

Note metodologiche

Nel manuale di contabilità nazionale *“Integrated environmental and economic accounting 2003”* (Seea2003)¹ 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)². 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 impegni) 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 4 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 produzione³ 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 impieghi⁴. 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

¹ 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>.

² 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 monetizzazione delle implicazioni ambientali dello sviluppo economico. L'approccio seguito nello schema Namea è perfettamente in linea con gli orientamenti europei in materia di contabilità ambientale contenuti nella Comunicazione della Commissione delle comunità europee al Consiglio e al Parlamento europeo del 1994 (cfr. “Orientamenti per l'Ue in materia di indicatori ambientali e di contabilità verde nazionale - Integrazione di sistemi di informazione ambientale ed economica, Comunicazione della Commissione delle comunità europee al Consiglio e al Parlamento europeo”, COM (94) 670, def., 21.12.1994, Bruxelles.) La comunicazione individua nei conti satellite e negli indicatori ed indici ambientali i due filoni fondamentali da sviluppare per conseguire l'obiettivo dell'integrazione dei sistemi di informazione ambientale ed economica. In tale ottica la Namea è al centro delle priorità e la possibilità di monetizzare le implicazioni ambientali dello sviluppo economico all'interno del nucleo centrale dei conti economici nazionali è considerata materia di ricerca in una prospettiva temporale di lungo periodo.

³ 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.

⁴ 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.

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 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 stesse⁵. 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 naturale⁶. 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.

⁵ 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.

⁶ 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 1 – 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				Residui generati dalle attività produttive
Consumi			di cui: consumi delle famiglie per finalità		Residui generati dai consumi delle famiglie
Capitale					Residui generati dal capitale
Importazioni	Prodotti importati				Residui importati
Margini	Margini commerciali e di trasporto				
Imposte nette sui prodotti	Imposte meno sussidi sui prodotti				
Valore aggiunto		Valore aggiunto			
Risorse naturali		<i>Prelievo diretto di risorse naturali dall'ambiente da parte delle attività economiche</i>	<i>Prelievo diretto di risorse naturali dall'ambiente da parte delle famiglie</i>		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 al prelievo diretto di risorse naturali vergini da parte dei principali raggruppamenti di attività produttive e alle emissioni di diciotto 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 attività⁷.

⁷ Per un esempio di analisi input-output applicata ai dati della Namea italiana si veda Femia - Panfilì (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'allocatione 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. Nell'ambito delle pressioni ambientali considerate nella Namea italiana il problema si pone soprattutto per quanto riguarda le emissioni atmosferiche piuttosto che per i prelievi di risorse⁸.

Per calcolare i dati Namea viene utilizzato come input principale l'inventario Corinair (Coordination-Information-Air) che costituisce la fonte ufficiale per le emissioni atmosferiche⁹. A partire dai dati Corinair, 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)¹⁰.

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 (includere nell'inventario Corinair ma non contabilizzate per le convenzioni internazionali citate) e l'inclusione delle emissioni di

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).

⁸ Nel caso dei prelievi di risorse naturali dall'ambiente l'omogeneizzazione con i dati economici è meno complessa in quanto i dati di base in genere coincidono con le quantità prodotte da alcune specifiche attività economiche. I dati relativi ai prelievi dall'ambiente naturale di materiali vergini sono coerenti con i corrispondenti aggregati dei conti dei flussi di materia (disponibili sul sito web dell'Istat) nei casi in cui si tratta di materiali che vengono incorporati in prodotti. In particolare, per i combustibili fossili, i minerali e le biomasse i totali di colonna restituiscono le tre componenti dell'aggregato "Estrazione interna di materiali utilizzati" ricavabile dunque come loro somma. Al contrario il vapore endogeno, materiale estratto ma non incorporato in prodotti, non si ritrova in alcun indicatore dei conti dei flussi di materia in quanto relativo ad acqua la quale (come l'aria) è esclusa – se utilizzata come tale – dalla contabilizzazione.

⁹ 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).

¹⁰ I dati delle emissioni atmosferiche Namea 1990 – 2006 sono confrontabili con i dati Ispra elaborati per le comunicazioni del 2008 alle Convenzioni citate. Per i dati economici la fonte è costituita dalla serie dei conti economici nazionali 1970 – 2007 diffusa il 16 aprile 2008.

CO₂ causate dall'utilizzo di biomasse come combustibile (riportate per le convenzioni internazionali solo come *memorandum item* e non contabilizzate)¹¹;

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 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 Coicop¹² 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 processo¹³ 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 prodotti¹⁴ (basata sulla Coicop).

Il passaggio dalla classificazione per processo alla classificazione per attività Namea avviene in due fasi:

- associazione qualitativa tra ciascun processo della classificazione Snap97 e le attività Namea;
- 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 secondarie¹⁵.

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.

¹¹ I dati diffusi si riferiscono alle emissioni di CO₂ al netto delle emissioni causate dalla combustione di biomasse.

¹² *Classification of Individual Consumption by Purpose*, la classificazione funzionale dei consumi delle famiglie

¹³ 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).

¹⁴ Nel seguito viene utilizzato il termine 'attività Namea' per designare la classificazione nel suo complesso.

¹⁵ 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.

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.

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.

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.