

# Analisi economica dell'impatto tecnologico

*[Economic Analysis of Technological Impact]*

Mario Coccia

*(Ceris-Cnr, Italia e Max-Planck Institute of Economics, Iena, Germania)*

National Research Council of Italy, Ceris-Cnr  
Via Real Collegio, 30  
10024 Moncalieri (To) – Italy  
Tel.: +39.011.6824.925; Fax: +39.011.6824.966; email: [m.coccia@ceris.cnr.it](mailto:m.coccia@ceris.cnr.it)

ABSTRACT. This research presents the scale of innovative intensity (SIIN) based on a meta-taxonomy that subsume other, less comprehensive taxonomy. The scale is used for a theoretical framework of measurement –*technometrics*– based on the economic impact of the technological change on the economic system. The technological impact can have positive and negative externalities for society and this is important to compute the Net Social Utility of the technology for adopters and economic and social environment. The theory is applied on the technology catalytic muffler, agricultural mechanisation and aircraft technology and the results show as these innovations have different degree of intensity according to their economic impact on the geo-economic system.

KEYWORDS: Technometrics, Technological Change, Innovation Intensity, Economic Impact, Innovation Patterns, Utility of Technology

JEL CODES: D00, L20, O10, O30, O33

RINGRAZIAMENTI. Pur essendo il solo responsabile degli errori ed omissioni riscontrabili nel testo, sento di dover ringraziare per i loro utili consigli scientifici e commenti: Cristiano Antonelli (Università di Torino), Daniele Archibugi (London School of Economics e Cnr di Roma), Fabrizio Erbetta (Università del Piemonte Orientale di Novara), Franco Malerba (Università Bocconi), Secondo Rolfo (Ceris-Cnr di Torino), Giorgio Sirilli (Cnr di Roma), Giampaolo Vitali (Ceris-Cnr di Torino) e due anonimi referees. Ringrazio inoltre i partecipanti delle conferenze: “Canadian Economic Theory Conference”, tenuta alla McGill University in Montreal, Canada; “The DRUID Conference on industrial dynamics, innovation and development”, tenuta a Copenaghen in Danimarca; “The EU-US Scientific seminar on new technology foresight, forecasting & assessment methods”, tenuta a Seville in Spagna, e lo staff del Max-Planck-Institute of Economics (Jena, Germania) per le loro osservazioni e gli utili suggerimenti.

WORKING PAPER CERIS-CNR  
Anno 8, N° 3 – 2006  
Autorizzazione del Tribunale di Torino  
N. 2681 del 28 marzo 1977

*Direttore Responsabile*  
Secondo Rolfo

*Direzione e Redazione*  
Ceris-Cnr  
Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo  
Via Real Collegio, 30  
10024 Moncalieri (Torino), Italy  
Tel. +39 011 6824.911  
Fax +39 011 6824.966  
[segreteria@ceris.cnr.it](mailto:segreteria@ceris.cnr.it)  
<http://www.ceris.cnr.it>

*Sede di Roma*  
Istituzioni e Politiche per la Scienza e la Tecnologia  
Via dei Taurini, 19  
00185 Roma, Italy  
Tel. 06 49937810  
Fax 06 49937884

*Sede di Milano*  
Dinamica dei Sistemi Economici  
Via Bassini, 15  
20121 Milano, Italy  
tel. 02 23699501  
Fax 02 23699530

*Segreteria di redazione*  
Maria Zittino e Silvana Zelli  
[m.zittino@ceris.cnr.it](mailto:m.zittino@ceris.cnr.it)

*Distribuzione*  
Spedizione gratuita

*Fotocomposizione e impaginazione*  
In proprio

*Stampa*  
In proprio

Finito di stampare nel mese di August 2006

Copyright © 2006 by Ceris-Cnr

All rights reserved. Parts of this paper may be reproduced with the permission of the author(s) and quoting the source.  
Tutti i diritti riservati. Parti di questo articolo possono essere riprodotte previa autorizzazione citando la fonte.

## INDICE

INTRODUZIONE.....	7
1. TEORIA.....	7
2. SCALA DELL'INTENSITÀ INNOVATIVA: UNA GRADUAZIONE DELL'INTENSITÀ DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO.....	8
2.1 <i>Esempio</i> .....	10
3. TEORIE SULLA MISURAZIONE DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO.....	12
4. MISURAZIONE DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO, IMPATTO ED ESTERNALITÀ TECNOLOGICHE.....	12
5. APPLICAZIONE DELL'APPROCCIO TEORICO.....	16
5.1 <i>La misurazione dell'impatto economico della tecnologia delle marmitte catalitiche</i> .....	16
5.2 <i>La misurazione dell'impatto economico della meccanizzazione agricola in Italia</i> .....	19
5.3 <i>La misurazione dell'impatto economico della tecnologia aerea negli USA</i> .....	20
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	23
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	25
WORKING PAPER SERIES (2006-1993).....	I-VI

## INTRODUZIONE

**IL** cambiamento tecnologico assume nell'attuale era telematica (Shapiro e Varian, 1999) e molecolare (Linstone, 2004) un'importanza fondamentale per vari campi fra cui la politica economica ed industriale, il trasferimento tecnologico, il *technological forecasting* e così via. Nel campo della *research policy* un problema centrale è quello di sviluppare una serie di tecnologie attraverso un'accurata analisi dei futuri risultati attesi. In generale, nella politica economica esplicite misure del cambiamento tecnologico hanno importanti implicazioni per meglio indirizzare la crescita economica, studiare il comportamento dei consumatori, analizzare il commercio internazionale e valutare le politiche economiche. La misurazione dell'innovazione tecnologica è un punto chiave nella previsione e gestione di innovazioni di prodotto e processo, ed è per gli economisti uno dei problemi più difficili da analizzare a causa delle molte variabili in gioco. In ogni caso non si può iniziare a prendere decisioni sulla tecnologia se non la si comprende. E non si può iniziare a comprenderla fino a quando non la si misura (Souder e Shrivastava, 1985). Il presente lavoro di fronte a tali problematiche che rientrano nella sfera della *technometrics* (teoria per la misurazione dell'innovazione tecnologica) cerca di rispondere a due domande. *Il primo quesito* che mi sono posto è stato quello di sintetizzare le innumerevoli denominazioni di innovazioni esistenti nella letteratura economica in una più semplice che si basi sull'impatto economico generato dall'innovazione sull'ambiente geo-economico. Dopo aver trovato questo comune denominatore, un *ulteriore quesito*, è stato se fosse possibile costruire un indicatore che quantifica questo impatto e ordina le innovazioni con gradi crescenti di intensità. In quest'ottica, un'innovazione tecnologica appare come uno shock di intensità variabile, ad un equilibrio preesistente, shock che si propaga come i terremoti, da un epicentro che in questo caso è il luogo (economico, non geografico) ove il cambiamento si è inizialmente manifestato. Propagandosi, lo shock altera tutta una serie di altri equilibri già presenti. Lo scopo è di proporre una ben strutturata tassonomia del-

le innovazioni che consenta di classificare sia lo shock iniziale sia quelli secondari, analogamente a quanto fa la scala di Mercalli, e misuri l'impatto economico con una magnitudo che richiama quella di Richter utilizzata per i fenomeni tellurici.

Il lavoro sarà presentato in due parti: la prima riguarda la tassonomia del cambiamento tecnologico, la seconda invece la metrica del medesimo.

## 1. TEORIA

Le scuole di pensiero che si confrontano nell'analisi delle caratteristiche e determinanti del cambiamento tecnologico sono due: *i neoclassici e gli evolutivi* (Arrow, 1962; Stoneman, 1983; Sutton, 1991; Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1982; 1988; Nelson, 1995). I neoclassici pongono l'attenzione sull'equilibrio del sistema economico, mentre gli evolutivi sono più interessati a situazioni del sistema economico al di fuori dell'equilibrio. I primi pongono l'attenzione sia all'aspetto dinamico, sia statico, mentre gli evolutivi sono più interessati ai processi di innovazione, generazione di varietà e selezione. Questi ultimi sono attenti alla fase di transizione, mentre i primi sono poco interessati ai processi di aggiustamento verso l'equilibrio. All'interno di questi due approcci diverse sono state le tipologie di innovazione individuate e analizzate.

Garcia e Calantone (2002) sostengono che le innovazioni sono frequentemente classificate in tassonomie come mezzo per identificare le loro caratteristiche innovative ed il grado di innovatività. Infatti, le differenti prospettive che possono essere adottate per analizzare l'intensità e la significatività del cambiamento tecnologico nelle due scuole di pensiero suddette, sono (Durand, 1992): 1) *Input tecnologico*: novità tecnica o merito scientifico; 2) *Percezione del mercato*: novità del mercato e nuove funzioni proposte ai consumatori; 3) *Output strategico*: impatto sulla posizione competitiva delle imprese.

Dopo i contributi pionieristici di Schumpeter (1911; 1939), secondo il quale la conoscenza tecnica è accumulata sia mediante le invenzioni, sia mediante le innovazioni, il filone neo-

tecnologico ha distinto il cambiamento tecnologico in diversi modi fra cui: innovazioni migliorative e fondamentali (Mensch, 1979), incrementali e discrete (Priest e Hill, 1980), minori e maggiori (Archibugi e Santarelli, 1989) e così via. Freeman (1984) ha proposto una tassonomia delle innovazioni sulla base di criteri economici. Sahal (1985) e Saviotti (1985) hanno invece svolto numerosi tentativi per analizzare l'innovazione sulla base della sua rilevanza tecnico-ingegneristica che, chiaramente, è meno indicata per valutare l'impatto del cambiamento tecnologico sull'intero sistema economico. Pavitt (1984), invece, osservando che settori diversi hanno meccanismi e modelli diffusivi delle innovazioni differenti, classificò l'innovazione sulla base dei soggetti che la generano, individuando quattro tassonomie settoriali: *science based*, *specialized supplier*, *scale intensive* e *supplier dominated*. Secondo Darroch e Jardine (2002) l'innovazione tecnologica, come emerge in letteratura, si può originare da due fonti, *technology push* e *market pull*, che suddividono la stessa come radicale versus incrementale. Dosi (1988), uno dei pionieri della scuola evolutiva, sostiene che un'innovazione incrementale è più probabile che sia un'innovazione *market pull*, mentre un'innovazione radicale è più probabile che sia originata dagli scienziati dei laboratori di ricerca privati e pubblici ed è classificata come un'innovazione *technology push* (Green *et al.*, 1995; O'Connor, 1998). Oltre alle suddette fonti di innovazione, altre fonti piuttosto comuni sono: l'*inducted bias* (Hicks, 1932) che si ha quando il costo di alcuni input stimola la ricerca di innovazioni intensive nell'utilizzo degli input meno costosi e lo *scarcity push* (Rae, 1834; Habbakkuk, 1962) che, invece, si ha quando la necessità di innovare deriva dalla sopraggiunta scarsità di qualche fattore.

Garcia e Calantone (2002), utilizzando un approccio *marketing* versus *technology perspectives*, identificarono tre etichette di innovazioni che possono essere collocate nel quadro economico della teoria evolutiva: *radical*, *really new* e *incremental innovation*. Le innovazioni radicali sono innovazioni che causano discontinuità di marketing e tecnologiche sia ad un livello macro, sia ad un livello micro. Innovazioni incrementali avvengono solo ad un livello micro e causano o una discontinuità di marketing o tec-

nologica, ma non entrambe. *Really new innovation* riguardano combinazioni di questi estremi. Queste tre denominazioni sono appropriate classificazioni che mostrano una diminuzione di grado dell'innovatività nel seguente ordine: *radical* → *really new* → *incremental*.

L'abbondanza delle tipologie presenti nella letteratura economica porta a chiamare con lo stesso nome differenti tipi di innovazione e la stessa innovazione è classificata sotto differenti tipologie. Garcia e Calantone (2002) mostrano alcuni esempi che evidenziano come la stessa innovazione può essere etichettata alla fine come all'inizio della scala, a seconda del ricercatore. Questa ambiguità di classificazione rende impossibile la comparazione fra i vari studi e l'elevata numerosità di denominazioni esistenti in letteratura per definire l'innovazione ha rallentato lo sviluppo della conoscenza in queste aree.

## 2. SCALA DELL'INTENSITÀ INNOVATIVA: UNA GRADUAZIONE DELL'INTENSITÀ DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO

Il primo quesito che mi sono posto è stato se fosse possibile sintetizzare le innumerevoli denominazioni di innovazioni esistenti nella letteratura economica sul cambiamento tecnologico in una più semplice ed univoca che si basi sulla intensità dell'impatto economico generato dall'innovazione sull'ambiente geo-economico.

Prima Kondratief (1935) e Schumpeter (1939) e successivamente altri ricercatori (Mensch, 1979; Kleinknecht, 1990) hanno evidenziato come i sistemi economici, nei loro processi evolutivi, sono soggetti a delle onde innovative che modificano la struttura degli stessi. Le onde lunghe del cambiamento tecnologico e il processo di creazione distruttiva causata dalle nuove tecnologiche creano e/o ridefiniscono imprese e mercati. Queste onde, dal fortissimo impatto, provocano sconvolgimenti geo-economici con intensità simile a quella delle onde sismiche, di elevata magnitudo, sul paesaggio geografico. Al di là di analogie euristiche, è necessario sviluppare delle misure degli stati di innovazione nei sistemi economici e fornire delle valutazioni del cambiamento tecnologico. Attualmente non

esistono misure dell'impatto economico dell'innovazione sull'ambiente, anche se in altri campi c'è un'ampia varietà di scale usate per graduare alcuni eventi che provocano notevoli effetti sull'uomo e sul paesaggio. Fra gli esempi più comuni si ricordano la scala di Mercalli (Mercalli, 1883) e la scala di Richter (1958) che in geofisica misurano l'intensità (da 1 a 10 gradi) e la magnitudo dei terremoti, la scala internazionale degli eventi nucleari - INES (da 0 a 7 livelli a seconda degli incidenti nelle centrali nucleari), la scala dell'ammiraglio inglese Beaufort indicativa della forza del vento (da 0 a 12 gradi), la Scala Douglas indicativa dello stato del mare che varia da 0 a 9 gradi e infine la scala di classificazione degli uragani Saffir-Simpson basata sull'intensità corrente dell'uragano (da 1 a 5 gradi).

La descrizione dell'intensità innovativa ha sempre interessato gli economisti che hanno individuato differenti tipi di innovazioni, alcune di lieve entità, altre di maggiore, alcune a lenta diffusione, altre a veloce (Coccia, 2005). Una semplice descrizione del tipo di innovazione può essere utile ma contemporaneamente fa perdere tutta una serie di informazioni vitali; affinché si possa meglio studiare il cambiamento tecnologico bisogna iniziare con l'individuare i principali fattori che influenzano la propagazione dell'innovazione e che possono essere sintetizzati nei seguenti:

- Endogeno; questo fattore rappresenta i mutamenti che subisce l'innovazione nel tragitto di diffusione, a seguito delle sue proprietà funzionali, e le forze socioeconomiche che alterano la topografia dello spazio economico (Sahal, 1985);
- Ambientale, legato alle condizioni geoeconomiche ove l'innovazione si diffonde (distanza dei fruitori dalla sorgente, percorso, tipologia del tessuto industriale incontrato, infrastrutture e così via);
- Sociale, rappresentata dal livello culturale della popolazione che recepisce l'evento innovativo, dall'apertura mentale, ecc.

La risposta alla domanda suddetta si basa sulla costruzione di una scala che ordina e quantifi-

ca l'impatto economico dell'innovazione tecnologica sul sistema con una metrica incentrata sulla magnitudo del cambiamento tecnologico. Prima di descrivere la metrica, si illustra la Scala dell'Intensità Innovativa (SIIN).

*Definizione 1.* La scala dell'intensità innovativa (SIIN) è una classificazione dell'intensità del cambiamento tecnologico sulla base dell'impatto economico dell'innovazione sull'ambiente.

La creazione di un comune denominatore per i differenti tipi di innovazione ha l'obiettivo di risistemare la graduazione del cambiamento tecnologico in una scala che abbia un'applicazione universale. La SIIN ordina le innovazioni sulla base del numero dei fruitori dell'innovazione e dell'impatto economico che è misurato con la magnitudo e si descriverà in seguito.

La scala dell'intensità innovativa è illustrata nella tabella 1. Essa mostra come le differenti tassonomie presenti nella letteratura economica sono sintetizzate in una più semplice di applicazione generale che facilita i confronti fra le diverse tipologie di innovazione. Il numero di gradi è pari a sette poiché "sette" sono i gradi che meglio sintetizzano tutte le tipologie di innovazioni tecnologiche esistenti in letteratura. Sebbene le innovazioni, a differenza dei terremoti, possono avere cause eterogenee, l'impatto (effetto) generato sull'ambiente geo-economico è lo stesso nello spazio e tempo. Inoltre si osserva come l'intensità innovativa, *a livello spaziale*, è massima nelle aree dove l'innovazione è ampiamente adottata anche per la circolazione della cosiddetta conoscenza localizzata (Antonelli, 1995; 2000) e si riduce man mano che decresce l'adozione. Infatti, la diminuzione dell'intensità è caratterizzata dalla riduzione degli effetti/cambiamenti nell'ambiente che dipende in alcuni casi dalla distanza della sorgente innovativa (Hägerstrand, 1960), dalla ricettività ambientale (cultura, mezzi di comunicazione, ecc.) ed anche dal rango delle città.

Tab. 1: Tassonomia del Cambiamento Tecnologico: la Scala dell'intensità innovativa

EFFETTI DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO			
Grado dell'innovazione	Intensità*	Alcune delle differenti denominazioni di innovazioni esistenti in letteratura	Impatto economico
1 <sup>a</sup> Fascia	I	Leggerissima	• Elementare o micro-incrementale; Unrecorded (Freeman, 1984)
	II	Leggera	• Incrementale (Freeman <i>et al.</i> , 1982; Priest e Hill, 1980); Market Pull (Dosi, 1988); Regolare (Abernathy e Clark, 1985); Continua (Freeman <i>et al.</i> , 1982); Minore (Archibugi e Santarelli, 1989); Migliorative (Mensch, 1979)
	III	Moderata	• Maggiore (Archibugi e Santarelli, 1989; Rycroft e Kash, 2002); Non drastica (Gilbert e Newbery, 1982); Really new (Garcia e Calantone, 2002)
2 <sup>a</sup> Fascia	IV	Discreta	• Micro-radicale (Durand, 1992); Creazione di nicchia (Abernathy e Clark, 1985); Non drastica (Gilbert e Newbery, 1982)
	V	Forte	• Radicale (Freeman <i>et al.</i> , 1982); Technology push (Dosi, 1988); Drastica (Gilbert e Newbery, 1982); Discrete (Priest e Hill, 1980) • Fondamentali (Mensch, 1979); Discontinua (Archibugi e Santarelli, 1989); di base (Mensch, 1979); Architetturale (Abernathy e Clark, 1985)
3 <sup>a</sup> Fascia	VI	Fortissima	• Nuovi sistemi tecnologici (Freeman <i>et al.</i> , 1982); Sistemi di innovazioni (Sahal, 1981); Costellazioni di innovazioni (Keirstead, 1948); Grappoli di innovazioni (Freeman <i>et al.</i> , 1982)
	VII	Rivoluzionaria	• Rivoluzioni tecnologiche (Freeman <i>et al.</i> , 1982; Freeman, 1984); Rivoluzionaria (Abernathy e Clark, 1985); Cambiamenti dei paradigmi tecnologici (Dosi, 1982); Cambiamenti dei paradigmi tecnoeconomici (Freeman <i>et al.</i> , 1982); Regimi tecnologici (Nelson e Winter, 1982); Grappoli di nuovi sistemi tecnologici (Coccia, 2005); General purpose technologies (Bresnahan e Trajtenberg, 1995)

\* L'intensità è espressa in termini di *adopters* e di incremento di utilità individuale e, quindi, sociale

### 2.1 Esempio

Per una maggiore chiarezza si fa un esempio per illustrare, in un determinato contesto, i diversi gradi di intensità; la scala viene presentata con un ordine inverso.

*Definizione 2.* Sia A un'innovazione con elevata intensità (alto impatto geo-economico), B una innovazione con bassa intensità, allora,  $B \subset A$

PROPOSIZIONE 1. Sia l'insieme  $A =$  un'innovazione di 7° (grado);  $B=6^\circ$ ,  $C=5^\circ$ ,  $D=4^\circ$ ;  $E=3^\circ$ ,  $F=2^\circ$ ,  $G=1^\circ$ , si impone che:  $B \subset A$ ;  $C \subset B$ ;  $D \subset C$ ;  $E \subset D$ ;  $F \subset E$ ;  $G \subset F$ . Per la proprietà transitiva anche  $G \subset A$ .

DIMOSTRAZIONE. Se A è un'innovazione di 7° grado e G è un'innovazione di 1°, in base alla definizione 2,  $G \subset A$  ■

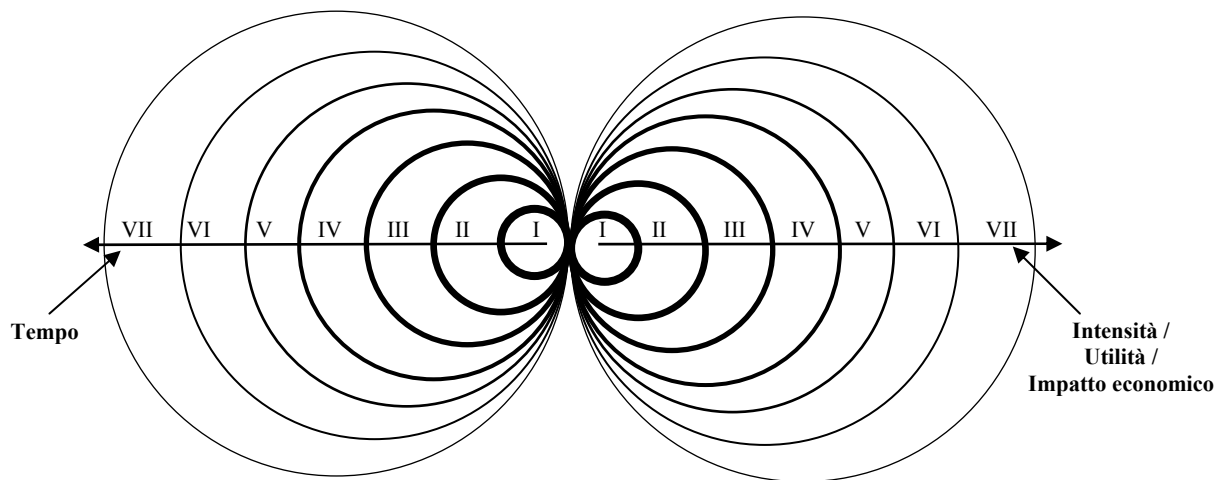


Fig. 1: Insiemi dell'intensità innovativa sul bene X in funzione dell'utilità / impatto economico e del tempo

Tab. 2: Esempio dell'intensità delle innovazioni nel lavoro agricolo

EFFETTI DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO				
Grado dell'innovazione	Intensità	Esempio	Impatto economico	
3 <sup>a</sup> Fascia	VII	Rivoluzionaria	Macchina a vapore di J. Watt (≈1775) – consideriamolo come un insieme A	Alto
	VI	Fortissima	- Navigazione a vapore (1807), <i>ibidem</i> B' - Locomotiva a vapore (1813), <i>ibidem</i> B'' - Veicolo a vapore a quattro ruote (1802), <i>ibidem</i> B''' Tale che B'; B''; B''' ⊂ B	
	V	Forte	Trattore agricolo a vapore (1892), <i>ibidem</i> C	
2 <sup>a</sup> Fascia	IV	Discreta	Trattore a propulsione liquida (1908) <i>ibidem</i> D	Medio
	III	Moderata	- Uso dei pneumatici (1932): a - Miglioramento del combustibile (1931): b Tale che {a, b}=E	
1 <sup>a</sup> Fascia	II	Leggera	- Uso di valvole più durature: c - Pistone e anello in leghe speciali: d Tale che {c, d}=F	Basso
	I	Leggerissima	Autoradio e/o aria climatizzata: g Tale che {g}=G	



OSSERVAZIONE. L'utilizzo della teoria degli insiemi aiuta a comprendere come nell'ambiente ci sono innovazioni di differente intensità (ed impatto economico) e che le innovazioni di I grado sono sottoinsiemi di insiemi più grandi (Figura 1), come quelle di VII grado, rappresentate dai cosiddetti *General purpose technologies* e caratterizzate da una forte pervasività e rendimenti di scala crescenti (Bresnahan e Trajtenberg, 1995; esempi sono il motore a vapore o elettrico, semiconduttori, ecc.). Chiaramente l'aria climatizzata, indicata nell'esempio della tabella 2, è un'innovazione dal basso impatto economico rispetto a quella di VII grado che l'ha originata (elettronica e chimica dei fluidi). Nell'esempio è considerata di I grado poiché in agricoltura rispetto all'innovazione originaria del trattore agricolo che ha consentito una forte riduzione delle ore di lavoro agricolo nei campi ed un aumento della produttività (in altri termini ha provocato un notevole aumento dell'utilità in agricoltura), l'aria climatizzata contribuisce in modo lieve all'aumento della produttività e riduzione del costo medio unitario del lavoro agricolo (utilità).

### 3. TEORIE SULLA MISURAZIONE DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO

Negli ultimi trenta anni diversi sono stati gli approcci presentati sulla misurazione del cambiamento tecnologico. Prima di descrivere l'approccio sismico, si ritiene opportuno fare un breve excursus storico dei contributi più importanti.

Il primo approccio, detto edonico (Court, 1939; Stone, 1956) basava l'utilità di un prodotto o servizio sulle sue caratteristiche qualitative: ad esempio nel caso di un'automobile sono la dimensione, la potenza e il risparmio di carburante. In tal caso la variazione di prezzo fra i diversi beni o servizi può essere spiegata, al tempo  $t$ , con le differenze nelle caratteristiche qualitative. L'approccio Rand di Dodson (1970) con i contributi successivi di Alexander e Nelson (1973) e Martino (1985), differisce dal precedente poiché mentre la variabile dipendente è il

prezzo nell'approccio edonico, in questo sono gli anni del calendario. Sahal (1985) critica l'utilizzo del solo tempo cronologico per misurare il progresso tecnico poiché può portare alla conclusione che l'Europa del Medioevo era più avanti della Grecia di Archimede.

Un altro approccio è quello di Knight (1985), detto funzionale e strutturale. Lo sviluppo tecnologico è identificato comparando la struttura di un nuovo prodotto con quella precedente. Il risultato dei cambiamenti strutturali rappresenta la nuova tecnologia introdotta. L'approccio di Sahal (1985) alla misurazione della tecnologia è formato da due approcci distinti ma correlati. Nel primo approccio (*Wholistic*) lo stato dell'arte calcolato al tempo  $t$  è rappresentato con un contorno di isodensità o montagna di probabilità innalzata su un piano. In tal caso la magnitudo della capacità tecnologica è data dall'altezza delle montagne. Nel secondo caso (*Holistic*) la superficie dello stato dell'arte si riduce ad un punto come una conseguenza della transmutazione degli originali parametri spaziali in uno spazio dimensionale vettoriale. Importanti contributi alla misurazione e classificazione del cambiamento tecnologico sono stati svolti allo Science Policy Research Unit (SPRU) dell'Università di Sussex. Uno di questi si deve ad Archibugi (1988) che introdusse una distinzione fondamentale tra oggetti e soggetti dell'innovazione (Archibugi e Simonetti, 1998) e propose una griglia classificatoria basata su tre dimensioni: gruppo tecnologico di appartenenza; attività dell'organizzazione che l'ha prodotta e il settore di prima utilizzazione dell'innovazione.

### 4. MISURAZIONE DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO, IMPATTO ED ESTERNALITÀ TECNOLOGICHE

Il punto di partenza del presente approccio è il concetto di bene  $X$  (Marshall, 1890) rappresentato, ad esempio, dalle ore di lavoro, dal tempo libero, durata della vita, livello di inquinamento, tempo di viaggio e così via. L'innovazione tecnologica (detta  $T$ ) agisce sul nostro bene  $X$ , in alcuni casi riducendolo, in altri aumentandolo, in ogni caso l'effetto è sempre quello di aumentare l'utilità individuale e/o sociale.

*Definizione 3.* Sia  $X$  = bene, sia  $T$  = innovazione tecnologica, si indica con  $T_X$  = l'innovazione tecnologica che agisce sul bene  $X$  tale da aumentare il livello di utilità del fruitore e sociale.

L'innovazione tecnologica, al pari dei terremoti, è in molti casi originata da eventi casuali, seppur rientranti nella natura fisiologica dell'evoluzione dei sistemi economici, ed è difficilmente prevedibile (Sahal, 1985). A priori non si sa esattamente quali effetti spaziotemporali possono provocare le onde innovative nelle varie aree economiche in cui si sono propagate. La metrica qui proposta cerca di misurare l'impatto dell'innovazione ex-post, mantenendo l'analogia con la sismologia che misura i terremoti (fra gli eventi più imprevedibili) dopo che hanno esplicitato i loro effetti; tale metrica può essere utile poiché un paese, dopo aver appreso dalle esperienze di diffusione di innovazioni passate si può dotare di moderne infrastrutture, vie di comunicazione, capitale umano e risorse finanziarie che sono il punto di forza per assorbire e recepire l'impatto di innovazioni

tecnologiche future e/o ancora in corso. Questo spiega perché un paese con un elevato numero di computer, di moderne reti di comunicazione e telecomunicazioni e di capitale umano formato, nel caso di nuove innovazioni tecnologiche, è favorito nella loro diffusione e/o assorbimento rispetto a paesi con meno infrastrutture e risorse.

*Definizione 4.* In una semplificata nozione generale le forze che influiscono sull'intensità dell'innovazione e rappresentanti le cause dell'impatto economico dell'innovazione tecnologica nel sistema, possono ridursi a due variabili:

$a$  (*adopters*) = numero di soggetti fruitori dell'innovazione (individui, imprese, istituzioni, ecc.);  
 $u$  (*utilità*) = utilità dei fruitori e sociale.

OSSERVAZIONE. Nel presente approccio, la prima variabile (*adopters*) si considera fissa ed unica per tutte le innovazioni tecnologiche, mentre la seconda che misura l'utilità sarà diversa a seconda del tipo di innovazione. Ecco alcuni esempi:

Tab. 3: Esempi di variabili del modello

<i>Innovazione tecnologica</i>	<i>Variabile indipendente</i>	<i>Variabile dipendente*</i>
Trattore agricolo	Adopters	- Produttività per ettaro - Riduzione del costo medio del lavoro per ettaro, ecc.
Marmitte catalitiche	Adopters	- Riduzione dell'inquinamento atmosferico - Riduzione delle malattie polmonari, ecc.
Medicine	Adopters	- Allungamento della vita, ecc.
Internet	Adopters	- Riduzione del tempo di comunicazione o del tempo di ricerca delle informazioni - Incremento dell'occupazione, ecc.

\* I valori di questa variabile sono standardizzati per poter confrontare i diversi tipi di innovazioni

**Definizione 5.** Si definisce funzione dell'impatto economico dell'innovazione la seguente notazione:

*Utilità dell'innovazione* =  $f(\text{adopters}; u=f(a), \text{ tale che } u: \mathcal{R} \rightarrow \mathcal{R} \text{ continua.}$

OSSERVAZIONE. La variabile che misura l'utilità, al fine di consentire confronti fra le diverse innovazioni, è sempre standardizzata; quindi la funzione dell'impatto assume la seguente formulazione  $zu=f(a)$ , dove  $zu$  è la variabile standardizzata di  $u$  (utilità dell'innovazione).

OSSERVAZIONE. Anche se si considera come variabile indipendente il numero degli adopters, quest'ultima è chiaramente dipendente dal tempo poiché si valutano il numero degli adopter dell'innovazione nei vari anni (Griliches, 1957).

OSSERVAZIONE. La funzione dell'impatto economico dell'innovazione è stimata con la tecnica econometrica della regressione lineare, metodo dei minimi quadrati (Ordinary Least-Squares-OLS method) ed è rappresentata da una funzione polinomio di primo o  $n$  grado:

$$f(a) = \alpha_n x^n + \alpha_{n-1} x^{n-1} + \dots + \alpha_0 \quad (\alpha_n \neq 0) \text{ con coefficienti } \alpha_r \in \mathcal{R}.$$

Se  $n=1$ , allora si ha  $f(a) = \alpha_1 x + \alpha_0$  ed  $f$  si dice lineare.

La scelta dei polinomi trova la giustificazione nelle sue proprietà matematiche. Essi hanno dominio e codominio su tutto l'asse reale, inoltre i polinomi di grado  $n$  sono funzioni continue, monotone, facilmente derivabili ed integrabili.

**Definizione 6.** Sia  $zu=f(a)$  la funzione dell'impatto economico dell'innovazione tecnologica tale che  $zu: \mathcal{R} \rightarrow \mathcal{R}$  continua in  $[\alpha, \xi]$ , dove  $\alpha$  = numero di adopter al tempo  $t$  e  $\xi$  = numero di adopter al tempo  $t+n$ ; la magnitudo del cambiamento tecnologico (MACT) è:

$$MACT := \text{Log}_{10} \left| \int_{\alpha}^{\xi} f(a) da \right| \quad MACT \in \mathcal{R}^+$$

OSSERVAZIONE. La scelta del logaritmo decimale nel calcolo della magnitudo è perché quest'operatore, oltre alle sue semplici proprietà matematiche, consente di comprimere gli elevati valori ottenuti più di altre trasformazioni matematiche. L'intervallo di integrazione è rappresentato dal numero di *adopters* che come detto dipende dagli anni dell'evoluzione tecnologica.

▪ *IL MACT nel caso di una funzione reale a due variabili reali*

Se si considerano due variabili indipendenti, ad esempio  $x_1$  e  $x_2$ , la funzione dell'impatto economico dell'innovazione è  $zu=f(x_1, x_2)$  tale che  $zu: A \subseteq \mathcal{R}^2 \rightarrow \mathcal{R}$  continua in  $A$ , insieme limitato e chiuso; facendo riferimento ad un sistema di coordinate cartesiane  $Oxyz$  la funzione rappresenta geometricamente una superficie  $S$  che sarà tutta sopra il piano  $xy$ . Se  $A$  è l'insieme del piano così definito:

$$A = \{(x, y) : \alpha \leq x \leq \xi, \beta \leq y \leq \nu\}$$

dove  $\alpha$  e  $\xi$  sono i livelli della prima variabile indipendente,  $\beta$  e  $\nu$  i livelli della seconda variabile indipendente, il MACT si definisce come:

$$MACT := \text{Log}_{10} \left| \int_{\alpha}^{\xi} \int_{\beta}^{\nu} f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 \right| \quad MACT \in \mathcal{R}^+$$

▪ *Generalizzazione in uno spazio a  $n$ -dimensioni*

Se si considerano una funzione multidimensionale (poiché sono molte le variabili che possono influire sull'impatto economico dell'innovazione,  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), la funzione sarà del tipo  $zu: A \subseteq \mathcal{R}^n \rightarrow \mathcal{R}$  continua in  $A$ . In uno spazio a  $n$  dimensioni, la funzione descriverà un iperpiano e il MACT è così definito:

$$MACT := \text{Log}_{10} \left| \int_A f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2, \dots, dx_n \right| \quad MACT \in \mathcal{R}^+$$

che fornisce il volume sottostante l'iperpiano.

OSSERVAZIONE. L'approccio sismico calcola l'impatto economico dell'innovazione sulla base dell'area sottostante la funzione  $zu$ .

**Definizione 7.** All'aumentare del MACT, aumenta l'area sottostante  $zu=f(a)$  e quindi l'impatto e l'utilità dell'innovazione.

Il secondo quesito che mi ero posto, quello di graduare le diverse intensità delle innovazioni in maniera da mostrare l'impatto economico nell'ambiente economico, porta alla seguente proposizione.

PROPOSIZIONE 2. Sia  $z_{u_A} = f(a_A)$  la funzione standardizzata dell'impatto dell'innovazione A, sia  $z_{u_B} = f(a_B)$  la funzione standardizzata dell'impatto dell'innovazione B; sia  $\tau_A = \text{MACT}$  dell'innovazione A e  $\tau_B = \text{MACT}$  dell'innovazione B; sia  $\theta_A =$  il grado dell'innovazione A e  $\theta_B =$  il grado dell'innovazione B  
 se  $\tau_A > \tau_B \Rightarrow \theta_A > \theta_B$

DIMOSTRAZIONE. Se  $\theta_A > \theta_B$ , per la definizione 2,  $B \subset A$ , allora l'area di B è minore di quella di A, ma  $\tau_A$  per la definizione 6 e 7 è l'area sotto A e quindi:

$\tau_A > \tau_B$  ■

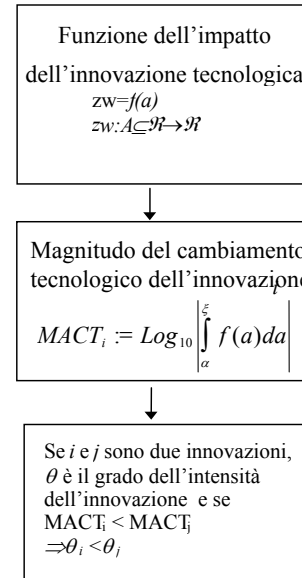
PROPOSIZIONE 3. Sia  $z_{u_i} = f(a_i)$  la funzione standardizzata dell'impatto dell'innovazione A; sia  $z_{u_j} = f(a_j)$  la funzione standardizzata dell'impatto dell'innovazione j; sia  $z_{u_n} = f(a_n)$  la funzione standardizzata dell'impatto dell'innovazione n; sia  $\tau_1 = \text{MACT}$  dell'innovazione 1, e  $\tau_i = \text{MACT}$  dell'innovazione i;  $\tau_n = \text{MATECH}$  dell'innovazione n; se  $\theta_1 =$  grado dell'innovazione A,  $\theta_i =$  grado dell'innovazione i e  $\theta_n =$  grado dell'innovazione n  
 se  $\tau_A < \dots < \tau_i < \dots < \tau_n \Rightarrow \theta_A < \dots < \theta_i < \dots < \theta_n$

DIMOSTRAZIONE

1. Passo base: la proposizione è vera per  $n=1$ ;
2. Passo induttivo: se si prova che è vera per  $k=n-1$ , allora sarà vera anche  $k=n$   
 per  $k=n-1$ ,  $\theta_{n-1} < \theta_n$  e secondo la definizione 2 l'insieme  $n-1$  è più piccolo dell'insieme n; così, per la definizione 6 e 7, anche  $\tau_{n-1} < \tau_n$  ■

OSSERVAZIONE. Le funzioni dell'impatto innovativo possono essere sia crescenti, sia decrescenti, l'importante è che la variabile dipendente dimostri un incremento dell'utilità individuale e sociale. Ad esempio nel caso di innovazioni applicate all'industria, un aumento dell'utilità dell'innovazione può essere l'aumento della produttività o la riduzione dei costi medi unitari. La funzione dell'impatto dell'innovazione in ogni caso è una funzione continua, stimata con la regressione lineare. Il calcolo integrale delle aree consentirà di quantificare l'impatto e di graduare l'intensità, facilitando i confronti con altre innovazioni.

La concettualizzazione logica che lega le grandezze che abbiamo considerato si può riassumere, nel caso di una funzione reale con una variabile reale, come:



OSSERVAZIONE. *I costi dell'innovazione.* Ragionando in termini sociali, ogni innovazione ha non solo dei benefici ma anche dei costi che non sono ripartiti in modo simmetrico nei fruitori. Infatti la innovazione tecnologica non è socialmente neutra ma produce anche delle esternalità negative che si devono tener conto nel calcolare un corretto impatto sul benessere<sup>1</sup>. L'elemento costo sociale dell'innovazione in alcuni casi è molto piccolo o tende a zero, ma in ogni caso è sempre presente. Ad esempio l'innovazione delle lenti a contatto ha comportato dei notevoli benefici per i miopi ed un indicatore dei benefici può essere misurato con la quantità monetaria spesa per l'acquisto delle lenti a contatto o col totale dei fruitori (indicatori di un'elevata utilità dell'innovazione). Le lenti a contatto portano, a volte, anche a dei costi individuali e sociali come le spese che bisogna sostenere per guarire da congiuntiviti, ulcere corneali, ecc. Questa osservazione ci ha portato alla seguente definizione.

<sup>1</sup> Secondo Bresnahan e Trajtenberg (1995) le general purpose technologies (GPT) come ad esempio, i semiconduttori, generano due tipi di esternalità, diverse da quelle intese nel presente lavoro; la prima è quella verticale tra la GPT ed ogni applicazione settoriale: è legata al problema dell'appropriabilità; la seconda è orizzontale legato agli interessi dei giocatori in differenti applicazioni settoriali.

*Definizione 8.* Sia  $zu=f(a)$  e la  $zu'=g(a)$  le funzioni dell'impatto economico dell'innovazione tecnologica tale che  $zu: \mathcal{R} \rightarrow \mathcal{R}$  e  $zu': \mathcal{R} \rightarrow \mathcal{R}$  continue in  $[\alpha, \xi]$ , con  $zu=f(a)$  che rappresenta gli effetti positivi dell'innovazione e  $zu'=g(a)$  gli effetti negativi dell'innovazione. I benefici sociali dell'innovazione (esternalità positive) si definiscono come segue:

$$U^+ := \text{Log}_{10} \left| \int_{\alpha}^{\xi} f(a) da \right| \quad U^+ \in \mathcal{R}^+$$

I costi sociali dell'innovazione (o esternalità negative) come segue:

$$U^- := \text{Log}_{10} \left| \int_{\alpha}^{\xi} g(a) da \right| \quad U^- \in \mathcal{R}^+ U$$

Il benessere sociale netto dell'innovazione si definisce come segue (NSU=Net Social Utility):

$$NSU := \text{Log}_{10} \left| \int_{\alpha}^{\xi} f(a) da \right| - \text{Log}_{10} \left| \int_{\alpha}^{\xi} g(a) da \right| = \text{Log}_{10} \frac{\left| \int_{\alpha}^{\xi} f(a) da \right|}{\left| \int_{\alpha}^{\xi} g(a) da \right|} \quad NSU \in \mathcal{R}^+$$

in altri termini il

$$NSU := U^+ - U^-$$

*OSSERVAZIONE. Standardizzazione delle variabili.* Nel calcolare i benefici e costi si devono considerare unità omogenee (come ad esempio quelle monetarie); ma non sempre è così, in alcuni casi le variabili sono eterogenee (numero di incidenti, produttività per ettaro, costo medio del lavoro, ecc.). Abbiamo assunto che la variabile indipendente è sempre rappresentata dagli adopters, mentre quella dipendente può variare. Ad esempio nel caso di trattori agricoli, questi hanno portato notevoli benefici in termini di incremento della produttività agricola per ettaro e riduzione dei costi medi unitari, ma hanno portato anche a dei costi come l'elevato numero di incidenti ed infortuni. Se le variabili dipendenti dei benefici e costi sono eterogenee, per procedere al calcolo del NSU, le medesime sono sottoposte al procedimento della *standardizzazione* che trasforma i valori delle variabili in numeri puri; tale procedimento ci consente di poter calcolare in modo omogeneo il NSU.

## 5. APPLICAZIONE DELL'APPROCCIO TEORICO

### 5.1 La misurazione dell'impatto economico della tecnologia delle marmitte catalitiche

L'inquinamento (il nostro bene X) è un problema diffuso nei paesi industrializzati e molti economisti se ne sono occupati, fra cui White (1982) che ha illustrato i costi ed i benefici di alcuni programmi per controllare l'inquinamento delle automobili e il rispetto di alcuni standard relativi alla quantità di inquinamento prodotto. La lotta all'inquinamento atmosferico da traffico autoveicolare ha portato all'introduzione, verso gli inizi degli anni Novanta, della marmitta catalitica e in questa sezione si cercherà di misurare il suo impatto economico-sociale.

Il termine "marmitta catalitica" si riferisce al "convertitore catalitico", dispositivo applicato allo scarico degli autoveicoli al fine di ridurre sensibilmente le emissioni inquinanti (essenzialmente quelle gassose regolamentate: CO, idrocarburi e NO, SO<sub>2</sub>), favorendo reazione di ossidazione e/o riduzione degli stessi con formazione di composti non nocivi. L'introduzione di questa innovazione, resa obbligatoria da alcune leggi sulle nuove autovetture, ha portato a dei benefici sociali rappresentati dalla riduzione dell'inquinamento atmosferico, con vantaggi per la salute in termini di riduzione delle malattie cancerogene dell'apparato respiratorio (OMS, 2000; Ackerman-Librich, 2000). Il modello concettuale sul quale si baserà l'analisi è il seguente:

*Utilità (standardizzata) = f (adopters dell'innovazione); zu = f(a)*

*z(u) = Livello degli Agenti inquinanti (standardizzata);*

a = adozione di autovetture con marmitte catalitiche.

La variabile indipendente riguarda la diffusione delle autovetture con marmitte catalitiche dal 1993 al 2001 nella provincia di Torino (dati del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti), mentre la variabile dipendente riguarda i dati medi annui di SO<sub>2</sub> (mcg/mc) riferibili alla città di Torino nel medesimo periodo di tempo (dati forniti dall'Arpa, agenzia regionale per la protezione ambientale del Piemonte). Si sottolinea come il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) è tra i principali agenti di malattie respiratorie e neoplasie polmonari.

**IPOTESI DEL MODELLO.** L'innovazione delle marmitte catalitiche riduce il livello di inquinamento atmosferico con un incremento di utilità per i cittadini in termini di riduzione di malattie respiratorie che riducono i costi della sanità aumentando in tal modo l'efficienza sociale.

I risultati della regressione sono indicati nelle tabelle 4-5, tenendo presente che la variabile indipendente è il numero di adopters, mentre quella dipendente è la concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'atmosfera ed è in valori standardizzati.

Tab. 4: Modello<sup>a</sup>: Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Modello	Variabili	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aggiustato	Std. Error delle stime
	Adopters marmitte catalitiche	0,844	0,712	0,664	0,24003

a. Variabile dipendente: variabile standardizzata (livello di SO<sub>2</sub>)

Tab. 5: Coefficienti<sup>a</sup>: Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Modello	Variabili	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti stand.ti	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Costante)	2,101	0,689		3,048	0,023
	Adopters marmitte catalitiche	-0,000013	0,000	-0,844	-3,849	0,008

a. Variabile Dipendente: variabile standardizzata (SO<sub>2</sub>)

L'intensità dell'innovazione tecnologica è data dal seguente MACT calcolato sull'intervallo degli adopters dal 1993 al 2001:

$$U^+ = \text{MACT} = \text{Log}_{10} \left[ \int_{93442}^{131664} 2,101 - 0,000023a \, da \right] =$$

$$= \text{Log}_{10} \left[ \left[ 2,101a - 0,000023 \frac{a^2}{2} \right]_{93442}^{131664} \right] = 4,270483$$

Studi scientifici hanno dimostrato come la riduzione del biossido di zolfo ed altri agenti inquinanti ha portato ad una riduzione delle malattie respiratorie e dei tassi di mortalità e la provincia di Torino non fa eccezione (DORS, 2003). Chiaramente il modello è una semplificazione della complessa realtà poiché si sono ommesse altre variabili esplicative determinati, come ad esempio, la lotta contro il fumo da sigaretta intrapresa negli ultimi anni dal Ministero della Sanità che ha un ruolo importante nella riduzione delle malattie dell'apparato respiratorio. Lo scopo della presente applicazione, più che individuare le cause della diminuzione delle malattie polmonari, è mostrare la metrica dell'approccio sismico che misura l'impatto economico di un'innovazione che sarebbe più preciso (anche se di poco) se si potessero disporre di tutti i dati sulle variabili del fenomeno.

Si osserva come i benefici dell'introduzione delle marmitte catalitiche in termini di riduzioni

di agenti inquinanti, come l'SO<sub>2</sub>, ha un rovescio della medaglia. Poiché i convertitori catalitici sono avvelenabili dal piombo, la direttiva CEE N° 210 del 1985 ha sancito la nascita della benzina "verde" (cioè senza piombo). Le moderne autovetture a benzina verde dotate di catalizzatori che abbattano le emissioni inquinanti tradizionali, emettono durante l'avviamento del motore e per i primi minuti di funzionamento, sostanze inquinanti cancerogene (es. aldeidi, benzene, polinucleari aromatici). Infatti il traffico delle automobili (responsabile del 95% dell'inquinamento) è sicuramente la maggior fonte di emissione del benzene. Tale emissione dipende dalla sua concentrazione nelle benzine (benzina verde=0,559%; benzina super=0,570%). I costi legati a questa innovazione delle marmitte catalitiche possono essere rappresentati dall'emissione nell'ambiente del benzene, un agente fortemente cancerogeno. Al fine di misurare più accuratamente l'impatto economico-sociale di questa tecnologia non si può non considerare l'emissione del benzene che provoca molte malattie all'apparato respiratorio. Il modello è simile al precedente solo che consideriamo come variabile dipendente il benzene emesso dalle marmitte catalitiche nella città di Torino dal 1993 al 2001.

I risultati della regressione sono nelle seguenti tabelle (6-7).

Tab. 6: Modello<sup>a</sup>: Benzene

Modello	Variabili	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aggiustato	Std. Error delle stime
1	Adopters marmitte catalitiche	0,849	0,720	0,674	0,571

a. Variabile dipendente: variabile standardizzata (livello di Benzene)

Tab. 7: Coefficienti<sup>a</sup>: Benzene

Modello		Coefficienti non standardizzati		Coefficienti stand.ti	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Costante)	6,400	1,641		3,900	0,008
	Adopters marmitte catalitiche	-0,000056	0,000	-0,849	-3,930	0,008

a. Variabile dipendente: variabile standardizzata (livello di Benzene)

L'intensità dell'innovazione tecnologica è data dal seguente MACT calcolato sull'intervallo degli adopters (93442-131664) dal 1993 al 2001:

$$U^- = \text{MACT} = \text{Log}_{10} \left| \int_{93442}^{131664} 6,4 - 0,000056a \, da \right| =$$

$$= \text{Log}_{10} \left[ \left. 6,4a - 0,000056 \frac{a^2}{2} \right]_{93442}^{131664} \right| = 3,569228$$

Il NSU = 0,701255

5.2 La misurazione dell'impatto economico della meccanizzazione agricola in Italia

Una delle più importanti attività economiche dell'Italia è la produzione del grano duro e tenero, che è la materia prima per la produzione della pasta. Nella produzione del grano, nel corso degli anni, diverse sono le innovazioni applicate dopo la rivoluzione industriale.

In questa sezione si intende studiare l'adozione di alcune innovazioni che hanno avuto un forte impatto su un indicatore di utilità individuale e sociale in agricoltura: la produttività per ettaro. Si considera l'adozione nelle fattorie italiane di una serie di innovazioni rappresentate da: trebbiatrici, mietitrebbiatrici, macchine per la fertilizzazione, trattori di potenza inferiore ai 40 Kw, fino a

quelli di dimensione superiore ai 60 Kw.

IPOTESI DEL MODELLO. Le innovazioni agricole, nel corso del tempo, aumentano la produttività per ettaro che è un indicatore importante di utilità.

OSSERVAZIONE. Le innovazioni agricole influenzano all'interno dell'impresa sia la produttività (aumentandola) sia il costo medio del lavoro (diminuendolo). Nel presente modello si considera solo il primo effetto. Inoltre la produttività per ettaro, come è noto, aumenta oltre che per la meccanizzazione agricola, anche grazie ai fertilizzanti e altri fattori. Il modello chiaramente considera solo il primo effetto, coeteris paribus, gli altri.

MODELLO CONCETTUALE

Utilità (standardizzata) =  $f(\text{adopters dell'innovazione}); zu=f(a)$

$zu$  = Produttività per ettaro (standardizzata)

$a$  = numero degli adopters delle macchine agricole

La fonte dei dati sono le statistiche per l'agricoltura dell'ISTAT dal 1963 al 2002. I risultati della regressione sono indicati nelle seguenti tabelle.

Tab. 8: Modello<sup>a</sup>: Meccanizzazione agricola

Modello	Variabili	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aggiustato	Std. Error della stima	Durbin-Watson
1	Numero di adopter delle macchine agricole <sup>b</sup>	0,819	0,671	0,662	0,581	1,147

a. Variabile dipendente: produttività per ettaro standardizzata  $zu$

b. Variabile indipendente: Costante, numero di adopter delle macchine agricole =  $a$

Tab. 9: Coefficienti<sup>a</sup>: Meccanizzazione agricola

Modello		Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(costante)	-1,617	0,205		-7,875	1,75E-10
	Numero di adopter delle macchine agricole	6,12E-07	6,94E-08	0,819	8,805	6,63E-13

a. Variabile dipendente: produttività per ettaro standardizzata  $zu$



$zu = -1,617 + 0,00000061a$  è la funzione standardizzata dell'impatto economico dell'innovazione tecnologica tale che  $zu: \mathcal{R} \rightarrow \mathcal{R}$  continua in  $[540096_{t=1963}; 5565326_{t+n=2002}]$ , regione limitata. L'estremo inferiore dell'integrazione è  $540096 = \alpha =$ utilizzatori al tempo  $t: 1963$  e  $5565326 = \xi =$ utilizzatori al tempo  $t+n: 2000$ .

La magnitudo del cambiamento tecnologico che rappresenta la nostra  $U^+$  è la seguente:

$$U^+ = \text{MACT} = \text{Log}_{10} \left| \int_{540096}^{5565326} -1,617 + 0,00000061a \, da \right| =$$

$$= \left[ -1,617a + 0,00000061 \frac{a^2}{2} \right]_{540096}^{5565326} = 6,090$$

OSSERVAZIONE. Se fosse considerato l'impatto economico di una innovazione di grado minore in agricoltura, ad esempio l'uso dei pneumatici, chiaramente il valore della magnitudo sarebbe stato minore, poiché questa innovazione è un sottoinsieme della prima. Il confronto fra incremento della produttività per ettaro pre- e post-applicazione della meccanizzazione agricola, è chiaramente in valore assoluto superiore rispetto a quello della pre- e post- applicazione dell'innovazione dei pneumatici che come si diceva è un sottoinsieme della prima grande innovazione.

### 5.3 La misurazione dell'impatto economico della tecnologia aerea negli USA

Lo sviluppo della tecnologia nel campo aviazione civile in USA (1932-1965) è l'ultimo esempio che si vuole proporre come applicazione dell'approccio sismico alla misurazione del

cambiamento tecnologico. Tale innovazione ha prodotto un impatto economico-sociale in termini di riduzione della distanza spazio-temporale e del tempo di viaggio nello spazio (Sahal, 1981).

IPOTESI DEL MODELLO. Il cambiamento tecnologico nella tecnologia aerea ha incrementato l'utilità individuale e sociale in termini di riduzione spazio-temporale del tempo di viaggio.

MODELLO CONCETTUALE.

Utilità (standardizzata) =  $f(\text{adopters dell'innovazione})$ ;  $zu=f(a)$

$zu =$  velocità aerea in miglia orarie (standardizzata)

$a =$  numero di fruitori

I risultati della regressione sono i seguenti:

$zu = -1 + 0,000028a$  è la funzione standardizzata dell'impatto economico dell'innovazione tecnologica tale che  $zu: \mathcal{R} \rightarrow \mathcal{R}$  continua in  $[2468,4_{t=1932}; 100082,4_{t+n=1965}]$ , regione limitata

L'estremo inferiore del limite di integrazione è  $\alpha =$ numero fruitori al tempo  $t: 1932$  e  $\xi =$  numero fruitori al tempo  $t+n: 1965$

La MACT sul periodo 1932-1965 che rappresenta la nostra  $U^+$  è:

$$U^+ = \text{Log}_{10} \left| \int_{2468,4}^{100082,4} -1 + 0,000028a \, da \right| =$$

$$= \text{Log}_{10} \left[ -1a + 0,000028 \frac{a^2}{2} \right]_{2468,4}^{100082,4} = 4,628$$

Tab. 10: Modello<sup>a</sup>: Tecnologia aerea

Modello	Variabili	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aggiustato	Std. Error della stima	Durbin-Watson
1	Numero di adopter <sup>b</sup>	0,959	0,919	0,916	0,2893696	0,211

a. Variabili dipendenti: velocità aere per miglia orarie (standardizzata) =  $zu$

b. Variabile indipendente: (Costante), Numero medio di adopter =  $a$

Tab. 11. Coefficienti<sup>a</sup>: Tecnologia aerea

Modello		Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(costante)	-1	0,072		-13,834	0
	Numero di adopter	2,8E-05	0	0,959	19,029	0

a. Variabili dipendenti: velocità aere per miglia orarie (standardizzata) = zu

OSSERVAZIONE. L'approccio sismico può essere applicato allo stesso modo ad altre innovazioni di prodotto, processo e organizzative, utilizzando come variabile indipendente il numero dei fruitori mentre quella dipendente varierà a seconda della innovazione e sarà sempre standardizzata per consentire confronti.

OSSERVAZIONE. Il MACT calcolato per queste ultime due innovazioni rappresenta le esternalità positive dell'innovazione, ossia  $U^+$ , e si vede che esse sono superiori (quindi generano un maggiore impatto economico) alla  $U^+$  delle marmitte catalitiche. Come per la prima innovazione, anche in queste ultime due è possibile calcolare le esternalità negative, considerando ad esempio il numero di infortuni ed incidenti a seguito dell'utilizzo di queste innovazioni, il procedimento è il medesimo del primo caso studiato. Siccome ci troviamo in presenza di innovazioni che hanno sempre delle esternalità positive superiori a quelle negative, nella scala empirica inseriamo solo le prime tralasciando gli  $U^-$  poiché il ranking in termini di impatto socio-economico rimane invariato. La tecnologia della meccanizzazione agricola ha un impatto economico superiore a quello della tecnologia applicata negli aerei che a sua volta è superiore a quella delle marmitte catalitiche, con o senza esternalità negative.

OSSERVAZIONE. Le variazioni fra le magnitudo di 0,5-0,7 non sono un indicatore di piccole variazioni in termini di impatto economico perché come detto la magnitudo è calcolata su scala logaritmica che attua una forte compressione dei valori. Nella magnitudo di Richter che ha una

formula simile, le piccole variazioni separano grandi intensità di terremoti: basta confrontare l'energia prodotta sull'ambiente da un terremoto di magnitudo 7,5 e quella prodotta da uno di magnitudo 8,2 che è sempre di tipo catastrofico.

La seguente scala empirica, costruita sulla base delle sole esternalità positive delle innovazioni, colloca l'innovazione delle marmitte catalitiche ad un livello di basso impatto in termini di incremento di utilità socio-economico (rappresentato dalla riduzione dell'inquinamento atmosferico). Mentre la tecnologia aerea si colloca nella seconda fascia, ad un livello di medio impatto ed un'intensità sicuramente forte, infine la meccanizzazione agricola si colloca nella terza fascia con un alto impatto economico ed un'intensità fortissima.

La scala è basata su valori empirici approssimati. I livelli (basso, medio e alto) sono stati costruiti osservando che la magnitudo di innovazioni con bassa intensità aveva mediamente valori inferiori a 4,5 mentre quelle di media intensità aveva valori medi inferiori a 5,9; infine quelli di alta intensità superiori a quest'ultimo valore. Le innovazioni di intensità rivoluzionaria hanno la magnitudo superiore al valore di 8,2. In questa ultima classe rientrano le innovazioni che cambiano i paradigmi tecno-economici:

*[...che hanno effetti così profondi sul sistema economico da cambiare radicalmente lo stile di produzione del management. L'introduzione dell'energia elettrica o del vapore o del computer sono gli esempi più tipici di queste profonde trasformazioni. Cambiamenti di questo genere portano con sé cluster d'innovazioni sia radicali che incrementali. Questo tipo di sviluppo tecnologico non solo porta alla nascita di una nuova*

gamma di prodotti e servizi del settore direttamente interessato ma, influisce anche su ogni altro settore dell'economia (Freeman, 1974)].

Queste innovazioni sono denominate anche *General purpose technologies* (Bresnahan e Trajtenberg, 1995) o *disruptive technologies* che distruggono i vecchi settori e ne creano dei nuovi (Bower e Christensen, 1995; Christensen, 1997; Linton e Welsh, 2004; Welsh, 2004). A tal fine si conferma l'analogia con gli elevati gradi della scala di Mercalli e di Richter per i fenomeno

sismici che modificano i paesaggi geografici. Infine bisogna tener presente che una corretta misurazione dell'impatto economico delle innovazioni richiede che i dati siano riferiti alla stessa dimensione spazio-temporali (ad esempio dall'introduzione  $t=0$  e per i successivi 30 anni). In ogni caso la scala suddetta fornisce una prima indicazione dell'impatto economico sociale del cambiamento tecnologico introdotto dalle innovazioni, fermo restando alcuni limiti che si diranno nel prossimo paragrafo.

Tab. 12: Scala dell'intensità innovativa empirica (considerando solo le esternalità positive)

CAMBIAMENTO TECNOLOGICO				
Grado dell'innovazione	Impatto economico	Intensità	MACT	Esempi
1 <sup>a</sup> Fascia	I = 1°	Leggerissima		
	II = 2°	Basso	Leggera	[0; 4,5[ ← MARMITTE CATALITICHE
	III = 3°		Modesta	
2 <sup>a</sup> Fascia	IV = 4°	Discreta		
	V = 5°	Medio	Forte	[4,5; 5,9[ ← TECNOLOGIA AEREA
3 <sup>a</sup> Fascia	VI = 6°	Fortissima		
	VII = 7°	Alto	Rivoluzionaria	[5,9; 8,2 [ ← MECCANIZZAZIONE AGRICOLA [8,2; +∞[

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella vasta letteratura sull'economia dell'innovazione esiste una molteplicità di tassonomie sul cambiamento tecnologico proposte da vari studiosi fra cui Archibugi, Freeman, Pavitt, Durand, Abernathy e Clark. Questa diversità può essere considerata non come una eterogeneità (diversa natura degli elementi che formano l'innovazione) ma piuttosto come una eterofilia (differenza di forma di innovazioni che hanno una comune origine e gli stessi elementi sostanziali). Quest'ultima genera differenti denominazioni di innovazioni uguali nella sostanza ma non nella forma che mi hanno spinto a costruire un comune denominatore del cambiamento tecnologico: il grado dell'innovazione, dipendente dal numero di fruitori del cambiamento. L'aumento del grado dell'intensità innovativa indica un maggior impatto economico dell'innovazione in termini di incremento di utilità individuale e sociale. In altri termini, passando da un'innovazione di I grado di intensità, ad una di VII, aumentano sia i fruitori (consumatori, imprese, istituzioni), sia i cambiamenti ambientali che generano l'effetto di un maggiore impatto economico sull'utilità individuale e sociale. L'intensità del VII grado è riservata solo a quelle innovazioni che cambiano le vie di comunicazione umana ed hanno una diffusione di massa (ad esempio telematica, fra cui internet: Gottardi, 2003), mentre le biotecnologie e i nuovi materiali dell'era molecolare (Linstone, 2004) si preferisce collocarle al VI e non VII grado di intensità, a differenza di quanto sostenuto da qualche autore (Tidd *et al.*, 2001).

L'approccio sismico presenta analogie e differenze con altri utilizzati in letteratura. L'edonismo dell'approccio sismico, non è nel senso di Court e Stone, ma nel senso di incremento del benessere sia individuale sia sociale (basti pensare ai benefici di una medicina). L'approccio funzionale di Majer (1985) considerava alcuni attributi della tecnologia che sono indicatori di performance. Qui si considerano come indicatori non quelli endogeni alla tecnologia, ma quelli esogeni alla stessa: come l'innovazione tecnologica migliora

il benessere individuale e sociale? L'approccio strutturale di Knight (1985) è rinvenibile quanto si confrontano le due strutture di performance (ad es. il livello di inquinamento), calcolato col MACT, pre e post-innovazione.

Un attento lettore potrebbe domandare la reale utilità dell'approccio sismico nel misurare l'impatto economico dell'innovazione ex-post, in altri termini dopo che la diffusione ha esplicato i suoi effetti. La risposta può partire dalla considerazione che anche i terremoti, fra gli eventi della natura più imprevedibili, hanno delle accurate metriche dopo che essi hanno prodotto tutti i loro effetti e provocato, molto spesso, anche ingenti danni per l'ambiente umano. La misurazione a posteriori dei terremoti consente di preparare il paesaggio urbano futuro in modo da ridurre il più possibile gli effetti negativi dell'evento stesso. Alla stessa maniera la misurazione *ex-post* dell'innovazione è un'analisi importante del fenomeno poiché consente di capire il suo comportamento e le sue dinamiche spazio-temporali e così preparare l'ambiente geo-economico futuro con infrastrutture di comunicazione, laboratori di ricerca, capitale umano qualificato per favorire non solo la nascita ma anche l'assorbimento di innovazioni, aumentando così l'impatto economico ed i relativi benefici sociali positivi. La magnitudo può essere un importante indicatore che misura l'efficacia di politiche dell'innovazione. Se il valore è basso, si potrebbe aumentarlo intraprendendo sia politiche infrastrutturali (Justam e Teubal, 1996), sia di ispirazione evolutiva del tipo *diffusion oriented* (Ergas, 1987) e di *learning* (Canter e Pyka, 2001) che sono focalizzate sul maggior apprendimento degli attori economici (Malerba, 1992). Inoltre la metrica dell'approccio sismico, scindendo l'impatto economico in benefici e costi ( $U^+$  e  $U^-$ ), fornisce importanti informazioni ai *policy maker*. Se l'innovazione ha un elevato valore di esternalità negative e produce un effetto netto basso, si potrebbero porre in essere degli interventi correttivi per ridurre i costi sociali: un esempio può essere quello della riduzione degli incidenti sul lavoro nel settore agricolo ed industriale provocate da alcune innovazioni, attraverso efficaci normative di sicurezza sul lavoro, nonché efficienti controlli.

Questa riduzione farebbe sicuramente aumentare l'effetto netto dell'innovazione. La magnitudo MACT dell'approccio sismico inoltre può essere utilizzata come metrica della *technology roadmap* (Welsh, 2004) affinché i policy maker siano in grado di quantificare l'impatto economico delle innovazioni tecnologiche e supportare lo sviluppo sia delle tecnologie correnti, sia di quelle emergenti (Petrick e Echols, 2004) a livello settoriale e nazionale (Phaal *et al.*, 2004). Inoltre la già detta scissione dell'effetto in esternalità positiva e negativa consente di valutare anche i punti di forza e debolezza comparata dei sistemi innovativi nazionali e/o regionali (Lundvall, 1992; Brazyck *et al.*, 1998) nella loro attività di assorbimento (Cohen e Levinthal, 1990) ed apprendimento tecnologico (Malerba, 1992). L'applicazione della metrica pre e post interventi di politica dell'innovazione è un importante indicatore della loro effettiva efficacia ed efficienza di questa politica. Dal punto di vista teorico, inoltre, lo scopo della classificazione proposta è quello di disporre in maniera ordinata gli eventi innovativi, utilizzando un dato criterio. La metrica dell'approccio sismico dell'innovazione ha svolto un'attività di ri-sistemazione tassonomica delle numerose tipologie di innovazione presenti nella letteratura al fine di mettere ordine fra l'eterogeneità delle denominazioni presenti e facilitare confronti che consentono di sviluppare il campo dell'importante disciplina dell'economia dell'innovazione e del cambiamento tecnologico.

Ma come ogni ambizioso tentativo di misurare l'innovazione, una metrica per quanto corretta possa essere non può prescindere dalla dimensione temporale e non può collocarsi troppo all'inizio della sua evoluzione, poiché alcune ricerche hanno mostrato come alcune innovazioni tecnologiche per quanto superiori ad altre possono essere soggette all'effetto di *lock-in* a vantaggio di innovazioni inferiori che utilizzano la loro *path-dependency* come nel caso della tastiera QWERTY (David, 1985; Arthur, 1989). L'approccio sismico proposto nel valutare l'impatto sociale dell'innovazione, oltre ai benefici ha cercato di tener conto anche di eventuali costi. Chiaramente valutare i costi e benefici sociali in economia è molto difficile

poiché alcuni non sono oggetto di scambio sul mercato. Ad esempio non esiste un mercato per l'aria pulita, per le vite salvate o per i fiumi non inquinati (Hines, 1973). Inoltre, in economia sono state messe a punto alcune tecniche (in alcuni casi piuttosto controverse) in grado di fornire una valutazione approssimativa della vita umana (Viscusi, 1983; Akerlof e Dickens, 1982; Schelling, 1984; Morrall, 1979), del tempo, ecc.

Un'altra osservazione da fare è che molto spesso i fruitori dei benefici non sono gli stessi di chi sopporta i costi e questo porta al problema della distribuzione intergenerazionale del benessere; in tal caso nel valutare i costi e i benefici ci si dovrebbe basare sul tasso di sconto sociale (Stiglitz, 1986). La struttura teorica dell'approccio sismico ha focalizzato solo alcuni aspetti e in futuro sarà migliorata tenendo presente altre variabili e/o analizzando il fenomeno da altre angolazioni. La funzione reale di una variabile reale dell'impatto economico dell'innovazione è chiaramente una semplificazione, poiché nella realtà è più corretto scrivere una funzione dell'impatto come una  $f: \mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R}^n$ . Inoltre la forma funzionale  $f$  con cui la *path dependency* dell'innovazione tecnologica (David, 1993) si sviluppa dipende da una serie di fattori che Rycroft e Kash (2002) hanno sintetizzato in cultura, istituzioni e apprendimento organizzativo e che in futuro saranno approfonditi. La scala dell'intensità innovativa è un punto di partenza per misurare e graduare l'impatto economico dell'innovazione tecnologica nell'ambiente. L'esser partito dall'analogia con la scala sismica di Mercalli è per la sua semplicità poiché al pari delle onde sismiche, all'aumentare dell'intensità delle innovazioni, aumentano gli effetti e i cambiamenti sull'ambiente geoeconomico. L'evoluzione della ricerca sarà basata su una maggiore verifica empirica dell'approccio applicando, come detto, funzioni di impatto a più variabili indipendenti per migliorare la valutazione dell'impatto economico dell'innovazione e l'attività di *technological forecasting*. La strada da percorrere sarà ardua e lunga, poiché la misurazione della funzione multidimensionale cambiamento tecnologico è difficilmente riconducibile ad una sola disciplina, ma queste difficoltà sono delle sfide da vincere.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abernathy W. J., Clark K. B. (1985), *Innovation: mapping the winds of creative destruction*, in «Research Policy», n. 14, pp. 3-22.
- Ackerman-Liebrich U. (2000), *Outdoor Air Pollution, Respiratory Epidemiology in Europe*, Annesi-Maesano, Gulvisk A., Viegi G., ERS Journal, pp. 400-410.
- Akerlof G., Dickens W.T. (1982), *The economic consequences of cognitive dissonance*, in «American Economic Review», vol. 72, pp. 307-319.
- Alexander A.J., Nelson J.R. (1973), *Measuring Technological Change: Aircraft Turbine Engines*, in «Technological Forecasting and Social Change», n. 5, pp. 189-203.
- Antonelli C. (1995), *The economics of localised technological change and industrial dynamics*, Norwell (Ma), Kluwer Academic Publishers.
- Antonelli C. (2000), (a cura di), *Conoscenza tecnologica. Nuovi paradigmi dell'innovazione e specificità italiana*, Torino, Edizioni Fondazione Giovanni Agnelli.
- Archibugi D. (1988), *In Search of a Useful Measure of Technological Innovation (to Make Economists Happy without Discontenting Technologists)*, in «Technological Forecasting and Social Change», n. 34, pp. 253-277.
- Archibugi D., Santarelli E. (1989), (a cura di), *Cambiamento tecnologico e sviluppo industriale*, Milano, Franco Angeli.
- Archibugi D., Simonetti R. (1998), *Objects and Subjects in Technological Interdependence. Towards a Framework to Monitor Innovation*, in «International Journal of the Economics of Business», vol. 5, n. 3, pp. 295-309.
- Arrow K. (1962), "Economic welfare and the allocation of resources for invention", in R. Nelson (ed.) *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton, Princeton University Press.
- Arthur W. B. (1989), *Competing technologies increasing returns and lock-in by historical events*, in «Economic Journal», n. 99, pp. 116-146.
- Bower J., Christensen C. (1995), *Disruptive technologies: catching the wave*, Harvard business school press, Boston, MA.
- Braczyk H., Cooke P., Heidenreich M. (1998), *Regional Innovation Systems*, UCL Press, London.
- Bresnahan T. F., Trajtenberg M. (1995), *General purpose technologies Engines of growth*, in «Journal of econometrics», n. 65, pp. 83-108.
- Canter U., Pyka A. (2001), *Classifying technology policy from an evolutionary perspective*, in «Research Policy», n. 30, pp. 759-775.
- Christensen C. M. (1997), *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firm to fail*, Harvard Business School press, Boston, MA.
- Coccia M. (2005) "Measuring Intensity of Technological Change: The Seismic Approach", in *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 72, n. 2, pp. 117-144.
- Cohen W.M., Levinthal D. A. (1990), *Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation*, in «Administrative Science Quarterly». March, pp. 128-152.
- Court A.T. (1939), *Hedonic price indexes with automotive examples*, in «The Dynamics of Automobile Demand», pp. 99-117, New York, General Motors Corporation.
- Darroch J., Jardine E. (2002), *Combining firm-based and consumer-based perspectives to develop a new Measure for innovation*, in *Proceeding of 3<sup>rd</sup> International Symposium on Management of Technology and Innovation*, October 25-27, pp. 271-275.
- David P. (1985), *Clio and the Economics of QWERTY*, in «American Economic Review», n. 75, pp. 332-337.
- David P.A. (1993), *Path-dependence and predictability in dynamic systems with local network externalities: a paradigm for historic economics*, in D. Foray, C. Freeman (a cura di), *Technology and the wealth of nations*, London, Pinter.
- Dodson E. N. (1970; ristampa 1985), *Measurement of State of the Art and Technological Advance*, in «Technological Forecasting and Social Change», n. 27, pp. 129-146.
- DORS (2003), Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute <http://www.regione.piemonte.it/sanita/ep/pubbli.htm>; <http://www.cpo.it>; <http://www.asl20.piemonte.it>; [www.regione.piemonte.it/sanita/dors/](http://www.regione.piemonte.it/sanita/dors/); [www.dors.it](http://www.dors.it)
- Dosi G. (1982), *Technological paradigms and technological trajectories. A suggest interpretation of the determinants and directions of technical change*, in «Research Policy», vol. 2, n. 3, pp. 147-162.
- Dosi G. (1988), *Sources procedures and micro-economic effects of innovation*, in «Journal of Economic Literature», n. 26, pp. 1120-1171.
- Durand T. (1992), *Dual technology trees: assessing the intensity and strategic significance of*

- technology change, in «Research Policy», n. 21, pp. 361-380.
- Ergas H. (1987), "The importance of technology policy". In Dasgupta P., Stoneman P. (eds.) *Economic policy and technological performance*, Cambridge University press, Cambridge.
- Freeman C. (1974), *The economics of industrial innovation*, Harmondsworth, Penguin, England.
- Freeman C. (1984), *Prometheus unbound*, in «Future», vol. 5, n. 16, pp. 494-507.
- Freeman C., Clark J., Soete L. (1982), *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves and Economic Development*, London, Frances Printer.
- Garcia R., Calantone R. (2002), *A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review*, in «The Journal of Product Innovation Management», n. 19, pp. 110-132.
- Gilbert R., Newbery D. (1982), *Pre-emptive patenting and persistence of monopoly*, in «American Economic Review», n. 72, pp. 514-526.
- Gottardi G. (2003), *Lo sviluppo di Internet. Un'analisi tramite modelli di diffusione*, in «L'Industria», vol. XXIV, n. 2, pp. 223-248.
- Green S.G., Gavin M.B., Aiman-Smith L. (1995), *Assessing a multidimensional measure of radical innovation*, in «IEEE Transaction on Engineering Management», n. 42, pp. 203-214.
- Griliches Z. (1957), *Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change*, in «Econometrica», vol. XXV, pp. 501-522.
- Habakkuk H.J. (1962), *American and British technology in the Nineteenth century*, Cambridge university press, Cambridge.
- Hägerstrand T. (1960), *Aspects of the spatial structure of social communication and diffusion of information*, in «Papers and Proceedings in the Regional Science Association», n. 16, pp. 27-42.
- Hicks J. R. (1932), *The theory of wages*, MacMillan, London.
- Hines L.G. (1973), *Environmental Issues*, New York, Norton.
- Justman M., Teubal M. (1996), "Technological Infrastructure Policy (TIP): Creating Capabilities and Building Markets", in Teubal M. (a cura di), *Technological Infrastructure Policy. An International Perspective*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Keirstead B.S. (1948), *The theory of economic change*, Toronto, Macmillan.
- Kleinknecht A. (1990), *Are there Schumpeterian waves of innovations?*, in «Cambridge Journal of Economics», n. 14, pp. 81-92.
- Knight K.E. (1985), *A Functional and Structural Measurement of Technology*, in «Technological Forecasting and Social Change», n. 27, pp. 107-127.
- Kondratief N. D. (1935), *The long waves in economic life*, in «Rev. Econ. Statistics», vol. 17, n. 6, pp. 105-115.
- Linstone A. L. (2004), *From my perspective: from information age to molecular age*, in «Technological Forecasting and Social Change», vol. 71, nos. 1-2, pp. 187-196.
- Linton J. D, Welsh S. (2004), *Roadmapping: from sustainable to disruptive technologies: introduction*, in «Technological Forecasting and Social Change», vol. 71, nos. 1-2, pp. 1-5.
- Lundvall B. (1992), *National systems of innovation*, Pinter Publishers, London.
- Majer H. (1985), *Technology Measurement: The Functional Approach*, in «Technological Forecasting and Social Change», n. 27, pp. 335-351.
- Malerba F. (1992), *Learning by firms and incremental technical change* in «Economic Journal», n. 102, pp. 845-859.
- Marshall A. (1890), *Principles of Economics*, New York, Macmillan and Co.
- Martino J. P. (1985), *Measurement of Technology Using Trade-off Surfaces*, in «Technological Forecasting and Social Change», n. 27, pp. 147-160.
- Mensch G. (1979), *Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression*, New York, Ballinger.
- Mercalli G. (1883), *Vulcani e Fenomeni Vulcanici in Italia*, (ristampa anastatica, Sala Bolognese 1981, Milano).
- Morrall J.R. (1979), *Exposure to occupational noise*, in *Benefit-cost analysis of social revaluation*, in J.C. Miller III, B. Yandle (eds.), *American Enterprise institute for public policy research*, Washington, D.C.
- Nelson R. (1995), *Recent evolutionary theorising about economic change* in «Journal of economic literature», vol. XXXIII, pp. 48-90.
- Nelson R.R., Winter S. (1982), *An evolutionary theory of economic change*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Ma.
- O'Connor G.C. (1998), *Market learning and radical eight radical innovation projects*, in «Journal of Product Innovation Management», n. 15, pp. 151-166.
- OMS (2000), *L'inquinamento atmosferico in 8 città italiane: la misura della qualità dell'aria*

- e la valutazione del rischio per la salute. Incontri di sanità pubblica, Roma, 20 giugno.
- Pavitt K. (1984), *Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and theory*, in «Research Policy», vol. 13, n. 6, pp. 343-373.
- Petrick I. J., Echols A. E. (2004), *Technology roadmapping in review: a tool for making sustainable new product development decisions*, in «Technological Forecasting and Social Change», vol. 71, nos. 1-2, pp. 81-100.
- Phaal R., Farrukh C. J. P., Probert D. R. (2004), *Technology roadmapping – a planning framework for evolution and revolution*, in «Technological Forecasting and Social Change», vol. 71, nos. 1-2, pp. 5-26.
- Priest W.C., Hill C.T. (1980), *Identifying and assessing discrete technological innovations: an approach to output indicators*, Washington, National Science Foundation.
- Rae J. (1834) *Statement of Some New Principles on the Subject of Political Economy, Exposing the Fallacies of the System of Free Trade, And of some other Doctrines maintained in the "Wealth of Nations"*, Boston: Hilliard, Gray. Reprinted (1964), New York: Kelley; and (1965), in R. W. James (ed.), *John Rae, Political Economist*, vol. 2, Aylesbury, Toronto: University of Toronto Press. (trad.it. 1856) F. Ferrara (ed.) *Dimostrazione di taluni principi sull'ECONOMIA POLITICA dimostranti gli errori del sistema di commercio libero, e di altre dottrine contenute nella RICCHEZZA DELLE NAZIONI*, Biblioteca dell'economista, Prima serie. Trattati complessivi. Vol. XI. Torrens, Bailey, Whatley, Ricardo, Rae. Utet, Torino.
- Richter C.F. (1958), *Elementary Seismology*, San Francisco, Freeman.
- Rycroft R. W., Kash D. E. (2002), *Path Dependence in the Innovation of Complex Technologies*, in «Technology Analysis & Strategic Management», vol. 14, n. 1, pp. 21-35.
- Sahal D. (1981), *Patterns of technological innovation*, Reading, Mass, Addison-Wesley.
- Sahal D. (1985), *Foundations of Technometrics*, in «Technological Forecasting and Social Change», n. 27, pp. 1-37.
- Saviotti P.P. (1985), *An Approach to the Measurement of Technology Based on the Hendonic Price Method and Related Methods*, in «Technological Forecasting and Social Change», n. 27, pp. 309-334.
- Schelling T. (1984), *Choice and consequences*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Schumpeter J. (1911), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Schumpeter J. (1939), *Business Cycles*, New York, McGraw Hill.
- Shapiro C., Varian H.R. (1999), *Information rules*, Harvard Business Review press, Boston, MA.
- Souder W. E., Shrivastava P. (1985), *Towards a scale for measuring technology in new product innovation*, in «Research Policy», n. 14, pp. 151-160.
- Stiglitz J. (1986), *Economics of the Public sector*, New York, Norton & Company, Inc.
- Stone R. (1956), *Quantity and Price Indexes in National Accounts*, Paris, OECD.
- Stoneman P. (1983), *The economic analysis of innovation and technological change*, Blackwell handbooks in economics Blackwell, Oxford.
- Sutton J. (1991), *Sunk cost and market structure*, MIT Press, Cambridge.
- Tidd J., Bessant J., Pavitt K. (2001), *Managing Innovation. Integrating technological, Market and Organisational Change*, New York, John Wiley & Sons.
- Viscusi W. K. (1983), *Risk by choice: regulating health and safety in the workplace*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Welsh S. (2004), *Roadmapping a disruptive technologies. A case studies: the emerging micro-systems and top-down nanosystems industry*, in «Technological Forecasting and Social Change», vol. 71, nos. 1-2, pp. 161-186.
- White L. (1982), *The regulations of air pollutant emissions from motor vehicles Washington, D.C.*, American Enterprise Institute for public policy research



WORKING PAPER SERIES (2006-1993)

**2006**

- 1/06 *Analisi della crescita economica regionale e convergenza: un nuovo approccio teorico ed evidenza empirica sull'Italia*, by Mario Coccia
- 2/06 *Classifications of innovations: Survey and future directions*, by Mario Coccia
- 3/06 *Analisi economica dell'impatto tecnologico*, by Mario Coccia
- 4/06 *La burocrazia nella ricerca pubblica. PARTE I Una rassegna dei principali studi*, by Mario Coccia and Alessandro Gobbino
- 5/06 *La burocrazia nella ricerca pubblica. PARTE II Analisi della burocrazia negli Enti Pubblici di Ricerca*, by Mario Coccia and Alessandro Gobbino
- 6/06 *La burocrazia nella ricerca pubblica. PARTE III Organizzazione e Project Management negli Enti Pubblici di Ricerca: l'analisi del CNR*, by Mario Coccia, Secondo Rolfo and Alessandro Gobbino
- 7/06 *Economic and social studies of scientific research: nature and origins*, by Mario Coccia
- 8/06 *Shareholder Protection and the Cost of Capital: Empirical Evidence from German and Italian Firms*, by Julie Ann Elston and Laura Rondi
- 9/06 *Réflexions en thème de district, clusters, réseaux: le problème de la gouvernance*, by Secondo Rolfo
- 10/06 *Models for Default Risk Analysis: Focus on Artificial Neural Networks, Model Comparisons, Hybrid Frameworks*, by Greta Falavigna
- 11/06 *Le politiche del governo federale statunitense nell'edilizia residenziale. Suggerimenti per il modello italiano*, by Davide Michelis
- 12/06 *Il finanziamento delle imprese Spin-off: un confronto fra Italia e Regno Unito*, by Elisa Salvador
- 13/06 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES: *Regulatory and Environmental Effects on Public Transit Efficiency: a Mixed DEA-SFA Approach*, by Beniamina Buzzo Margari, Fabrizio Erbetta, Carmelo Petraglia, Massimiliano Piacenza
- 14/06 *La mission manageriale: risorsa delle aziende*, by Gian Franco Corio
- 15/06 *Peer review for the evaluation of the academic research: the Italian experience*, by Emanuela Reale, Anna Barbara, Antonio Costantini

**2005**

- 1/05 *Gli approcci biologici nell'economia dell'innovazione*, by Mario Coccia
- 2/05 *Sistema informativo sulle strutture operanti nel settore delle biotecnologie in Italia*, by Edoardo Lorenzetti, Francesco Lutman, Mauro Mallone
- 3/05 *Analysis of the Resource Concentration on Size and Research Performance. The Case of Italian National Research Council over the Period 2000-2004*, by Mario Coccia and Secondo Rolfo
- 4/05 *Le risorse pubbliche per la ricerca scientifica e lo sviluppo sperimentale nel 2002*, by Anna Maria Scarda
- 5/05 *La customer satisfaction dell'URP del Cnr. I casi Lazio, Piemonte e Sicilia*, by Gian Franco Corio
- 6/05 *La comunicazione integrata tra uffici per le relazioni con il pubblico della Pubblica Amministrazione*, by Gian Franco Corio
- 7/05 *Un'analisi teorica sul marketing territoriale. Presentazione di un caso studio. Il "consorzio per la tutela dell'Asti"*, by Maria Marenga
- 8/05 *Una proposta di marketing territoriale: una possibile griglia di analisi delle risorse*, by Gian Franco Corio
- 9/05 *Analisi e valutazione delle performance economico-tecnologiche di diversi paesi e situazione italiana*, by Mario Coccia and Mario Taretto
- 10/05 *The patenting regime in the Italian public research system: what motivates public inventors to patent*, by Bianca Poti and Emanuela Reale
- 11/05 *Changing patterns in the steering of the University in Italy: funding rules and doctoral programmes*, by Bianca Poti and Emanuela Reale
- 12/05 *Una "discussione in rete" con Stanley Wilder*, by Carla Basili
- 13/05 *New Tools for the Governance of the Academic Research in Italy: the Role of Research Evaluation*, by Bianca Poti and Emanuela Reale
- 14/05 *Product Differentiation, Industry Concentration and Market Share Turbulence*, by Catherine Mataves, Laura Rondi
- 15/05 *Riforme del Servizio Sanitario Nazionale e dinamica dell'efficienza ospedaliera in Piemonte*, by Chiara Canta, Massimiliano Piacenza, Gilberto Turati
- 16/05 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES: *Struttura di costo e rendimenti di scala nelle imprese di trasporto pubblico locale di medie-grandi dimensioni*, by Carlo Cambini, Ivana Paniccia, Massimiliano Piacenza, Davide Vannoni

17/05 *Ricerc@.it - Sistema informativo su istituzioni, enti e strutture di ricerca in Italia*, by Edoardo Lorenzetti, Alberto Paparello

## 2004

- 1/04 *Le origini dell'economia dell'innovazione: il contributo di Rae*, by Mario Coccia
- 2/04 *Liberalizzazione e integrazione verticale delle utility elettriche: evidenza empirica da un campione italiano di imprese pubbliche locali*, by Massimiliano Piacenza and Elena Beccio
- 3/04 *Uno studio sull'innovazione nell'industria chimica*, by Anna Ceci, Mario De Marchi, Maurizio Rocchi
- 4/04 *Labour market rigidity and firms' R&D strategies*, by Mario De Marchi and Maurizio Rocchi
- 5/04 *Analisi della tecnologia e approcci alla sua misurazione*, by Mario Coccia
- 6/04 *Analisi delle strutture pubbliche di ricerca scientifica: tassonomia e comportamento strategico*, by Mario Coccia
- 7/04 *Ricerca teorica vs. ricerca applicata. Un'analisi relativa al Cnr*, by Mario Coccia and Secondo Rolfo
- 8/04 *Considerazioni teoriche sulla diffusione delle innovazioni nei distretti industriali: il caso delle ICT*, by Arianna Miglietta
- 9/04 *Le politiche industriali regionali nel Regno Unito*, by Elisa Salvador
- 10/04 *Going public to grow? Evidence from a panel of Italian firms*, by Robert E. Carpenter and L. Rondi
- 11/04 *What Drives Market Prices in the Wine Industry? Estimation of a Hedonic Model for Italian Premium Wine*, by Luigi Benfratello, Massimiliano Piacenza and Stefano Sacchetto
- 12/04 *Brief notes on the policies for science-based firms*, by Mario De Marchi, Maurizio Rocchi
- 13/04 *Countrymetrics e valutazione della performance economica dei paesi: un approccio sistemico*, by Mario Coccia
- 14/04 *Analisi del rischio paese e sistemazione tassonomica*, by Mario Coccia
- 15/04 *Organizing the Offices for Technology Transfer*, by Chiara Franzoni
- 16/04 *Le relazioni tra ricerca pubblica e industria in Italia*, by Secondo Rolfo
- 17/04 *Modelli di analisi e previsione del rischio di insolvenza: una prospettiva delle metodologie applicate*, by Nadia D'Annunzio e Greta Falavigna
- 18/04 *SERIE SPECIALE: Lo stato di salute del sistema industriale piemontese: analisi economico-finanziaria delle imprese piemontesi*, Terzo Rapporto 1999-2002, by Giuseppe Calabrese, Fabrizio Erbetta, Federico Bruno Rolle
- 19/04 *SERIE SPECIALE: Osservatorio sulla dinamica economico-finanziaria delle imprese della filiera del tessile e dell'abbigliamento in Piemonte*, Primo rapporto 1999-2002, by Giuseppe Calabrese, Fabrizio Erbetta, Federico Bruno Rolle
- 20/04 *SERIE SPECIALE: Osservatorio sulla dinamica economico-finanziaria delle imprese della filiera dell'auto in Piemonte*, Secondo Rapporto 1999-2002, by Giuseppe Calabrese, Fabrizio Erbetta, Federico Bruno Rolle

## 2003

- 1/03 *Models for Measuring the Research Performance and Management of the Public Labs*, by Mario Coccia, March
- 2/03 *An Approach to the Measurement of Technological Change Based on the Intensity of Innovation*, by Mario Coccia, April
- 3/03 *Verso una patente europea dell'informazione: il progetto EnIL*, by Carla Basili, June
- 4/03 *Scala della magnitudo innovativa per misurare l'attrazione spaziale del trasferimento tecnologico*, by Mario Coccia, June
- 5/03 *Mappe cognitive per analizzare i processi di creazione e diffusione della conoscenza negli Istituti di ricerca*, by Emanuele Cadario, July
- 6/03 *Il servizio postale: caratteristiche di mercato e possibilità di liberalizzazione*, by Daniela Boetti, July
- 7/03 *Donne-scienza-tecnologia: analisi di un caso di studio*, by Anita Calcatelli, Mario Coccia, Katia Ferraris and Ivana Tagliafico, July
- 8/03 *SERIE SPECIALE. OSSERVATORIO SULLE PICCOLE IMPRESE INNOVATIVE TRIESTE. Imprese innovative in Friuli Venezia Giulia: un esperimento di analisi congiunta*, by Lucia Rotaris, July
- 9/03 *Regional Industrial Policies in Germany*, by Helmut Karl, Antje Möller and Rüdiger Wink, July
- 10/03 *SERIE SPECIALE. OSSERVATORIO SULLE PICCOLE IMPRESE INNOVATIVE TRIESTE. L'innovazione nelle new technology-based firms in Friuli-Venezia Giulia*, by Paola Guerra, October
- 11/03 *SERIE SPECIALE. Lo stato di salute del sistema industriale piemontese: analisi economico-finanziaria delle imprese piemontesi*, Secondo Rapporto 1998-2001, December
- 12/03 *SERIE SPECIALE. Osservatorio sulla dinamica economico-finanziaria delle imprese della meccanica specializzata in Piemonte*, Primo Rapporto 1998-2001, December
- 13/03 *SERIE SPECIALE. Osservatorio sulla dinamica economico-finanziaria delle imprese delle bevande in Piemonte*, Primo Rapporto 1998-2001, December

## 2002

- 1/02 *La valutazione dell'intensità del cambiamento tecnologico: la scala Mercalli per le innovazioni*, by Mario Coccia, January

- 2/02 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES. *Regulatory constraints and cost efficiency of the Italian public transit systems: an exploratory stochastic frontier model*, by Massimiliano Piacenza, March
- 3/02 *Aspetti gestionali e analisi dell'efficienza nel settore della distribuzione del gas*, by Giovanni Fraquelli and Fabrizio Erbetta, March
- 4/02 *Dinamica e comportamento spaziale del trasferimento tecnologico*, by Mario Coccia, April
- 5/02 *Dimensione organizzativa e performance della ricerca: l'analisi del Consiglio Nazionale delle Ricerche*, by Mario Coccia and Secondo Rolfo, April
- 6/02 *Analisi di un sistema innovativo regionale e implicazioni di policy nel processo di trasferimento tecnologico*, by Monica Cariola and Mario Coccia, April
- 7/02 *Analisi psico-economica di un'organizzazione scientifica e implicazioni di management: l'Istituto Elettrotecnico Nazionale "G. Ferraris"*, by Mario Coccia and Alessandra Monticone, April
- 8/02 *Firm Diversification in the European Union. New Insights on Return to Core Business and Relatedness*, by Laura Rondi and Davide Vannoni, May
- 9/02 *Le nuove tecnologie di informazione e comunicazione nelle PMI: un'analisi sulla diffusione dei siti internet nel distretto di Biella*, by Simona Salinari, June
- 10/02 *La valutazione della soddisfazione di operatori di aziende sanitarie*, by Gian Franco Corio, November
- 11/02 *Analisi del processo innovativo nelle PMI italiane*, by Giuseppe Calabrese, Mario Coccia and Secondo Rolfo, November
- 12/02 *Metrics della Performance dei laboratori pubblici di ricerca e comportamento strategico*, by Mario Coccia, September
- 13/02 *Technometrics basata sull'impatto economico del cambiamento tecnologico*, by Mario Coccia, November

## 2001

- 1/01 *Competitività e divari di efficienza nell'industria italiana*, by Giovanni Fraquelli, Piercarlo Frigero and Fulvio Sugliano, January
- 2/01 *Waste water purification in Italy: costs and structure of the technology*, by Giovanni Fraquelli and Roberto Giandrone, January
- 3/01 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES. *Il trasporto pubblico locale in Italia: variabili esplicative dei divari di costo tra le imprese*, by Giovanni Fraquelli, Massimiliano Piacenza and Graziano Abrate, February
- 4/01 *Relatedness, Coherence, and Coherence Dynamics: Empirical Evidence from Italian Manufacturing*, by Stefano Valvano and Davide Vannoni, February
- 5/01 *Il nuovo panel Ceris su dati di impresa 1977-1997*, by Luigi Benfratello, Diego Margon, Laura Rondi, Alessandro Sembenelli, Davide Vannoni, Silvana Zelli, Maria Zittino, October
- 6/01 *SMEs and innovation: the role of the industrial policy in Italy*, by Giuseppe Calabrese and Secondo Rolfo, May
- 7/01 *Le martingale: aspetti teorici ed applicativi*, by Fabrizio Erbetta and Luca Agnello, September
- 8/01 *Prime valutazioni qualitative sulle politiche per la R&S in alcune regioni italiane*, by Elisa Salvador, October
- 9/01 *Accords technology transfer-based: théorie et méthodologie d'analyse du processus*, by Mario Coccia, October
- 10/01 *Trasferimento tecnologico: indicatori spaziali*, by Mario Coccia, November
- 11/01 *Does the run-up of privatisation work as an effective incentive mechanism? Preliminary findings from a sample of Italian firms*, by Fabrizio Erbetta, October
- 12/01 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES. *Costs and Technology of Public Transit Systems in Italy: Some Insights to Face Inefficiency*, by Giovanni Fraquelli, Massimiliano Piacenza and Graziano Abrate, October
- 13/01 *Le NTBFs a Sophia Antipolis, analisi di un campione di imprese*, by Alessandra Ressico, December

## 2000

- 1/00 *Trasferimento tecnologico: analisi spaziale*, by Mario Coccia, March
- 2/00 *Poli produttivi e sviluppo locale: una indagine sulle tecnologie alimentari nel mezzogiorno*, by Francesco G. Leone, March
- 3/00 *La mission del top management di aziende sanitarie*, by Gian Franco Corio, March
- 4/00 *La percezione dei fattori di qualità in Istituti di ricerca: una prima elaborazione del caso Piemonte*, by Gian Franco Corio, March
- 5/00 *Una metodologia per misurare la performance endogena nelle strutture di R&S*, by Mario Coccia, April
- 6/00 *Soddisfazione, coinvolgimento lavorativo e performance della ricerca*, by Mario Coccia, May
- 7/00 *Foreign Direct Investment and Trade in the EU: Are They Complementary or Substitute in Business Cycles Fluctuations?*, by Giovanna Segre, April
- 8/00 *L'attesa della privatizzazione: una minaccia credibile per il manager?*, by Giovanni Fraquelli, May
- 9/00 *Gli effetti occupazionali dell'innovazione. Verifica su un campione di imprese manifatturiere italiane*, by Marina Di Giacomo, May

- 10/00 *Investment, Cash Flow and Managerial Discretion in State-owned Firms. Evidence Across Soft and Hard Budget Constraints*, by Elisabetta Bertero and Laura Rondi, June
- 11/00 *Effetti delle fusioni e acquisizioni: una rassegna critica dell'evidenza empirica*, by Luigi Benfratello, June
- 12/00 *Identità e immagine organizzativa negli Istituti CNR del Piemonte*, by Paolo Enria, August
- 13/00 *Multinational Firms in Italy: Trends in the Manufacturing Sector*, by Giovanna Segre, September
- 14/00 *Italian Corporate Governance, Investment, and Finance*, by Robert E. Carpenter and Laura Rondi, October
- 15/00 *Multinational Strategies and Outward-Processing Trade between Italy and the CEECs: The Case of Textile-Clothing*, by Giovanni Balcet and Giampaolo Vitali, December
- 16/00 *The Public Transit Systems in Italy: A Critical Analysis of the Regulatory Framework*, by Massimiliano Piacenza, December

#### **1999**

- 1/99 *La valutazione delle politiche locali per l'innovazione: il caso dei Centri Servizi in Italia*, by Monica Cariola and Secondo Rolfo, January
- 2/99 *Trasferimento tecnologico ed autofinanziamento: il caso degli Istituti Cnr in Piemonte*, by Mario Coccia, March
- 3/99 *Empirical studies of vertical integration: the transaction cost orthodoxy*, by Davide Vannoni, March
- 4/99 *Developing innovation in small-medium suppliers: evidence from the Italian car industry*, by Giuseppe Calabrese, April
- 5/99 *Privatization in Italy: an analysis of factors productivity and technical efficiency*, by Giovanni Fraquelli and Fabrizio Erbetta, March
- 6/99 *New Technology Based-Firms in Italia: analisi di un campione di imprese triestine*, by Anna Maria Gimigliano, April
- 7/99 *Trasferimento tacito della conoscenza: gli Istituti CNR dell'Area di Ricerca di Torino*, by Mario Coccia, May
- 8/99 *Struttura ed evoluzione di un distretto industriale piemontese: la produzione di casalinghi nel Cusio*, by Alessandra Ressico, June
- 9/99 *Analisi sistemica della performance nelle strutture di ricerca*, by Mario Coccia, September
- 10/99 *The entry mode choice of EU leading companies (1987-1997)*, by Giampaolo Vitali, November
- 11/99 *Esperimenti di trasferimento tecnologico alle piccole e medie imprese nella Regione Piemonte*, by Mario Coccia, November
- 12/99 *A mathematical model for performance evaluation in the R&D laboratories: theory and application in Italy*, by Mario Coccia, November
- 13/99 *Trasferimento tecnologico: analisi dei fruitori*, by Mario Coccia, December
- 14/99 *Beyond profitability: effects of acquisitions on technical efficiency and productivity in the Italian pasta industry*, by Luigi Benfratello, December
- 15/99 *Determinanti ed effetti delle fusioni e acquisizioni: un'analisi sulla base delle notifiche alle autorità antitrust*, by Luigi Benfratello, December

#### **1998**

- 1/98 *Alcune riflessioni preliminari sul mercato degli strumenti multimediali*, by Paolo Vaglio, January
- 2/98 *Before and after privatization: a comparison between competitive firms*, by Giovanni Fraquelli and Paola Fabbri, January
- 3/98 **Not available**
- 4/98 *Le importazioni come incentivo alla concorrenza: l'evidenza empirica internazionale e il caso del mercato unico europeo*, by Anna Bottasso, May
- 5/98 *SEM and the changing structure of EU Manufacturing, 1987-1993*, by Stephen Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, November
- 6/98 *The diversified firm: non formal theories versus formal models*, by Davide Vannoni, December
- 7/98 *Managerial discretion and investment decisions of state-owned firms: evidence from a panel of Italian companies*, by Elisabetta Bertero and Laura Rondi, December
- 8/98 *La valutazione della R&S in Italia: rassegna delle esperienze del C.N.R. e proposta di un approccio alternativo*, by Domiziano Boschi, December
- 9/98 *Multidimensional Performance in Telecommunications, Regulation and Competition: Analysing the European Major Players*, by Giovanni Fraquelli and Davide Vannoni, December

#### **1997**

- 1/97 *Multinationality, diversification and firm size. An empirical analysis of Europe's leading firms*, by Stephen Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, January
- 2/97 *Qualità totale e organizzazione del lavoro nelle aziende sanitarie*, by Gian Franco Corio, January
- 3/97 *Reorganising the product and process development in Fiat Auto*, by Giuseppe Calabrese, February
- 4/97 *Buyer-supplier best practices in product development: evidence from car industry*, by Giuseppe Calabrese, April

- 5/97 *L'innovazione nei distretti industriali. Una rassegna ragionata della letteratura*, by Elena Ragazzi, April
- 6/97 *The impact of financing constraints on markups: theory and evidence from Italian firm level data*, by Anna Bottasso, Marzio Galeotti and Alessandro Sembenelli, April
- 7/97 *Capacità competitiva e evoluzione strutturale dei settori di specializzazione: il caso delle macchine per confezionamento e imballaggio*, by Secondo Rolfo, Paolo Vaglio, April
- 8/97 *Tecnologia e produttività delle aziende elettriche municipalizzate*, by Giovanni Fraquelli and Piercarlo Frigero, April
- 9/97 *La normativa nazionale e regionale per l'innovazione e la qualità nelle piccole e medie imprese: leggi, risorse, risultati e nuovi strumenti*, by Giuseppe Calabrese, June
- 10/97 *European integration and leading firms' entry and exit strategies*, by Steve Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, April
- 11/97 *Does debt discipline state-owned firms? Evidence from a panel of Italian firms*, by Elisabetta Bertero and Laura Rondi, July
- 12/97 *Distretti industriali e innovazione: i limiti dei sistemi tecnologici locali*, by Secondo Rolfo and Giampaolo Vitali, July
- 13/97 *Costs, technology and ownership form of natural gas distribution in Italy*, by Giovanni Fraquelli and Roberto Giandrone, July
- 14/97 *Costs and structure of technology in the Italian water industry*, by Paola Fabbri and Giovanni Fraquelli, July
- 15/97 *Aspetti e misure della customer satisfaction/dissatisfaction*, by Maria Teresa Morana, July
- 16/97 *La qualità nei servizi pubblici: limiti della normativa UNI EN 29000 nel settore sanitario*, by Efisio Ibba, July
- 17/97 *Investimenti, fattori finanziari e ciclo economico*, by Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, rivisto sett. 1998
- 18/97 *Strategie di crescita esterna delle imprese leader in Europa: risultati preliminari dell'utilizzo del data-base Ceris "100 top EU firms' acquisition/divestment database 1987-1993"*, by Giampaolo Vitali and Marco Orecchia, December
- 19/97 *Struttura e attività dei Centri Servizi all'innovazione: vantaggi e limiti dell'esperienza italiana*, by Monica Cariola, December
- 20/97 *Il comportamento ciclico dei margini di profitto in presenza di mercati del capitale meno che perfetti: un'analisi empirica su dati di impresa in Italia*, by Anna Bottasso, December

## 1996

- 1/96 *Aspetti e misure della produttività. Un'analisi statistica su tre aziende elettriche europee*, by Donatella Cangialosi, February
- 2/96 *L'analisi e la valutazione della soddisfazione degli utenti interni: un'applicazione nell'ambito dei servizi sanitari*, by Maria Teresa Morana, February
- 3/96 *La funzione di costo nel servizio idrico. Un contributo al dibattito sul metodo normalizzato per la determinazione della tariffa del servizio idrico integrato*, by Giovanni Fraquelli and Paola Fabbri, February
- 4/96 *Coerenza d'impresa e diversificazione settoriale: un'applicazione alle società leaders nell'industria manifatturiera europea*, by Marco Orecchia, February
- 5/96 *Privatizzazioni: meccanismi di collocamento e assetti proprietari. Il caso STET*, by Paola Fabbri, February
- 6/96 *I nuovi scenari competitivi nell'industria delle telecomunicazioni: le principali esperienze internazionali*, by Paola Fabbri, February
- 7/96 *Accordi, joint-venture e investimenti diretti dell'industria italiana nella CSI: Un'analisi qualitativa*, by Chiara Monti and Giampaolo Vitali, February
- 8/96 *Verso la riconversione di settori utilizzatori di amianto. Risultati di un'indagine sul campo*, by Marisa Gerbi Sethi, Salvatore Marino and Maria Zittino, February
- 9/96 *Innovazione tecnologica e competitività internazionale: quale futuro per i distretti e le economie locali*, by Secondo Rolfo, March
- 10/96 *Dati disaggregati e analisi della struttura industriale: la matrice europea delle quote di mercato*, by Laura Rondi, March
- 11/96 *Le decisioni di entrata e di uscita: evidenze empiriche sui maggiori gruppi italiani*, by Alessandro Sembenelli and Davide Vannoni, April
- 12/96 *Le direttrici della diversificazione nella grande industria italiana*, by Davide Vannoni, April
- 13/96 *R&S cooperativa e non-cooperativa in un duopolio misto con spillovers*, by Marco Orecchia, May
- 14/96 *Unità di studio sulle strategie di crescita esterna delle imprese italiane*, by Giampaolo Vitali and Maria Zittino, July. **Not available**
- 15/96 *Uno strumento di politica per l'innovazione: la prospezione tecnologica*, by Secondo Rolfo, September
- 16/96 *L'introduzione della Qualità Totale in aziende ospedaliere: aspettative ed opinioni del middle management*, by Gian Franco Corio, September

- 17/96 *Shareholders' voting power and block transaction premia: an empirical analysis of Italian listed companies*, by Giovanna Nicodano and Alessandro Sembenelli, November
- 18/96 *La valutazione dell'impatto delle politiche tecnologiche: un'analisi classificatoria e una rassegna di alcune esperienze europee*, by Domiziano Boschi, November
- 19/96 *L'industria orafa italiana: lo sviluppo del settore punta sulle esportazioni*, by Anna Maria Gaibisso and Elena Ragazzi, November
- 20/96 *La centralità dell'innovazione nell'intervento pubblico nazionale e regionale in Germania*, by Secondo Rolfo, December
- 21/96 *Ricerca, innovazione e mercato: la nuova politica del Regno Unito*, by Secondo Rolfo, December
- 22/96 *Politiche per l'innovazione in Francia*, by Elena Ragazzi, December
- 23/96 *La relazione tra struttura finanziaria e decisioni reali delle imprese: una rassegna critica dell'evidenza empirica*, by Anna Bottasso, December

#### 1995

- 1/95 *Form of ownership and financial constraints: panel data evidence on leverage and investment choices by Italian firms*, by Fabio Schiantarelli and Alessandro Sembenelli, March
- 2/95 *Regulation of the electric supply industry in Italy*, by Giovanni Fraquelli and Elena Ragazzi, March
- 3/95 *Restructuring product development and production networks: Fiat Auto*, by Giuseppe Calabrese, September
- 4/95 *Explaining corporate structure: the MD matrix, product differentiation and size of market*, by Stephen Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, November
- 5/95 *Regulation and total productivity performance in electricity: a comparison between Italy, Germany and France*, by Giovanni Fraquelli and Davide Vannoni, December
- 6/95 *Strategie di crescita esterna nel sistema bancario italiano: un'analisi empirica 1987-1994*, by Stefano Olivero and Giampaolo Vitali, December
- 7/95 *Panel Ceris su dati di impresa: aspetti metodologici e istruzioni per l'uso*, by Diego Margon, Alessandro Sembenelli and Davide Vannoni, December

#### 1994

- 1/94 *Una politica industriale per gli investimenti esteri in Italia: alcune riflessioni*, by Giampaolo Vitali, May
- 2/94 *Scelte cooperative in attività di ricerca e sviluppo*, by Marco Orecchia, May
- 3/94 *Perché le matrici intersettoriali per misurare l'integrazione verticale?*, by Davide Vannoni, July
- 4/94 *Fiat Auto: A simultaneous engineering experience*, by Giuseppe Calabrese, August

#### 1993

- 1/93 *Spanish machine tool industry*, by Giuseppe Calabrese, November
- 2/93 *The machine tool industry in Japan*, by Giampaolo Vitali, November
- 3/93 *The UK machine tool industry*, by Alessandro Sembenelli and Paul Simpson, November
- 4/93 *The Italian machine tool industry*, by Secondo Rolfo, November
- 5/93 *Firms' financial and real responses to business cycle shocks and monetary tightening: evidence for large and small Italian companies*, by Laura Rondi, Brian Sack, Fabio Schiantarelli and Alessandro Sembenelli, December

Free copies are distributed on request to Universities, Research Institutes, researchers, students, etc.

**Please, write to:**

MARIA ZITTINO, Working Papers Coordinator  
 CERIS-CNR, Via Real Collegio, 30; 10024 Moncalieri (Torino), Italy  
 Tel. +39 011 6824.914; Fax +39 011 6824.966; [m.zittino@ceris.cnr.it](mailto:m.zittino@ceris.cnr.it); <http://www.ceris.cnr.it>

**Copyright © 2006 by CNR-Ceris**

All rights reserved. Parts of this paper may be reproduced with the permission of the author(s) and quoting the authors and CNR-Ceris