

ESTERNALITA' DI RETE, SUSSIDI PIGOUVIANI
E MUTAMENTO TECNICO

Fiorentini Gianluca

Ottobre 1988

N. 62

Esternalità di rete, sussidi pigouviani e mutamento tecnico

di Gianluca Fiorentini*

Dipartimento di Scienze Economiche dell'Università di Bologna
Ottobre 1988

1 INTRODUZIONE

Molti sono i beni la cui utilità per i consumatori non dipende dalle loro caratteristiche intrinseche, ma piuttosto dall'assistenza di un numero elevato di acquisizioni dello stesso prodotto da parte di altri consumatori. Tali beni generano esternalità di rete - di norma positive - se non sussistono problemi di congestione e siamo in presenza di offerta elastica. Il caso più comune è quello in cui si presentano esternalità di rete cosiddette dirette¹ e cioè quando il consumatore vede aumentare la propria utilità all'aumentare del numero di beni materiali compatibili che sono acquisiti da altri consumatori. Vi sono inoltre esternalità, connesse alle prime, che derivano dalla possibilità di disporre di un mercato dell'usato sufficientemente vasto sia al momento dell'acquisto che al momento della vendita, in modo da ridurre in modo sensibile i costi di transizione. Infine vi sono esternalità di rete cosiddette indirette perché dipendenti non dal numero dei prodotti venduti, ma dalla possibilità di reperire tecnologia complementare necessaria ad un impiego efficace dei prodotti stessi.

All'interno di quest'ultima categoria alcuni dei mercati recentemente divenuti molto rilevanti sono quelli in cui si verifica un'interazione tra software e hardware nella generazione di utilità per l'utente. La sua rilevanza dal punto di vista teorico sorge dal fatto che in tali contesti le decisioni dei consumatori nella prima fase della competizione tecnologica dipendono in modo rilevante dalle loro aspettative sulla possibilità di reperire software compatibile con la tecnologia scelta nel corso dei periodi successivi. Ciò comporta la creazione di un meccanismo di feed-back positivo tra aspettative dei consumatori e loro realizzazione, in quanto la produzione di software è connessa con la quantità di hardware adottata dai consumatori.

Inoltre tale meccanismo di interazione tra hardware e software è più generale di quanto non appaia immediatamente in quanto numerosi sono i beni, soprattutto intermedi, che necessitano della presenza di altri input strettamente complementari per il loro funzionamento, i quali possono o meno essere reperibili sul mercato.

L'esempio più classico di aspettative che si autorealizzano in presenza di esternalità di rete è quello descritto da David (1985) nella sua analisi storica sulla diffusione della tastiera QWERTY nel settore delle macchine da scrivere degli Stati Uniti durante il secolo scorso.² David nota che la tastiera QWERTY divenne lo standard su cui tutti i produttori di tecnologia si uniformarono nonostante la contemporanea presenza di tecnologie alternative che consentivano significativi vantaggi in termini di efficienza. Ciò è dovuto al fatto che, durante i primi anni di diffusione delle macchine da scrivere, numerose scuole di dattilografia adottarono tale standard per organizzare corsi di addestramento specifici. In questo modo gli acquirenti di tale tecnologia si trovarono a disporre di una proporzione particolarmente elevata di "input" - sotto forma di dattilografi specializzati - strettamente complementare allo standard QWERTY e non utilizzabile con standard alternativi. La scelta delle scuole di dattilografia, che può essere razionalizzata sulla base delle loro aspettative concernenti la diffusione futura delle tecnologie alternative, ha comunque comportato l'immescarsi di un processo circolare che dalla disponibilità di software coinvolge le scelte dei potenziali consumatori e dei produttori delle tecnologie per poi tornare nuovamente alla produzione di software: un processo che si alimenta e conduce il mercato a chiudersi irreversibilmente su un unico standard.³

Il caso della tastiera QWERTY, oltre a fornire un ottimo esempio di autorealizzazione delle aspettative concernenti l'esistenza di esternalità di rete, chiarisce anche quali possono essere i costi sociali - in termini di surplus del consumatore - del realizzarsi della standardizzazione. In primo luogo essa configura una perdita di varietà nella scelta delle tecnologie che è particolarmente grave se si verifica in presenza di incertezza sulle loro caratteristiche future. Inoltre, poiché il costo di ciascuna tecnologia può

variare tra i consumatori, un'eccessiva standardizzazione costringe generalmente molti consumatori ad acquisire lo standard per loro relativamente più costoso.

Il presente lavoro, sulla scorta di questi spunti teorici, si propone quindi di analizzare le proprietà allocative di un settore in cui sono prodotti due standard - intrinsecamente incompatibili - capaci di generare esternalità di rete per i consumatori che le adottano ed in cui la produzione di software compatibile con l'una o con l'altra dipende dalle aspettative sulla loro diffusione futura. L'analisi di tali caratteristiche ci consentirà di porre in luce alcuni effetti peculiari delle esternalità di rete ed in particolare:

- 1) l'utilità derivante dall'adozione di uno standard tecnologico dipende in senso debole⁴ dalla storia delle adozioni che l'hanno preceduta;
- 2) le decisioni di adozione da parte dei consumatori dipendono dalle loro aspettative sulla diffusione futura degli standard e sulla produzione del software compatibile con la tecnologia prescelta⁵;
- 3) le esternalità di rete comportano in generale il verificarsi di inefficienze in termini di mancata realizzazione di surplus del consumatore;
- 4) è generalmente possibile ridurre tali subottimalità mediante l'introduzione di sussidi pigouviani o mediante la definizione di diritti di proprietà sulle tecnologie da parte dei loro produttori⁶.

Nella prossima sezione illustreremo il funzionamento di un modello di base in cui vengono descritti i meccanismi di scelta dei consumatori, dei produttori di software e delle tecnologie, sotto diverse ipotesi sugli insiemi di informazioni a disposizione dei diversi operatori. Nella terza sezione vengono invece derivati i meccanismi di scelta degli standard tecnologici da parte di un'agenzia pubblica che massimizza il surplus del consumatore. In questa sezione vengono calcolati inoltre le differenze, sempre in termini di surplus, tra gli equilibri ottenuti dai consumatori privati e dall'agenzia pubblica e viene discussa la possibilità di attuare un sistema di sussidi pigouviani per ridurre tali differenze. Nella quarta sezione invece viene analizzato il caso in cui, per ridurre tali differenze, viene garantita la definizione di diritti di proprietà sulle tecnologie. La quinta sezione infine riporta i maggiori risultati ottenuti e introduce le estensioni ritenute più interessanti.

2 IL MODELLO DI EASE

2.1 Le principali ipotesi

Assumeremo l'esistenza di due tecnologie, indicate rispettivamente con i simboli * e #, che si differenziano per i valori dei loro costi marginali e prezzi e per la quantità di software o tecnologia compatibile che viene prodotta successivamente ad una loro prima adozione e che influenza l'utilità derivante dall'adozione dell'uno o dell'altro standard per i consumatori di entrambi i periodi.

La componente di domanda del modello è costituita da un insieme di consumatori che rispondono ad aspettative concernenti i prezzi della tecnologia e la disponibilità futura di software. Vi sono due generazioni di consumatori $t=1,2$ con n_t consumatori della tecnologia per ciascun periodo t . I prezzi delle due tecnologie, noti ai consumatori in entrambi i periodi e dati esogenamente, sono p^*_t e $p^{\#}_t$ rispettivamente, mentre $\pi_t = p^*_t - p^{\#}_t$ indica il differenziale di prezzo tra le due tecnologie.

Per quanto riguarda le esternalità di rete, l'utilità ottenuta dai consumatori per l'acquisizione della tecnologia dipende dalla numerosità della rete di consumatori che, al termine dei due periodi, avrà acquisito lo stesso standard e dalla quantità di software che sarà disponibile per l'utilizzo della stessa. L'introduzione di quest'ultima caratteristica e cioè del ruolo delle aspettative concernenti la disponibilità di tecnologia compatibile nel determinare, insieme con la numerosità della rete stessa, i vantaggi relativi di uno standard sull'altro è ciò che maggiormente differenzia il nostro modello da quelli presentati nella recente letteratura sulle esternalità di rete⁷.

Il gioco di cui analizzeremo la struttura è dunque costituito da un primo stadio in cui i produttori delle due tecnologie fissano il prezzo del loro output e i consumatori del primo periodo decidono quale tecnologia acquisire sulla base:

a) delle loro aspettative relative alla proporzione di software compatibile con l'una o l'altra delle due tecnologie e

b) delle previsioni (razionali) concernenti le scelte effettuate dai consumatori del secondo periodo, scelte che dipendono a loro volta dalla quantità di software effettivamente prodotto e dalle scelte dei consumatori del primo periodo, informazioni entrambe disponibili per questi ultimi.

In questo primo stadio assumeremo che i consumatori non siano identici nel senso che le loro aspettative sul comportamento dei produttori di software sono caratterizzate da una distribuzione non uniforme. Inoltre le imprese che producono hardware non dispongono di diritti di proprietà ben definiti sulle stesse e quindi in quel settore non sono presenti barriere all'entrata dovute ad asimmetrie nelle tecnologie di produzione.

Vi è poi un secondo stadio in cui i produttori di software compiono le loro scelte di fornire output compatibile con l'una o l'altra tecnologia. Più in particolare si assume che la produzione di software sia resa compatibile esclusivamente con la tecnologia per cui la maggioranza dei consumatori del primo periodo si attende che sia prodotta una proporzione relativamente superiore del software stesso. A questo proposito può pensarsi che i produttori di software realizzino inchieste di mercato preventive sulle aspettative dei consumatori.

Nel terzo stadio infine i consumatori del secondo periodo decidono quale tecnologia adottare sulla base delle scelte effettuate sia dai consumatori del primo periodo che dai produttori di software.

La soluzione dello schema illustrato è resa possibile dal fatto che i consumatori del primo periodo riconoscono che i consumatori del secondo periodo compiono decisioni ottimali date le decisioni dei consumatori che li precedono e dei produttori. In questo modo è possibile limitarsi alla ricerca di quel sottinsieme di equilibri di Nash cosiddetti perfetti.

3.2 I meccanismi di scelta

Nel secondo periodo i consumatori decidono di adottare la tecnologia x solo se

$$Y(sw(x_1+x_2)) - Y(s(1-w)((n_1+n_2+1))) > w_2, \quad (2.1)$$

ove w è una variabile dicotomica che può prendere i valori 0 o 1 e rappresenta la proporzione della produzione di output che ognuno degli s simmetrici produttori di software rende compatibile con la tecnologia $\#$, k_t e r_t sono rispettivamente il numero dei consumatori che al periodo t scelgono la tecnologia $\#$ o $\$$ e $Y(\cdot)$ è la funzione di utilità dei consumatori opportunamente scontata ove necessario.

Perché una tecnologia possa avere vendite positive nel secondo periodo, i consumatori del primo periodo che l'hanno scelta non devono essere nelle condizioni di adottare quella alternativa nel periodo successivo^e. Per assicurare tale vincolo devono valere contemporaneamente le seguenti condizioni rispettivamente per $\#$ e $\$$

$$Y(sw(k_1+k_2)) - Y(s(1-w)(r_1+r_2+1)) > \pi_2$$

e (2,2)

$$Y(sw(k_1+k_2+1)) - Y(s(1-w)(r_1+r_2)) < \pi_2$$

il che è impossibile perché le funzioni $Y(\cdot)$ sono crescenti in k_t e r_t . In questo schema quindi le due tecnologie non possono sopravvivere contemporaneamente nella fase finale del gioco, ed un solo standard tecnologico si impone nel secondo periodo.

I consumatori del secondo periodo che, per l'ipotesi di informazione completa, conoscono questa condizione di impossibilità modificano le loro condizioni di scelta 2,1 nel modo seguente

$$Y(sw(k_1+n_2)) - Y(s(1-w)(r_1+n_2)) > \pi_2 \quad (2,3)$$

Questa diseguaglianza dice che la tecnologia scelta dalla maggioranza dei consumatori del primo periodo sarà scelta anche nel secondo dalla totalità dei consumatori a meno che il differenziale dei prezzi π_2 sia particolarmente elevato.

A questo punto è necessario tornare al primo stadio per descrivere il modo in cui i consumatori del primo periodo prendono le loro decisioni sotto l'ipotesi che il meccanismo regolante la scelta dei consumatori del secondo periodo e dei produttori di software negli stadi successivi sia noto. Che tali modalità abbiano una rilevante influenza sull'equilibrio finale del gioco è chiaro fin d'ora sulla base del risultato di impossibilità illustrato dall'espressione (2,2).

2.3 Il ruolo delle aspettative.

Le decisioni dei consumatori del primo periodo, oltre che dall'esistenza di differenziali di prezzo, sono guidate dalle aspettative concernenti la quantità di software compatibile che verrà resa disponibile nel secondo stadio. Quest'ultima infatti determina la possibilità effettiva di sfruttare le esternalità di rete. Dato il criterio di decisione adottato dai produttori di software, avere aspettative corrette sulla proporzione di software compatibile con una delle due tecnologie è equivalente ad avere aspettative corrette su come si distribuiscono tali aspettative tra i consumatori del primo periodo. E' infatti sulla base di tale distribuzione che la scelta di w da parte dei produttori di software viene effettuata.⁹

Per semplicità assumiamo che le aspettative sul valore atteso della proporzione di software prodotto compatibile con la tecnologia \ast , $E(w)=z$, siano distribuite secondo una funzione di distribuzione $g(z)$ la cui forma è nota ai consumatori del primo periodo.

In questo caso, date le ipotesi sul comportamento dei consumatori, la proporzione che ritiene che la maggior parte del software sia resa compatibile con la tecnologia \ast è data quindi da

$$\int_{0.5}^1 g(z) dz, \quad (2,4)$$

Essendo la distribuzione $g(z)$ nota, i consumatori del primo periodo sanno se il valore della (2,4) supera o meno 0.5 e quindi possono risalire alla scelta di

compatibilità da parte dei produttori di software e alle decisioni conseguenti prese dai consumatori del secondo periodo.

Quando l'informazione del singolo consumatore è completa sia sulle caratteristiche delle tecnologie che sulle aspettative dell'insieme dei consumatori stessi, il confronto tra le due tecnologie può risultare puramente virtuale quando da un lato tutti i consumatori del primo periodo acquistano la tecnologia per cui la loro maggioranza prevede una produzione relativamente superiore di software compatibile nello stadio successivo del gioco e dall'altro i consumatori del secondo periodo non hanno motivo di modificare le scelte di coloro che li hanno preceduti.

In questo schema diviene così cruciale il comportamento dell'operatore che, in analogia con la letteratura sui beni pubblici, può essere definito consumatore mediano e cioè quel consumatore che si trova in posizione mediana nella distribuzione delle aspettative sulla proporzione di software compatibile con una delle due tecnologie. Infatti tale consumatore gode del privilegio di vedere i produttori di software effettuare le loro scelte di compatibilità sulla base delle sue aspettative concernenti tale variabile.¹⁰

Più in generale comunque i consumatori del primo periodo scelgono tra gli standard valutando anche l'ampiezza dei differenziali di prezzo, per una cui descrizione sintetica è opportuno distinguere due casi:

a) $\pi_2 > 0$ non elevato, I consumatori del secondo periodo seguono le decisioni di quelli del periodo precedente, i quali a loro volta adottano la tecnologia * se si verifica che

$$X(s(n_1+n_2)) > \pi_1$$

oppure

$$X(s(n_1+n_2)) < -\pi_1$$

(2.5)

a seconda che il consumatore mediano abbia aspettative concernenti una maggiore produzione di software compatibile con la tecnologia * o quella #. Ciò è dovuto al fatto che i consumatori del primo periodo confrontano il vantaggio di avere software compatibile per la tecnologia adottata che è pari a

$$Y(s(n_1+n_2))$$

con l'eventuale differenziale di prezzo,

b) $\pi_2 > 0$ elevato, I consumatori del secondo periodo scelgono comunque la tecnologia #, per cui quelli del primo periodo non si uniformano su quello standard solo se

$$Y(s(n_1)) > \pi_1$$

oppure

(2,5)

$$Y(s(n_1+n_2)) < -\pi_1$$

sempre a seconda che il consumatore mediano abbia aspettative concernenti una maggiore produzione di software compatibile con la tecnologia * o #.

E' facile comprendere, sulla base delle condizioni derivate, l'importanza delle aspettative dei consumatori del primo periodo, qui esplicitate mediante l'indicatore sintetico del consumatore mediano, nel definire le caratteristiche degli equilibri raggiunti nel secondo stadio, le cui proprietà in termini di surplus del consumatore saranno indagate nella prossima sezione. Esse sono inoltre centrali nel caso, da noi esaminato in sezione 4, in cui le imprese che producono le tecnologie hanno diritti di proprietà sulle stesse e quindi riescono a internalizzare almeno in parte le esternalità presenti in questo mercato. In tali circostanze infatti, le imprese possono tentare di condizionare, mediante adeguate strategie di fissazione del prezzo e di impegno nell'assicurare un'adeguata quantità di software, le aspettative del consumatore mediano.¹¹

2.4 Incertezza sulle aspettative

Un'assunzione più realistica sull'insieme di informazioni e disposizione dei consumatori del primo periodo è che la distribuzione $g(x)$ non sia loro nota per l'esistenza di una incertezza così radicale sull'evoluzione della tecnologia complementare da impedire la formulazione di aspettative. In questa

eventualità, mentre le decisioni dei consumatori del secondo periodo seguono la stessa logica mostrata in precedenza, l'attenzione dei consumatori del primo periodo si sposta dalla scelta del consumatore mediano, alla sola analisi dei differenziali di prezzo.

Di conseguenza i consumatori del secondo periodo seguono le decisioni di coloro che li precedono e scelgono la tecnologia K se

$$\pi_1 < 0$$

o

(2,7)

$$\pi_1 < -Y(n_2)$$

a seconda che si verifichi il caso a) o b). Le implicazioni, in termini di surplus delle differenze tra (2,7) e (2,5) saranno illustrate nella prossima sezione.

2.5 Alcuni limiti del modello.

In questi esempi e nei casi analoghi che potrebbero essere formulati, si è assunto che la produzione di software dipenda solo dalle aspettative dei consumatori del primo periodo e non dalle aspettative prevalenti nel settore di produzione stesso sui comportamenti dei consumatori che verranno nel periodo successivo. A parziale giustificazione di tale ipotesi vi è da un lato la difficoltà analitica di inserire una interazione tra aspettative di agenti operanti in settori diversi e, dall'altro la considerazione, già sviluppata nell'introduzione, del fatto che nell'adozione di tecnologie caratterizzate da esternalità di network spesso i comportamenti dei consumatori iniziali determinano le scelte tecnologiche nella produzione di componenti compatibili e quindi il prevalere di uno standard sugli altri in competizione.¹²

A conclusione dell'analisi dei comportamenti "positivi" dei consumatori quando non esistono diritti di proprietà ben definiti sulle tecnologie disponibili, occorre notare che non è stato affrontato il problema della subottimalità degli equilibri ottenuti dal mercato, né nel caso di conoscenza completa, né in quello di incertezza sulle aspettative dei consumatori. Soprattutto in quest'ultimo caso tuttavia sembra che il meccanismo prefigurato

per la scelta da parte dei consumatori nel primo periodo possa portare ad una sottovalutazione dei vantaggi collettivi, in termini di surplus del consumatore, derivanti dalle esternalità di rete. Ad un'analisi più approfondita di questo punto sarà dedicata quindi la prossima sezione.

3' ESTERNALITA' DI RETE E ANALISI DI BENESSERE

Supponiamo che, in continuità con le ipotesi formulate nella sezione precedente e in modo da isolare le subottimalità derivanti dalla presenza di esternalità di rete, i prezzi nei due periodi e per le due tecnologie siano uguali ai rispettivi costi marginali di produzione e quindi che esse siano offerte da un settore operante in maniera competitiva. Inoltre da questo punto in poi ci soffermeremo solamente sul caso a) evidenziato nella precedente sezione per non appesantire l'esposizione; dettagli sul caso b) saranno comunque dati in appendice.

I valori del surplus del consumatore calcolati per la tecnologia * quando il software è compatibile rispettivamente con la tecnologia # o # sono

$$W_{**} = (n_1+n_2) Y(s(n_1+n_2)) - p^*n_1 - p^*n_2 \quad (3.1)$$

$$W_{**} = - p^*n_1 - p^*n_2$$

e possono essere derivate in maniera simmetrica per quanto concerne W_{**} .

Poiché il valore di π_2 non è tale da giustificare necessariamente l'adozione dello standard #, dalle espressioni (3.1) si ricava che quest'ultimo è superiore dal punto di vista del surplus del consumatore a quella # se si verifica

$$(n_1+n_2)Y(s(n_1+n_2)) - \pi_1n_1 - \pi_2n_2 > 0 \quad (3.2)$$

$$(n_1+n_2)Y(s(n_1+n_2)) + \pi_1n_1 + \pi_2n_2 < 0$$

a seconda che la produzione di software sia compatibile o meno con tale tecnologia.

Possiamo a questo punto confrontare le decisioni prese dai consumatori che massimizzano l'utilità derivante dall'adozione di uno o dell'altro standard con quelle che prenderebbe un'ipotetica agenzia interessata a massimizzare il surplus del consumatore. Come vedremo i risultati di tale confronto differiscono nettamente tra il caso in cui esiste informazione completa sulla distribuzione $g(z)$ e quello in cui tale informazione non è disponibile.

3.1 Analisi di benessere con informazione completa.

In presenza di informazione completa da parte dei consumatori e dell'agenzia pubblica, quest'ultima deve decidere sulla base dell'espressione (3,2) se $W^{**} > W^{***}$, i consumatori del primo periodo invece decidono di adottare la tecnologia $*$ se sono valide le disequaglianze espresse nella (2,5) rispettivamente nei due casi in cui le aspettative del consumatore mediano privilegiano lo standard $*$ o $\#$.

Nel primo caso, assumendo per semplicità che $n_1 = n_2 = n$, l'agenzia pubblica e i consumatori del primo periodo effettuano la stessa decisione se valgono contemporaneamente le due disequaglianze

$$\pi_1 < 2Y(2sn) - \pi_2$$

e

(3,3)

$$\pi_1 < Y(2sn)$$

dove la prima è la condizione che vale per l'agenzia pubblica e la seconda per i consumatori privati. Quest'ultima è più restrittiva della prima, sotto l'ipotesi di π_2 positivo ma poco elevato, configurando situazioni in cui i consumatori del primo periodo scelgono la tecnologia $*$ che non gode di esternalità di rete quando questa è rifiutata sulla base del criterio del surplus del consumatore. In tali circostanze la perdita massima di benessere, definita dalla divergenza massima tra le valutazioni dell'agenzia pubblica e quelle dei consumatori moltiplicata per il loro numero, è data da $n(Y(2sn) - \pi_2) > 0$.

Nel caso in cui è invece la tecnologia # ad essere software compatibile, i consumatori del primo periodo sceglieranno quella * in accordo con l'agenzia pubblica se le seguenti diseguaglianze si realizzano contemporaneamente

$$-\pi_1 > 2Y(2sn) + \pi_2$$

e

(3,4)

$$-\pi_1 > Y(2sn).$$

In queste circostanze la condizione che vale per i consumatori del primo periodo per scegliere la tecnologia * è meno restrittiva di quella richiesta dall'agenzia pubblica in quanto per i primi è relativamente meno costoso adottare la tecnologia #, che pur non è software compatibile, di quanto non lo sia per l'agenzia pubblica che compie le sue scelte sulla base del surplus del consumatore. La divergenza che ne deriva può condurre a una perdita massima in termini di surplus pari a $n(Y(2sn) + \pi_2)$, superiore quindi a quella rilevata in precedenza perché ora la standardizzazione sulla tecnologia * comporta anche la perdita di benessere derivante dal suo maggiore costo di produzione nel periodo successivo.

Fin qui abbiamo supposto che i consumatori del primo periodo abbiano informazione completa sulla distribuzione $g(z)$ delle aspettative concernenti la compatibilità futura del software prodotto. Sulla plausibilità di tale assunzione si è tuttavia discusso nel paragrafo 2.4 ed è interessante quindi verificare cosa cambia nell'analisi precedente se essa viene indebolita per quanto concerne i consumatori privati ma non l'agenzia pubblica; questo sarà quindi l'oggetto della prossima sottosezione.

3.2 Analisi di benessere con informazione incompleta.

In condizioni di informazione incompleta sulle aspettative relative alla disponibilità futura di software i consumatori del primo periodo preferiscono non adottare lo standard * in accordo con l'agenzia pubblica, nel caso in cui solo quest'ultima è informata del fatto che il software non risulta compatibile con tale standard, se si verifica che

$$\pi_1 < 2Y(2sn) - \pi_2$$

per l'agenzia pubblica e

(3,5)

$$\pi_1 < 0$$

per i consumatori, ove la condizione che vale per questi ultimi è meno restrittiva di quella prevista dall'agenzia pubblica. In queste circostanze la massima inefficienza riscontrabile è pari al doppio di quella realizzata nell'analoga situazione con informazione completa.

Se l'agenzia pubblica è informata del fatto che il software sarà reso compatibile con la tecnologia #, essa adotta lo standard * in accordo con i consumatori del primo periodo al verificarsi delle seguenti condizioni

$$-\pi_1 > 2Y(2sn) + \pi_2$$

per l'agenzia pubblica e

(3,6)

$$-\pi_1 > 0$$

per i consumatori del primo periodo. La seconda condizione è meno restrittiva della prima per cui vi è sottostandardizzazione su # dovuta al fatto che l'agenzia pubblica ritiene ottimale l'adozione di tale standard anche in casi in cui i consumatori del primo periodo scelgono quello alternativo perché non sono a conoscenza della tecnologia su cui ricadono le esternalità di rete, né tengono conto dei differenziali di prezzo nel secondo periodo. La massima divergenza è ancora pari al doppio dell'analogo caso con informazione completa.

Alla luce di questi risultati secondo cui le scelte dei consumatori comportano il verificarsi di divergenze rispetto al criterio di massimizzazione del surplus del consumatore, possiamo sottolineare alcune caratteristiche peculiari del comportamento dei consumatori del primo periodo in termini di analisi del benessere.

In primo luogo, nei casi in cui il differenziale di prezzo nel secondo periodo non è sufficientemente elevato da permettere l'identificazione dello standard adottato nel secondo periodo, la subottimalità deriva dalla tendenza a standardizzare in eccesso sulla tecnologia non caratterizzata da esternalità di rete, perché privo di software compatibile, rispetto alle circostanze ritenute ottime da parte dell'agenzia pubblica.

In secondo luogo, come mostrato in appendice, questo risultato si inverte quando il differenziale di prezzo nel secondo periodo è sufficientemente elevato da determinare lo standard adottato in tale periodo. In tali circostanze si verifica una tendenza alla sottostandardizzazione da parte dei consumatori del primo periodo se il software è compatibile con la tecnologia standard in quello successivo mentre essa non si verifica o ha un andamento opposto se tale compatibilità è rovesciata. Un simile comportamento configura una insufficiente internalizzazione delle esternalità di rete da parte dei consumatori del primo periodo.

In terzo luogo le perdite massime di surplus si realizzano in presenza di informazione incompleta sulle scelte di compatibilità dei produttori di software, circostanza in cui si è supposto che i consumatori del primo periodo non tengano in alcun conto le esternalità di rete che dipendono dalla reperibilità di tale software.

Infine, nei casi caratterizzati da informazione incompleta sulla compatibilità del software, le tendenze verso la sovra o sottostandardizzazione di cui al primo e secondo punto sono confermate benché, come sottolineato nel punto precedente, le perdite massime di efficienza risultano maggiori nelle diverse circostanze analoghe esaminate.

Sulla base di queste notazioni, diviene ora interessante analizzare la possibilità di introdurre correttivi ai meccanismi di scelta dei consumatori delle due tecnologie in modo da eliminare le molteplici subottimalità evidenziate.

3.3 Svasidi ricopriani e diritti di proprietà

Si è notato nella sezione precedente che i consumatori di entrambi i periodi tendono ad adottare la tecnologia che garantisce i maggiori vantaggi in termini di prezzo di acquisto trascurando, in diversa misura, a seconda delle diverse condizioni nell'informazione e nei differenziali di prezzo, la presenza di esternalità di rete nell'acquisizione delle tecnologie. Per risolvere le inefficienze riscontrate, tre sono le direzioni più studiate all'interno della letteratura teorica:

1) introduzione di obbligo all'adozione dello standard ritenuto superiore sulla base dell'informazione e discussione dall'agenzia pubblica, obbligo garantito da opportune misure legislative. Questo caso tuttavia non sarà qui sviluppato da un lato per la difficoltà di indebolire l'assunzione forte di informazione completa da parte dell'operatore pubblico senza complicare eccessivamente il modello e dall'altro perchè i costi e i vantaggi di realizzare tale obbligo con informazione completa possono essere dedotti semplicemente seguendo l'analisi del periodo precedente¹³;

2) creazione di un sistema di sussidi pigouviani all'adozione dello standard ritenuto superiore in presenza o meno di vincoli di bilancio e di informazione incompleta. Della realizzazione di un tale sistema ci occuperemo nel corso di questo paragrafo;

3) protezione dei diritti di proprietà sulle tecnologie introdotte dai produttori di hardware i quali grazie al possibile sfruttamento delle esternalità di rete esistenti e alla plausibile maggiore informazione sulle caratteristiche degli standard proposti, possono risolvere almeno in parte le inefficienze riscontrate nel caso in cui non vi sono barriere alla produzione degli standard. L'analisi di benessere in questi casi sarà svolta nella sezione successiva.¹⁴

In questa sezione analizzeremo dunque i casi in cui vi è convenienza a realizzare un sistema di sussidi pigouviani che permettano di ridurre le perdite di surplus del consumatore che si verificano sulla base dei meccanismi di scelta posti in atto dai consumatori. Nel proseguo assumeremo che l'agenzia pubblica conosca la distribuzione delle aspettative da parte dei consumatori sebbene non conosca le aspettative dei singoli consumatori se non nella misura in cui esse sono rivelate dai loro comportamenti effettivi. Questo è in analogia con il tradizionale approccio pigouviano in economia pubblica, ma contiene due assunzioni che occorre rendere esplicite.

In primo luogo viene assunto che per qualche ragione non è possibile realizzare un meccanismo che permetta di conoscere le aspettative dei consumatori e quindi di calcolare un'allocazione ottima in senso paretiano. Inoltre viene assunto che non vi sono costi per raccogliere informazioni sulla distribuzione delle aspettative tra i consumatori.¹⁵

Da queste ipotesi consegue che l'agenzia pubblica non può che realizzare un sussidio cosiddetto anonimo e cioè un sussidio che dipende dal numero dei consumatori che scelgono l'una o l'altra tecnologia e dal fatto che il particolare consumatore adotti o l'una o l'altra ma non dalla struttura di preferenze espressa dai diversi consumatori.

Più in particolare per derivare i diversi possibili meccanismi di sussidiazione dei diversi standard assumeremo condizioni di informazione completa sulla compatibilità del software perché l'introduzione di informazione incompleta non muta il segno delle inefficienze indagate.

Con software compatibile con * per evitare che il valore di π_1 si trovi nell'intervallo in cui vi è divergenza tra scelte private e pubbliche in tema di scelta degli standard, in questo caso pari a

$$2Y(2sn) - \pi_2 > \pi_1 > Y(2sn), \quad (3.7)$$

L'agenzia pubblica può imporre un sistema di sussidi tale da invertire la prima disuguaglianza e quindi ovviare alla sovrestandardizzazione sulla tecnologia # che comporta un surplus inferiore in accordo con l'espressione (3.3). Confrontando tali condizioni con le (3.7) è infatti immediato verificare che solo nel caso di $W^{**} > W^{***}$ esse sono compatibili. Ne deriva che l'agenzia pubblica determina il sistema di sussidi in modo da soddisfare

$$2Y(2sn) - \pi_2 - \pi_1 + b^*_1 + b^*_2 < 0$$

ove $b^*_1 < 0$ e $b^*_2 > 0$ e il confronto virtuale concerne la tecnologia #, la quale non viene adottata in nessuno dei due periodi. Poiché si aumentano le esternalità di rete per i consumatori della tecnologia *, è tuttavia possibile mantenere il bilancio dell'agenzia pubblica in pareggio ponendo sussidi negativi sull'adozione della tecnologia # nel secondo periodo e ottenendo un incremento di surplus complessivo se

$$b^*_1 \alpha_1 + b^*_2 \alpha_2 = 0$$

$$\pi_1 + b^*_1 + b^*_2 < 2Y(2sn) - \pi_2$$

dove $b^*_1 < 0$, $b^*_2 > 0$, per semplicità $n_1 = n_2 = n$, e sotto l'ipotesi che $2Y(2sn) > \pi_2 + b^*_2$ e cioè che i consumatori del secondo periodo continuano ad adottare la tecnologia # anche dopo l'introduzione del sussidio negativo a tale adozione.

Quando invece il software è compatibile con la tecnologia # non vi è divergenza tra le decisioni di adozione pubbliche e private se valgono le seguenti disequaglianze

$$\pi_2 + 2Y(2sn) > -\pi_1 > Y(2sn) \quad (3,9)$$

ove la prima disequaglianza configura il caso in cui lo standard # viene adottato in entrambi i periodi e la seconda il viceversa. In questo caso, per evitare la sottostandardizzazione nella tecnologia #, l'agenzia pubblica sceglie di invertire la prima disequaglianza della (3,9), definendo un sistema di sussidi tale che

$$\pi_1 + b^*_1 + b^*_1 + 2Y(2sn) + \pi_2 < 0 \quad (3,10)$$

ove questa volta $b^*_1 < 0$ e $b^*_1 > 0$ e il confronto virtuale riguarda la tecnologia # la quale non viene adottata in nessuno dei due periodi. Il bilancio dell'agenzia pubblica può ancora essere mantenuto in pareggio ponendo sussidi negativi sull'adozione della tecnologia # nel secondo periodo e ottenendo un incremento nel surplus del consumatore se

$$b^*_1 n_1 + b^*_2 n_2 = 0$$

(3,11)

$$\pi_1 + b^*_1 + b^*_2 < \pi_2 + 2Y(2sn)$$

con $b^*_1 < 0$, $b^*_2 > 0$, e sotto l'ipotesi che $2Y(2sn) + \pi_2 + b^*_2 > 0$ e cioè che i consumatori del secondo periodo continuano ad adottare la tecnologia # anche dopo l'introduzione del sussidio negativo a tale adozione.

L'analisi della possibilità di realizzare sussidi pigouviani per ridurre le inefficienze messe in luce nelle precedenti sezioni ha permesso di evidenziare le principali caratteristiche che tali sistemi devono possedere per realizzare la finalità proposte.

In primo luogo, in ogni circostanza in cui sussistono subottimalità e sotto l'ipotesi di informazione completa, è possibile attuare sussidi tali da realizzare incrementi di benessere complessivo.

Inoltre l'agenzia pubblica definisce sussidi positivi per l'adozione di quelle tecnologie per cui vi è disponibilità di software, perché l'ampliamento della loro rete consente un effettivo sfruttamento di esternalità positive non considerate dai consumatori privati.

Infine opportuni sistemi di sussidi non solo permettono di sfruttare le esternalità dovute alla presenza di software compatibile, ma generalmente portano ad una standardizzazione nell'adozione delle tecnologie tra i due periodi considerati aumentando le dimensioni delle esternalità realizzabili.

Tuttavia l'analisi proposta in questo paragrafo è vincolata all'ipotesi forte che l'agenzia pubblica oltre ad avere informazione completa sulla compatibilità degli standard conosca anche perfettamente i meccanismi di scelta dei consumatori in ciascun periodo e i differenziali di prezzo. Se si indeboliscono tali assunzioni sulle possibilità dell'operatore pubblico di raccogliere e gestire in modo ottimale quell'insieme di informazioni, oppure se si ammette che la funzione obiettivo dell'agenzia non sia quella di massimizzare il surplus del consumatore, lo schema di sussidi pigouviani illustrato perde gran parte del suo interesse. Come si è sottolineato in apertura di paragrafo esiste tuttavia un modo alternativo di internalizzare le esternalità di rete che non dipende né dalle capacità né dalle finalità dell'operatore pubblico ma consiste piuttosto nel garantire lo sfruttamento dei diritti di proprietà sulle tecnologie per i loro produttori. A tale soluzione sarà dedicata la prossima sezione.

4 DIRITTI DI PROPRIETA' E STRATEGIE DI PREZZO

La possibilità di internalizzare le esternalità da parte delle imprese produttrici passa attraverso la loro capacità di fissare il prezzo delle loro tecnologie al di sotto dei costi marginali nel primo periodo in modo da ampliare la rete che fa capo ad un determinato standard per poi sfruttare una rendita monopolistica nel periodo successivo. La condizione necessaria perchè ciò avvenga è data dalla possibilità di disporre in maniera privatistica della produzione delle tecnologie stesse, ad esempio mediante l'esistenza di brevetti e patenti. Inoltre, i risultati della presenza di tali brevetti variano in misura notevole a seconda che solo una tecnologia o entrambe siano caratterizzate da diritti di proprietà ben specificati. In questa sezione tuttavia prenderemo in esame esclusivamente il caso in cui per una sola tecnologia esistono tali diritti.¹⁶

Per mostrare la possibilità di attuare una fissazione strategica del prezzo prendiamo il caso in cui si verifichi $\alpha_1 = c^*_1 - c^{**}_1 < 0$, $\alpha_2 = c^*_2 - c^{**}_2 < 0$ cioè minori costi marginali per la tecnologia # in entrambi i periodi ed una distribuzione delle aspettative $g(z)$ tale per cui i produttori di software decidono di rendere compatibile il loro output con la tecnologia #. Inoltre si assume che la tecnologia #, sia coperta da brevetti a disposizione di una sola impresa e che il differenziale tra i costi nel secondo periodo non sia tale da determinare l'adozione automatica dello standard # da parte dei consumatori del secondo periodo. In questo caso il produttore della tecnologia # ha un incentivo a fissare il prezzo del proprio output al di sotto del costo - mentre i produttori dello standard # sono sempre caratterizzati dall'uguaglianza tra prezzo e costo marginale - per cercare di realizzare vendite positive nel primo periodo le quali, costituendo una rete tecnologica che aumenta i benefici dell'acquisto di tale tecnologia per il consumatore del secondo periodo, possono consentire la definitiva standardizzazione dei consumatori sulla propria tecnologia. Se il produttore della tecnologia # determina il prezzo nei due periodi nel modo seguente

$$p^{**}_1 = p^*_1 - (\epsilon(n_1+n_2))$$

(4.1)

$$p^{**}_2 = p^*_2 + (\epsilon(n_1+n_2)) - \epsilon$$

ove ϵ è un numero positivo piccolo a piacere e in modo che i profitti complessivi

$$\bar{\pi}_* = n_1(x_1 + Y(s(n_1+n_2))) + n_2(Y(s(n_1+n_2))) + x_2 \quad (4.2)$$

siano positivi, tale tecnologia diventa lo standard per i consumatori di entrambi i periodi, date le ipotesi sui differenziali di costo nel secondo periodo. In questo caso il prezzo della tecnologia # nel primo periodo può ben essere inferiore al suo costo marginale in quanto la presenza di consumatori del primo periodo che acquistano tale tecnologia aumenta l'utilità della stessa per i consumatori del periodo successivo, il che assicura un aumento dei profitti complessivi tra i due periodi. D'altro canto il produttore di # può poi applicare prezzi ben al di sopra del costo marginale nel periodo successivo realizzando profitti positivi e quindi superiori a quelli ottenibili nel caso di fissazione del prezzo in maniera non strategica.

Una simile strategia non può tuttavia essere attuata facendo scendere il prezzo sotto al costo marginale nel secondo periodo perché il produttore di # non può impegnarsi in maniera credibile nei confronti dei consumatori del primo periodo per quanto concerne una vendita sussidiata di tale tecnologia nel periodo successivo.

E' importante notare a questo punto le implicazioni dell'esempio presentato. Esso infatti chiarisce la possibilità che la tecnologia contraddistinta da costi marginali superiori in entrambi i sottoperiodi sia adottata da tutti i consumatori perché i diritti di proprietà su di essa rendono vantaggioso per i suoi produttori l'attuazione di strategie di fissazione del prezzo al di sotto del costo marginale nel primo periodo. Ne consegue che i produttori della tecnologia adottata garantiscono lo sfruttamento delle esternalità di rete che possono andare perdute nei casi in cui non esistono diritti di proprietà su nessuna delle tecnologie, ma d'altro canto possono indurre costi sociali altrettanto elevati imponendo una standardizzazione *de facto*.

Questo esempio sottolinea quindi la necessità di garantire, laddove tecnicamente possibile, la standardizzazione sulla tecnologia caratterizzata da

inferiori costi marginali, ad esempio mediante la produzione di software compatibile con esso da parte di un'agenzia pubblica. Cautele per quanto concerne le modalità di tale intervento sono comunque necessarie considerando l'esistenza di incertezza *ex ante* sulle caratteristiche delle tecnologie coinvolte e la plausibile impossibilità di acquisire sufficienti informazioni ad esse relative, per tralasciare la possibilità che l'agenzia pubblica abbia funzioni obiettivo non connesse alle definizioni di benessere sopra elencate.

5 CONCLUSIONI

Abbiamo mostrato che, quando l'adozione di tecnologie che generano esternalità di rete dipende dalle aspettative sulla reperibilità futura di software, si verificano subottimalità in termini di surplus del consumatore. Inoltre tali inefficienze sono risultate inversamente proporzionali alla consistenza degli insiemi di informazioni e disposizione dei consumatori sulla reperibilità futura di tale software. Più in particolare si è riscontrata sottostandardizzazione nelle tecnologie caratterizzate da esternalità di rete e al contrario sovrastandardizzazione in quelle per cui non sussiste reperibilità di software.

Sono state analizzate due principali soluzioni a queste inefficienze: l'introduzione di sussidi pigouviani e la creazione di diritti di proprietà sulle tecnologie. Per quanto riguarda i primi si è dimostrata la generale possibilità di incrementare il surplus complessivo rispetto ai casi precedenti, sfruttando completamente le esternalità derivanti dalla presenza di software compatibile, e rimediando alla sottostandardizzazione prevalente in assenza di tali sussidi.

Nel caso in cui sono stati introdotti diritti di proprietà si è verificato che la possibilità di internalizzare le esternalità da parte della impresa produttrice è data dalla capacità di fissare il prezzo delle loro tecnologie al di sotto dei costi marginali nel primo periodo in modo da ampliare la rete che fa capo ad un determinato standard. In queste circostanze si è tuttavia riscontrata la possibilità che la tecnologia contraddistinta da costi marginali superiori sia adottata in entrambi i periodi.

Numerose sono le possibili estensioni dell'analisi qui presentata. In primo luogo è possibile inserire la trattazione del caso di incertezza ex ante sulle caratteristiche degli standard in competizione in modo da introdurre l'analisi della sostituzione intertemporale. E' plausibile infatti che, di fronte ad una situazione di incertezza sui costi futuri delle due tecnologie, molti consumatori decidano di posticipare le loro decisioni di adozione. Inoltre in tali circostanze il ruolo dell'operatore pubblico potrebbe essere quello di garantire la varianza ottimale delle soluzioni tecniche alternative per evitare che quelle più efficienti vengano espulse dal mercato nelle prime fasi della competizione.

Un'ulteriore estensione consiste nell'introdurre la possibilità, per le imprese che detengono i diritti di proprietà sugli standard tecnologici, di impegnarsi direttamente nella produzione di software in modo da garantire ai loro clienti la reperibilità di tale software. Questa estensione è particolarmente interessante perchè sembra consentire alle imprese considerate di impegnarsi in maniera credibile alla fissazione di prezzi al di sotto dei costi marginali anche nel secondo periodo, arricchendo così notevolmente la struttura del modello.

NOTE

* Dipartimento di Scienze Economiche, Università di Bologna.

Desidero ringraziare i proff. S. Zamagni e C. D'Adda per aver commentato precedenti stesure di questo lavoro, M. Mariotti ed E. Agliardi per numerose discussioni sul ruolo delle esternalità nel lavoro teorico. I soliti caveat sono di rigore.

1) Katz e Shapiro (1985) forniscono una classificazione piuttosto esauriente delle possibili applicazioni delle esternalità di rete alla letteratura di economia industriale. In particolare tali autori analizzano un modello di oligopolio statico in cui le decisioni di compatibilità delle imprese produttrici di hardware sono le variabili strategiche.

- 2) In realtà l'obiettivo principale del lavoro di David, più che nel fornire uno spunto per ulteriori ricerche di storia economica sugli stadi iniziali dello sviluppo di una tecnologia, consiste nel mostrare un meccanismo economico di allocazione delle risorse il cui equilibrio finale dipende non solo dalle condizioni iniziali ma anche dalla sua evoluzione nel tempo. Secondo tale autore questi fenomeni, oltre ad essere piuttosto generali, costituiscono un necessario punto di incontro tra la disciplina storica e l'analisi teorica.
- 3) Ancora David (1988) enfatizza la necessità di modellare esplicitamente le prime fasi della competizione oligopolistica con particolare riferimento al ruolo svolto da effetti di reputazione o dalla presenza di aspettative concernenti gli sviluppi della domanda o della tecnologia.
- 4) Per dipendenza dalla storia passata "in senso debole" si intende che l'equilibrio raggiunto dal sistema dipende dai valori delle variabili di stato all'inizio del periodo considerato e non dal sentiero temporale da loro seguito. Per ulteriori chiarimenti si veda David (1985).
- 5) Un contributo sulle relazioni economiche che determinano la chiusura di un sistema produttiva all'interno di uno standard tecnologico è quello di Arthur (1986).
- 6) Per un'analisi complessiva dei sussidi pigouviani in questo contesto si veda Dybvig e Spatt (1983).
- 7) Si confrontino i lavori citati in bibliografia di Katz e Shapiro e quello di Farrell e Saloner (1985).
- 8) Una dimostrazione di questo risultato è stata ottenuta originariamente da Katz e Shapiro (1986b).

- 9) L'ipotesi che w sia dicotomica è senz'altro piuttosto forte; d'altro canto essa è necessaria per esprimere l'influenza delle aspettative dei consumatori del primo periodo sulle decisioni dei produttori di software.
- 10) Non abbiamo ritenuto di approfondire l'analogia con la letteratura di economia pubblica introducendo comportamenti strategici da parte dei produttori di software in modo da modificare la distribuzione $g(z)$. Può essere tuttavia interessante analizzare le implicazioni dell'esistenza di *commitment* da parte di tali imprese sul modo in cui i consumatori del primo periodo prendono le loro decisioni.
- 11) Uno dei pochi interventi pubblici univocamente positivi in termini di surplus del consumatore potrebbe essere quello di garantire la disponibilità di software compatibile con diversi standard allo scopo di evitare che quelli più efficienti siano esclusi dalla competizione in una prima fase. Al proposito si veda David (1986).
- 12) Arthur (1989) mostra come fenomeni di questo tipo si siano verificati di frequente anche nel recente passato.
- 13) Un'estensione interessante di questo problema è data dall'introduzione di asimmetrie informative tra imprese private e agenzia pubblica nella produzione di quello che può essere considerato un bene pubblico intermedio. Un'analisi preliminare di tale problema è sviluppata in Groves e Loeb (1975).
- 14) Una recente esposizione dei vantaggi della soluzione ai problemi dovuti alla presenza di esternalità, basata sulla ridefinizione dei diritti di proprietà, si può trovare nel lavoro di Coase (1988).
- 15) Questo tipo di meccanismo è studiato tra gli altri da Groves (1975).

16) Katz e Shapiro (1986b) analizzano anche il caso in cui due standard sono entrambi sponsorizzati, mostrando che anche in tali circostanze vi può essere standardizzazione sulla tecnologia meno efficiente.

BIBLIOGRAFIA

Arthur B., "Competing Technologies and Lock-in by Historical Small Events", *Policy Papers*, Stanford University, Center for Economic Policy Research, 1985.

Arthur B., "Competing Technologies: an Overview", in Dosi G. et al. (a cura di), "Technical Change and Economic Theory", London, 1988.

David P.A., "Clio and the Economics of: QWERTY", *American Economic Review Papers and Proceedings*, 75, pp. 332-37, 1985.

David P.A., "Some new Standards for the Economics of Standardization", *Policy Papers*, Stanford University, Center for Economic Policy Research, 1986.

David P.A., "The Future of Path-dependent Equilibrium Economics", *Policy Papers*, Stanford University, Center for Economic Policy Research, 1988.

Dybvig P.H., Spatt C.S., "Adoption Externalities as Public Goods", *Journal of Public Economics*, 20, pp.231-247, 1983.

Farrell J., Saloner G., "Standardization, Compatibility and Innovation", *Rand Economic Journal*, 16, pp.70-83, 1985.

Groves T., "Information, Incentives and the Internationalization of Production Externalities", in Bin L. (a cura di), "Theory and Measurement of Economic Externalities", New York, 1976.

Groves T. e Loeb M.L., "Incentives and Public Inputs", *Journal of Public Economics*, 4, pp.211-225, 1976.

Katz M.L., Shapiro C., "Network Externalities, Competition and Compatibility", *American Economic Review*, 75, pp.424-440, 1985.

Katz M.L., Shapiro C., "Technology Adoption in the Presence of Network Externalities", *Journal of Economic Policy*, 24, pp.822-841, 1986a.

Katz M.L., Shapiro C., "Product Compatibility Choice in a Market with Technological Progress", *Oxford Economic Papers*, 47, pp.147-166, 1986b.

Salop S.C., "Monopolistic Competition with Outside Goods", *Bell Journal of Economics*, 10, pp.141-156, 1979.

APPENDICE

In questa appendice sono illustrati alcuni risultati concernenti il caso in cui l'adozione della tecnologia # nel secondo periodo è assicurata dalla presenza di un differenziale di prezzo $m_2 > 0$ sufficientemente elevato.

A.1 Analisi di benessere.

La scelta del consumatore del primo periodo può portare alla standardizzazione sulla tecnologia #, oppure alla scelta della tecnologia * nel primo periodo. In quest'ultima ipotesi il surplus del consumatore può essere espresso come

$$W_{**} = n_1 Y(s(n_1)) - p^* n_1 - p^* n_2 \quad (A.1.1)$$

$$W_{**} = n_2 Y(s(n_2)) - p^* n_1 - p^* n_2$$

a seconda che vi sia produzione di software compatibile con la tecnologia * o #. Sulla base delle espressioni (3.1), (3.2) e (A.1.1) la scelta dello standard #, suo essere preferibile dal punto di vista del surplus del consumatore se si verifica che

$$Y(s(n_1)) > \pi_1$$

(A.1.2)

$$- (n_1+n_2)Y(s(n_1+n_2)) > n_1\pi_1$$

ancora a seconda che il software sia compatibile con lo standard # o #.

Nella prima eventualità, con informazione completa e assumendo per semplicità $n_1=n_2=n$, l'agenzia pubblica sceglie di non standardizzarsi sulla tecnologia # se vale

$$\pi_1 < Y(sn)$$

(A.1.3)

e cioè sotto le stesse condizioni che giustificano tale scelta da parte dei consumatori del primo periodo. Ciò si verifica perché non sussistono esternalità nell'adozione della tecnologia #, benché essa sia lo standard nel secondo periodo, in quanto il software non è compatibile con #.

Quando invece il software è compatibile con la tecnologia # vi sarà convergenza nello scegliere # se valgono contemporaneamente

$$-\pi_1 > 2Y(2sn) - Y(sn)$$

per l'agenzia pubblica e

(A.1.4)

$$-\pi_1 > Y(2sn)$$

per i consumatori del primo periodo. Vi è quindi possibilità di sottostandardizzazione nella tecnologia # con una perdita di efficienza massima pari a $n(Y(2sn))$.

Il caso di informazione incompleta non presenta differenze sostanziali rispetto al caso analogo illustrato nel testo e non sarà quindi analizzato in dettaglio.

A.2 Lussidi ricopriani.

Con software compatibile con # non è necessario introdurre alcun sistema di sussidi perché non vi è divergenza tra i meccanismi di scelta degli

operatori privati e pubblici. Nel caso contrario, per evitare le perdite di surplus che si verificano quando π_1 si trova nell'intervallo di valori

$$2Y(2sn) - Y(sn) > -\pi_1 > Y(2sn), \quad (A.2.1)$$

in analogia con il caso illustrato nel testo, l'agenzia pubblica determina i sussidi all'adozione della tecnologia in modo da invertire la seconda disegualianza nella (A.2.1)

$$-\pi_1 + b^*_1 + b^*_2 < Y(2sn)$$

ove $b^*_1 > 0$, $b^*_2 < 0$. Il bilancio dell'agenzia pubblica può rimanere in pareggio, ottenendo una riduzione nella perdita di surplus, mediante sussidi negativi sull'adozione della tecnologia # nel secondo periodo

$$b^*_1 n_1 + b^*_2 n_2 = 0$$

e

(A.2.2)

$$2Y(2sn) - Y(sn) + b^*_1 + b^*_2 > -\pi_1$$

con $b^*_1 < 0$, $b^*_2 > 0$ e sotto l'ipotesi che $2Y(2sn) - Y(sn) > -\pi_2 + b^*_2$.