



Istituto
nazionale
di statistica

STATISTICHE IN BREVE

Le emissioni atmosferiche delle attività produttive e delle famiglie

Anni 1990-2007

L'Istat rende disponibili i dati sulle emissioni atmosferiche a livello nazionale riferiti agli anni 1990-2007 calcolati attraverso il conto satellite Namea¹, il quale consente di confrontare, secondo una metodologia stabilita a livello europeo, gli aggregati socio-economici della produzione, del valore aggiunto, dell'occupazione e dei consumi finali delle famiglie con i dati relativi alle pressioni che le attività produttive e di consumo esercitano sull'ambiente naturale.

Le serie storiche 1990-2007² includono le emissioni³ di diciannove inquinanti atmosferici, di seguito indicati: anidride carbonica (CO₂), protossido di azoto (N₂O), metano (CH₄), ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x), ammoniaca (NH₃), composti organici volatili non metanici (COVNM), monossido di carbonio (CO), particolato (PM₁₀), particolato fine (PM_{2,5}), arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), rame (Cu), mercurio (Hg), nichel (Ni), piombo (Pb), selenio (Se) e zinco (Zn).

Viene pubblicata anche una tavola di raccordo che, per ciascun inquinante atmosferico, esplicita la relazione esistente fra le emissioni incluse nella Namea e quelle calcolate dall'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (Ispra) nell'ambito della convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (Unfccc) e della convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (United Nations - Economic Commission for Europe Convention on long range transboundary air pollution).

Per le definizioni si rimanda al Glossario, mentre gli aspetti metodologici sono illustrati nelle Note metodologiche. I dati statistici di dettaglio sono riportati nelle Tavole in allegato.

Direzione centrale
comunicazione ed editoria
Tel. +39 06 4673.2243-44

Centro diffusione dati
Tel. 39 06 4673.3106

Informazioni e chiarimenti
Coordinamento della Contabilità
ambientale
V.le Liegi, 13
00198 Roma

Angelica Tudini
Tel. + 39 06 4673.7599
Giusy Vetrella
Tel. +39 06 4673 7578



¹ L'acronimo Namea sta per *National accounting matrix including environmental accounts*, ossia matrice di conti economici nazionali integrata con conti ambientali.

² A seguito del periodico aggiornamento delle fonti statistiche utilizzate, le serie storiche 1990-2007 sostituiscono quelle finora presenti in archivio, per tutti gli anni per quanto concerne le emissioni e per il periodo 2005-2007 per quanto riguarda i dati economici. Per dettagli sulle modifiche intervenute nella versione 2009 dell'inventario delle emissioni atmosferiche si veda:

http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submission/items/4771.php

³ I dati di emissione sono calcolati a partire dall'inventario nazionale delle emissioni atmosferiche realizzato dall'Ispra nel 2009 (<http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet/sstoriche/>), utilizzato per le comunicazioni dell'Italia nell'ambito delle due citate convenzioni. Gli aggregati economici sono coerenti con la serie dei conti economici nazionali 1970-2008 (http://www.istat.it/dati/dataset/20090421_00/).

Principali risultati

Per quanto concerne le attività produttive, nel 2007 le emissioni atmosferiche, per i 19 inquinanti considerati, sono state generate principalmente dai seguenti settori (Figura 1 e Figura 2)⁴:

- “Agricoltura, caccia e silvicoltura”⁵, con il 42 per cento delle emissioni di sostanze acidificanti⁶, soprattutto ammoniaca dovuta all’uso di concimi a base di composti organici. Il settore è anche una delle principali fonti di particolato (25 per cento nel caso del particolato PM₁₀ e 20 per cento per il particolato fine PM_{2,5})⁷, dovuto all’uso di concimi organici, all’incenerimento di rifiuti agricoli e all’uso di combustibili per le macchine agricole.
- “Attività manifatturiere”⁸, principale fonte di emissione per i gas ad effetto serra⁹, con il 28 per cento delle emissioni (soprattutto CO₂ emessa da alcuni processi tipici della produzione di cemento e della raffinazione del petrolio e da processi di combustione che riguardano tutta l’industria manifatturiera), e per il particolato, con quote del 28 per cento per il PM₁₀ e del 27 per cento per il PM_{2,5}. Il settore, inoltre, fornisce un contributo rilevante al fenomeno della acidificazione e della formazione dell’ozono troposferico¹⁰, rispettivamente con il 18 e il 24 per cento delle emissioni complessive. Due specifiche attività del settore – la *Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi*, che comprende la produzione di vetro, di prodotti in vetro, di ceramica, di cemento, calce, gesso etc., e la *Metallurgia* – costituiscono le principali cause di emissione per quasi tutti i metalli pesanti (Figura 2).
- “Produzione e distribuzione di energia elettrica, di gas e di calore”¹¹, da cui deriva il 26 per cento delle emissioni complessive di gas ad effetto serra (soprattutto CO₂ emessa dai processi tipici della generazione di energia elettrica e metano emesso per le perdite nella distribuzione del gas) ed anche una quota significativa delle emissioni di cromo (37 per cento) e di selenio (29 per cento) generate dai processi tipici della produzione di energia elettrica
- “Trasporto”¹², con quote significative delle emissioni di sostanze acidificanti (13 per cento), dovute principalmente al trasporto su strada (per gli ossidi di azoto) e al trasporto marittimo (per l’azoto e per gli ossidi di zolfo). Le attività di trasporto in conto terzi sono anche all’origine degli inquinanti che determinano la formazione dell’ozono troposferico (per il 12 per cento), del particolato (11 e 13 per cento nel caso rispettivamente del PM₁₀ e del PM_{2,5}) e – limitatamente al trasporto su strada – del rame (13 per cento).
- “Smaltimento dei rifiuti solidi, delle acque di scarico e simili”¹³, attività che, attraverso l’incenerimento dei rifiuti, contribuisce in maniera rilevante non solo alle emissioni di nichel (53 per cento) e di cadmio (23 per cento), ma anche di mercurio (15 per cento) e piombo (14 per cento).

⁴ Sono riferite alle attività economiche le emissioni atmosferiche generate per effetto di processi specifici delle varie attività nonché per l’uso di combustibili per il riscaldamento e il trasporto in conto proprio; sono invece riferite alle famiglie, le emissioni generate nella fase del consumo, principalmente attraverso l’uso di combustibili per il traffico veicolare privato e per il riscaldamento delle abitazioni. Cfr. le Note metodologiche per ulteriori dettagli.

⁵ Sezione A della classificazione delle attività economiche Ateco 2002.

⁶ Ossidi di zolfo, ossidi di azoto e ammoniaca; cfr il Glossario per maggiori dettagli.

⁷ PM₁₀ = polveri sottili con diametro inferiore ai 10 micron (o particolato); PM_{2,5} = polveri sottili con diametro inferiore ai 2,5 micron (o particolato fine).

⁸ Sezione D della classificazione delle attività economiche Ateco 2002.

⁹ Anidride carbonica, protossido di azoto e metano; cfr il Glossario per maggiori dettagli.

¹⁰ Il problema della formazione di ozono troposferico è causato dalle emissioni di ossidi di azoto, composti organici volatili non metanici, monossido di carbonio e metano; cfr il Glossario per maggiori dettagli.

¹¹ Divisione 40 della classificazione delle attività economiche Ateco 2002.

¹² Si tratta delle attività di trasporto in conto terzi, divisioni 60-63 della classificazione delle attività economiche Ateco 2002.

¹³ Divisione 90 della classificazione delle attività economiche Ateco 2002.

Figura 1 - Emissioni atmosferiche delle attività produttive per tema ambientale/ inquinante e attività economica – Anno 2007 (incidenza percentuale sul totale delle emissioni delle attività economiche e delle famiglie)

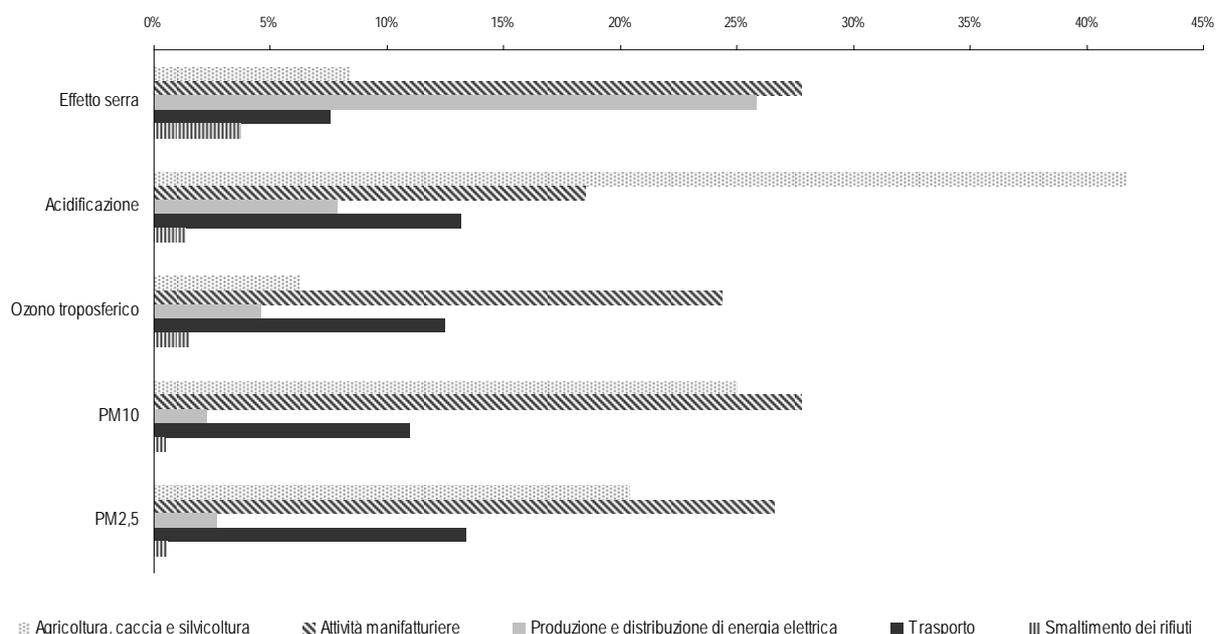
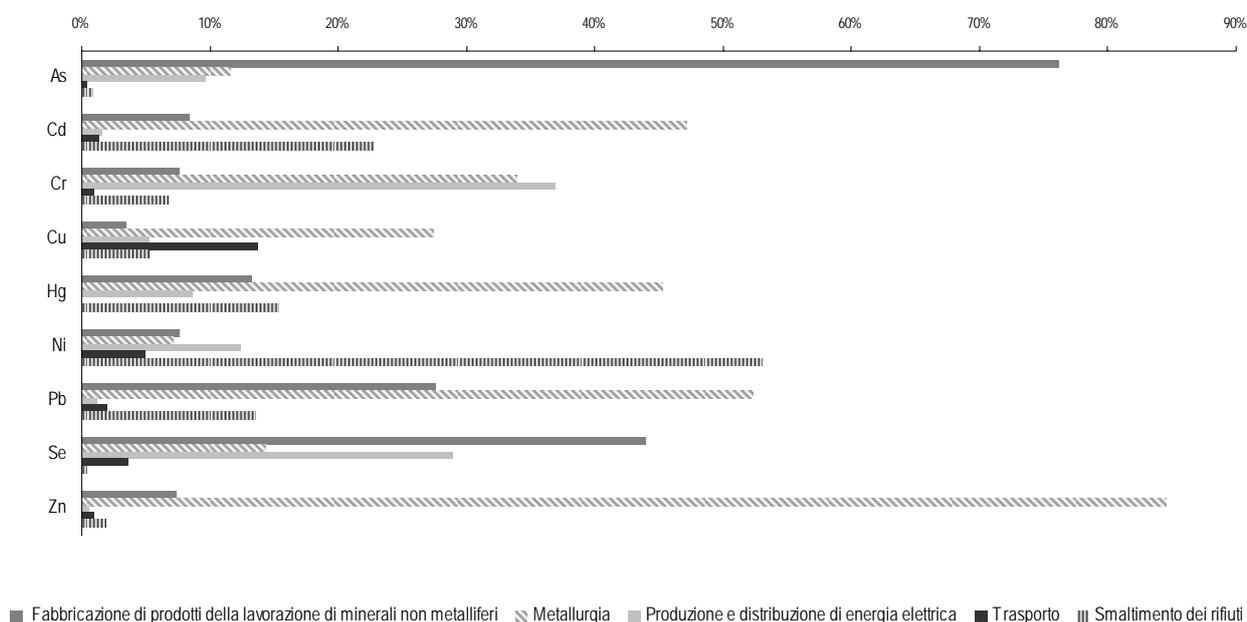


Figura 2 - Emissioni di metalli pesanti delle attività produttive per inquinante e attività economica – Anno 2007 (incidenza percentuale sul totale delle emissioni delle attività economiche e delle famiglie)

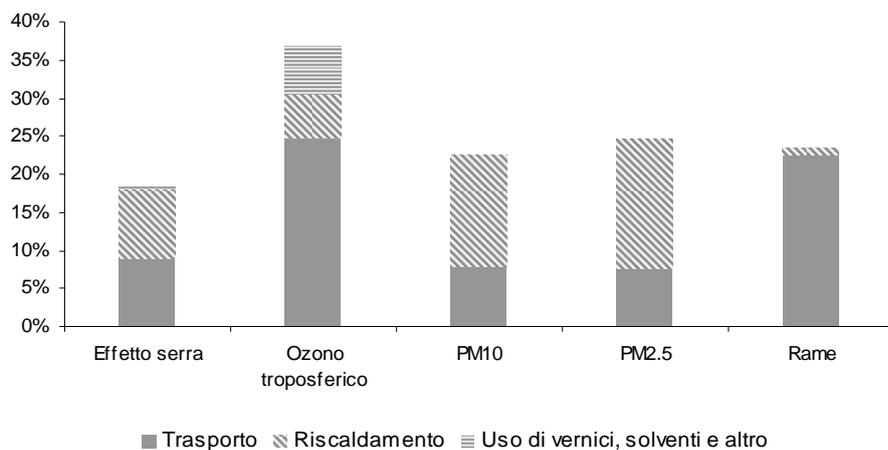


Nel 2007 i consumi finali delle famiglie (Figura 3) generano il 37 per cento delle emissioni che causano la formazione di ozono troposferico, più del 20 per cento delle emissioni di particolato (22 per cento di PM₁₀ e 25 per cento di PM_{2,5}), il 23 per cento delle emissioni di rame e il 18 per cento delle emissioni di gas serra¹⁴. Nel caso dell'ozono troposferico il contributo delle famiglie è riconducibile per la maggior parte (quasi il 70 per cento) all'uso di combustibili per il trasporto privato, mentre la parte residua è causata in egual misura dal riscaldamento domestico e dall'uso di

¹⁴ Il contributo delle famiglie all'acidificazione e ai metalli pesanti non inclusi nella Figura 3 è riportato nelle Tavole statistiche.

vernici e solventi. Per quanto concerne le emissioni di particolato, esse sono dovute principalmente al riscaldamento domestico, seguito dal trasporto privato. Quest'ultimo è pressoché l'unica causa delle emissioni di rame attribuibili al settore delle famiglie. Per i gas serra il contributo del trasporto e del riscaldamento è di pari entità.

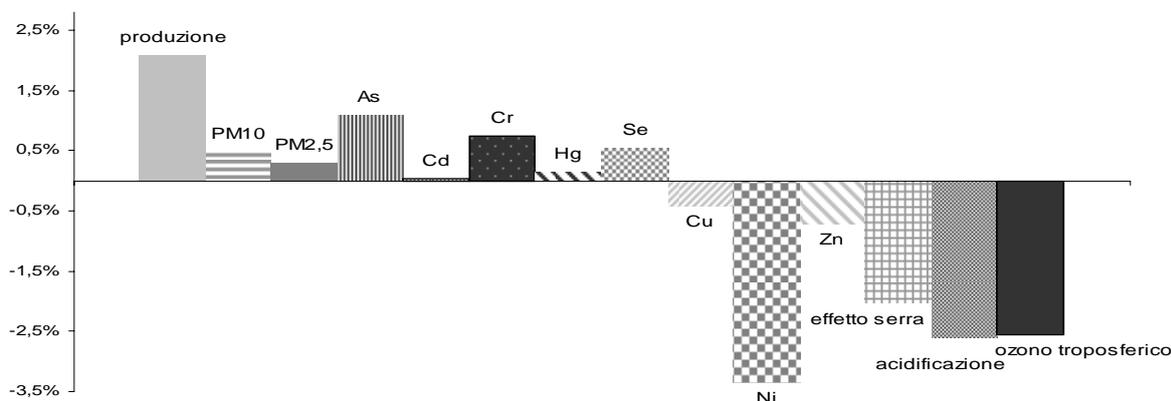
Figura 3 - Emissioni atmosferiche delle famiglie per tema ambientale/ inquinante e funzione di consumo - Anno 2007 (incidenza sul totale delle emissioni delle attività economiche e delle famiglie)



Risultati dell'attività economica e pressioni sull'ambiente a confronto

Nel corso degli ultimi anni si è posta particolare attenzione alla relazione tra attività economiche e le pressioni esercitate da queste ultime sull'ambiente, cercando di minimizzare queste ultime senza sacrificare la crescita economica. Tale relazione è nota con il nome di *decoupling*, o dissociazione tra crescita economica e pressioni ambientali. Nel 2007, considerando le attività economiche nel loro complesso, si osserva un incremento del 2 per cento del valore della produzione rispetto all'anno precedente, cui si è associato un aumento più contenuto per il particolato e per alcuni metalli pesanti (arsenico, cadmio, cromo, mercurio e selenio) e una riduzione delle emissioni per altri metalli pesanti (rame, nichel e zinco) oltre che per i gas ad effetto serra, le sostanze acidificanti e gli inquinanti che contribuiscono alla formazione di ozono troposferico (Figura 4)¹⁵.

Figura 4 - Produzione^(a) e emissioni atmosferiche delle attività produttive per tema ambientale/ inquinante - Anno 2007 (variazione percentuale rispetto all'anno precedente)

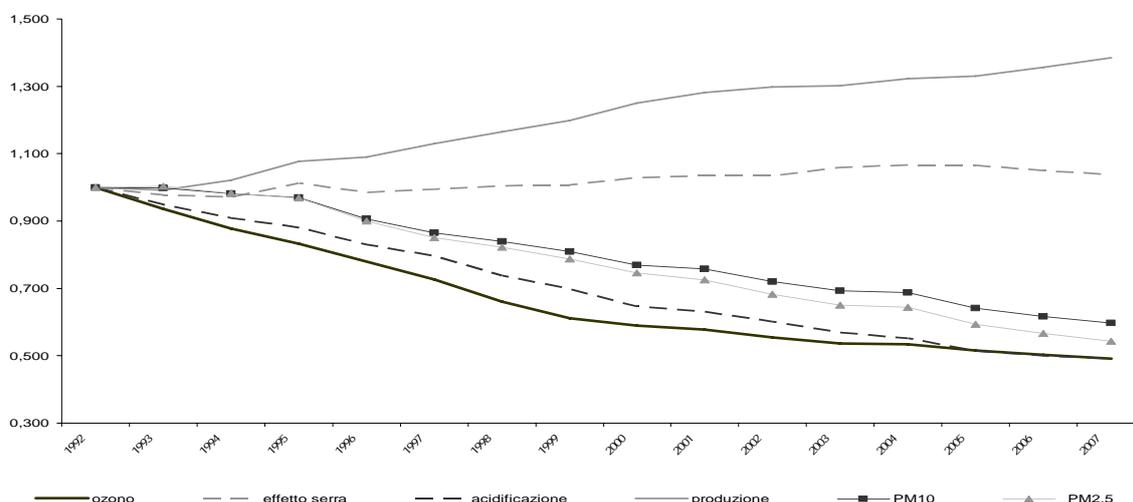


(a) prezzi base

¹⁵ Il caso più favorevole – *decoupling* assoluto – si verifica in presenza di un flusso economico con tasso di crescita positivo e pressione ambientale in diminuzione o stabile; si ha invece *decoupling* relativo qualora la pressione ambientale sia anch'essa in aumento ma in misura inferiore alla crescita dell'aggregato economico.

Guardando all'andamento di queste grandezze nel lungo periodo (Figura 5)¹⁶ emerge un *decoupling* più elevato per i gas che contribuiscono al fenomeno della acidificazione e alla formazione di ozono troposferico e per il particolato, mentre per i metalli pesanti (non inclusi nella figura) si registra un andamento – meno lineare rispetto ai casi precedenti – classificabile come *decoupling* relativo.

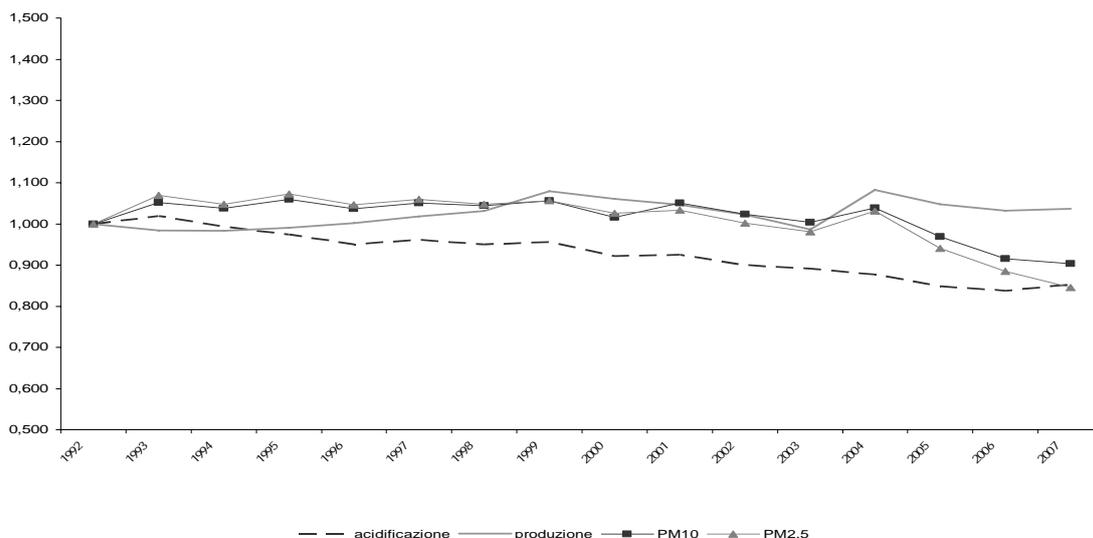
Figura 5 - Produzione e emissioni atmosferiche delle attività produttive per tema ambientale/ inquinante. Numeri indice base 1992 = 1 - Anni 1992-2007



La dinamica della produzione e delle emissioni per le singole attività produttive mette in luce livelli di *decoupling* differenziati e talvolta di segno diverso. Nel caso dell'agricoltura, caccia e silvicoltura, si registra un lieve incremento del valore della produzione (pari a circa lo 0,5 per cento) a fronte del quale aumentano del 2 per cento le emissioni di sostanze acidificanti e si riducono le emissioni di particolato nella misura dell'1 per cento per il PM₁₀ e del 4 per cento per il PM_{2,5}. Dalla metà degli anni novanta si osserva un significativo processo di *decoupling* assoluto per l'acidificazione. Nel caso del particolato, invece, la dissociazione tra dinamica economica ed emissioni si manifesta soltanto negli anni più recenti (Figura 6).

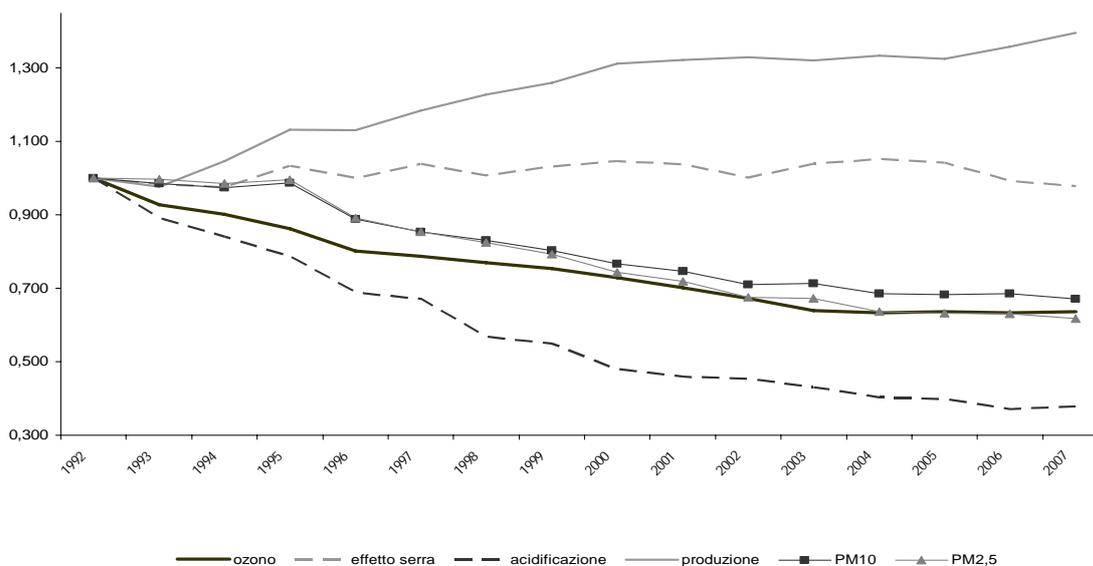
¹⁶ Il *decoupling* è stato calcolato anche per singoli raggruppamenti di attività economiche, per alcuni dei quali, ad esempio il settore "Trasporto", i dati economici non sono ricostruibili prima del 1992; l'analisi inizia pertanto da quest'ultimo anno in tutti i casi.

Figura 6 - Produzione e emissioni atmosferiche dell' "Agricoltura, caccia e silvicoltura" per tema ambientale/ inquinante. Numeri indice base 1992 = 1 - Anni 1992-2007



Per il settore delle attività manifatturiere, a fronte di un incremento registrato nel 2007 rispetto all'anno precedente del 2,8 per cento della produzione, aumentano in minor misura le emissioni di sostanze acidificanti (1,7 per cento) e le emissioni di gas che contribuiscono alla formazione di ozono troposferico (poco più dello 0,5 per cento), mentre diminuiscono i gas serra (1,4 per cento) e il particolato (2 per cento sia PM₁₀ e PM_{2,5}). La dinamica di lungo periodo (Figura 7), del tutto simile a quella osservata per l'economia nel suo complesso (dato il peso elevato del settore sul totale delle attività produttive), mostra un livello di dissociazione tra crescita economica ed emissioni nettamente più elevato per i gas che contribuiscono al fenomeno della acidificazione e alla formazione di ozono troposferico e per il particolato, piuttosto che per i gas ad effetto serra.

Figura 7 - Produzione e emissioni atmosferiche delle "Attività manifatturiere" per tema ambientale/ inquinante. Numeri indice base 1992 = 1 - Anni 1992-2007

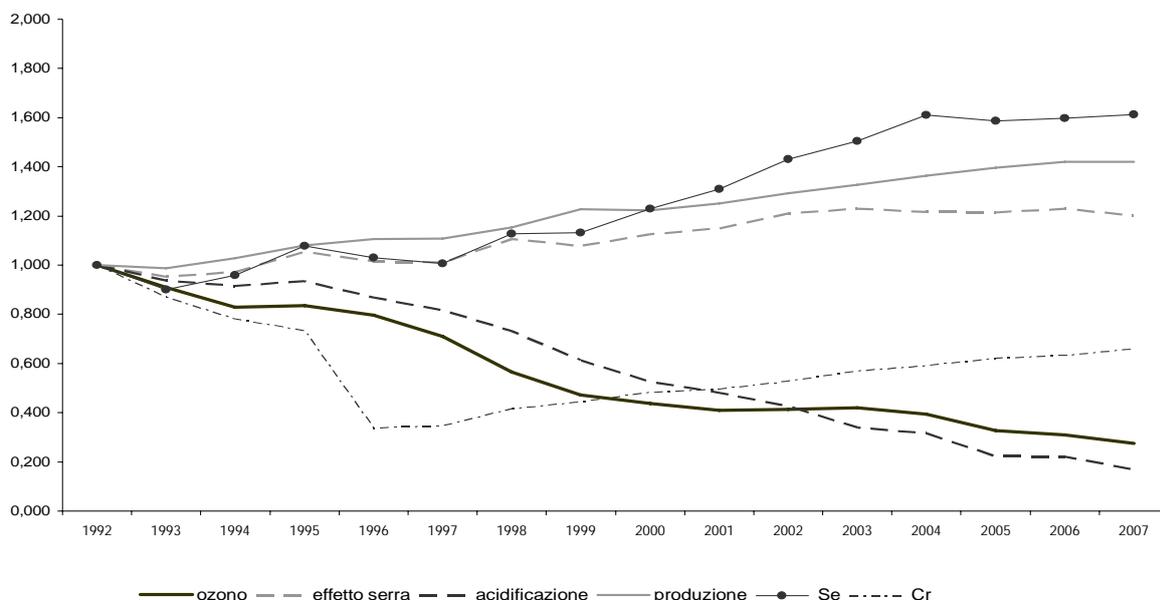


Alcune specifiche attività del settore generano una quota significativa di metalli pesanti. In particolare:

- per la fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi nel 2007 si osserva un incremento sia nella produzione (2,6 per cento), sia nelle emissioni dei metalli pesanti cui il settore contribuisce in modo rilevante (arsenico +1,5 per cento e selenio +1 per cento) e di piombo (-0,9 per cento). Nel corso del periodo 1992-2007, per quest'ultimo metallo si riscontra un processo di *decoupling* relativo a partire dal 2001, mentre non si registra *decoupling* per arsenico e selenio;
- per la metallurgia nel 2007 si registra un incremento rilevante del valore della produzione (+5 per cento) accompagnato da un aumento delle emissioni di cromo e zinco (rispettivamente pari al 6 e all'1 per cento) e una riduzione delle emissioni degli altri metalli pesanti cui il settore contribuisce in modo rilevante: rame, mercurio, piombo (riduzione inferiore all'1 per cento) e cadmio (-2 per cento). A partire dall'inizio degli anni 2000 produzione ed emissioni mostrano un andamento parallelo, anche se su livelli inferiori per le emissioni.

Nel caso della produzione di energia elettrica, gas e acqua¹⁷ il valore della produzione non varia nel 2007 rispetto all'anno precedente, mentre diminuiscono le emissioni di gas serra (-2 per cento), quelle di sostanze acidificanti (-23 per cento) e di gas che contribuiscono alla formazione di ozono troposferico (-11 per cento). Aumentano, invece, le emissioni dei metalli pesanti che questo settore genera in modo rilevante (4 per cento per cromo e 1 per cento per selenio). Nel periodo 1992-2007 (Figura 8) il valore della produzione aumenta di oltre il 40 per cento, le emissioni di gas ad effetto serra del 20 per cento, mentre per l'acidificazione e l'ozono troposferico si registra una riduzione delle emissioni pari, rispettivamente, a 83 e 72 per cento. Il *decoupling* non si verifica nel caso del selenio (+61 per cento), mentre la riduzione complessiva delle emissioni di cromo (-34 per cento) è il risultato della diminuzione significativa avvenuta nella prima metà degli anni '90, cui ha fatto seguito un andamento parallelo a quello del valore della produzione.

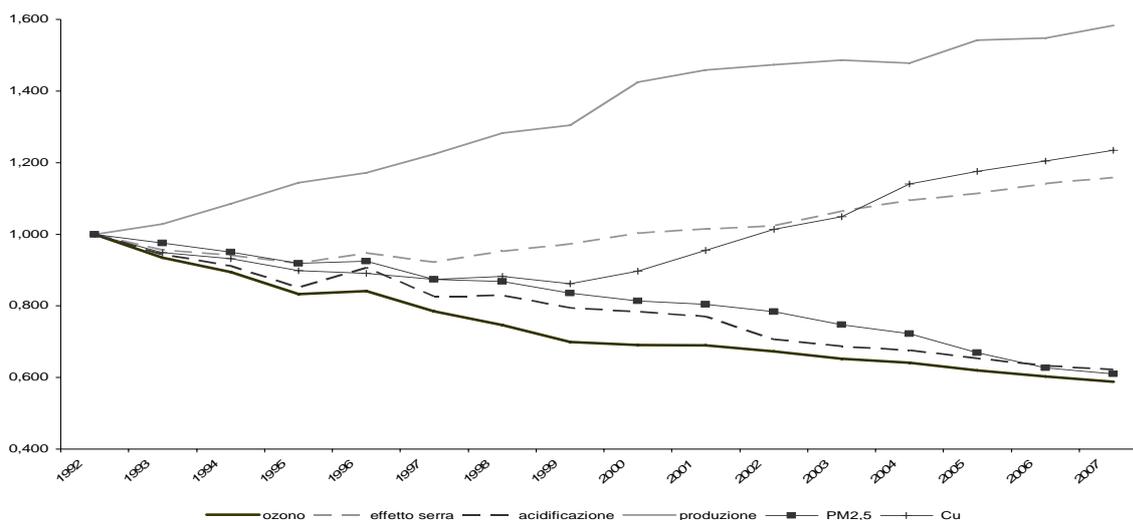
Figura 8 - Produzione e emissioni atmosferiche della "Produzione di energia elettrica, gas e acqua" per tema ambientale/ inquinante. Numeri indice base 1992 = 1 - Anni 1992-2007



¹⁷ L'analisi delle variazioni della produzione e delle emissioni si riferisce alla sezione E della classificazione delle attività economiche Ateco 2002 nel suo complesso. Non sono infatti disponibili per l'intero periodo 1992-2007 i dati economici di produzione relativi distintamente alla divisione 40, "Produzione e distribuzione di energia elettrica e gas".

Per il trasporto, a fronte di un incremento nel 2007 di oltre il 2 per cento del valore della produzione, aumentano in misura appena superiore le emissioni di rame (+2,5 per cento) e in misura più contenuta le emissioni di gas serra (+1,4 per cento), mentre diminuiscono tutte le altre emissioni che risultano significative per il settore: le sostanze acidificanti (-1,4 per cento), i gas che contribuiscono alla formazione di ozono troposferico (-2,4 per cento) e il particolato (-2,8 per cento sia per PM₁₀ sia per PM_{2,5}). Nel lungo periodo (Figura 9) si osserva un significativo processo di *decoupling* assoluto per acidificazione, particolato¹⁸ e formazione di ozono troposferico; non si verifica invece *decoupling* per le emissioni di gas serra (il cui tasso di crescita non si discosta in modo significativo da quello della produzione) e per le emissioni di rame (il cui tasso di crescita è superiore a quello della produzione).

Figura 9 - Produzione e emissioni atmosferiche del "Trasporto" per tema ambientale/ inquinante. Numeri indice base 1992 = 1 - Anni 1992-2007

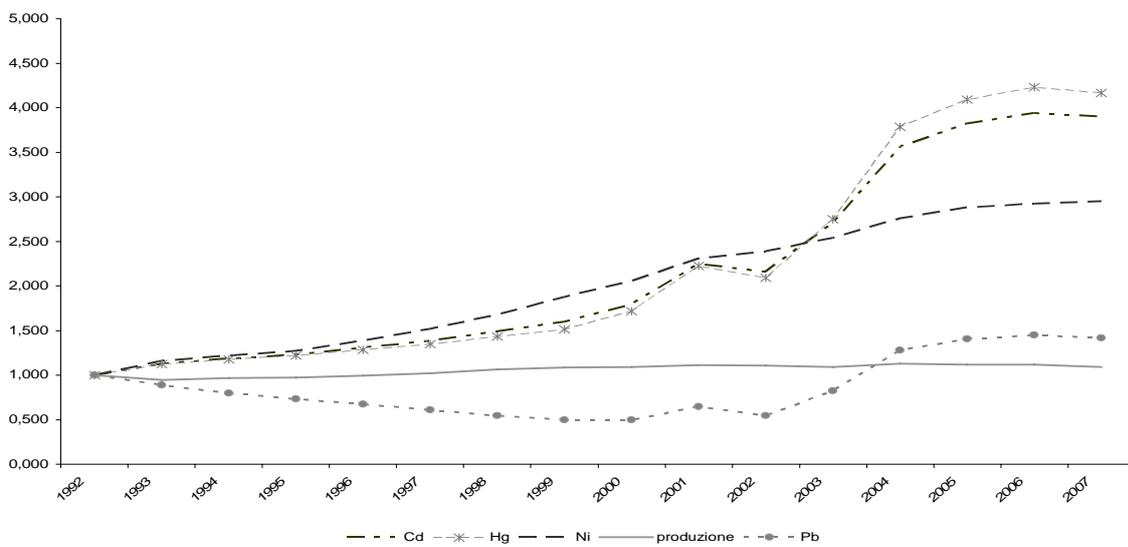


Per le attività di smaltimento e altri servizi¹⁹ non si verifica nel periodo considerato la dissociazione tra la crescita della produzione e le emissioni di metalli pesanti, cui il settore contribuisce in modo significativo (Figura 10): le emissioni di cadmio, mercurio e nichel aumentano in modo più consistente della produzione per tutto il periodo; l'unica eccezione è rappresentata dal piombo limitatamente al decennio 1992-2002. Nel 2007, a fronte di una riduzione della produzione pari al 2,3 per cento, si riducono in misura inferiore le emissioni di cadmio, mercurio e piombo, ma aumentano le emissioni di nichel.

¹⁸ Le emissioni di PM₁₀ (non incluse nella Figura) hanno una dinamica che coincide con quella del PM_{2,5}.

¹⁹ Sono compresi "Smaltimento dei rifiuti solidi, delle acque di scarico e simili" (divisione 90 della classificazione delle attività economiche Ateco 2002), "Attività di organizzazioni associative" (divisione 91) e "Servizi alle famiglie" (divisione 93). Poiché non sono disponibili per l'intero periodo 1992-2007 i dati economici di produzione riferiti distintamente alla prima delle tre attività, l'analisi delle variazioni della produzione e delle emissioni si riferisce alle attività di "Smaltimento e altri servizi" nel loro complesso.

Figura 10 - Produzione e emissioni atmosferiche dell'attività di "Smaltimento e altri servizi" per inquinante.
Numeri indice base 1992 =1 - Anni 1992-2007



Note metodologiche

Nel manuale di contabilità nazionale “*Integrated environmental and economic accounting 2003*” (Seea2003)²⁰ la Namea designa in generale gli schemi matriciali di tipo “ibrido”, nei quali ad un modulo economico costituito da conti nazionali in termini monetari (Nam) è accostato un modulo ambientale costituito da conti in unità fisiche (Ea), utilizzando in entrambi i principi della contabilità nazionale (il termine “ibrido” si riferisce alla compresenza delle due diverse unità di misura, monetaria e fisica)²¹. Al di là di questa comune impostazione, che prevede una struttura basata su due moduli, in uno schema Namea i contenuti specifici sia del modulo ambientale che di quello economico possono assumere diverse connotazioni:

- il **modulo economico** può essere strutturato secondo una rappresentazione matriciale di tutti i conti delle operazioni correnti (Nam in senso stretto), ma anche secondo una tavola *supply and use* (risorse e impieghi) o una tavola input-output;
- il **modulo ambientale** ha come riferimento generale la parte del Seea2003 relativa ai conti dei flussi di tipo fisico in cui tipicamente viene descritto l'utilizzo nell'ambito del sistema economico delle risorse naturali e degli input derivanti dall'ecosistema nonché la generazione di residui da parte dell'economia stessa.

Nella Figura 11 il modulo economico, evidenziato attraverso l'ombreggiatura delle celle, corrisponde ad una tavola *supply and use* che fornisce un quadro dettagliato dell'offerta e dell'utilizzo di beni e servizi e mostra la struttura dei costi intermedi delle attività produttive e il valore aggiunto da esse generato. La coppia prima riga/prima colonna della matrice corrisponde al conto di equilibrio dei beni e servizi: per colonna (*supply* – risorse) figurano le componenti fondamentali dell'offerta di beni e servizi costituite dalla produzione²² e dalle importazioni; la colonna presenta, inoltre, gli aggregati relativi alle imposte indirette (inclusa IVA) al netto dei sussidi e ai margini commerciali e di trasporto, assicurando così l'uguaglianza contabile tra risorse e impieghi²³. Per riga (*use* – impieghi) vengono descritte le utilizzazioni possibili delle risorse disponibili sul mercato. In particolare i prodotti possono essere impiegati nel processo produttivo ossia utilizzati come consumi intermedi delle attività economiche oppure possono uscire dal circuito produttivo ed essere destinati al consumo interno, all'investimento o al mercato estero come esportazioni. Al fine di enucleare la parte dei consumi delle famiglie che ha particolare rilevanza ambientale, lo schema esplicita nella terza riga le spese delle famiglie per prodotti acquistati per il trasporto privato e il riscaldamento, il cui uso ha una chiara connessione con le emissioni atmosferiche registrate in unità fisiche nel modulo ambientale.

L'estensione dello schema alla dimensione ambientale viene realizzata considerando, in aggiunta alle transazioni economiche in beni e servizi cui è dedicato il modulo economico, i flussi che riguardano elementi diversi dai beni e servizi e che sono inoltre caratterizzati dal fatto di riguardare scambi tra l'economia e l'ambiente. Gli elementi contabilizzati nello schema sono costituiti essenzialmente da risorse naturali (minerali, risorse energetiche, acqua e risorse biologiche) e residui di tipo solido, liquido o gassoso. Lo schema ha l'obiettivo di descrivere, in relazione agli scambi tra economia e ambiente e in maniera coerente con il modulo economico, i flussi di origine (*supply*) e di destinazione (*use*), sia per le risorse naturali sia per i residui. Per quanto riguarda le risorse naturali, lo schema descrive l'uso di risorse prelevate dall'ambiente naturale dalle imprese e dalle famiglie. Nel caso dei residui, lo schema descrive sia l'origine dei residui stessi, distinguendo la produzione, i consumi delle famiglie, gli stock fisici e le importazioni, sia la loro destinazione, come input per le attività

²⁰ Il Seea2003, prodotto da Nazioni Unite, Commissione europea, Fondo monetario internazionale, Ocse e Banca mondiale, costituisce il principale punto di riferimento a livello internazionale per l'analisi della interazione tra economia e ambiente secondo lo schema dei conti satellite. Il manuale è disponibile sul sito <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp>.

²¹ Lo schema Namea realizza pertanto l'integrazione dei sistemi di informazione ambientale ed economica prescindendo da ogni ipotesi di correzione degli aggregati macroeconomici e dalla monetarizzazione delle implicazioni ambientali dello sviluppo economico.

²² Dal lato dell'offerta il valore dei prodotti è calcolato ai prezzi base. Il prezzo base è definito come il prezzo che il produttore può ricevere dall'acquirente per un'unità di bene o di servizio prodotti, dedotte le eventuali imposte da pagare e compreso ogni eventuale contributo da ricevere per quella unità in conseguenza della sua produzione o della sua vendita.

²³ Dal lato della domanda il valore dei prodotti è calcolato ai prezzi di acquisto. Il prezzo di acquisto è definito come il prezzo effettivamente pagato dall'acquirente per i prodotti. Sono incluse eventuali imposte sui prodotti, al netto dei contributi, e spese per margini commerciali e di trasporto. Sono esclusi gli interessi o gli oneri addebitati nell'ambito di convenzioni creditizie ed eventuali sconti o oneri accessori.

produttive, come elemento di accumulazione (residui conferiti in discarica) o come residui conferiti all'estero. La differenza tra la quantità di residui originati dall'economia e la quantità riassorbita dall'economia stessa dà luogo ai residui destinati all'ambiente naturale, nazionale o del Resto del mondo. Sia nel caso delle attività economiche sia in quello delle famiglie, le pressioni ambientali vengono attribuite ai soggetti che risultano direttamente (ossia a causa dei propri processi produttivi nel caso delle imprese e delle proprie attività di consumo nel caso delle famiglie) responsabili della generazione delle pressioni stesse²⁴. Nel caso delle emissioni atmosferiche, essendo trascurabile la quantità che ha come destinazione la sfera economica, la quantità originata coincide con l'ammontare dei gas effettivamente rilasciati nell'ambiente naturale.

Le due parti dello schema, il modulo ambientale in unità fisiche e il modulo economico in unità monetarie, forniscono dunque, rispettivamente, una quantificazione delle pressioni ambientali, in termini di emissioni e prelievi di risorse, e i dati economici e sociali delle attività produttive e dei consumi finali delle famiglie che sono all'origine delle sollecitazioni sull'ambiente naturale²⁵. Nel caso delle imprese il confronto tra i risultati economici delle diverse attività produttive e le conseguenze ambientali ad esse ascrivibili è ottenuto attraverso la considerazione di due differenti risultati congiunti di ciascuna attività produttiva: da un lato i valori economici creati e dall'altro le pressioni sull'ambiente naturale generate per creare tali valori. Nel caso delle famiglie invece partendo dalle pressioni ambientali generate nella fase del consumo, contabilizzate per completare il quadro, vengono ad esse associate le spese sostenute dalle famiglie stesse per acquistare i prodotti il cui uso è all'origine delle pressioni ambientali in questione.

²⁴ In questo approccio, che può essere definito della "responsabilità del produttore", tutte le pressioni ambientali generate ad esempio nella produzione di energia elettrica sono associate alle imprese produttrici e non agli utilizzatori di elettricità.

²⁵ Lo schema ibrido basato sulla *supply and use* può essere utilizzato anche per presentare i flussi monetari connessi alla protezione dell'ambiente, quali ad esempio le spese di protezione dell'ambiente effettuate dai vari settori istituzionali, le imposte ambientali, ecc. Si vedano in proposito i capp. 4, 5 e 6 del Seea2003.

Figura 11 – Esempio di schema Namea con modulo economico di tipo *supply and use*

	Prodotti	Attività economiche	Impieghi finali		Residui
Prodotti		Prodotti utilizzati per il consumo intermedio	Prodotti utilizzati per consumo finale	Prodotti utilizzati per la formazione di capitale fisso	Prodotti esportati
Attività economiche	Prodotti realizzati dalle attività economiche				<i>Residui generati dalle attività produttive</i>
Consumi			di cui: consumi delle famiglie per finalità		<i>Residui generati dai consumi delle famiglie</i>
Capitale					Residui generati dal capitale
Importazioni	Prodotti importati				<i>Residui importati</i>
Margini	Margini commerciali e di trasporto				
Imposte nette sui prodotti	Imposte meno sussidi sui prodotti				
Valore aggiunto		Valore aggiunto			
Risorse naturali		Prelievo diretto di risorse naturali dall'ambiente da parte delle attività economiche	Prelievo diretto di risorse naturali dall'ambiente da parte delle famiglie		Esportazione di risorse naturali
Residui		Residui reimpiegati dalle attività economiche		Residui accumulati in discarica	Residui esportati

Fonte: elaborazione da Seea2003 (§ 4.36)

Le celle in corsivo dello schema individuano i flussi effettivamente contabilizzati nel modulo ambientale della Namea italiana. Essi si riferiscono alle emissioni di diciannove inquinanti atmosferici causate dagli stessi raggruppamenti di attività produttive e dalle attività di consumo delle famiglie. A partire dai dati Namea e tenendo conto delle interdipendenze settoriali quantificate con i dati della tavola input-output, è possibile calcolare anche le pressioni ambientali indirettamente generate per soddisfare la domanda finale dei prodotti realizzati da ciascuna attività²⁶.

²⁶ Per un esempio di analisi input-output applicata ai dati della Namea italiana si veda Femia - Panfili (2005), "The Italian Namea: from national to domestic air emissions" in Statistics and environment, Università di Messina, September 21-23, 2005, Contributed Papers, Cleup editore, Padova. L'allocazione alla domanda finale delle pressioni ambientali complessive dell'intero sistema economico calcolate con la Namea nell'ottica della "responsabilità del produttore" si traduce in una diversa ripartizione delle stesse tra le diverse attività economiche. Nella Namea, infatti, a ciascuna attività economica vengono associate le pressioni ambientali generate direttamente all'interno dei suoi processi produttivi, indipendentemente dalla

L'acronimo Namea è utilizzato anche per designare tavole, in cui vengono affiancati, e riferiti alle stesse attività (attività economiche e consumi finali delle famiglie), alcuni aggregati economici particolarmente significativi desunti dai conti economici nazionali (relativi a produzione, valore aggiunto, consumi finali delle famiglie per finalità, occupazione) e aggregati relativi a pressioni ambientali, principalmente emissioni atmosferiche, rifiuti e flussi di prelievo di risorse naturali.

La costruzione dei conti delle emissioni atmosferiche nella Namea italiana

Da un punto di vista metodologico lo sforzo principale richiesto dalla costruzione della matrice Namea è quello di assicurare la coerenza tra i dati statistici che figurano nel modulo ambientale e la struttura del modulo economico. Tale coerenza non è in generale assicurata *a priori*, dal momento che i dati di base sulle pressioni ambientali vengono prodotti utilizzando definizioni e classificazioni diverse da quelle proprie della contabilità nazionale. Pertanto se da un lato la costruzione di matrici Namea fa leva sull'utilizzo di dati economici e ambientali esistenti, dall'altro l'inserimento di statistiche ambientali nello schema Namea implica un lavoro di omogeneizzazione con i dati economici.

Nel caso della Namea italiana, che utilizza come input principale l'inventario Corinair (Coordination-Information-Air) che costituisce la fonte ufficiale per le emissioni atmosferiche²⁷, per rendere i dati delle emissioni confrontabili con gli aggregati economici, è necessario operare alcune modifiche che incidono sia sul totale sia sulla classificazione delle emissioni stesse.

Il calcolo del totale delle emissioni Namea a partire dal totale Corinair

Il totale delle emissioni calcolato secondo la metodologia della Namea differisce sia dal totale delle emissioni dell'inventario Corinair sia da quello calcolato nel contesto delle principali convenzioni internazionali per le quali il Corinair viene utilizzato: Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (Unfccc) e Convenzione della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite sull'inquinamento transfrontaliero (Un-Ece Clrtap)²⁸.

Ciò è dovuto a due peculiarità della Namea rispetto alle citate statistiche sulle emissioni atmosferiche:

1. la Namea contabilizza tutte, e soltanto, le emissioni causate dalle attività antropiche. Ciò implica l'esclusione di tutte le emissioni causate da fenomeni naturali (incluse nell'inventario Corinair ma non contabilizzate per le convenzioni internazionali citate) e l'inclusione delle emissioni di CO₂ causate dall'utilizzo di biomasse come combustibile (riportate per le convenzioni internazionali solo come *memorandum item* e non contabilizzate)²⁹;
2. nella Namea le emissioni sono coerenti con le definizioni degli aggregati riportati nel modulo economico, ossia produzione interna e consumi finali delle famiglie. Poiché i dati di emissione Corinair utilizzati come input per la Namea fanno riferimento al territorio nazionale, è necessario aggiungere le emissioni delle unità residenti che operano all'estero ed escludere le emissioni delle unità non residenti che operano sul territorio nazionale. Il problema si pone in pratica per le attività economiche che esercitano il trasporto internazionale nelle varie

destinazione dei prodotti realizzati, il cui impiego può essere per consumi finali o intermedi. Quando invece le pressioni ambientali vengono ricondotte alla domanda finale a ciascuna attività economica vengono attribuite sia le emissioni che essa genera direttamente in relazione alla parte del suo output che è destinato ad impieghi finali sia quelle generate indirettamente, connesse alla realizzazione (da parte di altri settori) dei prodotti che l'attività in questione utilizza come consumi intermedi. Di conseguenza le emissioni delle attività economiche con processi produttivi relativamente più inquinanti tendono ad essere enfatizzate con l'approccio della "responsabilità del produttore": seguendo tale approccio, infatti, per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, ad esempio si tiene conto dell'energia prodotta, utilizzata sia dal consumatore finale sia dai produttori di altri beni e servizi e quindi si contabilizzano emissioni dovute tutte a processi relativamente più inquinanti (come appunto quelli di produzione dell'energia elettrica). Al contrario le emissioni delle attività con processi produttivi relativamente meno inquinanti, ad esempio il caso dei servizi relativi a commercio, alberghi e ristoranti, tendono ad essere enfatizzate attraverso l'attribuzione delle emissioni alla domanda finale in quanto vengono contabilizzate emissioni dovute alla realizzazione di prodotti che per le attività in questione costituiscono consumi intermedi e che sono relativamente più inquinanti (ad esempio produzione di elettricità).

²⁷ Il progetto Corinair è parte del programma comunitario Corine (Coordinated information on the environment in the European community) ed ha come obiettivo la raccolta e l'organizzazione di informazioni sulle emissioni in atmosfera. I dati dell'inventario Corinair sono prodotti dall'Ispra (Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale).

²⁸ I dati delle emissioni atmosferiche Namea 1990 – 2007 sono confrontabili con i dati Ispra elaborati per le comunicazioni del 2009 alle Convenzioni citate. Per i dati economici la fonte è costituita dalla serie dei conti economici nazionali 1970 – 2008 diffusa il 7 agosto 2009 http://www.istat.it/dati/dataset/20090421_00/ ed integrata dai dati delle tavole *supply and use* che presentano una maggiore disaggregazione per attività economica: http://www.istat.it/dati/dataset/20090610_00/

²⁹ I dati diffusi si riferiscono alle emissioni di CO₂ al netto delle emissioni causate dalla combustione di biomasse.

modalità: su strada, via acqua e aereo e per il consumo dei turisti. Per le emissioni attribuite alle famiglie non si rende necessario alcun aggiustamento poiché i dati di consumo disaggregati per funzione Coicop³⁰ sono riferiti al territorio nazionale così come le emissioni.

Il calcolo delle emissioni per attività economica e finalità di consumo a partire dalle emissioni per processo

Per realizzare l'accostamento dei dati sulle emissioni con i dati economici occorre effettuare, per i primi, un passaggio dalla originaria classificazione per processo³¹ ad una classificazione per attività economica (basata sulla Nace Rev. 1) e per funzione di consumo, rispettivamente per la parte da attribuire alla produzione e per quella da associare all'utilizzo dei prodotti³² (basata sulla Coicop).

Il passaggio dalla classificazione per processo alla classificazione per attività Namea avviene in due fasi: 1. associazione qualitativa tra ciascun processo della classificazione Snap97 e le attività Namea; 2. allocazione quantitativa delle emissioni di ciascun processo Snap97 alle attività in cui il processo ha luogo, identificate nella fase precedente.

Le associazioni qualitative

Per stabilire a quali attività Namea siano da associare le emissioni dei vari processi si tiene conto da una parte delle caratteristiche generali di ciascun processo e dei contenuti specifici delle emissioni in esso contabilizzate e dall'altra delle caratteristiche degli aggregati del modulo economico. Ai fini delle associazioni qualitative si rileva in particolare che i dati economici (ad esempio la produzione e il valore aggiunto) sono riferiti, a seguito della revisione dei conti economici nazionali del 2005, all'attività principale, alle eventuali attività secondarie contabilizzate in corrispondenza dell'attività principale e alle attività ausiliarie che sono di supporto sia a quella principale sia eventualmente a quelle secondarie³³.

Per ciascun processo si possono verificare alternativamente i seguenti due casi:

- il processo è svolto nell'ambito di una sola attività Namea (associazione univoca);
- il processo è svolto nell'ambito di più attività Namea (associazione multipla).

L'allocazione quantitativa

Mentre le emissioni dei processi svolti in una sola attività Namea (associazione univoca) sono allocate direttamente all'attività stessa senza ulteriori passaggi, per i processi che sono tipicamente svolti in più attività Namea (associazione multipla) – soprattutto processi di trasporto, combustione e riscaldamento – si procede ad attribuire *pro-quota* le emissioni totali alle diverse attività in cui il processo ha luogo; a tal fine si utilizzano le informazioni disponibili che di caso in caso risultano appropriate anche alla luce dei diversi metodi che l'Ispra utilizza per il calcolo delle emissioni riferite ai processi in questione.

I metodi adottati per la ripartizione delle emissioni in caso di associazione multipla sono fondamentalmente di tre tipi, ciascuno dei quali fa leva sull'uso di una specifica tipologia di dati:

- dati dell'inventario Corinair, nei casi in cui tali dati forniscono elementi sufficienti per distribuire direttamente le emissioni calcolate per processo tra le attività Namea corrispondenti;
- dati sugli impieghi energetici, principalmente per i processi che riguardano il trasporto e il riscaldamento;
- dati sulle unità di lavoro (Ula), negli altri casi.

³⁰ *Classification of Individual Consumption by Purpose*, la classificazione funzionale dei consumi delle famiglie

³¹ Nel Corinair le emissioni di ciascun inquinante sono calcolate e riportate in base al processo che le ha generate; la classificazione dei processi utilizzata è la Simplified nomenclature for air pollution (Snap97).

³² Nel seguito viene utilizzato il termine "attività Namea" per designare la classificazione nel suo complesso.

³³ Per una data unità l'attività principale è quella il cui valore aggiunto supera quello di qualsiasi altra attività esercitata nella stessa unità, l'attività secondaria è una attività esercitata in aggiunta all'attività principale e l'attività ausiliaria consiste in una attività di supporto, acquisto, vendita, marketing, elaborazione dati, trasporto, immagazzinamento ecc., esercitata al fine di creare le condizioni idonee all'esercizio delle attività principali o secondarie.

Glossario

Decoupling e indice Ocse di decoupling

La dissociazione tra crescita economica e pressione sull'ambiente naturale o *decoupling* si verifica quando in un dato periodo il tasso di crescita della pressione ambientale (ad esempio, l'emissione di un inquinante) è inferiore a quello del flusso economico (ad esempio la produzione) che ne è all'origine. Il *decoupling* viene definito assoluto quando il flusso economico ha un tasso di crescita positivo e contemporaneamente la pressione ambientale è stabile o in diminuzione, relativo quando si registra un aumento dell'indicatore di pressione ambientale ma in misura inferiore alla crescita dell'aggregato economico.

Il grado di dissociazione è misurato dall'Ocse con la seguente formula:

$$\text{indice di decoupling} = 1 - \frac{\text{emissioni}(t) / \text{emissioni}(0)}{\text{produzione}(t) / \text{produzione}(0)}$$

Il *decoupling* si verifica quando l'indice assume un valore compreso tra 0 e 1 ed è tanto più significativo quanto più l'indice è vicino ad 1.

Inquinanti atmosferici inclusi nella Namea italiana

CO₂ – Anidride carbonica

Le attività antropiche che sono maggiormente responsabili del rilascio di anidride carbonica sono quelle in cui ha luogo la combustione di combustibili fossili. L'anidride carbonica, costituisce uno dei principali "gas serra".

CH₄ – Metano

Le principali fonti di emissione di metano sono la decomposizione di rifiuti organici nelle discariche, l'incenerimento di rifiuti agricoli, l'estrazione e il trasporto di carburanti fossili, il processo di digestione degli animali e la concimazione tramite composti organici. Le emissioni di metano concorrono a determinare la formazione di "gas serra" e di ozono troposferico.

N₂O – Protossido di azoto

Il protossido di azoto viene prodotto essenzialmente dall'uso di fertilizzanti azotati, da alcuni processi tipici dell'industria chimica organica e inorganica e da alcuni processi di combustione. Il protossido di azoto concorre a determinare la formazione di "gas serra".

NO_x – Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto (monossido di azoto NO e biossido di azoto NO₂) vengono prodotti soprattutto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura e contribuiscono alla formazione delle piogge acide e a determinare la formazione di ozono troposferico.

SO_x – Ossidi di zolfo

L'anidride solforosa o biossido di zolfo, responsabile in gran parte del fenomeno delle piogge acide, deriva dalla ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione delle sostanze che contengono questo elemento. Le fonti sono principalmente i trasporti, la produzione di elettricità e calore e, in misura minore, le attività industriali.

NH₃ – Ammoniaca

L'ammoniaca è un composto dell'azoto che deriva principalmente dalla degradazione delle sostanze organiche. Può portare (per ricaduta sui suoli e trasformazioni ad opera di particolari batteri) all'acidificazione dei suoli e, di conseguenza, delle acque di falda.

COVNM – Composti organici volatili non metanici

I Composti Organici Volatili Non Metanici sono una classe di composti organici che comprende: idrocarburi alifatici, aromatici (benzene, toluene, xileni), ossigenati (aldeidi, chetoni), ecc. Vengono originati dalla evaporazione dei carburanti durante le operazioni di rifornimento nelle stazioni di servizio, dagli stoccaggi dei carburanti, dalla emissione di prodotti incombusti dagli autoveicoli nonché da attività di lavaggio a secco e tinteggiatura. Gli effetti sull'uomo e sull'ambiente sono molto differenziati in funzione del composto. Tra gli idrocarburi aromatici volatili il benzene è il più pericoloso perché risulta essere cancerogeno. Le emissioni di COVNM concorrono a determinare il problema della formazione di ozono troposferico.

CO – Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio è un gas che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. Proviene principalmente dai gas di scarico degli autoveicoli e aumenta in relazione a condizione di traffico intenso e rallentato. E' inoltre emesso dagli impianti di riscaldamento e da alcuni processi industriali. Le emissioni di CO concorrono a determinare il problema della formazione di ozono troposferico.

PM₁₀ – Polveri sottili con diametro inferiore ai 10 micron (o particolato)

Si tratta di microscopiche particelle e goccioline di origine organica ed inorganica in sospensione nell'aria. Hanno una composizione molto varia: metalli, fibre di amianto, sabbie, ceneri, solfati, nitrati, polveri di carbone e di cemento, sostanze vegetali. Le principali fonti antropiche sono gli impianti termici e il traffico veicolare.

PM_{2,5} – Polveri sottili con diametro inferiore ai 2,5 micron (o particolato fine)

Le particelle di PM_{2,5}, causate – come nel caso del PM₁₀ principalmente dalla combustione dei motori dei veicoli e da alcuni processi industriali, sono particolarmente nocive per la salute umana perché in grado di penetrare a fondo nelle vie respiratorie. La dimensione particolarmente ridotta delle particelle ne determina una durata nell'aria molto più prolungata rispetto al PM₁₀.

Temi ambientali

Effetto serra

I “gas serra” – come l’anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O) – sono gas atmosferici che permettono alle radiazioni solari di passare attraverso l’atmosfera e ostacolano il passaggio verso lo spazio di parte delle radiazioni infrarosse provenienti dalla superficie della terra, contribuendo in tal modo al riscaldamento del pianeta. Ognuno di tali gas ha un proprio potenziale di riscaldamento specifico. Per calcolare le emissioni complessive ad effetto serra, le quantità relative alle emissioni dei singoli inquinanti vengono convertite in “tonnellate di CO₂ equivalente”, ottenute moltiplicando le emissioni di ogni gas per il proprio potenziale di riscaldamento – Global warming potential (Gwp) – espresso in rapporto al potenziale di riscaldamento dell’anidride carbonica. A tal fine sono applicati i seguenti coefficienti: 1 per CO₂; 310 per N₂O; 21 per CH₄.

Acidificazione

Le principali emissioni atmosferiche che contribuiscono alla formazione delle piogge acide riguardano gli ossidi di azoto (NO_x), gli ossidi di zolfo (SO_x) e l’ammoniaca (NH₃). Analogamente al caso dell’effetto serra, per aggregare le emissioni dei vari inquinanti che contribuiscono al fenomeno dell’“acidificazione” si tiene conto del diverso potenziale di ciascuno di essi (Potential acid equivalent – PAE), pervenendo così ad una comune unità di misura. La misurazione in tonnellate di potenziale acido equivalente si ottiene tenendo conto della quantità di ioni idrogeno che si formerebbero per ogni gas se la sua deposizione fosse completa; i coefficienti utilizzati sono i seguenti: 1/46 per NO_x; 1/32 per SO_x; 1/17 per NH₃.

Formazione di ozono troposferico

La formazione di ozono troposferico è un fenomeno con ricadute dannose per la salute dell'uomo, per le coltivazioni agricole e forestali e per i beni storico-artistici. Le principali emissioni atmosferiche

che contribuiscono al fenomeno riguardano il metano (CH₄), gli ossidi di azoto (NO_x), i composti organici volatili non metanici (COVNM) e il monossido di carbonio (CO). Tali emissioni sono espresse in tonnellate di “potenziale di formazione di ozono troposferico” e vengono calcolate applicando i seguenti coefficienti: 0,014 per CH₄; 1,22 per NO_x; 1 per COVNM; 0,11 per CO.

Metalli pesanti

Il termine metallo pesante si riferisce a tutti gli elementi chimici metallici che hanno una densità relativamente alta e sono tossici in basse concentrazioni. I metalli pesanti sono componenti naturali della crosta terrestre. In piccola misura entrano nel corpo umano attraverso cibo, acqua ed aria. Come elementi in tracce, alcuni metalli pesanti sono essenziali per mantenere il metabolismo del corpo umano, tuttavia, a concentrazioni più alte, possono portare ad avvelenamento.

As – Arsenico

L'arsenico è usato in grandi quantità nell'industria vetraria per eliminare il colore verde causato dalla presenza di impurità. Viene talvolta aggiunto al piombo per aumentare la durezza di quest'ultimo, ed è usato nella preparazione dei gas tossici militari. Alcuni composti, come l'arseniuro di gallio sono invece usati nell'industria dei semiconduttori e nella fabbricazione dei materiali per i laser. Il disolfuro di arsenico (As₂S₂), noto anche come arsenico rubino, è usato come pigmento nella preparazione dei fuochi artificiali e delle vernici.

Cd – Cadmio

Il cadmio si usa per proteggere le lamiere di ferro e per la fabbricazione delle piastre negative degli accumulatori al nichel-cadmio. Entra in molte leghe a basso punto di fusione usate nella fabbricazione dei cavi elettrici. Dato l'alto potere assorbente nei riguardi dei neutroni, il cadmio viene usato come costituente delle barre di controllo nelle pile atomiche.

Cr – Cromo

Il cromo viene utilizzato per la produzione di leghe speciali, in industrie di vernici, coloranti e pellami. Leghe ricche di cromo servono anche nella fabbricazione di acciai e ghise. Particolari leghe di nichelcromo vengono impiegate per la costruzione delle resistenze elettriche e dei fili per coppie termoelettriche.

Cu – Rame

Fra i metalli di uso industriale il rame è il miglior conduttore dell'elettricità; viene utilizzato nella produzione di cavi e fili conduttori, apparecchiature elettriche (parti di motori, interruttori, contatori, ecc.). Grazie alla eccellente conducibilità termica viene usato per la costruzione di caldaie, alambicchi, scambiatori di calore, ecc.; la sua caratteristica resistenza alla corrosione atmosferica lo rende anche utile per la costruzione di tubazioni e rivestimenti di edifici.

Hg – Mercurio

Allo stato puro il mercurio viene usato per il suo elevato peso specifico e per la sua grande conducibilità elettrica e termica; allo stato liquido si usa in apparecchiature elettriche e in strumenti di fisica (contatori, raddrizzatori, manometri).

Ni – Nichel

Per la sua inalterabilità all'aria il nichel viene utilizzato per rivestimenti galvanici (nichelatura) e, finemente suddiviso, nei processi di idrogenazione delle sostanze organiche come catalizzatore. È molto impiegato per la preparazione degli acciai inossidabili e per speciali leghe per corazze e per apparecchi di precisione. Si usa anche per monete e per resistenze elettriche.

Pb – Piombo

Il piombo è usato nelle batterie e come rivestimento di cavi elettrici, tubi, serbatoi e negli apparecchi per i raggi X. Per la sua elevata densità e la grande sezione di cattura, il piombo trova impiego come sostanza schermante per i materiali radioattivi. Numerose leghe contenenti un'alta percentuale di

piombo sono utilizzate nella saldatura, per i caratteri da stampa, per gli ingranaggi. Una quantità considerevole di composti di piombo è inoltre consumata nelle vernici e nei pigmenti. Inoltre, poiché non viene attaccato dall'acido solforico, viene usato per attrezzature per l'industria chimica (camere di piombo) e nella fabbricazione di accumulatori. Composti del piombo possono essere utilizzati come additivi nei carburanti.

Se – Selenio

È conduttore del calore e dell'elettricità e la sua resistività decresce quando è illuminato, perciò è impiegato in talune cellule fotoelettriche.

Zn – Zinco

Per la sua inalterabilità all'aria lo zinco è utilizzato in piastre o in fogli per la copertura di tetti; allo stato di fogli o di lamiere viene anche impiegato nelle arti grafiche e nelle pile a secco. Allo stato di getto fuso serve alla fabbricazione di oggetti vari che vengono poi rivestiti per galvanoplastica da una speciale lega che conferisce loro l'aspetto di bronzi d'arte. Lo zinco ha un'efficace azione protettiva sul ferro e sull'acciaio esposti in determinati ambienti, come acqua, vapore acqueo, sostanze organiche, solventi benzenici o clorati. Tale protezione viene realizzata mediante vari procedimenti. Lo zinco entra nella composizione di numerose leghe di rame.