stock di capitale il cui rendimento diminuisce secondo la legge dei rendimenti decrescenti. La funzione decrescente del prodotto marginale del capitale assicura, come abbiamo già visto, che ad ogni diminuzione del saggio dell'interesse conseguente a una modificazione delle preferenze, lo stock desiderato di capitale aumenti e il suo rendimento diminuisca in modo da assicurare la condizione  $F'(K) = r$ .

Una ulteriore ipotesi è che i beni capitali entrano nella produzione di beni di consumo con effetti additivamente separabili. Come abbiamo già fatto cenno, l'adozione di questa ipotesi esclude sia la complementarità che la sostituibilità fra i beni capitali, con la conseguenza che i rendimenti dei beni capitali sono indipendenti fra loro. Per usare l'esempio di Romer, secondo questa ipotesi il prodotto marginale dei computers risulta indipendente dall'investimento in torni, ma, dobbiamo aggiungere, risulta indipendente anche dall'investimento in reti di comunicazioni, il che naturalmente non è plausibile. Questa ipotesi è tuttavia essenziale affinché il modello determini un solo equilibrio. La presenza di complementarità e di sostituibilità comporta equilibri multipli e pone il problema non banale di quale equilibrio scegliere e come (Young, 1993).

#### 9. Le caratteristiche essenziali del cambiamento tecnico e la teoria della crescita endogena. Conclusioni

Le ipotesi di Romer escludono le complementarità e le interrelazioni fra settori dell'economia. Il modello, che vuole spiegare il cambiamento tecnico, esclude in questo modo due aspetti da cui non si può prescindere nell'analisi di come esso

venga generato e diffuso. Gli studi sul cambiamento tecnico dimostrano senza ombra di dubbio come quasi mai una innovazione possa essere considerata già compiuta all'origine come se fosse prodotta da un settore chiaramente identificabile che l'ha generata, e pronta per essere adottata dal resto dell'economia. Al contrario, un aspetto rilevante del cambiamento tecnico è che esso è endogenamente generato attraverso tutta una serie di innovazioni incrementali dalle quali dipende, e che al tempo stesso condizionano, la sua diffusione. In questo processo di graduale miglioramento svolgono un ruolo decisivo sia i processi di apprendimento - all'interno delle imprese come nell'interazione fra produttori e utilizzatori di beni capitali - che le complementarità tecnologiche (Rosenberg, 1976, capp. 6 e 11 e Rosenberg, 1982, cap. 6). È noto inoltre che in moltissimi casi i reparti di ricerca e sviluppo delle imprese compiono soprattutto attività di sviluppo in stretto legame con l'esperienza produttiva (Hamberg, 1963). Nella realtà è quindi difficile, se non impossibile, identificare l'attività di ricerca e sviluppo (Stern, 1991). Si può aggiungere che anche qualora un settore della ricerca fosse chiaramente identificabile, una volta che lo si supponga separato dal resto dell'economia risulta difficile immaginare come le nuove idee, e quindi la nuova conoscenza, dovrebbe essere prodotta. Non è chiaro in che modo gli ingegneri di Romer dovrebbero produrre nuovi progetti per nuovi beni capitali se svolgono la loro attività utilizzando lo stock di conoscenze prodotto da un settore assolutamente separato dall'economia in cui tali beni capitali sono impiegati<sup>5</sup>.

Se ora torniamo al suggerimento di Solow, da cui siamo partiti, e ci chiediamo se le ipotesi del modello di Romer sono soddisfacenti nello spiegare la generazione endogena dell'innovazione tecnologica, la nostra conclusione non può che essere che le ipotesi adottate da Romer non ci consentono di catturare gli aspetti essenziali del cambiamento tecnico.

La discussione critica dell'impianto analitico del modello di Romer ci consente però di andare oltre tale conclusione. Dalla nostra analisi emerge infatti che le ipotesi adottate non sono il risultato di uno scarso realismo del modello, di semplificazioni che potrebbero essere rimosse senza stravolgere l'impianto analitico e la conclusione di fondo della teoria. Al contrario, le ipotesi adottate sono essenziali per mantenere il modello teorico di riferimento sulla base del quale viene spiegata l'endogeneità della crescita. Due considerazioni sembrano decisive a sostenere questa conclusione.

---

<sup>5</sup> Arrow (1994) ci ricorda che la complessità del ruolo della conoscenza nella produzione ci vieta di considerarla semplicemente come un input. Al contrario è essenziale considerare che la conoscenza viene prodotta e distribuita secondo un processo "that necessitates you to go sequentially through the whole chain of stages of its development to see where it ends up" (p. 17).



La prima è che dal processo attraverso cui viene generato e diffuso il progresso tecnico, dobbiamo concludere che ogni impresa vi concorre con capacità innovative proprie che si modificano in modo non uniforme con l'apprendimento. L'impresa rappresentativa perciò non potrebbe più costituire il riferimento per analizzare il comportamento delle imprese. Nel modello di Romer tale riferimento in tanto può essere mantenuto in quanto le imprese non sono imprese innovative. Il progresso tecnico consiste unicamente nell'aumento del numero di beni capitali che tutte imprese adottano istantaneamente in aggiunta a quelli esistenti.

La seconda considerazione è che attraverso le complementarità e l'apprendimento, l'investimento crea nuove opportunità di investimento. Nelle prime fasi di vita, i nuovi beni capitali sono complementi, piuttosto che sostituti, dei beni capitali esistenti, il cui impiego, e la cui profittabilità, aumenta con l'investimento in nuovi beni capitali. L'investimento stimola anche i processi di apprendimento attraverso cui i nuovi beni capitali vengono migliorati. Questo a sua volta favorisce la diffusione allargando il mercato dei nuovi beni capitali. D'altra parte, la diffusione dei nuovi beni capitali richiede, e stimola, lo sviluppo di nuovi beni capitali o il miglioramento di quelli esistenti aprendo in questo modo nuovi mercati e quindi nuove opportunità di investimento mano a mano che questo processo contribuisce alla diffusione delle innovazioni.

Se abbandoniamo le ipotesi di Romer e consideriamo il progresso tecnico per come avviene, dobbiamo concludere che i rendimenti crescenti non possono essere confinati in qualche settore particolare e non possono essere considerati perciò esterni più di quanto non debbano essere considerati interni a un settore produttivo<sup>6</sup>. Ciò implica che in presenza di progresso tecnico l'idea di rendimenti monotonicamente decrescenti all'accumulazione di capitale non sembra plausibile. Per quanto noto, è forse utile ricordare che una delle condizioni su cui è costruita la legge dei rendimenti decrescenti è la costanza dello stato delle conoscenze. L'aumento della conoscenza e i suoi effetti sulla produttività di dosi successive di un fattore della produzione, costante gli altri, rende inoperante la legge dei rendimenti decrescenti pur non inficiandola di per sé<sup>7</sup>. Se tuttavia ammettessimo un prodotto marginale del capitale, supponiamo, monotonicamente

---

<sup>6</sup> Vale la pena a questo proposito ricordare una delle conclusioni di fondo del famoso, e molto citato, saggio di Young (1928), secondo cui per comprendere il meccanismo dei rendimenti crescenti è necessario analizzare le attività produttive come un insieme di interconnessioni.

<sup>7</sup> Una critica più radicale ai rendimenti decrescenti del capitale deriva dalla considerazione che quando si ammetta, come in generale è necessario fare, l'eterogeneità e la complementarità fra beni capitali non è più possibile derivare una funzione di domanda di capitale monotonicamente decrescente. Cfr. i contributi di Garegnani, Hatta e Pasinetti e Scazzieri in Eatwell, Milgate e Newman (1990).

crescente (come rappresentato nel grafico c della figura 1) nel modello di Romer ci troveremmo nella situazione in cui un aumento delle preferenze per il consumo futuro farebbe diminuire il saggio dell'interesse, ma il rispetto della condizione di equilibrio  $F'(K) = r$  richiederebbe una riduzione dello stock di capitale nel momento in cui il mutamento delle preferenze fa aumentare l'offerta di produzione non consumata. Con le ipotesi relative al progresso tecnico Romer esclude la possibilità di rendimenti non decrescenti del capitale che genererebbe un problema intrattabile all'interno del modello teorico di riferimento.

#### Bibliografia

- Arrow, K.J. (1962), The Economic Implications of Learning by Doing, *The Review of Economic Studies*.
- Arrow, K. (1994), The Production and Distribution of Knowledge, in Silverberg, G., Soete, L. (eds.), *The Economics of Growth and Technical Change*, Edward Elgar, Aldershot.
- Barro, R.J. e Sala-i-Martin, X. (1995), *Economic Growth*, MacGraw-Hill, New York.
- Blanckorby, C., Primont, D. e Russell, R.R. (1978), *Duality, Separability and Functional Structure*, North Holland, Amsterdam.
- Cass, D. (1965), Optimum Economic Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation, *The Review of Economic Studies*, July.
- Chipman, J.S. (1970), External Economies of Scale and Competitive Equilibrium, *The Quarterly Journal of Economics*, August.
- Eatwell, J., Milgate, M. e Newman, P. eds. (1990), *Capital Theory*, Macmillan, London.
- Hahn, F.H., Neoclassical Growth Theory, in Eatwell, J., Milgate, M. e Newman, P. (a cura di), *The New Palgrave. A Dictionary of Economics*, Vol. 3, Macmillan, London 1987.
- Hamberg, D. (1963), Invention in the Industrial Research Laboratory, *The Journal of Political Economy*, April, pp. 95-115.
- Helpman, E. (1991), *Endogenous Macroeconomic Theory*, Harvard Institute of Economic Research, Discussion Paper 1570, Cambridge, Mass. October.
- Kurz, H.D. e Salvadori, N. (1995), The 'New' Growth Theory: Old Wine in New Goatskins, mimeo.
- Oxford Review of Economic Policy (1992), *New Approaches to Economic Growth*, Winter.

- Parrinello, S. (1993), Non Pure Private Goods in the Economics of Production Process, *Metroeconomica*, 44, 3, pp. 195-214.
- Romer, P.M. (1986), Increasing Returns and Long-Run Growth, *The Journal of Political Economy*, n. 5.
- Romer, P.M. (1990), Endogenous Technological Change, *The Journal of Political Economy*, n. 5, part II.
- Rosenberg, N. (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Shaw, G. K. (1992), Policy Implication of Endogenous Growth Theory, *The Economic Journal*, May.
- Solow, R.M. (1956), A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, February.
- Solow, R.M. (1994a), Perspectives on Growth Theory, *The Journal of Economic Perspectives*, Winter.
- Solow, R.M. (1994b), *Lezioni sulla teoria della crescita endogena*, La Nuova Italia Scientifica.
- Stern, N. (1991), The Determinants of Growth, *The Economic Journal*, January.
- Targetti, F. (1993), Vecchie e nuove teorie della crescita: una rassegna, *Economia Politica*, n. 2, Agosto.
- Verspagen, B. (1992), Endogenous Innovation in Neoclassical Growth Models: A Survey, *Journal of Macroeconomics*, Fall.
- Young, A.A. (1928), Increasing Returns and Economic Progress, *The Economic Journal*, December, pp. 528-542.
- Young, A. (1993), Substitution and Complementarity in Endogenous Innovation, *The Quarterly Journal of Economics*, August.



1. Maria Cristina Marcuzzo [1985] "Yoan Violet Robinson (1903-1983)", pp. 134
2. Sergio Lugaresi [1986] "Le imposte nelle teorie del sovrappiù", pp. 26
3. Massimo D'Angelillo e Leonardo Paggi [1986] "PCI e socialdemocrazie europee. Quale riformismo?", pp. 158
4. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1986] "Un suggerimento hobsoniano su terziario ed occupazione: il caso degli Stati Uniti 1960/1983", pp. 52
5. Paolo Bosi e Paolo Silvestri [1986] "La distribuzione per aree disciplinari dei fondi destinati ai Dipartimenti, Istituti e Centri dell'Università di Modena: una proposta di riforma", pp. 25
6. Marco Lippi [1986] "Aggregations and Dynamic in One-Equation Econometric Models", pp. 64
7. Paolo Silvestri [1986] "Le tasse scolastiche e universitarie nella Legge Finanziaria 1986", pp. 41
8. Mario Forni [1986] "Storie familiari e storie di proprietà. Itinerari sociali nell'agricoltura italiana del dopoguerra", pp. 165
9. Sergio Paba [1986] "Gruppi strategici e concentrazione nell'industria europea degli elettrodomestici bianchi", pp. 56
10. Nerio Naldi [1986] "L'efficienza marginale del capitale nel breve periodo", pp. 54
11. Fernando Vianello [1986] "Labour Theory of Value", pp. 31
12. Piero Ganugi [1986] "Risparmio forzato e politica monetaria negli economisti italiani tra le due guerre", pp. 40
13. Maria Cristina Marcuzzo e Annalisa Rosselli [1986] "The Theory of the Gold Standard and Ricardo's Standard Comodity", pp. 30
14. Giovanni Solinas [1986] "Mercati del lavoro locali e carriere di lavoro giovanili", pp. 66
15. Giovanni Bonifati [1986] "Saggio dell'interesse e domanda effettiva. Osservazioni sul cap. 17 della General Theory", pp. 42
16. Marina Murat [1986] "Betwin old and new classical macroeconomics: notes on Lejonhufvud's notion of full information equilibrium", pp. 20
17. Sebastiano Brusco e Giovanni Solinas [1986] "Mobilità occupazionale e disoccupazione in Emilia Romagna", pp. 48
18. Mario Forni [1986] "Aggregazione ed esogeneità", pp. 13
19. Sergio Lugaresi [1987] "Redistribuzione del reddito, consumi e occupazione", pp. 17
20. Fiorenzo Sperotto [1987] "L'immagine neopopulista di mercato debole nel primo dibattito sovietico sulla pianificazione", pp. 34
21. M. Cecilia Guerra [1987] "Benefici tributari nel regime misto per i dividendi proposto dalla commissione Sarcinelli: una nota critica", pp. 9
22. Leonardo Paggi [1987] "Contemporary Europe and Modern America: Theories of Modernity in Comparative Perspective", pp. 38
23. Fernando Vianello [1987] "A Critique of Professor Goodwin's 'Critique of Sraffa'", pp. 12

24. Fernando Vianello [1987] "Effective Demand and the Rate of Profits. Some Thoughts on Marx, Kalecki and Sraffa", pp. 41
25. Anna Maria Sala [1987] "Banche e territorio. Approccio ad un tema geografico-economico", pp. 40
26. Enzo Mingione e Giovanni Mottura [1987] "Fattori di trasformazione e nuovi profili sociali nell'agricoltura italiana: qualche elemento di discussione", pp. 36
27. Giovanna Procacci [1988] "The State and Social Control in Italy During the First World War", pp. 18
28. Massimo Matteuzzi e Annamaria Simonazzi [1988] "Il debito pubblico", pp. 62
29. Maria Cristina Marcuzzo (a cura di) [1988] "Richard F. Kahn. A discipline of Keynes", pp. 118
30. Paolo Bosi [1988] "MICROMOD. Un modello dell'economia italiana per la didattica della politica fiscale", pp. 34
31. Paolo Bosi [1988] "Indicatori della politica fiscale. Una rassegna e un confronto con l'aiuto di MICROMOD", pp. 25
32. Giovanna Procacci [1988] "Protesta popolare e agitazioni operaie in Italia 1915-1918", pp. 45
33. Margherita Russo [1988] "Distretto Industriale e servizi. Uno studio dei trasporti nella produzione e nella vendita delle piastrelle", pp. 157
34. Margherita Russo [1988] "The effect of technical change on skill requirements: an empirical analysis", pp. 28
35. Carlo Grillenzoni [1988] "Identification, estimations of multivariate transfer functions", pp. 33
36. Nerio Naldi [1988] "'Keynes' concept of capital", pp. 40
37. Andrea Ginzburg [1988] "locomotiva Italia?", pp. 30
38. Giovanni Mottura [1988] "La 'persistenza' secolare. Appunti su agricoltura contadina ed agricoltura familiare nelle società industriali", pp. 40
39. Giovanni Mottura [1988] "L'anticamera dell'esodo. I contadini italiani della 'restaurazione contrattuale' fascista alla riforma fondiaria", pp. 40
40. Leonardo Paggi [1988] "Americanismo e riformismo. La socialdemocrazia europea nell'economia mondiale aperta", pp. 120
41. Annamaria Simonazzi [1988] "Fenomeni di isteresi nella spiegazione degli alti tassi di interesse reale", pp. 44
42. Antonietta Bassetti [1989] "Analisi dell'andamento e della casualità della borsa valori", pp. 12
43. Giovanna Procacci [1989] "State coercion and worker solidarity in Italy (1915-1918): the moral and political content of social unrest", pp. 41
44. Carlo Alberto Magni [1989] "Reputazione e credibilità di una minaccia in un gioco bargaining", pp. 56

45. Giovanni Mottura [1989] "Agricoltura familiare e sistema agroalimentare in Italia", pp. 84
46. Mario Forni [1989] "Trend, Cycle and 'Fortuitous cancellation': a Note on a Paper by Nelson and Plosser", pp. 4
47. Paolo Bosi , Roberto Golinelli , Anna Stagni [1989] "Le origini del debito pubblico e il costo della stabilizzazione", pp. 26
48. Roberto Golinelli [1989] "Note sulla struttura e sull'impiego dei modelli macroeconomici", pp. 21
49. Marco Lippi [1989] "A Short Note on Cointegration and Aggregation", pp. 11
50. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1989] "The Linkage between Tertiary and Industrial Sector in the Italian Economy: 1951-1988. From an External Dependence to an International One", pp. 40
51. Gabriele Pastrello [1989] "Francois quesnay: dal Tableau Zig-zag al Tableau Formule: una ricostruzione", pp. 48
52. Paolo Silvestri [1989] "Il bilancio dello stato", pp. 34
53. Tim Mason [1990] "Tre seminari di storia sociale contemporanea", pp. 26
54. Michele Lalla [1990] "The Aggregate Escape Rate Analysed through the Queueing Model", pp. 23
55. Paolo Silvestri [1990] "Sull'autonomia finanziaria dell'università", pp. 11
56. Paola Bertolini, Enrico Giovannetti [1990] "Uno studio di 'filiera' nell'agroindustria. Il caso del Parmigiano Reggiano", pp. 164
57. Paolo Bosi, Roberto Golinelli, Anna Stagni [1990] "Effetti macroeconomici, settoriali e distributivi dell'armonizzazione dell'IVA", pp. 24
58. Michele Lalla [1990] "Modelling Employment Spells from Emilia Labour Force Data", pp. 18
59. Andrea Ginzburg [1990] "Politica Nazionale e commercio internazionale", pp. 22
60. Andrea Giommi [1990] "La probabilità individuale di risposta nel trattamento dei dati mancanti", pp. 13
61. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1990] "The service sector in planned economies. Past experiences and future prospectives", pp. 32
62. Giovanni Solinas [1990] "Competenze, grandi industrie e distretti industriali. Il caso Magneti Marelli", pp. 23
63. Andrea Ginzburg [1990] "Debito pubblico, teorie monetarie e tradizione civica nell'Inghilterra del Settecento", pp. 30
64. Mario Forni [1990] "Incertezza, informazione e mercati assicurativi: una rassegna", pp. 37
65. Mario Forni [1990] "Misspecification in Dynamic Models", pp. 19
66. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1990] "Service Sector Growth in CPE's: An Unsolved Dilemma", pp. 28
67. Paola Bertolini [1990] "La situazione agro-alimentare nei paesi ad economia avanzata", pp. 20

68. Paola Bertolini [1990] "Sistema agro-alimentare in Emilia Romagna ed occupazione", pp. 65
69. Enrico Giovannetti [1990] "Efficienza ed innovazione: il modello "fondi e flussi" applicato ad una filiera agro-industriale", pp. 38
70. Margherita Russo [1990] "Cambiamento tecnico e distretto industriale: una verifica empirica", pp. 115
71. Margherita Russo [1990] "Distretti industriali in teoria e in pratica: una raccolta di saggi", pp. 119
72. Paolo Silvestri [1990] "La Legge Finanziaria. Voce dell'enciclopedia Europea Garzanti", pp. 8
73. Rita Paltrinieri [1990] "La popolazione italiana: problemi di oggi e di domani", pp. 57
74. Enrico Giovannetti [1990] "Illusioni ottiche negli andamenti delle Grandezze distributive: la scala mobile e l' 'appiattimento' delle retribuzioni in una ricerca", pp. 120
75. Enrico Giovannetti [1990] "Crisi e mercato del lavoro in un distretto industriale: il bacino delle ceramiche. Sez I", pp. 150
76. Enrico Giovannetti [1990] "Crisi e mercato del lavoro in un distretto industriale: il bacino delle ceramiche. Sez. II", pp. 145
78. Antonietta Bassetti e Costanza Torricelli [1990] "Una riqualificazione dell'approccio bargaining alla selezioni di portafoglio", pp. 4
77. Antonietta Bassetti e Costanza Torricelli [1990] "Il portafoglio ottimo come soluzione di un gioco bargaining", pp. 15
79. Mario Forni [1990] "Una nota sull'errore di aggregazione", pp. 6
80. Francesca Bergamini [1991] "Alcune considerazioni sulle soluzioni di un gioco bargaining", pp. 21
81. Michele Grillo e Michele Polo [1991] "Political Exchange and the allocation of surplus: a Model of Two-party competition", pp. 34
82. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1991] "The 1990 Polish Recession: a Case of Truncated Multiplier Process", pp. 26
83. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1991] "Polish firms: Pricate Vices Pubblis Virtues", pp. 20
84. Sebastiano Brusco e Sergio Paba [1991] "Connessioni, competenze e capacità concorrenziale nell'industria della Sardegna", pp. 25
85. Claudio Grimaldi, Rony Hamoui, Nicola Rossi [1991] "Non Marketable assets and households' Portfolio Choice: a Case of Study of Italy", pp. 38
86. Giulio Righi, Massimo Baldini, Alessandra Brambilla [1991] "Le misure degli effetti redistributivi delle imposte indirette: confronto tra modelli alternativi", pp. 47
87. Roberto Fanfani, Luca Lanini [1991] "Innovazione e servizi nello sviluppo della meccanizzazione agricola in Italia", pp. 35
88. Antonella Caiumi e Roberto Golinelli [1992] "Stima e applicazioni di un sistema di domanda Almost Ideal per l'economia italiana", pp. 34



89. Maria Cristina Marcuzzo [1992] "La relazione salari-occupazione tra rigidità reali e rigidità nominali", pp. 30
90. Mario Biagioli [1992] "Employee financial participation in enterprise results in Italy", pp. 50
91. Mario Biagioli [1992] "Wage structure, relative prices and international competitiveness", pp. 50
92. Paolo Silvestri e Giovanni Solinas [1993] "Abbandoni, esiti e carriera scolastica. Uno studio sugli studenti iscritti alla Facoltà di Economia e Commercio dell'Università di Modena nell'anno accademico 1990/1991", pp. 30
93. Gian Paolo Caselli e Luca Martinelli [1993] "Italian GPN growth 1890-1992: a unit root or segmented trend representatin?", pp. 30
94. Angela Politi [1993] "La rivoluzione fraintesa. I partigiani emiliani tra liberazione e guerra fredda, 1945-1955", pp. 55
95. Alberto Rinaldi [1993] "Lo sviluppo dell'industria metalmeccanica in provincia di Modena: 1945-1990", pp. 70
96. Paolo Emilio Mistrulli [1993] "Debito pubblico, intermediari finanziari e tassi d'interesse: il caso italiano", pp. 30
97. Barbara Pistoresi [1993] "Modelling disaggregate and aggregate labour demand equations. Cointegration analysis of a labour demand function for the Main Sectors of the Italian Economy: 1950-1990", pp. 45
98. Giovanni Bonifati [1993] "Progresso tecnico e accumulazione di conoscenza nella teoria neoclassica della crescita endogena. Una analisi critica del modello di Romer", pp. 50
99. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1994] "The relationship(s) among Wages, Prices, Unemployment and Productivity in Italy", pp. 30
100. Mario Forni [1994] "Consumption Volatility and Income Persistence in the Permanent Income Model", pp. 30
101. Barbara Pistoresi [1994] "Using a VECM to characterise the relative importance of permanent and transitory components", pp. 28
102. Gian Paolo Caselli and Gabriele Pastrello [1994] "Polish recovery form the slump to an old dilemma", pp. 20
103. Sergio Paba [1994] "Imprese visibili, accesso al mercato e organizzazione della produzione", pp. 20
104. Giovanni Bonifati [1994] "Progresso tecnico, investimenti e capacità produttiva", pp. 30
105. Giuseppe Marotta [1994] "Credit view and trade credit: evidence from Italy", pp. 20
106. Margherita Russo [1994] "Unit of investigation for local economic development policies", pp. 25
107. Luigi Brighi [1995] "Monotonicity and the demand theory of the weak axioms", pp. 20
108. Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1995] "Modelling the impact of technological change across sectors and over time in manufacturing", pp. 25
109. Marcello D'Amato and Barbara Pistoresi [1995] "Modellin wage growth dynamics in Italy: 1960-1990", pp. 38

110. Massimo Baldini [1995] "INDIMOD. Un modello di microsimulazione per lo studio delle imposte indirette", pp. 37
111. Paolo Bosi [1995] "Regionalismo fiscale e autonomia tributaria: l'emersione di un modello di consenso", pp. 38
112. Massimo Baldini [1995] "Aggregation Factors and Aggregation Bias in Consumer Demand", pp. 33
113. Costanza Torricelli [1995] "The information in the term structure of interest rates. Can stochastic models help in resolving the puzzle?" pp. 25
114. Margherita Russo [1995] "Industrial complex, pôle de développement, distretto industriale. Alcune questioni sulle unità di indagine nell'analisi dello sviluppo." pp. 45
115. Angelika Moryson [1995] "50 Jahre Deutschland. 1945 - 1995" pp. 21
116. Paolo Bosi [1995] "Un punto di vista macroeconomico sulle caratteristiche di lungo periodo del nuovo sistema pensionistico italiano." pp. 32
117. Gian Paolo Caselli e Salvatore Curatolo [1995] "Esistono relazioni stimabili fra dimensione ed efficienza delle istituzioni e crescita produttiva? Un esercizio nello spirito di D.C. North." pp. 11
118. Mario Forni e Marco Lippi [1995] "Permanent income, heterogeneity and the error correction mechanism." pp. 21
119. Barbara Pistoiesi [1995] "Co-movements and convergence in international output. A Dynamic Principal Components Analysis" pp. 14
120. Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1995] "Dynamic common factors in large cross-section" pp. 17
121. Giuseppe Marotta [1995] "Il credito commerciale in Italia: una nota su alcuni aspetti strutturali e sulle implicazioni di politica monetaria" pp. 20
122. Giovanni Bonifati [1995] "Progresso tecnico, concorrenza e decisioni di investimento: una analisi delle determinanti di lungo periodo degli investimenti" pp. 25