



APAT

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i
Servizi Tecnici

Analisi di decomposizione delle emissioni atmosferiche di
anidride carbonica e degli acidificanti potenziali applicata
ai dati della NAMEA italiana.

Settembre 2007

Informazioni legali

L'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

© APAT, Miscellanea/2007

ISBN 978-88-448-0320-9

Riproduzione autorizzata citando la fonte

a cura di :

Renato Marra Campanale

APAT – Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici
Dipartimento “Stato dell’ambiente e metrologia ambientale”
Servizio “Monitoraggio e prevenzione degli impatti sull’atmosfera”
Settore “Emissioni in atmosfera”
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 - Roma

www.apat.it

Il lavoro è stato realizzato nell'ambito della collaborazione fra il Settore "Emissioni in atmosfera" (APAT) e l'Unità operativa "Conti economici nazionali integrati con conti ambientali" (Istat).

Abstract: Decomposition analysis is used to break down the changes in one variable into the changes in its determinants and it joins the NAMEA toolbox as a useful descriptive tool in studying changes of air emissions over time, disclosing dynamics in the data not directly pointed out by a standard matching of economic and environmental variables. This paper deals with historical changes in Italian air emissions (carbon dioxide and acidification), considers only emissions in production sectors and applies the methodology to the Italian NAMEA data.

There are two types of decomposition analysis for decomposing indicator changes, Structural Decomposition Analysis (SDA) and Index Decomposition Analysis (IDA): the former analysis uses the input-output model, while IDA uses sector level data; they will be both implemented in this paper. Also, a careful choice of the index will take care of its properties: completeness, time reversal, zero value robustness.

The decomposition analysis of production-related CO₂ emissions in Italy between 1992 and 2003 shows how the total change, an increase in emissions of about 10%, is decomposed into the changes of three factors. The production (65,9%) and intensity (-61,2%) factors almost have the opposite effect on the total change; change in the production structure works in the same way of production, but is less strong (5,4%). The sum of the three components is the total change in the emissions (10,1%).

In the decomposition analysis of the industry level data, the total variation of emissions between 1992 and 2003 is negative in "Trade, hotels and restaurants" (-2,4%) and "Other service activities" (-0,3%), while it is positive in other sectors but considerable only in "Manufacturing" (3,8%) and "Electricity, gas and water supply" (8%). The production and the intensity factors always show respectively positive and negative values; they seem to balance each other and they are remarkable in the same sectors: "Manufacturing" (26% and -19,9%), "Electricity, gas and water supply" (22,8% and -21,9%), "Trade, hotels and restaurants" (4,6% and -7,1%), "Transport" (6,6% and -7,1%), "Other service activities" (3,6% and -4,4%). The structure factor seems to be less important: it shows -2,3% in "Manufacturing" and 7,1% in "Electricity, gas and water supply".

Riassunto: La metodologia di decomposizione è una tecnica che studia la variazione di un indicatore in un determinato intervallo temporale, scomponendola nella variazione dei suoi determinanti; questo tipo di analisi si aggiunge agli altri strumenti analitici che la NAMEA consente di applicare ai propri dati e permette di svelarne andamenti non direttamente evidenti da un semplice raffronto delle dinamiche temporali delle variabili economiche ed ambientali. In questo lavoro si applica la decomposizione ai dati della NAMEA italiana (1990-2003), in particolare alla variazione delle emissioni di anidride carbonica e degli acidificanti potenziali dei settori produttivi.

La letteratura individua due metodologie per applicare un'analisi di decomposizione: l'*Index Decomposition Analysis* (IDA) e la *Structural Decomposition Analysis* (SDA). La IDA utilizza dati economici aggregati a livello di settore in forma vettoriale e il limitato fabbisogno di dati implica un'analisi di decomposizione della struttura economica meno approfondita rispetto alla SDA, che invece si basa sul modello *input-output*; inoltre, andrà valutato che approcci differenti nell'applicare l'analisi sono caratterizzati da indici di decomposizione che non godono delle stesse proprietà.

L'analisi di decomposizione delle emissioni di anidride carbonica in Italia fra il 1992 ed il 2003 mostra come l'incremento di circa il 10% verificatosi nel periodo sia determinato da tre componenti: produzione, intensità di emissione e composizione della struttura produttiva. La produzione (65,9%) e l'intensità (-61,2%) incidono in modo opposto sulla variazione totale; il terzo fattore va nella stessa direzione della componente dovuta alla crescita economica, ma con un peso inferiore (5,4%).

Per quanto riguarda i settori produttivi, le componenti crescita economica ed intensità di emissione mostrano sempre valori, rispettivamente, positivi e negativi; inoltre, presentano valori importanti negli stessi settori: "Attività manifatturiere" (26% e -19,9%), "Energia elettrica, gas e acqua" (22,8% e -21,9%), "Commercio, alberghi e ristoranti" (4,6% e -7,1%), "Trasporti" (6,6% e -7,1%), "Altri servizi" (3,6% e -4,4%). La componente riferibile alla composizione della struttura produttiva riveste un ruolo minore: risulta essere -2,3% nel settore "Attività manifatturiere" e 7,1% in "Energia elettrica, gas e acqua".

INDICE

1	Introduzione	7
2	Index Decomposition Analysis e Structural Decomposition Analysis	8
3	La metodologia di decomposizione “Dietzenbacher e Los”	10
4	Analisi dei dati	12
4.1	Analisi IDA di tipo additivo delle emissioni di CO ₂ e acidificanti potenziali.	12
4.2	Analisi SDA di tipo additivo delle emissioni di CO ₂ .	13
5	Risultati	14
5.1	Analisi di decomposizione (IDA) delle emissioni di CO ₂	14
5.2	Analisi di decomposizione strutturale (SDA) delle emissioni di CO ₂	17
5.3	Analisi di decomposizione (IDA) delle emissioni degli acidificanti potenziali	19
6	Conclusioni.	22
	Bibliografia	23
	APPENDICE	24

1 Introduzione

In questo lavoro si sviluppano alcune elaborazioni sui dati della NAMEA (National Accounting Matrix including Environmental Accounts) italiana – periodo di riferimento: anni 1990-2003 – con lo scopo di evidenziare come tale strumento di contabilità ambientale possa fornire elementi utili al sistema di conoscenza che supporta i processi decisionali delle politiche. In particolare, attraverso l'analisi di decomposizione, si valorizza una delle caratteristiche più importanti di NAMEA: riferire i conti delle pressioni ambientali ai settori produttivi che le generano. Inoltre, l'analisi di decomposizione si aggiunge agli altri strumenti analitici che la NAMEA consente di applicare ai propri dati¹ e permette di svelarne andamenti non direttamente evidenti da un semplice raffronto delle dinamiche temporali delle variabili economiche ed ambientali.

La metodologia di decomposizione è una tecnica che studia la variazione di un indicatore in un determinato intervallo temporale, decomponendola nella variazione dei suoi determinanti. Il punto di partenza di questo tipo di analisi è la costruzione di un'identità, dove la variabile – di cui si vuole osservare la variazione nel tempo e, nell'ambito di tale variazione, analizzarne le componenti – è indicata come prodotto di componenti, considerate come cause sottostanti. Affinché l'identità tenga, si scelgono componenti definite come rapporti, dove il denominatore di una componente è anche il numeratore della componente successiva. Questa identità è fornita a priori da chi effettua l'analisi; andranno pertanto scelte quelle componenti che risultano più adeguate ai dati disponibili ed all'obiettivo dell'analisi.

Le prime applicazioni dell'analisi di decomposizione nascono in relazione alla crisi petrolifera degli anni 70 per studiare l'impatto di variazioni della struttura produttiva sulla domanda energetica dell'industria. La finalità è quella di pervenire ad una migliore comprensione dei fattori che determinano le variazioni degli usi energetici nell'industria. Recentemente questo tipo di analisi sono state estese anche in campo ambientale, nell'ambito dell'analisi dei dati delle emissioni atmosferiche, per comprenderne le cause alla base delle variazioni.

¹ Altre analisi applicabili ai dati NAMEA sono: la struttura delle emissioni per attività economica e consumi delle famiglie, i profili ambientali dei settori economici, l'intensità di emissione, le dinamiche temporali delle variabili economiche ed ambientali.

2 Index Decomposition Analysis e Structural Decomposition Analysis

La letteratura individua due metodologie per applicare un'analisi di decomposizione: l'*Index Decomposition Analysis* (IDA) e la *Structural Decomposition Analysis* (SDA). Le metodologie IDA e SDA si sono sviluppate in modo indipendente e ciò ha comportato che ciascun metodo sia caratterizzato da tecniche ed approcci specifici ed unici (Hoekstra R. – van der Bergh J., 2003). In particolare, gli studi sulla IDA hanno posto maggiore attenzione sul tipo di indice da utilizzare² e sulle modalità della decomposizione; mentre gli studi sulla SDA si soffermano maggiormente sull'individuazione delle componenti di decomposizione. Le caratteristiche delle due metodologie – che si rivelano essere vantaggi o svantaggi – possono essere sintetizzate nei seguenti punti: la IDA utilizza dati economici aggregati a livello di settore in forma vettoriale e il limitato fabbisogno di dati implica un'analisi di decomposizione della struttura economica meno approfondita rispetto alla SDA; inoltre, le principali componenti in cui è possibile decomporre le emissioni atmosferiche utilizzando questo tipo di analisi sono la crescita economica, la struttura dell'economia e l'intensità di emissione. Quest'ultima componente può essere considerata una *proxy* della componente tecnologica in quanto fornisce indicazioni sull'efficienza dei settori produttivi che possono costituire un utile contributo informativo per politiche ed azioni rivolte alla innovazione ambientale dei settori produttivi stessi. La SDA si basa sul modello *input-output* e la presenza dell'"inversa tecnica" di Leontief fra le componenti dell'analisi consente di valutare sia gli effetti diretti che quelli indiretti della domanda; le principali componenti di un'analisi di decomposizione strutturale sono la crescita economica, la componente tecnologica (attribuibile all'"inversa tecnica" di Leontief), l'intensità di emissione, la domanda finale.

I passaggi che sarà necessario affrontare, qualora venga intrapresa un'analisi di decomposizione, riguarderanno:

- la scelta del tipo di variabile da decomporre: è possibile individuare un indicatore quantitativo (ad esempio le emissioni atmosferiche) o un rapporto (ad esempio l'intensità di emissione) . Quando i dati mostrano grandi incrementi nei dati produttivi, come in un periodo di elevata crescita economica, sarebbe vantaggioso utilizzare un rapporto, perché un valore rilevante nella componente "crescita economica" potrebbe oscurare le altre componenti;

² Gli indici più noti sono quelli Laspeyres, Paasche, Marshall-Edgeworth; va sottolineato che ciascun indice presenta proprietà diverse, quindi la scelta va ben operata: ad esempio con l'indice di Laspeyres la ponderazione avviene con le quantità al tempo base, quello di Paasche usa come pesi le quantità relative al tempo finale, mentre l'indice di Marshall-Edgeworth utilizza la media del tempo base e finale.

- il periodo temporale di variazione dell'indicatore: questa scelta dipende principalmente dalla disponibilità di dati;
- la scelta fra un'analisi di decomposizione di tipo moltiplicativo o additivo: tale scelta comporta solo una maggiore comodità o facilità di presentazione ed interpretazione dei risultati;
- la scelta della metodologia e dell'indice, ad esempio, di Laspeyres, Paasche o altro. È opportuno effettuare la scelta dell'indice considerando le seguenti proprietà:
 - completezza del processo di decomposizione: in questo caso l'analisi non genera una componente residua; l'utilizzo dell'indice Laspeyres o Paasche comporta la presenza di un effetto residuo che coglie gli effetti incrociati fra le componenti stesse e tale effetto va riallocato e spiegato nell'analisi.
 - l'analisi, *mutatis mutandis*, resiste alla prova del rovesciamento temporale, generando un risultato reciproco; ad esempio, l'indice di Laspeyres non gode di tale proprietà;
 - neutralità in presenza di valori nulli, proprietà non goduta da quegli indici che usano i logaritmi;
- la scelta delle componenti, che andrà effettuata in funzione della disponibilità di dati e degli aspetti che con l'analisi di decomposizione vogliono essere messi in evidenza.

3 La metodologia di decomposizione “Dietzenbacher e Los”

L’approccio seguito in questo lavoro si basa sugli articoli di de Haan (2001) e Siebel (2003), che riprendono la metodologia proposta da Dietzenbacher e Los (1998). Il metodo “Dietzenbacher e Los” è una buona soluzione rispetto alle proprietà di cui è opportuno che un metodo di decomposizione goda: completezza, rovesciamento temporale e neutralità in presenza di valori nulli; inoltre, il metodo si adatta bene alla scelta di effettuare sia un’analisi IDA che SDA. Dietzenbacher e Los non propongono un singolo indice, ma un approccio combinato Laspeyres e Paasche: ciò significa che alcuni termini sono valutati all’anno iniziale, altri all’anno attuale senza che si produca una componente residua.

Per spiegare i presupposti analitici della metodologia proposta da Dietzenbacher e Los, supponiamo di decomporre la variabile X nelle sue *driving force* sottostanti, ad esempio le componenti A e B:

$$X = A * B$$

dove il prodotto dei fattori A e B è uguale alla variabile X, e dove X, A e B sono scalari, vettori e/o matrici; questo è il caso più semplice che può essere facilmente generalizzato aggiungendo altri fattori.

Sia

$$\Delta X = X(t) - X(0)$$

la variazione nella variabile X nell’intervallo temporale (0, t). La decomposizione della variazione della variabile X può essere derivata come segue:

$$\begin{aligned} \Delta X &= A(t) * B(t) - A(0) * B(0) \\ &= A(t) * B(t) - A(0) * B(0) + A(t) * B(0) - A(t) * B(0) && (1) \\ &= (\Delta A) * B(0) + (\Delta B) * A(t) && (2a) \end{aligned}$$

mentre, aggiungendo e sottraendo in (1) l’espressione $A(0) * B(t)$ si ottiene:

$$\Delta X = (\Delta A) * B(t) + (\Delta B) * A(0) \tag{2b}$$

Nell'equazione (2b) i pesi sono opposti a quelli nell'equazione (2a): partendo dal tempo (0) si ottiene la prospettiva dell'indice di Laspeyres, mentre partendo dal tempo (t) si perviene alla prospettiva dell'indice di Paasche. Inoltre, le equazioni (2a) e (2b) sono le uniche decomposizioni complete – senza termini residui – nel caso di due fattori: esistono solo due modalità in cui gli effetti $(\Delta A)*B$ e $(\Delta B)*A$ possono manifestarsi.

In generale, in presenza di n fattori, si avrà:

$$X = F_1 * F_2 * \dots * F_n$$

che è possibile decomporre nelle seguenti due decomposizioni polari:

$$\begin{aligned} \Delta X = & (\Delta F_1) * F_2(t) * F_3(t) \dots F_{n-1}(t) * F_n(t) + F_1(0) * (\Delta F_2) * F_3(t) \dots F_{n-1}(t) * F_n(t) + \\ & + F_1(0) * F_2(0) * F_3(0) \dots (\Delta F_{n-1}) * F_n(t) + F_1(0) * F_2(0) * F_3(0) \dots F_{n-1}(0) * (\Delta F_n) \end{aligned} \quad (3)$$

e, ordinando i fattori secondo la prospettiva temporale opposta, si ottiene:

$$\begin{aligned} \Delta X = & (\Delta F_1) * F_2(0) * F_3(0) \dots F_{n-1}(0) * F_n(0) + F_1(t) * (\Delta F_2) * F_3(0) \dots F_{n-1}(0) * F_n(0) + \\ & + F_1(t) * F_2(t) * F_3(t) \dots (\Delta F_{n-1}) * F_n(0) + F_1(t) * F_2(t) * F_3(t) \dots F_{n-1}(t) * (\Delta F_n) \end{aligned}$$

Tuttavia, in questo caso le espressioni polari non sono uniche, ma sono solo due fra le decomposizioni possibili. Dietzenbacher e Los (1998) dimostrano che nel caso generale in cui siano presenti n fattori, saranno possibili n! differenti espressioni di decomposizione³.

Il problema della mancanza di unicità della soluzione può essere superato in due modi. Dietzenbacher e Los suggeriscono di adottare la media di due forme di decomposizione polare per evitare complessità di calcolo soprattutto in presenza di numerosi fattori; la soluzione scelta in questo lavoro utilizza la media di tutte le forme possibili di decomposizione, così come suggerito da de Haan (2001) e Seibel (2003). Quest'ultima soluzione, peraltro, supera ogni arbitrarietà derivante dal dover scegliere una delle possibili coppie di forme di decomposizione polare.

³ Sia Dietzenbacher and Los (1998) che de Haan (2001) giungono a questa conclusione, ma in realtà entrambi sottolineano che se si considerassero variazioni multiple dei fattori, ad esempio $(\Delta F_1) * (\Delta F_2) * F_3(t) * F_4(t)$ e $(\Delta F_1) * (\Delta F_2) * (\Delta F_3) * F_4(t)$, le forme di decomposizione possibili sarebbero maggiori di n!.

4 Analisi dei dati

I conti ambientali della NAMEA cui si fa riferimento in questo lavoro sono i conti delle emissioni atmosferiche della NAMEA italiana, anni 1990-2003, pubblicati dall'Istat⁴; in particolare, si analizza la decomposizione delle variazioni delle emissioni atmosferiche italiane di anidride carbonica e degli acidificanti potenziali⁵ dei settori produttivi nel periodo di riferimento.

Ai fini dell'analisi, le attività economiche sono aggregate in otto settori di attività produttive (cfr. Tavola in Appendice). Rispetto alle aggregazioni convenzionali, va rilevato che il settore "Trasporti" è costituito solo da quattro delle cinque divisioni ATECO 2002 che costituiscono la sezione "Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni"; infatti, per una maggiore omogeneità - dal punto di vista delle pressioni esercitate sull'ambiente - nel settore "Trasporti", la divisione "Poste e telecomunicazioni" è inclusa nel settore di attività "Altri servizi". Va rilevato che l'aggregazione del settore "Trasporti" è possibile solo dal 1992.

Per quanto riguarda gli aggregati economici, ai fini dell'analisi di decomposizione sono utilizzati i dati della produzione a prezzi base, valori a prezzi correnti.

Seguendo l'approccio di Dietzenbacher e Los, si presentano le seguenti analisi di decomposizione IDA e SDA relative alle emissioni atmosferiche italiane provenienti dai conti NAMEA 1990-2003:

- analisi IDA di tipo additivo delle emissioni (E) di CO₂ e acidificanti potenziali;
- analisi SDA di tipo additivo delle emissioni (E) di CO₂.

4.1 Analisi IDA di tipo additivo delle emissioni di CO₂ e acidificanti potenziali.

Sia

$$E = \sum X_i/X * E_i/X_i * X$$

dove:

E: emissioni atmosferiche;

X: produzione totale; X_i: produzione del settore i.

⁴ I conti delle emissioni atmosferiche della NAMEA italiana si ottengono a partire dai dati dell'inventario APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) delle emissioni atmosferiche realizzato per le comunicazioni nell'ambito della *Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici* (UNFCCC) e della *Convenzione di Ginevra sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero* (CLRTAP) dell'UN-ECE (United Nations - Economic Commission for Europe).

⁵ L'acidificazione è calcolata come somma ponderata delle emissioni di SO₂, NO_x e NH₃ espresse in "tonnellate di potenziale acido equivalente" (Potential Acid Equivalent – PAE).

La variazione delle emissioni in un dato periodo decomposta nelle componenti “struttura produttiva” (S), “intensità di emissione” (I) e “crescita economica” (C) può essere scritta:

$$\Delta E = S + I + C,$$

dove la componente “struttura produttiva” riflette l’impatto sulle emissioni dovuto alla composizione della struttura produttiva e l’effetto scala misura l’effetto della crescita economica sulle emissioni. L’intensità di emissione indica le variazioni di efficienza dell’apparato produttivo.

4.2 Analisi SDA di tipo additivo delle emissioni di CO₂.

Sia

$$\begin{aligned} E &= \sum X_i * (E_i / X_i) \\ &= \sum \sum L_{ij} * Y_j * I_i \end{aligned}$$

dove:

E: emissioni atmosferiche;

X: produzione totale; X_i: produzione del settore i;

I: intensità di emissione;

X = L*Y: modello *input-output*,

L_{ij} = (I – A)⁻¹: “inversa tecnica” di Leontief;

Y_j: domanda finale del settore j.

La variazione delle emissioni in un dato periodo decomposta nelle componenti “Leontief” (L), “domanda finale” (D) e “intensità di emissione” (I) può essere scritta:

$$\Delta E = L + D + I,$$

dove la componente “Leontief” mostra l’effetto delle variazioni dei coefficienti dell’inversa tecnica di Leontief ed è interpretabile come un effetto tecnologico delle variazioni nella struttura della produzione intermedia; l’effetto domanda finale valuta la variazione di domanda finale di ogni settore; anche l’effetto intensità di emissione può essere interpretato come effetto tecnologico.

5 Risultati

5.1 Analisi di decomposizione (IDA) delle emissioni di CO₂

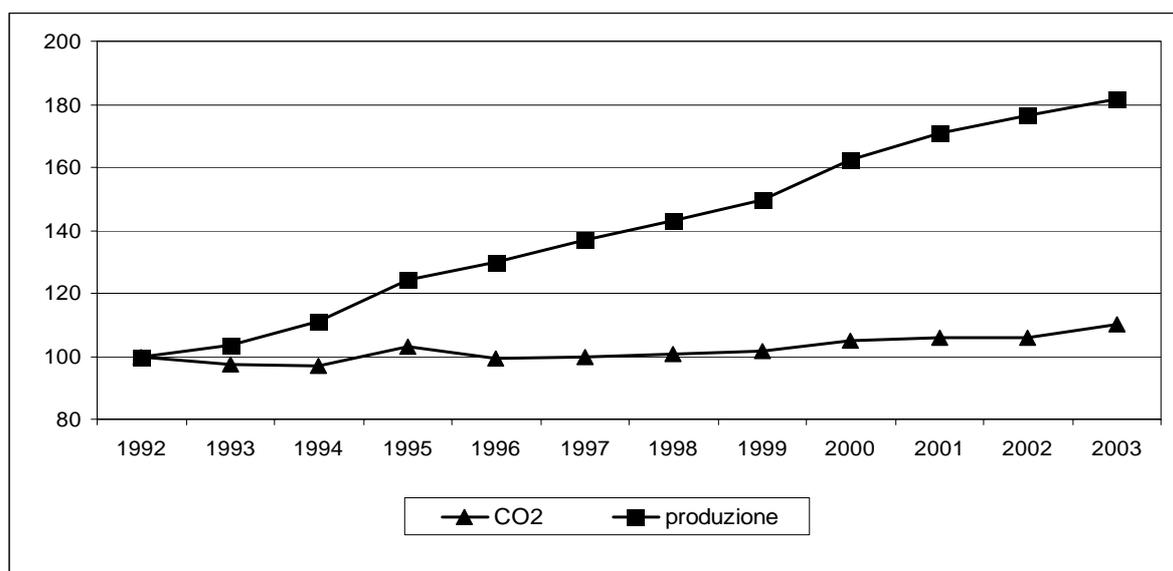
Le emissioni di anidride carbonica sono aumentate di circa il 10% dal 1992 al 2003 (Tavola 1). Quali sono le componenti responsabili di questa variazione?

Tavola 1: Emissioni di CO₂ delle attività economiche in Italia dal 1992 al 2003
(valori assoluti in tonnellate)

1992	1993	1994	1995	1996	1997
350.717.317	342.036.106	339.745.553	360.862.910	348.101.949	350.555.803
1998	1999	2000	2001	2002	2003
352.913.695	356.448.976	368.593.353	370.911.987	372.160.134	386.217.264

La Figura 1 mostra l'andamento delle emissioni di CO₂ e della produzione (entrambe le variabili si riferiscono al complesso delle attività economiche) dal 1992 al 2003. In questo caso siamo in presenza di un *decoupling* relativo⁶, ma in termini di analisi non riusciamo a fornire delle interpretazioni approfondite.

Figura 1 : Variazione delle emissioni di CO₂ delle attività economiche e della produzione a prezzi base, valori a prezzi correnti. Italia – Anni 1992-2003
(numeri indici base 1992=100)



L'analisi di decomposizione annuale dal 1992 al 2003 delle emissioni di CO₂ dei settori produttivi (Figura 2) mostra la variazione percentuale di CO₂ da un anno all'altro ed evidenzia le tre

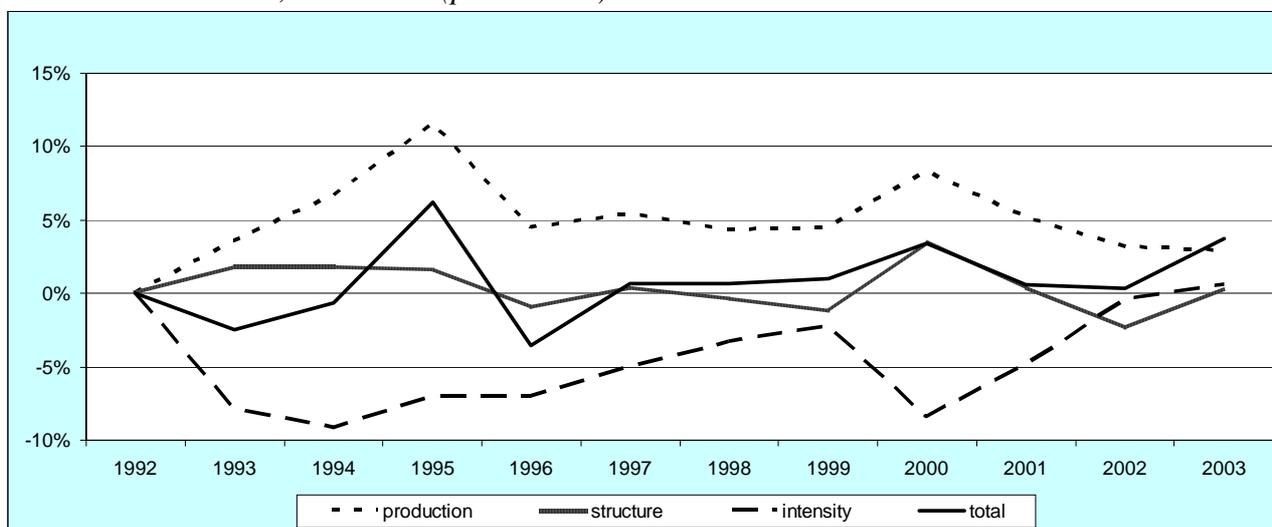
⁶ Le emissioni di CO₂ procedono a ritmi di crescita inferiori a quelli della variabile economica.

componenti in cui si è scelto di decomporre le emissioni: effetto “struttura produttiva”, “intensità di emissione” e “crescita economica”.

L’andamento delle tre componenti svela che l’effetto scala ed intensità si bilanciano a vicenda, mentre la componente dovuta alla composizione della struttura produttiva influisce sia positivamente che negativamente alla variazione totale di CO₂.

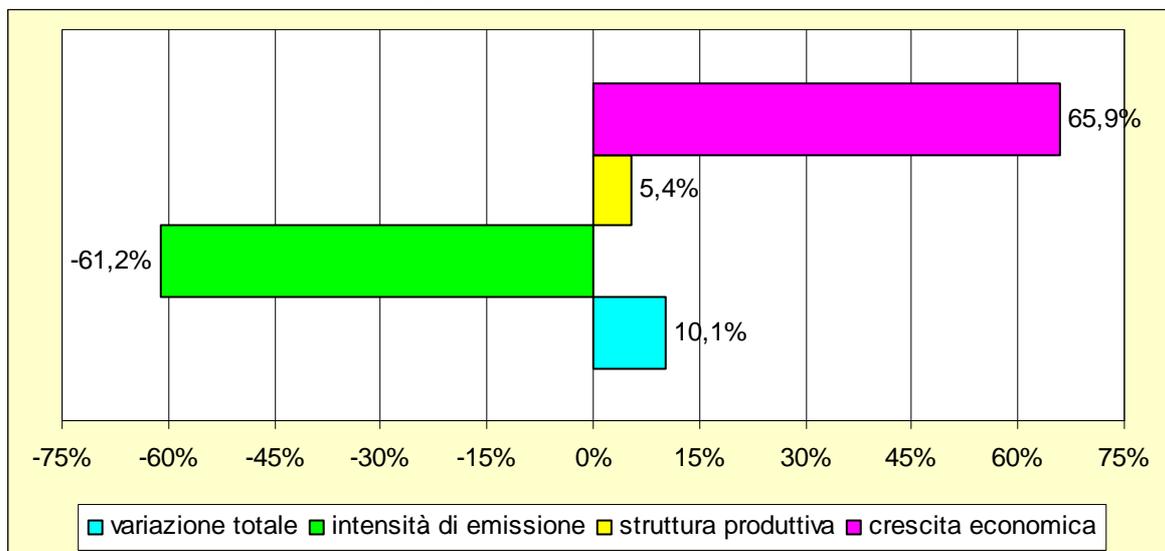
Come sottolinea l’Istituto di statistica norvegese (2006), sarebbe utile collegare queste informazioni con altri indicatori, come i prezzi energetici ed i tassi di estrazione del petrolio e del gas naturale, per una migliore comprensione dello sviluppo di questi fattori.

Figura 2: Decomposizione delle variazioni annuali delle emissioni di CO₂ del totale delle attività economiche, 1992-2003 (percentuali)



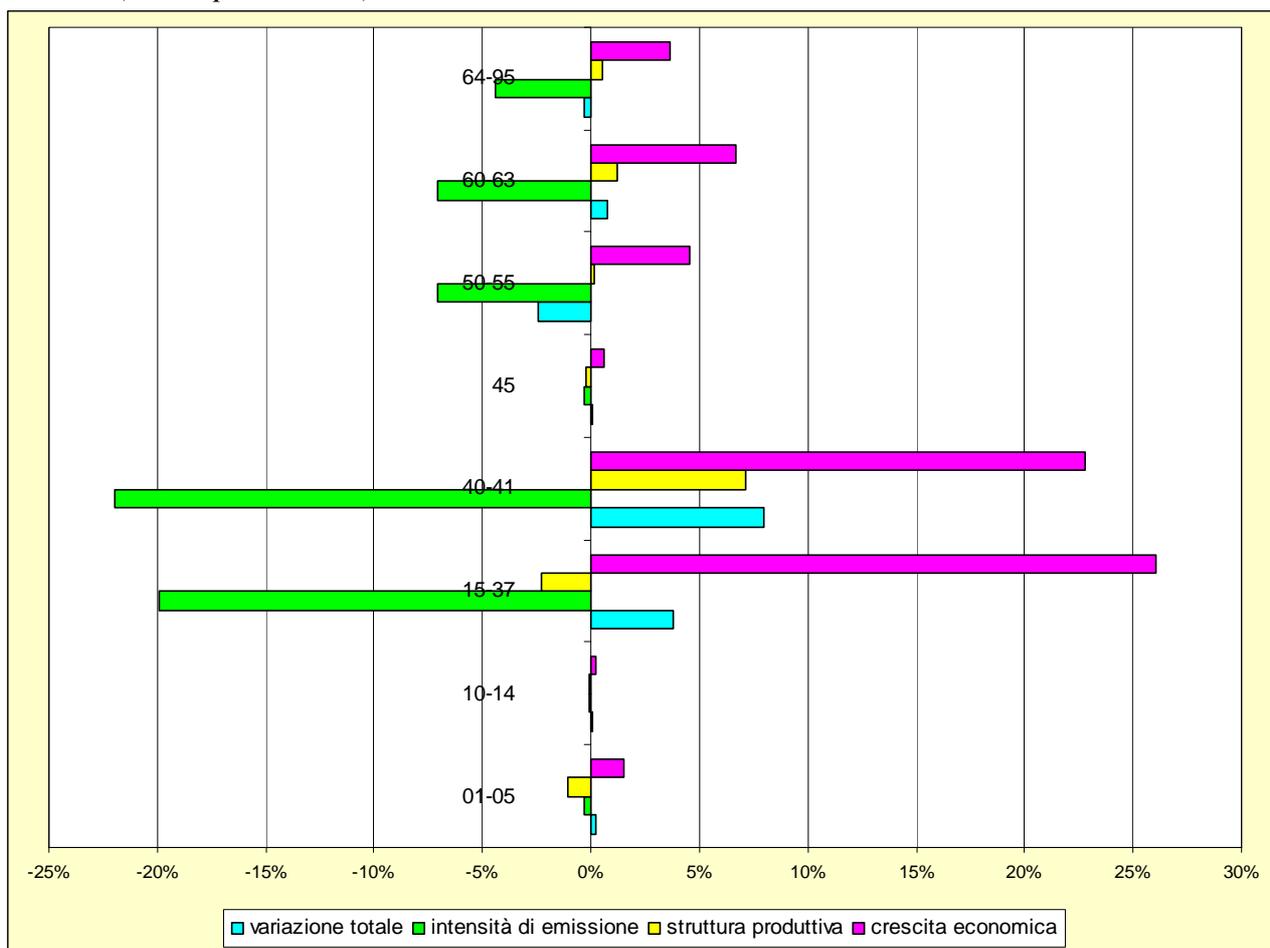
La Figura 3 mostra l’analisi di decomposizione delle emissioni di CO₂ dei settori produttivi in Italia nel periodo 1992 – 2003. La variazione totale, un incremento del 10% circa, è decomposta in tre componenti. Il fattore “crescita economica” (65,9%) e quello “intensità di emissione” (-61,2%) quasi si compensano reciprocamente, mentre la “struttura produttiva” ha un peso inferiore (5,4%) rispetto alle altre due componenti. La risultante delle tre componenti indica la variazione totale delle emissioni di CO₂ nel periodo considerato.

Figura 3: Decomposizione della variazione (1992-2003) delle emissioni di CO₂ del totale delle attività economiche (valori percentuali)



La Figura 4 riporta l'analisi di decomposizione per gli otto settori produttivi nel periodo 1992-2003. La variazione totale di anidride carbonica in questo periodo è negativa nel settore "Commercio, alberghi e ristoranti" (-2,4 %) e "Altri servizi" (-0,3 %), mentre è positiva negli altri settori e a livelli significativi nel settore "Attività manifatturiere" (3,8 %) e "Energia elettrica, gas e acqua"(8%). Le componenti "crescita economica" ed "intensità di emissione" mostrano sempre valori, rispettivamente, positivi e negativi; inoltre, presentano valori importanti negli stessi settori: "Attività manifatturiere" (26 % e -19,9 %), "Energia elettrica, gas e acqua" (22,8 % e -21,9 %), "Commercio, alberghi e ristoranti" (4,6 % e -7.1 %), "Trasporti" (6,6 % e -7,1 %), "Altri servizi" (3,6 % e -4,4 %). La componente "struttura produttiva" sembra rivestire un ruolo minore: risulta essere -2,3 % nel settore "Attività manifatturiere" e 7,1 % in "Energia elettrica, gas e acqua".

Figura 4: Decomposizione della variazione (1992-2003) delle emissioni di CO₂ nei settori produttivi (valori percentuali)



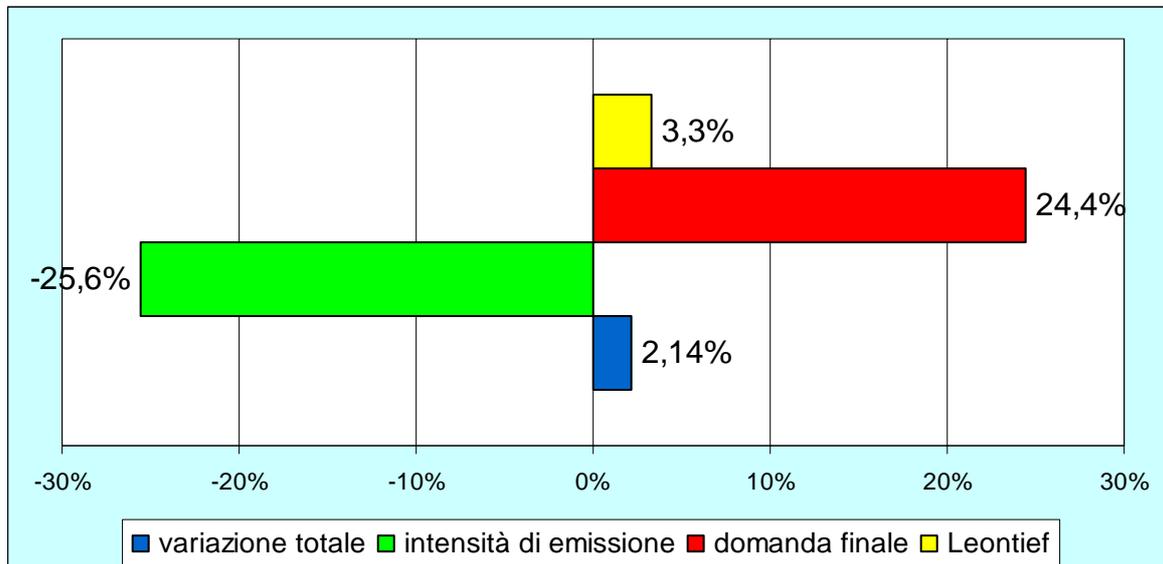
5.2 Analisi di decomposizione strutturale (SDA) delle emissioni di CO₂

La Figura 5 presenta i risultati dell'analisi di decomposizione strutturale (SDA) applicata agli anni 1995 e 2000: si tratta degli anni di cui vi è disponibilità delle tavole input-output simmetriche. In questo periodo la variazione percentuale delle emissioni di CO₂ registra un aumento del 2,14%.

L'analisi strutturale consente di individuare alcune componenti, alla base della variazione delle emissioni nel periodo considerato, diverse da quelle osservate con la IDA. In questo caso sono considerate le componenti "Leontief", "domanda finale" e "intensità di emissioni". Si nota che gli effetti principali sono due: da un lato la componente "domanda finale" (24,4%) ha dato un grosso impulso all'aumento delle emissioni dal 1995 al 2000; dall'altro l'incremento di efficienza che registra la componente "intensità di emissione" (-25,6%) ha determinato una compensazione

all'effetto precedente. Il risultato finale risulta dal piccolo, ma determinante, effetto strutturale Leontief (3,3%).

Figura 5: Decomposizione strutturale della variazione (1995-2000) delle emissioni di CO₂ del totale delle attività economiche (*valori percentuali*)



La Tavola 2 riporta l'analisi precedente estesa agli otto settori produttivi in cui sono state raggruppate le attività economiche. Si nota che il ruolo principale è da attribuire al settore manifatturiero (15-37) e a quello energetico (40-41).

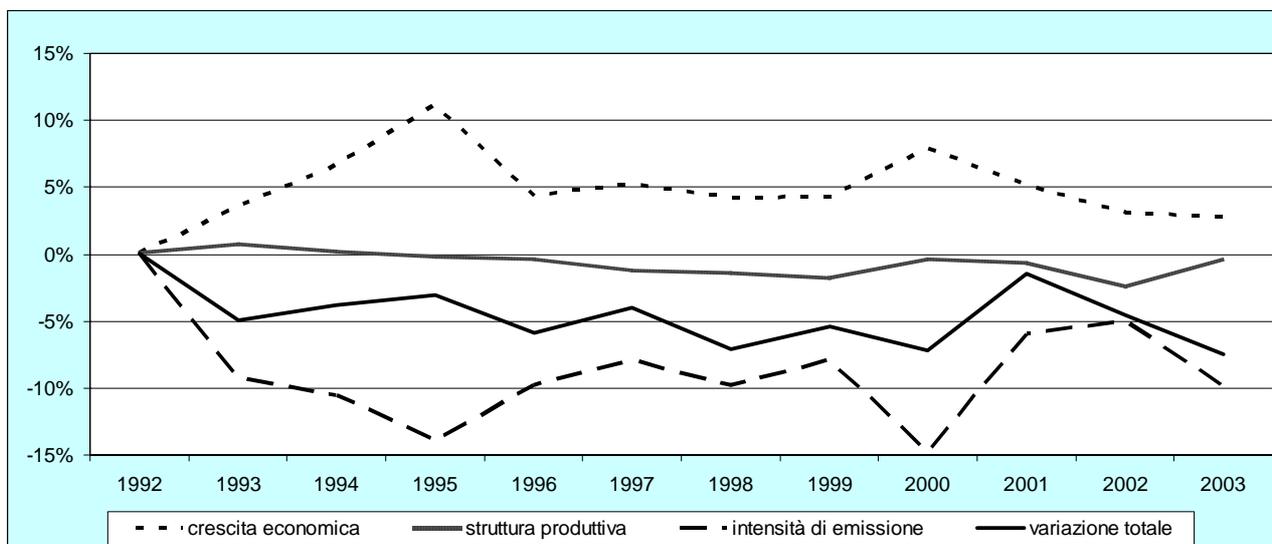
Tavola 2: Decomposizione della variazione (1995-2000) delle emissioni di CO₂ nei settori produttivi (*valori percentuali*)

settori di attività economica	componenti			variazione totale
	Leontief	domanda finale	intensità di emissione	
01-05	-0,31%	0,45%	-0,20%	-0,06%
10-14	0,06%	0,05%	-0,06%	0,05%
15-37	-2,28%	11,88%	-7,27%	2,33%
40-41	4,51%	7,35%	-10,81%	1,05%
45	-0,01%	0,16%	-0,12%	0,03%
50-55	0,13%	1,45%	-3,00%	-1,42%
60-63	0,66%	1,84%	-1,66%	0,84%
64-95	0,51%	1,25%	-2,43%	-0,68%
totale attività economiche	3,26%	24,44%	-25,56%	2,14%

5.3 Analisi di decomposizione (IDA) delle emissioni degli acidificanti potenziali

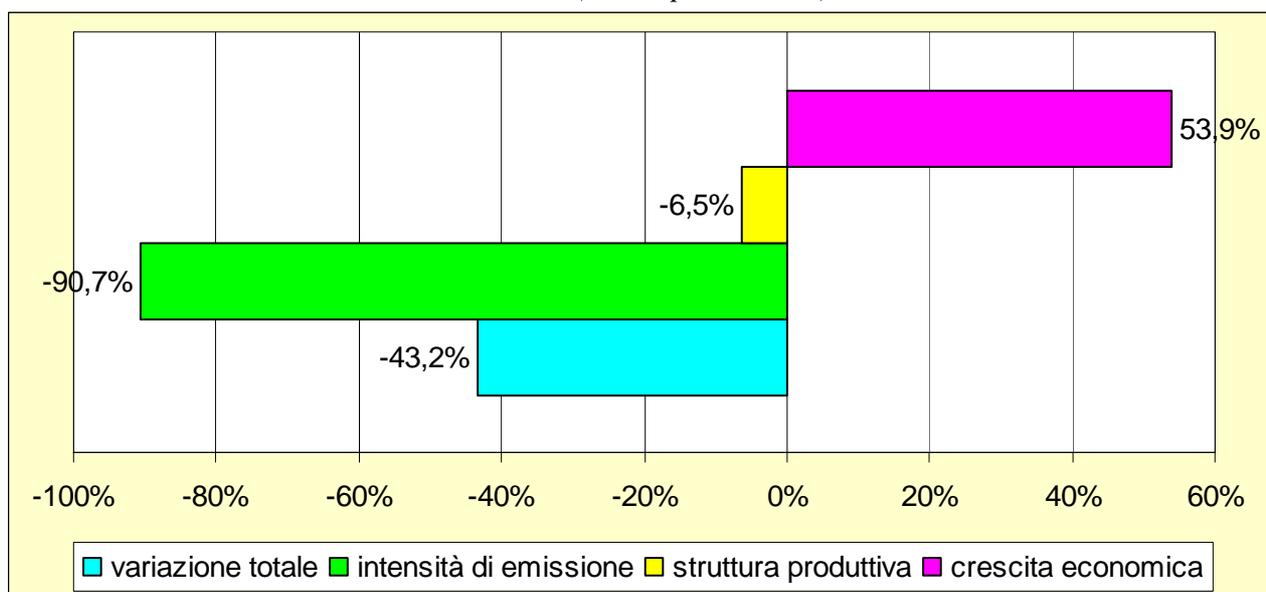
Anche l'andamento della decomposizione delle variazioni annuali delle emissioni degli acidificanti potenziali evidenzia il forte contributo di due effetti, contrapposti: la componente "crescita economica" e "intensità di emissione"; come nel caso delle emissioni di anidride carbonica, anche in Figura 6 si osserva il minor impatto della componente relativa alla struttura produttiva.

Figura 6: Decomposizione delle variazioni annuali delle emissioni degli acidificanti potenziali del totale delle attività economiche, 1992-2003 (valori percentuali)



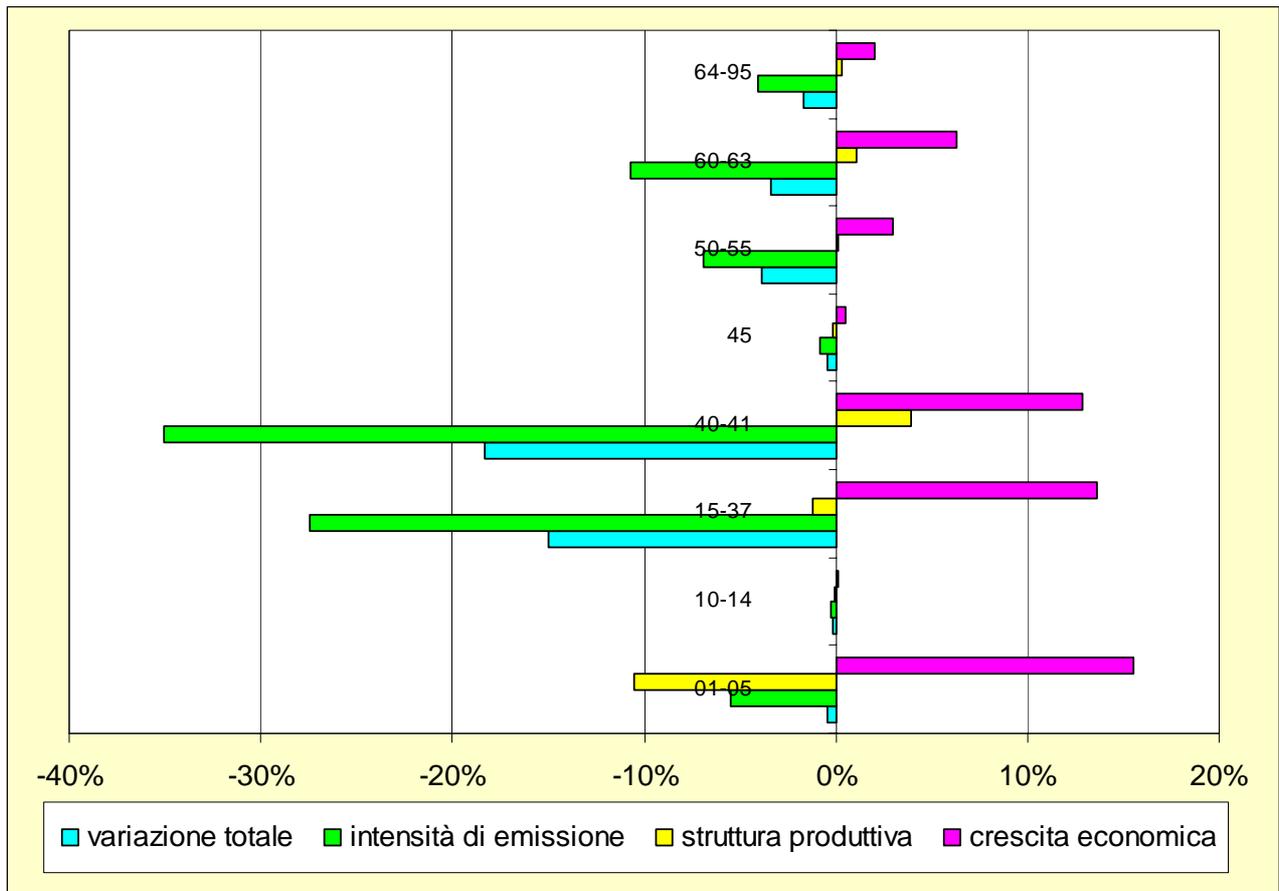
Dal 1992 al 2003 si verifica una variazione negativa di 46.530,8 tonnellate delle emissioni degli acidificanti potenziali, pari al 43,2%. L'analisi di decomposizione (IDA) evidenzia (Figura 7) che, qualora si fosse in presenza della sola componente legata alla crescita economica, questa avrebbe causato un aumento nelle emissioni degli acidificanti potenziali pari al 54% circa. Invece, a causa del forte incremento di efficienza – dovuto al valore dell'intensità di emissione pari a -90,7% – e a causa del valore -6,5% della componente legata alla struttura produttiva, la variazione complessiva delle emissioni è pari al -43,2%.

Figura 7: Decomposizione della variazione (1992-2003) delle emissioni degli acidificanti potenziali del totale delle attività economiche (valori percentuali)



L'analisi degli otto settori produttivi (Figura 8) evidenzia la riduzione per tutti i settori dell'acidificazione e l'importanza anche in questo caso dei settori "Attività manifatturiere" e "Energia elettrica, gas e acqua". Nel settore "Energia elettrica, gas e acqua" si verifica che la componente "struttura produttiva", cioè il peso economico di un settore sul totale delle attività economiche, ha un impatto positivo (3,9%), al pari della componente "crescita economica" (12,9%), sulla variazione complessiva delle emissioni di acidificanti potenziali del settore (-18,3%); mentre nel settore "Attività manifatturiere" la componente "struttura produttiva" ha un impatto minore rispetto al settore precedente, ma di segno opposto (-1,2%).

Figura 8: Decomposizione della variazione (1992-2003) delle emissioni degli acidificanti potenziali nei settori produttivi (*valori percentuali*)



6 Conclusioni.

La NAMEA si conferma uno strumento utile per un'analisi approfondita della serie storica dei dati presentata nei conti ambientali e la decomposizione può essere utilizzata per l'analisi delle variazioni delle emissioni atmosferiche nel tempo. In particolare, l'analisi fornisce un importante contributo nello spiegare i fattori determinanti la variazione delle variabili economiche ed ambientali. A livello europeo non vengono prodotte analisi di decomposizione coerenti fra loro, ma si scelgono le diverse metodologie soprattutto in base alla disponibilità dei dati.

In questo lavoro ci si è concentrati sull'analisi IDA, di cui sono state utilizzate le componenti più comuni; mentre la mancanza in Italia di una serie storica di tavole *input-output* non ha permesso un utilizzo completo dell'analisi SDA.

Un confronto interessante può essere effettuato in futuro applicando l'analisi di decomposizione ai dati dell'Inventario nazionale APAT delle emissioni atmosferiche, in particolare al settore energetico.

Bibliografia

Ang B. W. – Zhang F. Q. (2000), *A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies*, in *Energy*, 25.

Bruvoll A. – Medin H. (2000), *Factoring the environmental Kuznets curve. Evidence from Norway*, in *Discussion papers*, n.275, Statistics Norway.

De Haan M. (2001), *A structural decomposition analysis of pollution in the Netherlands*, in *Economic Systems Research*, 13.

Dietzenbacher E. – Los B. (1998), *Structural decomposition techniques: sense and sensitivity*, in *Economic Systems Research*, vol. 10, n. 4.

Hoekstra R. – van der Bergh J. (2003), *Comparing structural and index decomposition analysis*, in *Energy Economics*, 25.

Rormose P. – Olsen T. (2005) *Structural decomposition analysis of air emissions in Denmark 1980-2002*, presentato alla International Conference on Input-Output Techniques, Beijing.

Seibel S. (2003), *Decomposition analysis of carbon dioxide emission changes in Germany – conceptual framework and empirical results*, European Commission- Working papers and studies.

Statistics Norway (2006), *Pilot studies for the development of environmental accounting: Norwegian Economic and Environmental Accounts Project 2005*, Final Report to Eurostat.

Statistics Sweden (2003), *Structural decomposition of environmental accounts data – the Swedish case*.

APPENDICE

Settori di attività economica utilizzati per l'analisi dei dati e loro corrispondenza con la classificazione delle attività economiche – Ateco 2002

Settori di attività economica utilizzati per l'analisi dei dati	Codice delle divisioni Ateco 2002	Sezioni Ateco 2002
AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	01-05	<i>Agricoltura caccia e silvicoltura; Pesca, piscicoltura e servizi connessi</i>
ESTRAZIONE DI MINERALI	10-14	<i>Estrazione di minerali</i>
ATTIVITÀ MANIFATTURIERE	15-37	<i>Attività manifatturiere</i>
ENERGIA ELETTRICA, GAS E ACQUA	40-41	<i>Produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua</i>
COSTRUZIONI	45	<i>Costruzioni</i>
COMMERCIO, ALBERGHI E RISTORANTI	50-55	<i>Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli, motocicli e di beni personali e per la casa; Alberghi e ristoranti</i>
TRASPORTI	60-63	parte di <i>Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni</i> (*)
ALTRI SERVIZI	64-95	parte di <i>Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni</i> <i>Intermediazione monetaria e finanziaria;</i> <i>Attività immobiliari, noleggio, informatica, ricerca, altre attività professionali ed imprenditoriali;</i> <i>Pubblica amministrazione e difesa; assicurazione sociale obbligatoria; Istruzione;</i> <i>Sanità e altri servizi sociali;</i> <i>Altri servizi pubblici, sociali e personali;</i> <i>Servizi domestici presso famiglie e convivenze</i>

(*) questa Sezione non include la Divisione 64 - *Poste e telecomunicazioni*, ricompresa in ALTRI SERVIZI.