

Working Paper Cnr-Ceris, N. 07/2011

FINANZIAMENTI ESTERNI E
PRODUTTIVITA' TOTALE DEI FATTORI
NEL SETTORE DELLA RICERCA:
IL CASO DEL CONSIGLIO NAZIONALE
DELLE RICERCHE

Alessandro Manello

**Working
Paper**

**CERIS** Istituto di Ricerche sull'Impresa e Lo Sviluppo

WORKING PAPER CNR-CERIS

Anno 13, N° 07 – 2011

Autorizzazione del Tribunale di Torino

N. 2681 del 28 marzo 1977

Direttore Responsabile

Secondo Rolfo

*Direzione e Redazione**Cnr-Ceris*

Via Real Collegio, 30

10024 Moncalieri (Torino), Italy

Tel. +39 011 6824.911

Fax +39 011 6824.966

segreteria@ceris.cnr.it<http://www.ceris.cnr.it>*Sede di Roma*

Via dei Taurini, 19

00185 Roma, Italy

Tel. +39 06 49937810

Fax +39 06 49937884

Sede di Milano

Via Bassini, 15

20121 Milano, Italy

tel. +39 02 23699501

Fax +39 02 23699530

Segreteria di redazione

Maria Zittino

m.zittino@ceris.cnr.it*Enrico Viarisio*e.viarisio@ceris.cnr.it*Distribuzione*

On line:

http://www.ceris.cnr.it/index.php?option=com_content&task=section&id=4&Itemid=64*Fotocomposizione e impaginazione*

In proprio

Finito di stampare nel mese di Novembre 2011

Copyright © 2011 by Cnr-Ceris

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 quest'articolo possono essere riprodotte previa autorizzazione citando la fonte.

FINANZIAMENTI ESTERNI E PRODUTTIVITÀ TOTALE DEI FATTORI NEL SETTORE DELLA RICERCA: IL CASO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

[Scientific productivity and external funding, the case of CNR institutes]

Alessandro Manello

Università di Bergamo

Cnr-Ceris

*Ceris - Institute for Economic Research
on Firms and Growth*

Collegio Carlo Alberto

Via Real Collegio, 30

10024 Moncalieri (To)

Tel. 011-6824946

Cell. 348-7340890

e-mail: a.manello@ceris.cnr.it

alessandro.manello@alice.it

ABSTRACT: The recent reform of the Italian CNR has increased the focus on external collaboration and decreased the amount of government funds. That process bring research institutes to operate on the market in order to obtain the necessary resources, but causes also a re-allocation of efforts among different research products. This paper present an application of the Directional Distance Function (DDF) model to build productivity indicators able to consider two different kinds of scientific outputs: someone more important than others from a scientific view point. Financial constraints do not allow institutes to freely dispose of their output portfolio and less important outputs have to be produced in order to obtain external funds. In a regime of limited human and temporal resources a substitution process cannot be avoided, then a cost in term of desirable scientific outputs is imposed. An estimate of that opportunity cost is here proposed, also with a comparison of standard efficiency measures. An evidence of the Total Factor Productivity (TFP) trend during the 2004-2007 period is provided by applying Malmquist-Luenberger indexes and standard indicators. From a comparison of the two set of results some different conclusions on the 2003 Reform can be drawn.

Keywords: Directional Distance Function, Scientific Productivity, Malmquist-Luenberger indexes, TFP growth

JEL Codes: I23, D24

L'autore desidera ringraziare Secondo Rolfo (Direttore Ceris-CNR) per i preziosi suggerimenti. Questo studio è stato finanziato dalla Regione Piemonte attraverso il progetto "ICT convergenti sul diritto: Servizi di nuova generazione per i cittadini, Imprese, Pubblica Amministrazione e politici", relativi al bando "Tecnologie convergenti 2007".

CONTENTS

INTRODUZIONE	4
1. LETTERATURA DI RIFERIMENTO	6
2. L'EFFICIENZA NELLA PRODUZIONE SCIENTIFICA IN PRESENZA DI OUPUTS NON DESIDERABILI	8
2.1 <i>Impatto della recente riforma: un'estensione dell'impatto regolamentare</i>	11
2.2 <i>Indici di crescita della produttività</i>	12
3. REPERIMENTO E PRESENTAZIONE DEI DATI.....	13
4. RISULTATI.....	15
4.1 <i>Livelli di efficienza per area tematica</i>	15
4.2 <i>Le conseguenze del razionamento dei fondi</i>	17
4.3 <i>La crescita di produttività totale tra il 2004 e il 2007</i>	18
5. CONCLUSIONI	20
BIBLIOGRAFIA	23

INTRODUZIONE

A partire dalla prima ristrutturazione del CNR avvenuta nel 1999, uno degli obiettivi principali di tutti gli interventi di riforma e razionalizzazione è stato quello di recuperare efficienza e al contempo contenere i costi di funzionamento. Come conseguenza della crisi finanziaria strisciante in atto a partire dalla fine degli anni 80, i governi hanno progressivamente ridotto i fondi destinati alla ricerca (Cesaroni e Piccaluga, 2002) in modo da indurre gli enti di ricerca e le università ad adottare un modello di organizzazione ed una visione manageriali (Etzkowitz *et al.*, 2000).

Questo processo di razionalizzazione e razionamento delle risorse è sostanzialmente comune a tutti i principali paesi industrializzati, anche se in misura diversa e con differenti modalità (Geuna e Nesta, 2006), ma soprattutto ha un differente risvolto a seconda dei settori scientifici considerati. In alcuni ambiti la riduzione dei fondi ha avuto conseguenze particolarmente negative e creato forti problemi di natura finanziaria. Geuna (2001) mostra come, sia le università sia gli enti di ricerca, siano stati gradualmente costretti a diversificare le proprie fonti di finanziamento a causa della sostanziale e continua riduzione dei fondi strutturali elargiti dal governo. La ricerca di risorse alternative, che si è sostanzialmente rivolta a grandi imprese private, ad enti pubblici territoriali oltre alle istituzioni sovranazionali, ha comportato una focalizzazione sui bisogni dei committenti, incrementando l'importanza di ricerche applicate con particolare attenzione all'attività brevettuale, spesso esplicitamente legata ai contratti di finanziamento esterno. Naturalmente il deposito di un brevetto è evento estremamente raro in quanto richiede costosi processi di gestione ed e-

levati flussi reddituali per rendere l'attività profittevole, caratteristica piuttosto inusuale per numerose innovazioni che siano concepite in ambito non prettamente industriale. Geuna e Nesta (2006) propongono una panoramica sui brevetti ottenuti da diversi paesi europei in ambito universitario e mostrano come le tre aree scientifiche caratterizzate da maggior dinamicità a livello brevettuale siano le biotecnologie, la farmaceutica e la chimica organica

Alla luce di queste tendenze generali, l'ultima ristrutturazione del CNR, avvenuta nel 2003, si innesta in modo appropriato nel recente impianto che caratterizza il mondo della ricerca e pone l'attenzione su una crescente collaborazione dei singoli istituti con il mondo imprenditoriale (Tuzi, 2005) e le istituzioni locali (Coccia e Rolfo, 2008). L'obiettivo, forte e condiviso, di migliorare la diffusione della conoscenza e favorire l'innovazione attraverso la creazione di maggiori spillover tecnologici è però perseguito in un regime di altrettanto forte riduzione delle risorse in modo da costringere i singoli istituti dell'ente a doversi proporre sul mercato per reperire le risorse necessarie al loro funzionamento. Si crea quindi un problema di coerenza interna della nuova organizzazione: infatti, se da un lato gli obiettivi sono in parte cambiati, dall'altro i criteri di valutazione adottati, non sono stati aggiornati e i ricercatori sono ancora valutati sulla base della loro produzione puramente scientifica, identificata con i soli articoli ISI o referati, i libri e i brevetti¹. Gli sforzi compiuti ogni giorno dai ricercatori, impegnati a ripensare in parte la propria posizione al fine attirare fondi sul mercato offrendo le proprie competenze, sono stati solo parzialmente inclusi nel modello valutativo. Da questo punto di vista la situazione appare perversa e in

¹ This link: http://www.urp.cnr.it/copertine/formazione/form_concorsi/concorsi2009/364-88art15.pdf

contrasto con quanto avviene in altri paesi dell'UE, ad esempio la Francia, dove i ricercatori ricevono incentivi e finanziamenti sulla base delle relazioni che riescono ad istituire con l'esterno e sull'attività di trasferimento tecnologico effettuata² (Llerena *et al.*, 2003).

L'attività di reporting ha acquisito un'importanza crescente e occupa, sempre di più, un posto di primo piano rispetto all'insieme delle attività svolte dai ricercatori in quanto rappresenta l'output principale desiderato dal cliente esterno, nonostante ciò, è scarsamente considerata nel processo interno di selezione e avanzamento di carriera, tanto da portare al paradosso per cui i ricercatori più attivi nell'attrazione di fondi esterni sono quelli che hanno maggiori difficoltà a migliorare la propria posizione di carriera.

Ad aggravare questa situazione di incertezza che caratterizza la misurazione e valutazione nell'ambito della ricerca in generale, si aggiunge il problema del difficile monitoraggio della qualità e dell'utilità della ricerca svolta. In particolare lo stesso concetto di qualità ha contorni indefiniti nel campo della scienza e rimaste tutt'oggi una questione aperta su cui c'è ancora dibattito in letteratura.

Pavitt (1998) sostiene chiaramente che l'obiettivo principale della ricerca scientifica è quello di "produrre teorie codificate e modelli capaci di spiegare e prevedere la realtà naturale"; allo stesso tempo egli definisce, però, la ricerca applicata un artefatto utile. Egli mostra inoltre come la ricerca di base e lo sviluppo tecnologico differiscano, sia in termini di attori e competenze sia di finalità e outputs. Da quanto detto si evince chiaramente la condizione ibrida in cui versa il CNR, votato in parte alla pura attività teorica specialmente per la propria vocazione storica, ma in parte anche ad una ricerca mag-

² Il trasferimento tecnologico è la diffusione del fascio complesso di conoscenze che circonda un livello e tipo di tecnologia. Per una spiegazione approfondita di questo concetto, si veda Charles e Howells (1996).

giormente applicata al fine di stabilire legami più stretti con il mondo dell'impresa.

Presentata brevemente la complessità del tema, l'obiettivo del presente lavoro è quello di contribuire ad una definizione più completa degli obiettivi di ricerca. L'idea di base è che un portafoglio di prodotti scientifici deve essere offerto da ciascun istituto al fine di soddisfare molteplici obiettivi: i ricercatori focalizzano la loro attenzione sui sottoinsiemi di outputs che sono in grado di migliorare il proprio curriculum al fine di perseguire avanzamenti di carriera, ma devono anche trovare fondi esterni per garantire continuità all'attività di ricerca e quindi offrire sul mercato prodotti scientifici.

Lo scopo di questo lavoro è quello di costruire un modello di valutazione delle prestazioni basato sull'idea che i diversi tipi di outputs sono prodotti congiuntamente in un ente pubblico di ricerca: alcuni puramente scientifici sono caratterizzati da rilevanza internazionale e novità, altri trattano aspetti più applicati e sono focalizzati sui problemi locali. Questi ultimi sono, per loro natura, difficilmente spendibili su riviste internazionali e sono noti con la dicitura "letteratura grigia"³.

1. LETTERATURA DI RIFERIMENTO

La riduzione dei costi e il miglioramento della produttività sono gli obiettivi dichiarati dell'ultima riforma del CNR, ma come si può misurare l'efficienza e la

³ Un attento esame e la definizione di "letteratura grigia" è stato fornito in occasione della Conferenza Internazionale sui 12 letteratura grigia svoltosi a Praga nel dicembre 2010. Considerando la definizione di Praga "letteratura grigia sta per molteplici tipi di documenti prodotti a tutti i livelli di governo, accademici, degli affari e dell'industria in stampa e formati elettronici che sono protetti da diritti di proprietà intellettuale, di qualità sufficiente per essere raccolti e conservati dalle aziende biblioteca o archivi istituzionali, ma non controllati da editori commerciali cioè, in cui pubblicazione non è l'attività primaria del corpo producendo" (Schöpfel e Farace, 2010).

produttività delle università o degli istituti di ricerca? In particolare, la questione non riguarda tanto l'approccio metodologico, quanto la definizione delle variabili interessate nel processo produttivo e la definizione di quali siano i risultati stessi dell'attività di ricerca. Questo argomento è stato studiato per lungo tempo e in Italia è sempre più rilevante in quanto strettamente collegato al problema della valutazione dei ricercatori, elemento cruciale nel recente dibattito sul settore della ricerca. Infatti, se l'orientamento degli istituti di ricerca deve essere maggiormente volto al mercato, anche la produzione di ricercatori cambia di conseguenza, ma attualmente i criteri di valutazione sono rimasti invariati. In generale il nuovo filone di finanziamenti esterni impegna le risorse dell'ente in ricerche applicate che spesso conducono alla stesura di report o, in alcuni campi, brevetti, ma non sempre in pubblicazioni scientifiche di carattere internazionale. Considerando questo punto, c'è una certa correlazione tra l'origine dei fondi e il tipo di ricerca: Groot e García-Valderrama (2006) analizzano i risultati di 169 gruppi accademici olandesi, considerando l'origine dei loro fondi e quanto emerge conferma che l'ammontare del finanziamento statale è positivamente correlato alla qualità accademica, mentre gli introiti dagli incarichi esterni sono negativamente correlati alla qualità. Questo dato sembra suggerire che il peso crescente della ricerca applicata sviluppata sulla base di contratti con l'esterno, conseguenza inevitabile di un processo di riduzione dei fondi governativi, sposta l'attenzione dei ricercatori sempre più verso studi che difficilmente sfoceranno in pubblicazioni scientifiche di alto livello. Se questo processo è dovuto a problematiche di carattere macroeconomico, sarebbe forse necessario rivedere alcuni dei criteri che stanno alla base dei giudizi di qualità rispetto all'output scientifico. In letteratura molti studi hanno considerato specialmente il problema della riparti-

zione dei fondi in attività di ricerca (Davidson, 1957; Lyall, 1978, Cohn *et al.*, 1989; Madden *et al.*, 1997), concludendo come sia quanto mai difficile e limitativo valutare le prestazioni di centri di ricerca o laboratori pubblici sulla base di utili o perdite in senso economico o sulla sola capacità di attrazione di fondi. Inoltre gli attori del settore pubblico e le università offrono normalmente una molteplicità di prodotti scientifici come risultato della propria attività, che vanno dagli articoli su riviste scientifiche, ai brevetti, alle monografie fino alle tesi di dottorato. Ogni output ha una diversa connotazione in termini di qualità o percezione di essa, ed è quindi necessario utilizzare una metodologia che consideri esplicitamente tale eterogeneità, al fine di giungere ad una reale misurazione della performance globale.

Per elaborare indicatori di performance gli autori che si occupano del settore della ricerca stimano normalmente funzioni di costo, con particolare attenzione alle economie di scala e di scopo (Throsby, 1986; De Groot *et al.*, 1991; Lloyd, 1994; Dunbar e Lewis, 1995; Hashimoto e Cohn, 1997) o tramite, la Data Envelopment Analysis (DEA), stimano funzioni di produzione derivate direttamente dai dati osservati (Athanassopoulos e Shale, 1997; McMillan e Debasish, 1997).

Una metodologia alternativa alla DEA è l'uso di frontiere stocastiche di produzione (Coelli *et al.*, 1989), ma questa tecnica ha lo svantaggio di porre alcune ipotesi per quanto riguarda la forma funzionale della frontiera produttiva che si intende stimare, pertanto, questo approccio non è molto utilizzato in letteratura (Johnes e Johnes, 1995). Tomkins e Green (1988) sottolineano che l'unico modo per costruire un indice globale di efficienza è quello di utilizzare una somma ponderata dei vari prodotti, ma si ripropone il problema di quale peso assegnare a ciascuna tipologia. Nel loro lavoro Johnes e Johnes (1995) affermano che la metodologia DEA con-

sente di assegnare livelli di efficienza senza la necessità di fare assunzioni arbitrarie su un particolare schema di ponderazione. Kao e Hung (2008) studiano il complesso dei dipartimenti della National Cheng Kung University di Taiwan (NCKU) utilizzando la DEA abbinata ad un approccio basato sulla cluster analysis. In questo studio, gli autori analizzano gli inputs da inserire nel modello sulla base di diverse considerazioni sul sistema universitario taiwanese, personale coinvolto, spese sostenute e spazi a disposizione (come laboratori), tra gli outputs vengono inseriti carico didattico, pubblicazioni e finanziamenti esterni. Dopo l'analisi di efficienza, l'articolo mostra, attraverso un'analisi per cluster, l'aggregazione dei dipartimenti in quattro gruppi sulla base delle performance ottenute in modo da evidenziare le aree scientifiche più bisognose di attenzione e di risorse finanziarie.

Una volta stabilito che la metodologia DEA è un buon strumento per valutare l'efficienza tecnica, un'altra domanda fondamentale riguarda la scelta delle variabili da introdurre nel modello, in quanto i risultati dipendono in maniera cruciale da queste assunzioni. Tuzi (2005) sottolinea che elevata qualità scientifica e tecnologia sono positivamente correlati, assumendo il numero di brevetti come proxy della produzione tecnologica. In questo campo, il contributo di Calderini *et al.* (2007) è importante perché conferma il legame positivo tra brevetti depositati e numero di articoli su riviste di alto livello. In questo senso, anche Abramo e Lucantoni (2003) hanno evidenziato l'importanza che avrebbe per il CNR la capitalizzazione dei propri sforzi attraverso l'attività brevettuale, anche per le forti sinergie emerse a livello di pubblicazioni e diffusione della conoscenza. In questo studio è stata costruita una frontiera basata sul concetto di DDF mutuato dagli studi di efficienza in ambito ecologico. In tale framework è possibile l'in-

troduzione di outputs qualitativamente diversi e su cui gli sforzi produttivi vengono concentrati in misura diseguale. Quest'idea di distanza "flessibile" è stata proposta da Chambers *et al.* (1996) e rappresenta una generalizzazione dei concetti di *input e output distance function* mantenendo le stesse caratteristiche lineari e proprietà additive simili. Le proprietà teoriche della DDF sono analizzate in Chambers *et al.* (1998) e in Färe *et al.* (2000), ma il vero punto di forza della DDF è la possibilità di modificare la direzione in cui cercare la controparte efficienza di ciascuna unità produttiva. Questo permette di cambiare il concetto stesso di produttività senza modificare la rappresentazione della tecnologia o introdurre artificiose trasformazioni dei dati. Le applicazioni sono state numerose soprattutto, nei settori a forte impatto della protezione ambientale: Boyd *et al.* (2002) analizzano i produttori di vetro statunitensi, Picazo-Tadeo *et al.* (2005) e Picazo Tadeo e Prior (2009) il settore dell'industria ceramica in Spagna, McMullen e Noh (2007) il trasporto pubblico in USA, e Kumar e Managi (2010) le aziende di produzione di energia termoelettrica. L'unico studio empirico in cui l'approccio DDF è esplicitamente usato per costruire la funzione di produzione scientifica è Glass *et al.* (2006), ma la DDF viene applicata attraverso l'esplorazione delle proprietà corrispondenti alla funzione di profitto.

2. L'EFFICIENZA NELLA PRODUZIONE SCIENTIFICA IN PRESENZA DI OUPUTS NON DESIDERABILI

Per modellare la funzione di produzione scientifica degli istituti del CNR, sono stati definiti tre tipi di variabili: inputs, outputs desiderabili e outputs non desiderabili.

Quest'ultima categoria è il punto chiave del nostro approccio perché rappresenta

risultati della ricerca che sono particolarmente connessi con fondi esterni, ossia ciò che corrisponde alla cosiddetta letteratura grigia. Rapporti e altre pubblicazioni non specifiche sono esempi di questo concetto: ogni ricercatore deve garantire la produzione di outputs "cattivi" al fine di finanziare l'attività di ricerca più pregiata. Anche a livello di singolo istituto quindi il loro ammontare non può essere ridotto senza che ciò porti a contrazioni dei fondi che implicherebbero a loro volta una riduzione dell'attività scientifica su cui è concentrata l'attenzione. Infatti, i fondi del CNR centrale non sono sufficienti a coprire i costi ordinari come manutenzione, computer, telefono, elettricità, abbonamenti a riviste o accesso ai dati e così via. Quindi, per poter operare da un punto di vista pratico, la produzione di letteratura grigia è indispensabile.

Nel presente lavoro viene ipotizzato quindi di osservare, per ciascuno dei K istituti del CNR analizzati, un vettore di inputs $x = (x_1, \dots, x_N) \in R_+^N$, uno di outputs desiderabili $y = (y_1, \dots, y_M) \in R_+^M$ ed infine uno di outputs non desiderabili $b = (b_1, \dots, b_J) \in R_+^J$, ossia prodotti scientifici di livello medio-basso.

L'output set del processo produttivo è definito formalmente come:

$$P(x) = \{(y, b) : x \text{ can produce } (y, b)\}, x \in R_+^N \quad (1)$$

A questo punto viene adottato l'approccio assiomatico classico nei lavori di analisi dell'efficienza, sulla base di Färe *et al.* (2007). Alcuni assiomi standard di teoria della produzione sono soddisfatti dalla funzione di produzione scientifica in presenza di outputs non desiderabili, ma alcune nuove assunzioni devono essere introdotte:

1. *Inattività.* Ogni istituto può decidere di rimanere inattivo nel processo $0 \in P(x), \forall x \in R_+^N$;
2. *Compattezza.* $P(x)$ è compatto (quindi quantità finite di x permettono di ottenere quantità finite di (y, b));
3. *Free disposability degli inputs.* Gli inputs sono liberamente disponibili $P(x) \subseteq P(x')$ if $x' \geq x$, quindi ogni istituto può ottenere quantità invariate di prodotti scientifici se vengono incrementati gli inputs;
4. *Null jointness.* Se l'ammontare di output non desiderabili è pari a zero, allora per via della loro stretta connessione con i finanziamenti esterni, l'istituto non è in grado di produrre nemmeno outputs desiderabili perchè i costi ordinari di funzionamento non possono essere coperti. In notazione:

$$\forall y \in Y, \forall b \in B, b = 0 \Rightarrow y = 0$$
5. *Weak disposability degli outputs.* La disponibilità debole è un concetto nato in campo ambientale: se ci sono alcune tipologie di prodotto che sono indesiderabili è ragionevole supporre che non possano essere ridotte senza la riduzione congiunta di quelli desiderabili. Nel modello di produzione scientifica l'effetto è indiretto, moderato dalla stretta correlazione con le risorse finanziarie: riduzioni negli outputs non desiderabili si riflettono in diminuzioni dei fondi e una conseguente impossibilità di coprire le spese ordinarie. Ciò implica una immediata flessione della produzione scientifica, che potrebbe giungere nel caso estremo di assenza di finanziamenti esterni, all'assenza di outputs puramente scientifici e quindi desiderabili. Naturalmente un centro di ricerca potrebbe decidere di ridurre gli outputs meno desiderabili, ma solo

una riduzione proporzionale di entrambe le categorie di prodotti sarebbe fattibile. In notazione, assumendo che $P(X)$ rappresenti l'output set e $0 \leq \alpha \leq 1$:

$$(x, y, b) \in P(x) \Rightarrow (x, \alpha y, \alpha b) \in P(x)$$

6. *Free disposability dei soli outputs desiderabili.* Le ipotesi standard continuano ad essere valide se vengono presi in considerazione separatamente i soli outputs prettamente scientifici, per cui riduzioni degli stessi sono sempre possibili ad inputs e outputs indesiderabili invariati.

$$(x, y, b) \in P(x) \Rightarrow (x, \alpha y, b) \in P(x) \\ \Rightarrow (x, y, \alpha b) \notin P(x)$$

La Directional Output Distance Function (DODF) rappresenta la massima contrazione di outputs negativi ed espansione di quelli positivi che sia tecnicamente fattibile (Chambers *et al.*, 1996). La DODF è definita sull'output set e prende valore pari a 0, per le DMU efficienti che contribuiscono alla identificazione della frontiera, e il suo valore cresce con l'inefficienza. Formalmente:

$$\overleftarrow{D}_0^w(x, y, b; g_y, g_b) = \\ \max \{ \beta : (y, b) + (\beta g_y, \beta g_b) \in P(x) \} \\ (2)$$

Dove $g = (g_y, g_b)$ è il vettore direzionale e $P(X)$ è l'insieme delle possibilità produttive che è possibile stimare dopo aver fissato un particolare vettore di distanza.

Nel presente lavoro, assumendo che gli istituti non siano interessati a veder diminuire i propri outputs indesiderabili legati ai finanziamenti, è stato scelto il vettore $g = (y, 0)$. Quindi il valore della DODF può essere stimato risolvendo il seguente problema di programmazione lineare per ciascun istituto afferente al CNR.

$$\overleftarrow{D}_0^w(x^k, y^k, b^k; y^k) = \max \beta \\ s. t. \quad x^k \geq Xz \\ (y^k + \beta y^k) \leq Yz \quad (3) \\ b^k = Bz \\ z \in R_+^k$$

Il valore della DODF ri-scala il vettore di output osservato (y, b) sulla frontiera, lungo la direzione g : in questo caso $g = (y, 0)$, quindi se il valore $\overleftarrow{D}_0^w(x^k, y^k, b^k; y^k) = 0$ l'istituto k è sulla frontiera o in altre parole non esistono altri istituti, o combinazione lineare di essi, capaci di produrre più outputs positivi a parità di quelli negativi e di inputs. Un valore $\overleftarrow{D}_0^w(x^k, y^k, b^k; y^k) > 0$ fornisce direttamente il livello di inefficienza e in particolare la massima espansione di prodotti scientifici tecnicamente fattibile.

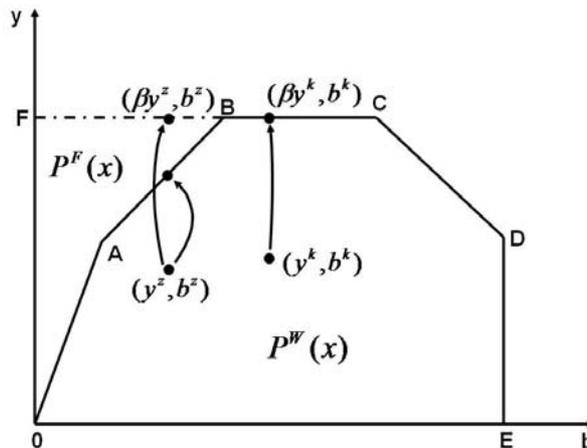


Figura 1: *Insieme delle possibilità produttive e proiezioni efficienti*

La figura 1 fornisce una rappresentazione grafica di quanto detto e mostra la differenza tra l'output set in caso di weak disposability e free disposability sugli outputs non desiderabili.

Formalmente il valore della DODF sotto l'ipotesi di free disposability si ottiene dalla soluzione di un problema di programmazione lineare analogo al (3), dove l'ultima uguaglianza è sostituita da una disuguaglianza.

$$\begin{aligned}
 \overleftarrow{D}_0^F(x^k, y^k, b^k; y^k) &= \max \beta \\
 \text{s.t.} \quad x^k &\geq Xz \\
 (y^k + \beta y^k) &\leq Yz \quad (4) \\
 b^k &\leq Bz \\
 z &\in R_+^k
 \end{aligned}$$

Dal punto di vista pratico si rappresenta in questo modo la possibilità di ridurre gli outputs non scientifici senza assistere a riduzioni nei fondi a disposizione. Il confronto tra i due valori della DODF fornisce indicazioni sul costo opportunità connesso alla mancata libertà di allocazione degli sforzi rispetto al portafoglio di outputs a disposizione.

2.1 *Impatto della recente riforma: un'estensione dell'impatto regolamentare*

Sulla base del risultato ottenuto da Färe *et al.* (1989) in ambito ambientale, numerosi studi tentano di quantificare il costo opportunità indotto da un sistema normativo che limiti la possibilità di disporre liberamente di taluti outputs. Nel presente contesto di ricerca scientifica, la scarsità di finanziamenti impone una non più libera allocazione degli sforzi in quanto un determinato ammontare di outputs meno desiderabili deve essere prodotto per mantenere inalterata la stessa capacità operativa degli istituti. Tale assunzione modifica la forma dell'insieme delle possibilità produttive attraverso il vincolo di weak disposability, un confronto rispetto all'ipotesi di free disposability permette una quantificazione del sacrificio imposto da tale restrizione aggiuntiva.

Confrontando in modo appropriato i due valori della DODF (Picazo-Tadeo e Prior, 2009) è possibile ottenere una proxy dell'impatto del nuovo regime di finanziamenti:

$$RI = \overleftarrow{D}_0^F(x^k, y^k, b^k; y^k) - \overleftarrow{D}_0^W(x^k, y^k, b^k; y^k) \quad (5)$$

Questo indice può dare solo una misura parziale del costo imposto agli istituti nel ripensare parzialmente il loro ruolo. Come Zofio e Prieto (2001) sottolineano, questa metodologia consente di valutare l'impatto normativo, quindi il taglio del fondo ordinario nel caso del CNR, se e solo se l'intervento non esisteva prima, ossia solo se gli istituti non hanno beneficiato di risorse finanziarie esterne prima del 2003. Tutti i costi invisibili sostenuti negli anni precedenti alla riforma per diventare esternamente attraenti al fine di integrare il fondo ordinario già parzialmente ridotto, non possono essere ricostruiti e considerati. L'unico effetto che può essere misurato col confronto dei due valori di distanza è il gap tra frontiera attuale e quella osservabile se il fondo ordinario fosse improvvisamente riportato ad un livello tale da coprire tutti i costi di funzionamento di ciascun istituto. Tenendo presente questa limitazione e sfruttando una sorta di "realtà simulata", combinando i risultati di entrambi i problemi lineari in (3) e (4), è possibile creare una proxy dell'impatto che il taglio dei fondi ha avuto in termini di perdita di prodotti scientifici potenziali.

2.2 Indici di crescita della produttività

La definizione di distanza basata sul vettore direzionale permette di ri-definire gli indici di Malmquist classici, sulla base del nuovo concetto di efficienza introdotto, come Chung *et al.* (1997) hanno dimostrato. Confrontando la tecnologia caratterizzata da outputs misti tra il tempo t e $t+1$, è possibile derivare i cosiddetti indici di Malmquist-Luenberger (ML), so-

stituendo la DDF alla distanza radiale standard. Weber e Domazlicky (2001) suggeriscono la seguente formulazione:

$$ML_t^{t+1} = \left[\frac{(1 + \overleftarrow{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t))}{(1 + \overleftarrow{D}_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1}))} \cdot \frac{(1 + \overleftarrow{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; g^t))}{(1 + \overleftarrow{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1}))} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

Dove i vettori direzionali g^t e g^{t+1} prendono rispettivamente la forma di $g^t = (y^t, 0)$ e $g^{t+1} = (y^{t+1}, 0)$.

Questi indici mantengono tutte le caratteristiche peculiari degli indicatori di crescita della produttività totale dei fattori (TFP) classici alla Malmquist, ma in più sono in grado di unire tutte le considerazioni precedenti sull'output set e sul trattamento asimmetrico di specifiche categorie di prodotti (Kumar, 2006). Gli indici ML, particolarmente utili a misurare la TFP in assenza di informazioni sui prezzi di mercato⁴, sono costruiti come media geometrica di due componenti - uno basato sulla tecnologia al tempo t e uno basato sulla tecnologia al tempo $t + 1$ - che rappresentano il rapporto tra la DDF calcolata sulle quantità al tempo t e $t + 1$. La TFP può essere scissa poi in due parti: la prima rappresenta il recupero di efficienza nel periodo di tempo considerato (EFF), mentre il secondo il progresso tecnico avvenuto, identificato dallo spostamento nel tempo della funzione di produzione scientifica (TECH):

$$EFF_t^{t+1} = \frac{1 + \overleftarrow{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1 + \overleftarrow{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \quad (7)$$

⁴ Questo è un grosso problema quando si utilizzano gli indici Fischer o Törnqvist, che al contrario richiede anche informazioni sui prezzi di mercato.

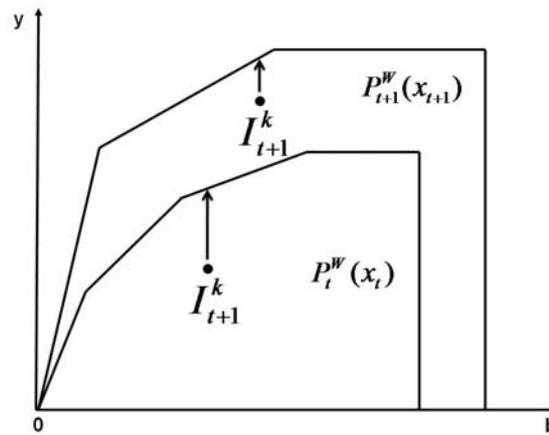


Figura 2: Frontiere intertemporali e crescita della TFP assumendo $g = (y, 0)$

La componente EFF rappresenta l'effetto di imitazione/inseguimento degli istituti inefficienti rispetto ai migliori avvenuto tra il tempo t e $t+1$.

$$TECH_t^{t+1} = \left[\frac{(1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; g^t))}{(1 + \bar{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t))} \cdot \frac{(1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1}))}{(1 + \bar{D}_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1}))} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

La componente TECH descrive invece lo spostamento della frontiera che si è verificato da t a $t+1$ e rappresenta una proxy del progresso tecnologico avvenuto tra i due istanti temporali. Questo componente può essere pari 1 se il soggetto analizzato è efficace in entrambi i periodi, i valori minori di 1, anche possibili ma di difficile interpretazione, sono normalmente attribuiti al metodo di stima, incapace di distinguere tra EFF e TECH in caso di soggetti caratterizzati da piena efficienza. Riprendendo Oh e Helmati (2010), la figura 2 rappresenta il caso del vettore direzionale adottato e descrive adeguatamente la posizione del CNR, dove la produzione outputs indesiderabili è in aumento nel corso del tempo. Per semplificare le cose, si assumono inputs costanti tra t e $t+1$, al fine di comporre un unico grafico, che esemplifica TFP in aumento, con miglioramenti di efficienza e progresso tecnologico.

3. REPERIMENTO E PRESENTAZIONE DEI DATI

La presente analisi è stata svolta utilizzando solo dati pubblici per il periodo 2004-2007, disponibili online sul sito istituzionale del CNR, strutturato in 110 istituti, suddivisi in 11 dipartimenti, sulla base dei loro campi scientifici. La copertura dati è vicina al 90% dell'intera popolazione, mentre risultano mancanti i dati relativi a 12 istituti⁵: il database è quindi un panel bilanciato di 98 unità produttive, gli istituti, osservate nel 2004, 2005 e 2007. La letteratura empirica sulla produzione scientifica è molto ampia, gli approcci seguiti sono molti e ricalcano le diverse sfaccettature che si possono attribuire al concetto stesso di scienza, come sostenuto da Pavitt. In alcuni lavori l'output è rappresentato solo dalle pubblicazioni caratterizzate da elevata qualità scientifica, per esempio in Saricco (2009) la produttività scientifica è misurata in termini dei soli articoli ISI⁶. Cherchye e

⁵ Questi istituti stanno attraversando una fase di ristrutturazione e dati su risultati della ricerca o delle risorse finanziarie non sono disponibili.

⁶ L'Institute for Scientific Information (ISI) è stata fondata da Eugene Garfield nel 1960, ma ora si tratta di una parte della Reuters Thomson Corporation. ISI ha offerto servizi di banche dati bibliografiche. La sua specialità: l'indicizzazione delle citazioni e analisi, un campo introdotta da Garfield. Mantiene database citazione che copre migliaia di riviste scientifiche, tra

Abeele (2005) adottano una visione intermedia: essi includono nel computo anche tesi di dottorato, articoli con referaggio su riviste internazionali e libri, ma escludono articoli non referati e report. Glass *et al.* (2006) creano un indicatore per valutare i risultati della ricerca in base alla quantità e qualità degli articoli scritti, mentre Johnes e Johnes (1995) includono un portafoglio più completo di prodotti scientifici, come articoli in riviste accademiche, lettere in riviste accademiche, articoli su riviste specializzate, articoli su riviste popolari, libri scritti, libri editati, pubblicazione di rapporti ufficiali e contributi a opere edite. Abbott e Doucouliagos (2003) analizzano la produttività delle università australiane introducendo anche l'aspetto legato all'attività di insegnamento oltre all'attività di ricerca in senso stretto, ma il problema risiede sempre nel come considerare prodotti dotati di caratteristiche anche molto diverse. Sulla base delle considerazioni precedenti, nel presente studio sono considerati tutti i tipi di outputs, suddividendoli in due categorie: pubblicazioni "desiderabili" e "necessarie".

Tra i dati disponibili per gli istituti del CNR sono stati identificati 4 outputs desiderabili, su cui i ricercatori concentrano i loro sforzi al fine di aumentare la propria reputazione interna ed esterna (articoli ISI, articoli non ISI sottoposti a referaggio, libri e brevetti) e 2 necessari (o indesiderabili), caratterizzati da minor scientificità e maggiormente legati ai progetti esterni (rapporti e altre attività editoriali), oltre a 6 inputs coinvolti nel processo di produzione scientifica che rappresentano a vario titolo le risorse umane e finanziarie a disposizione. Outputs e inputs sono stati scelti sulla base

cui la continuazione della sua lunga data stampa a base di servizio di indicizzazione, il Science Citation Index (SCI), così come la Social Sciences Citation Index (SSCI), e le Arti e le Lettere Citation Index (AHCI). Tutti questi sono disponibili via web ISI di servizio di conoscenza di database.

di precedenti ricerche applicate al caso italiano (Coccia, 2008): sia i dati sui dipendenti sia i dati finanziari sono stati estratti dal bilancio del CNR, dove nella Relazione del Presidente vengono presentate le variabili per singolo istituto. Le risorse umane sono suddivise in tre diverse categorie, ciascuna caratterizzata da un diverso contributo all'attività scientifica: ricercatori, personale tecnico e personale amministrativo. I fondi a disposizione vengono invece classificati in base alla loro origine:

- Fondi del CNR: l'amministrazione finanziaria del CNR copre tutti i costi per i lavoratori dipendenti. Questa variabile permette di controllare in parte lo stato di carriera rispetto alla medesima mansione (ad esempio ricercatore, primo ricercatore e dirigente di ricerca).

- Fondi ordinari, sempre provenienti dal centro, sono gestiti direttamente da ciascun istituto, e si suppone essi siano a qualche titolo legati all'ammontare del capitale fisso impiegato nell'attività di ricerca⁷.

- Fondi esterni, si tratta di risorse provenienti da soggetti esterni, specificamente legate a particolari ricerche.

I dati sui prodotti della ricerca sono disponibili direttamente sulle pagina web di ciascun istituto e vengono aggiornati e controllati grazie ad un meccanismo di raccolta sulla base di una autodichiarazione da parte di ogni ricercatore, quindi aggregati per istituto e pubblicati.

Questo database consente un ricercatore di identificare quali articoli sono stati citati più di frequente, e che li ha citati. L'ISI pubblica anche il Journal Citation Report annuale che elencano un fattore di impatto per ognuno dei giornali che tracce. All'interno della comunità scientifica, fattori di impatto rivista svolgere un ruolo importante ma controverso nel determinare la gloria attaccato per registrare ricerche pubblicate di uno scienziato.

⁷ Questi fondi sono distribuiti sulla base di una allocazione tradizionale, ma nella pratica sono in generale più elevati nel caso di istituti con grandi laboratori o macchinari complessi.

Tabella 1: *Statistiche descrittive per inputs e outputs osservati nel 2007, per istituto*

	Media	SD	min	max
Inputs				
Ricercatori	36.8	23.2	6.0	158.0
Personale Tecnico	17.0	15.7	2.0	128.0
Personale Amministrativo	5.8	5.8	0.0	46.0
Fondi dal CNR 000	7,164	8,857	353	81,486
Fondo ordinario 000	715	576	54	3,158
Fondi esterni 000	2,132	5,283	7	50,828
Outputs Desiderabili				
Brevetti	1.1	2.1	0.0	10.0
Articoli ISI	54.0	46.4	0.0	208.0
Articoli Non ISI	15.0	17.3	0.0	111.0
Libri	14.3	17.2	0.0	85.0
Outputs Necessari				
Rapporti	15.9	23.7	0.0	146.0
Altre pubblicazioni	3.1	7.0	0.0	54.0

La tabella 1 mostra le statistiche descrittive per le variabili utilizzate nell'analisi, i valori si riferiscono al 2007, mentre i dati relativi al 2004 non sono stati riportati. Un'elevata eterogeneità emerge e a livello dimensionale, considerando sia le risorse umane sia il budget finanziario; differenze ancora maggiori emergono rispetto al portafoglio di prodotti scientifici offerti, molto diversi e concentrati in talune tipologie a seconda degli ambiti, in linea con le aspettative.

4. RISULTATI

4.1 Livelli di efficienza per area tematica

In questa sezione sono raccolti i risultati di efficienza derivanti dall'applicazione del modello mostrato nella sezione 3. Il valore della funzione di distanza direzionale è stato calcolato per 2 diverse formulazioni della stessa e per 2 approcci di tipo più tradizionale che sono stati inclusi per avere termini di paragone rispetto a

quanto ottenuto. Nella tabella 2 prima colonna è riportato il valore medio dell'inefficienza per ciascuna area scientifica, assumendo la produzione di outputs buoni e cattivi, sotto l'assunzione di weak disposability. Da questa analisi Identità Culturale e Patrimonio Culturale sono i dipartimenti più efficienti, mentre Energia e Trasporti e Sistemi di Produzione sono i più inefficienti.

Rimuovendo l'ipotesi di disponibilità debole e assumendo quindi la possibilità di ridurre senza costi opportunità gli outputs negativi, come se il fondo ordinario fosse ad un livello tale da coprire interamente i costi operativi, il dipartimento di Identità Culturale otterrebbe la miglior posizione in termini di efficienza, mentre Medicina la peggiore.

Le ultime due colonne sono state introdotte per confrontare i risultati ottenuti con la DDF rispetto alla DEA standard. Nella terza colonna sono stati considerati come outputs buoni solo i veri risultati della ricerca scientifica in senso stretto, ossia articoli, libri e brevetti, mentre nell'ultima colonna tutti gli outputs sono

Tabella 2: *Efficienza, risultati per dipartimento*

Dipartimenti	D(0,y) CRS weak	D(0,y) CRS free	No bad	All good
Agroalimentare	0.349	1.003	1.195	0.865
Energia e Trasporti	0.791	1.079	1.263	0.818
ICT	0.147	0.377	0.709	0.313
Identità Culturale	0.017	0.082	0.360	0.002
Materiali e dispositivi	0.254	0.437	0.568	0.413
Medicina	0.268	1.222	1.332	0.815
Patrimonio Culturale	0	0.679	0.946	0.283
Progettazione Molecolare	0.123	0.331	0.404	0.283
Scienze della Vita	0.148	0.944	0.971	0.913
Sistemi di Produzione	0.544	0.801	1.427	0.479
Terra e Ambiente	0.341	0.635	1.120	0.382
Totale	0.241	0.625	0.860	0.454

stati considerati come desiderabili, quindi anche rapporti o altre attività editoriali.

Tutti i risultati ottenuti mostrano sostanzialmente che il dipartimento Identità culturale è il più efficiente nel fare ricerca e questo conferma che nelle scienze sociali l'effetto di spiazzamento (Coccia e Rolfo, 2008) causato dal crescente peso dei finanziamenti esterni è pressoché assente, grazie ai costi di funzionamento relativamente bassi. La maggiore necessità di risorse finanziarie che caratterizza invece le scienze pure, dovuta alla presenza di grandi laboratori e costose attrezzature, obbliga i soggetti operanti in esse a dedicare un tempo maggiore alla ricerca di fonti esterne di finanziamento, causando quindi maggiori inefficienze.

Tornando alla tabella 2 è possibile notare come l'inefficienza sia sempre crescente da sinistra a destra, con l'eccezione dell'ultima colonna in cui viene adottato un approccio diverso e tutti gli outputs prodotti sono considerati desiderabili.

Concentrandosi sulle prime tre colonne, aumenta l'inefficienza stimata con l'aumento della severità nei criteri di valutazione adottati dal CNR, quindi spo-

standosi verso destra. Il passaggio da debole a libera disponibilità rispetto agli outputs indesiderabili, comporta una crescita dell'inefficienza media individuale da 0,24 a 0,62, applicando sempre lo stesso vettore distanza; se invece i report e gli altri prodotti meno pregiati vengono esclusi, l'inefficienza cresce sino al 0,86. Pertanto, la precedente letteratura che si occupa di produzione scientifica, ignorando gli outputs indesiderabili nella valutazione dell'efficienza, giunge ad un valore sottostimato della produttività media. Questa distorsione appare parzialmente corretta se viene adottato un approccio misto dove tutti i prodotti realizzati vengono considerati desiderabili allo stesso modo. In questo caso, riportato nella quarta colonna della tabella 2, l'inefficienza risulta quasi dimezzata, diminuendo a 0,45. Tuttavia questo equivale ad assumere che sia i report sia gli articoli ISI sia i brevetti siano contemporaneamente e congiuntamente tra i principali obiettivi dei ricercatori, ma questo, come descritto, non è attualmente il caso del CNR.

4.2 Le conseguenze del razionamento dei fondi

Confrontando i risultati di efficienza sotto disponibilità debole e libera è possibile ottenere un proxy (data dall'eq. 5) dell'effetto razionamento dei fondi sul potenziale di outputs scientifici cui si è dovuto rinunciare per dedicarsi alle attività legate all'attrazione di fondi esterni. I risultati riportati nella tabella 3 mostrano che l'onere imposto al CNR a causa delle necessità connesse a finanziamenti terzi è in aumento nel corso del tempo. Il valore iniziale del 13% è in aumento del 42% ad oltre il 19%, con un incremento medio annuo del 12,5%. La situazione è eterogenea ed emergono grandi differenze a livello di dipartimento: Agroalimentare, Patrimonio Culturale, Energia e Trasporti e Sistemi di produzione, sembrano soffrire molto dell'impossibilità di disporre liberamente del proprio portafoglio prodotti. Questo non significa che tali dipartimenti siano i più inefficienti, ma semplicemente la loro controparte efficiente sarebbe più distante in assenza dei vincoli di natura finanziaria. L'effetto razionamento appare assente per

il dipartimento Identità Culturale, ma ciò va considerato come risultato spurio dovuto ad una situazione iniziale di piena efficienza: il modello DDF applicato in campioni finiti non consente stime precise per le osservazioni che identificano la frontiera.

Al fine di meglio comprendere il reale effetto del taglio dei fondi rispetto allo specifico portafoglio prodotti di ciascun istituto, è stata calcolata la quantità fisica, suddivisa per tipologia di prodotto in modo da quantificare il numero reale di pubblicazioni cui si è rinunciato, distinguendo per area tematica.

La tabella 4 mostra risultati significativi in questo ambito: oltre 800 giornali ISI risultano mancanti nel 2007 a causa dei vincoli imposti sui fondi e anche per le altre categorie di outputs le quantità cui si è rinunciato sono notevoli. Adottando una prospettiva individuale, ogni istituto potrebbe essere in grado di produrre in media 10 articoli aggiuntivi tra ISI e non ISI e 2 libri. I maggiori recuperi in termini di progresso tecnologico, misurato come numero di brevetti, deriverebbero dai dipartimenti di Progettazione Molecolare, ICT, Medicina e Terra e Ambiente.

Tabella 3: *Effetto del razionamento dei fondi*

Dipartimenti	Effetto di razionamento	
	2007	2004
Agroalimentare	0.399	0.145
Energia e Trasporti	0.296	0.130
ICT	0.213	0.200
Identità Culturale	0	0.010
Materiali e dispositivi	0.174	0.081
Medicina	0.196	0.314
Patrimonio Culturale	0.310	0.332
Progettazione Molecolare	0.164	0.053
Scienze della Vita	0.153	0.233
Sistemi di Produzione	0.229	0.123
Terra e Ambiente	0.281	0.099
Totale	0.194	0.136

Media aritmetica dei valori individuali, 3 outliers esclusi

Tabella 4: *Perdita potenziale di outputs scientifici, 2007*

Dipartimenti	Art. ISI	Art. Non ISI	Libri	Brevetti
Agroalimentare	10.7	4.1	4.2	0
Energia e Trasporti	14.0	0.4	0.9	0.06
ICT	8.8	1.98	1.3	0.15
Identità Culturale	0	0.003	0.01	0
Materiali e dispositivi	11.0	1.1	0.8	0.05
Medicina	11.7	2.4	2.0	0.19
Patrimonio Culturale	2.0	5.1	7.3	0
Progettazione Molecolare	11.4	1.3	0.5	0.23
Scienze della vita	9.4	0.4	0.08	0.15
Sistemi di Produzione	6.1	1.4	1.38	0.07
Terra e Ambiente	11.6	4.3	4.3	0.01
Totale	8.8	1.9	1.8	0.09
Perdita cumulata totale	849	186	174	8.7

Media aritmetica dei valori individuali, 3 outliers esclusi

4.3 La crescita di produttività totale tra il 2004 e il 2007

Applicando l'approccio delineato nella sezione 3.2, è stato condotto un confronto tra le prestazioni di produttività totale nel 2004 e nel 2007, sia assumendo la presenza di outputs negativi sia rimuovendo la relativa ipotesi. Nella tabella 5 sono riportati gli indici di Malmquist-Luenberger assumendo due outputs indesiderabili e quattro desiderabili e i risultati mostrano una crescita media della produttività di circa l'11% durante i tre anni. I dipartimenti in cui la produttività cresce più rapidamente sono Patrimonio Culturale, Sistemi di Produzione e ICT; nell'ambito Agroalimentare la crescita è lenta, mentre per l'ambito della Progettazione Molecolare non vi sono variazioni

della TFP.

Questa metodologia permette di separare l'effetto sulla produttività dello spostamento della frontiera grazie al progresso tecnico e del recupero di efficienza. Nel caso analizzato i recuperi di efficienza (tabella 5, terza colonna) sono positivi per tutti i dipartimenti, ad eccezione di Progettazione Molecolare e Materiali e Dispositivi. Questi valori negativi riflettono uno spostamento a ritroso della frontiera, un processo difficilmente plausibile. Una possibile interpretazione, come suggerito in Domalitzicky e Weber (2004), riguarda l'impossibilità di identificare la vera frontiera, ma solo l'insieme delle best practice osservate, con una conseguente difficoltà del modello a separare le due componenti per le osservazioni sulla frontiera in uno dei due momenti temporali analizzati.

Tabella 5: Indici di Malmquist-Luenberger con outputs desiderabili e non

Dipartimenti	ML	TECH	EFF
Agroalimentare	1.016	0.969	1.048
Energia e Trasporti	1.132	1.110	1.020
ICT	1.165	1.119	1.041
Identità Culturale	1.045	1.022	1.022
Materiali e dispositivi	1.048	1.063	0.985
Medicina	1.130	1.074	1.053
Patrimonio Culturale	1.370	0.875	1.567
Progettazione Molecolare	0.977	1.037	0.943
Scienze della vita	1.122	1.124	0.999
Sistemi di Produzione	1.340	1.135	1.180
Terra e Ambiente	1.157	1.115	1.038
Totale	1.108	1.059	1.046

Media geometrica dei valori individuali, 3 outliers esclusi

Il valore della DDF identifica questo cambiamento come una variazione negativa del progresso tecnico, ma nella realtà è dovuta ad una riduzione di efficienza rispetto alla vera frontiera tecnologica che resta non osservata. Quando gli outputs di qualità minore sono presenti ma non sono massimizzati dagli istituti, la crescita della TFP è trainata sia da una crescente efficienza sia dal progresso tecnico con due effetti paragonabili in termini di ordine di grandezza. Il dipartimento Identità Culturale mostra uno dei tassi di crescita più bassi, intorno al 4,5% in 3 anni, ma gli istituti che lo compongono appaiono efficienti e contribuiscono, quindi, a determinare la posizione delle due frontiere stimate: i guadagni di produttività non possono che essere limitati, in quanto dovuti principalmente al progresso tecnico. Al fine di meglio interpretare i risultati precedenti, sono stati calcolati anche gli indici Malmquist standard, considerando come desiderabili tutte le tipologie di outputs identificati, as-

sumendo quindi una visione intermedia come sottolineato nella sezione 5.1. La tabella 6 svela immediatamente variazioni della produttività decisamente maggiori rispetto alla presenza delle due categorie di outputs: gli indici Malmquist standard identificano un incremento aggiuntivo della produttività nell'ordine del 20% in più rispetto all'approccio Malmquist-Luenberger; una sovrastima in contrasto con Chung *et al.* (1997) e Weber e Domazlicky (2001). Dal punto di vista teorico, la letteratura precedente sottolinea come siano coerenti col modello entrambe le direzioni di distorsione della stima, tuttavia i risultati empirici precedenti rivelano spesso un effetto negativo sulla crescita TFP nel caso in cui gli indesiderabili vengano ignorati. La stima presentata differisce per il fatto che gli outputs non desiderabili sono inclusi tra quelli desiderabili, in questo senso è difficile trovare una analogia con quanto precedentemente svolto in letteratura per un confronto.

Tabella 6: *Indici di Malmquist assumendo come desiderabili tutti gli outputs*

Dipartimenti	ML	TECH	EFF
Agroalimentare	1.141	1.212	0.941
Energia e Trasporti	1.291	1.112	1.162
ICT	1.196	1.174	1.019
Identità Culturale	1.163	1.148	1.013
Materiali e dispositivi	1.044	1.106	0.944
Medicina	1.267	1.173	1.080
Patrimonio Culturale	1.182	1.259	0.939
Progettazione Molecolare	1.015	1.119	0.907
Scienze della vita	0.918	1.107	0.830
Sistemi di Produzione	1.183	1.221	0.969
Terra e Ambiente	1.115	1.153	0.967
Totale	1.129	1.153	0.980

Media geometrica dei valori individuali, 3 outliers esclusi

La Tabella 6 mostra inoltre una variazione negativa dell'efficienza, con un conseguente peggioramento medio della distanza rispetto alla frontiera passando dal 2004 al 2007, risultato in contrasto rispetto a quanto ottenuto con l'approccio alla Malmquist-Luenberger.

I dipartimenti a crescita più veloce sono in questo caso Medicina ed Energia e Trasporti, che nell'ultimo periodo hanno mostrato una crescita superiore, anche Identità Culturale e Agroalimentare hanno migliorato la propria posizione grazie ad una maggiore produzione di outputs necessari.

Includere i prodotti scientificamente meno validi fra quelli su cui i ricercatori concentrano i propri sforzi ha quindi un doppio effetto: per prima cosa emerge una dinamica generale della produttività che differisce di circa il 20% , in secondo luogo, la ripartizione della crescita TFP è nettamente diversa nei due approcci, con il progresso tecnico come unico motore della crescita nell'approccio standard alla Malmquist.

Le conclusioni, alla luce di quest'ultima considerazione, sarebbero quindi radi-

calmente diverse: il processo di ristrutturazione del CNR avvenuto dopo il 2003 non avrebbe avuto alcun effetto positivo sul recupero di efficienza negli istituti di ricerca.

5. CONCLUSIONI

Il presente lavoro presenta la situazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, il più grande soggetto nell'ambito della ricerca pubblica italiana per numero di pubblicazioni, brevetti ed addetti. Negli ultimi anni il susseguirsi dei provvedimenti di riorganizzazione e contenimento dei costi ha prodotto una continua riduzione del fondo ordinario. Questo processo ha portato i singoli istituti ad ampliare il proprio portafoglio di prodotti scientifici da offrire sul mercato al fine di garantire le risorse finanziarie necessarie al proprio funzionamento. Se da un lato questo sistema risponde perfettamente alla natura multiforme del concetto stesso di scienza, alcuni di questi prodotti, che spesso esulano dalla definizione classica di produzione scientifica, non sono valutati positivamente a causa degli interroga-

tivi circa la loro reale qualità. Il dibattito sta divenendo via via più serrato con il crescente peso che i fondi esterni stanno acquisendo, tuttavia il sistema interno di valutazione non è cambiato anche se i ricercatori hanno dovuto rivedere e talvolta in parte stravolgere parte delle proprie attività. La maggior parte degli sforzi rimangono concentrati su un sottoinsieme di prodotti in grado incrementare il proprio prestigio in termini di status interno ed esterno, ma una parte crescente delle risorse disponibili viene indirizzata a garantire la sopravvivenza economica dell'ente. Ignorare questo aspetto, cruciale nell'attività di ricerca quotidiana, potrebbe condurre ad una rappresentazione distorta della realtà. La recente riorganizzazione interna del CNR e le numerose iniziative del governo volte a ridurre i budget, hanno causato una sorta di effetto di spiazzamento, come sottolineato da Coccia e Rolfo (2008), particolarmente rilevante nelle scienze dure. La conseguenza è una riallocazione di sforzi a favore di lavori maggiormente applicati, normalmente legati a specifici progetti esterni, che impongono di rinunciare ad un numero imprecisato di prodotti scientifici in senso stretto. In un regime di limitate risorse umane e finanziarie la riduzione dei secondi per far spazio ai primi è un processo di sostituzione inevitabile. Tuttavia, non si tratta di un gioco a somma zero: la produttività totale dei fattori è in aumento nel periodo considerato e la necessità di diventare attraenti sul mercato della ricerca sembra avere un effetto positivo sull'efficienza, anche se si considerano rilevanti i soli outputs di livello più elevato. I risultati mostrati sottolineano qualcosa di nuovo rispetto alla letteratura precedente, che difetta nel prendere in considerazione solo parte della produzione scientifica: Kao e Hung (2008) trovano che i dipartimenti di Medicina e Chirurgia sono i meno efficienti, al contrario, le attività relative ai Sistemi

di Produzione sono le più produttive. Sarrico (2009) conclude invece che, considerando solo gli articoli ISI in Portogallo, sono le Scienze Naturali ad essere maggiormente produttive rispetto alle Scienze Umane e Sociali.

I risultati relativi al CNR in Italia suggeriscono al contrario che, considerando una serie più completa di prodotti scientifici, le posizioni relative dei dipartimenti di scienze sociali migliorano nettamente. Una possibile spiegazione è la forte riduzione dei fondi imposta a tali dipartimenti: grazie ad una struttura più snella rispetto alle scienze dure (assenza di laboratori o macchinari complessi), questi istituti sono stati maggiormente in grado di mantenere il proprio livello di produzione scientifica nonostante la riduzione delle risorse.

Anche considerando solo i risultati della ricerca scientifica in senso stretto, esistono comunque ampi margini di miglioramento: se tutti gli istituti fossero stati in grado di combinare efficacemente le risorse umane e finanziarie nel 2007 l'output sarebbe potuto aumentare di circa il 25%.

Tuttavia, il contributo principale di questo studio riguarda le implicazioni di policy che possono essere estese al dibattito più generale riguardante l'impatto dei vincoli finanziari sulle attività di ricerca scientifica in senso stretto. L'effetto stimato derivante dal razionamento dei fondi è significativo ed è quantificabile in ragione del 19% del totale.

A fronte di un maggior livello di integrazione tra il CNR e gli attori economici richiesto dal governo, il processo di valutazione interna non si è modificato di conseguenza. Le imprese e le altre istituzioni nel richiedere prodotti scientifici maggiormente applicati o riguardanti problematiche di carattere locale o basati su dati di natura confidenziale, hanno limitato le possibilità di pubblicazione in relazione agli sforzi profusi dai ricercatori in que-

sto ambito. Ma allora, qual è la missione degli istituti del CNR? Quale dovrebbe essere l'attività principale dei propri ricercatori? Florida (1999) e Salter *et al.* (2000) affermano che il sistema di ricerca dovrebbe "stimolare i talenti e non la tecnologia"; in tal caso sarebbe necessario stabilire un nuovo equilibrio tra brevetti e attività di ricerca (Nelson, 2002). Allo stato attuale, il trade-off tra il sistema del "publish or perish" e l'attrazione di fondi esterni porta ad un paradosso si-

gnificativo: i ricercatori devono pubblicare per avanzare di carriera, ma gli istituti chiedono loro di seguire progetti esterni che solo in alcuni casi consentono di pubblicare articoli di elevata qualità. In questa prospettiva i sistemi di valutazione interna andrebbero riformati al fine di evitare un disallineamento degli incentivi che da un lato favoriscono e promuovono la collaborazione con imprese ed istituzioni, ma che dall'altro non ne riconoscono appieno i risultati.

BIBLIOGRAFIA

- Abbott M., Doucouliagos C., (2003), *The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis*, *Economics of Education Review* 22, 89-97
- Abramo G., Lucantoni S., (2003), *Ricerca pubblica e trasferimento tecnologico: il caso del consiglio nazionale delle ricerche*, *Economia e politica industriale* 119, 77-100
- Athanassopoulos A, Shale E, (1997), *Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by means of data envelopment analysis*, *education Economics*, 5(2), 117-134
- Boyd G. A., Tolley G. and Pang J.,(2002), *Plant level productivity, efficiency and environmental performance of the container glass industry*, *Environmental and Resource Economics* 23, 29-43
- Calderini M., Franzoni C. and Vezzulli A.,(2007), *If star scientist do not patent: The effect of productivity, basicness and impact on the decision to patent in the academic world*, *Research Policy* 36, 303-319
- Cesaroni F., Piccaluga A., (2002), *Patenting activity of European universities. Relevant? Growing? Useful?*, SPRU NPRnet Conference "Rethinking Science Policy: Analytical frameworks for evidence-based policy", held in Brighton, University of Sussex, 21-23 March 2002
- Chambers R. G., Chung Y. and Färe R. (1996), *Benefit and distance function*, *Journal of Economic Theory* 70, 407-419
- Chambers R. G., Chung Y. and Färe R. (1998), *Profit, directional distance function and Nerlovian efficiency*, *Journal of Optimisation Theory and Applications* 98 (2), 351-364
- Cherchye L. and Vanden Abeele P.,(2005), *On research efficiency. A micro-analysis of Dutch university research in Economics and Business Management*, *Research Policy* 34, 495-516
- Chung Y. H., Färe R. and Grosskopf S.,(1997), *Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach*, *Journal of Environmental Management* 51, 229-240
- Coccia M., (2008), *Measuring scientific performance of public research units for strategic change*, *Journal of Informetrics* 2, 183-194
- Coccia M. and Rolfo S.,(2008), *Strategic change of public research units in their scientific activity*, *Technovation* 28, 485-494
- Coelli T., Prasada Rao D.S., Battese G.E., (1989), *An Introduction to efficiency and productivity analysis*, Boston: Kluwer Academic
- Cohn E., Rhine S., Santos M.C., (1989), *Institutions of higher education as multi-product firms: economies of scale and scope*, *Review of Economics and Statistics*, 71, 284-290
- Davidson S, (1957), *Research and publication by the accounting faculty*, *Accounting Review*, 23-37
- De Groot H., McMahon W., Volkwein F., (1991), *The cost structure of American research universities*, *Review of Economic and Statistics*, 73(3), 424-431

- Domazlicky B. R. and Weber W. L., (2004), *Does environmental protection lead to slower productivity growth in the chemical industry?*, Environmental and Resource Economics 28, 301-324
- Dunbar H., Lewis D.R., (1995), *Departmental productivity in American universities: economies of scale and scope*, Economics of Education Review, 14, 119-144
- Etzkowitz H., Webster A., Gebhardt C., Cantisano Terra B.R., (2000), *The future of the university of the future: Evolution of Ivory Tower to entrepreneurial paradigm*, Research Policy 29, 313-330
- Färe R. and Grosskopf S.(2000),*Theory and application of directional distance function*,Journal of Productivity Analysis 13, 93-103
- Färe R., Grosskopf S., Lovell C.A.K. and Pasurka C.(1989), *Multilateral productivity comparison when some output are undesirable: a non parametric approach*,The Review of Economics and Statistics 71 (1), 90-98
- Färe R., Grosskopf S. and Pasurka C. (2007),*Environmental production function and environmental directional distance function*, Energy 32, 1055-1066
- Florida R., (1999), *The role of the university: Leveraging talent, not technology*, Issues on Science and Technology 15, 67-73
- Geuna A.,(2001), *The changing rationale for European University research funding: are there negative unintended consequences*, Journal of Economic Issue 35, 607-632
- Geuna A., Nesta L.J.J., (2006), *University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence*, Research Policy 35, 790-807
- Glass J.C., McCallion G., McKillop D.G., Stringer K., (2006), *A technical level paying-field profit efficiency analysis of enforcement competition between publicly funded institutions*, European Economic Review, 50, 1601-1626
- Groot T., García-Valderrama T., (2006), *Research quality and efficiency. Analysis of assessments and management issues in Dutch economics and business research programs*, Research Policy 35, 1362-1376
- Hashimoto K. and Cohn E., (1997), *Economies of scale and scope in Japanese private universities*, Education Economics, 5(2), 107-115
- Johnes J., Johnes G., (1995), *Research funding and performance in U.K. university departments of economics: a frontier analysis*, Economics of Education Review, 14(3), 301-314
- Kao C., Hung H.T., (2008), *Efficiency analysis of university departments: An empirical study*, The International Journal of Management Science (Omega), 36, 653-664
- Kumar S., (2006), *Environmentally sensitive productivity growth: a global analysis using Malmquist-Luenberger index*,Ecological Economics 56, 280-293
- [50] Kumar S., Managi S., (2010), *Sulfur dioxide allowances: trading and technological progress*, Ecological Economics 69, 623-631

- Llerena P., Matt M., Schaeffer V., (2003), *The evolution of French research policies and the impacts on the universities and public research organizations*. In: Geuna A., Salter A.J., Steinmueller W.E. (Eds.), *Science and Innovation: Rethinking the Rationales for Funding and Governance*. Edward Elgar, Cheltenham, 147-168
- Lloyd P., (1994), *A multiple output cost function for Australian universities*, Australian Economic Papers, 33, 200-214
- Lyall D., (1978), *UK university accounting departments: journal output performance, 1972-76*, AUTA Review, 10(1), 22-25
- Madden G., Savage S., Kemp S., (1997), *Measuring public sector efficiency: a study of economic departments at Australian universities*, Education Economics, 5(2), 153-168
- McMillan, M.L., & Debasish D., (1997), *The relative efficiencies of Canadian universities: a DEA perspective*, Research paper No. 97-4, Department of Economics, University of Alberta
- McMullen B. S., Noh D., (2007), *Accounting for emission in the measurement of transit agency efficiency: a directional distance function approach*, Transportation Research Part D 12, 1-9
- Nelson R.R., (2002), *The contribution of American Research Universities to technological progress in industry*, presented to the conference "Science as an Institution. The Institutions of Science", held in Siena at January 25-26
- Oh D. and Heshmati A., (2010), *A sequential Malmquist Luendberg productivity index: environmentally sensitive productivity growth considering the progressive nature of technology*, Ecological Economics 32, 1345-1355
- Pavitt K., (1998), *The social shaping of the national science base*, Research Policy 27, 793-805
- Picazo-Tadeo A. J. and Prior D. (2009), *Environmental externalities and efficiency measurement*, Journal of Environmental Economics and Management 90, 3332-3339
- Picazo-Tadeo A., Reig-Martinez E. and Hernandez-Sancho F. (2005), *Directional distance functions and environmental regulation*, Resources and Energy Economics 27, 131-142
- [44] Salter A., D'Este P., Pavitt K., Scott A., Martin B., Geuna A., Nightingale P., Patel P., (2000), *Talent, not technology: The impact of publicly funded research on innovation in the UK*, SPRU: Science and Technology Policy Research, University of Sussex, Brighton
- Sarrico C.S., Teixeira P.N., Rosa M.J. and Cardoso M.F., (2009), *Subject mix and productivity in Portuguese universities*, European Journal of Operational Research, 197, 287-295
- Schöpfel J., Farace D.J., (2010), *Grey Literature*, in M. J. Bates and M. N. Maack (eds.), *Encyclopedia of Library and Information Sciences*, Third Edition, pp. 2029-2039, CRC Press, London
- Thrsoby C.D., (1986), *Cost functions for Australian universities*, Australian Economic Papers, 25, 175-192
- Tomkins C., Green R., (1988), *An experimental in the use of data envelopment analysis for evaluating the efficiency of UK university departments of accounting*, Financial Accountability & Management, 4(2), 147-164
- Tuzi F., (2005), *Useful science is good science: empirical evidence from the Italian National Research Council*, Technovation 25, 505-512

Weber W.L. and Domazlicky B. (2001),
*Productivity growth and pollution in state
manufacturing*, The Review of
Economics and Statistics 83 (1) 195-199

Zofio J.L. and Prieto A.M.(2001),
*Environmental efficiency and regulatory
standards: the case of CO2 emission
from OECD industries*, Resources and
Energy Economics 23,63-83

 Consiglio Nazionale delle Ricerche

CERIS

Working Paper Cnr-Ceris

ISSN (*print*): 1591-0709 ISSN (*on line*): 2036-8216

Download



http://www.ceris.cnr.it/index.php?option=com_content&task=section&id=4&Itemid=64

Hard copies are available on request,
please, write to:

Cnr-Ceris
Via Real Collegio, n. 30
10024 Moncalieri (Torino), Italy
Tel. +39 011 6824.911 Fax +39 011 6824.966
segreteria@ceris.cnr.it <http://www.ceris.cnr.it>

Copyright © 2011 by Cnr-Ceris

All rights reserved.

Parts of this paper may be reproduced with the permission of the author(s) and quoting the source.