

L'Inventario Regionale delle Emissioni

Monica Angelucci, Marco Vecchiocattivi

Sulla base delle informazioni fornite dall'Inventario, è possibile disegnare i futuri scenari ambientali ed elaborare appropriate strategie di intervento

L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IRE), è una raccolta sistematica e organizzata di tutte le sorgenti – naturali e antropiche – e di determinati inquinanti emessi in uno specifico anno e sull'intero territorio regionale. È dunque uno strumento di conoscenza ambientale fondamentale che, nell'ottica del modello degli indicatori ambientali Dpsir, permettere di caratterizzare i “determinanti”, ovvero tutte le attività emissive che generano delle “pressioni” e quindi le emissioni di inquinanti in atmosfera le quali, a loro volta, determinano l'instaurarsi di un determinato “stato”, inteso come concentrazioni di inquinanti in aria. In questo modo, riportando tutto in una logica di causa-effetto, si facilita il processo di analisi della realtà attuale, dell'individuazione di possibili scenari futuri e la conseguente identificazione e valutazione delle strategie di intervento più efficaci. Un Inventario è, quindi, uno strumento di conoscenza e, di conseguenza, di supporto alle decisioni. La realizzazione e la gestione dell'IRE è un compito che la Regione Umbria ha demandato ad Arpa e rappresenta uno dei tasselli fondanti che ha permesso la stesura dell'attuale Piano Regionale di Mantenimento e di Risanamento della Qualità dell'Aria. I dati in esso contenuti sono stati ampiamente utilizzati sia per la popolazione di indicatori presenti nei vari report tematici diffusi da Arpa, sia come input a modelli di diffusione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera che permettono di stimare le concentrazioni al suolo generate da determinate emissioni o, in altre parole, permettere di fare un collegamento tra le “pressioni” e lo “stato” dell'aria ambiente. In questa sede sarà dapprima brevemente descritta la metodologia di riferimento per la compilazione dell'Inventario, per poi presentare sia i risultati aggregati di emissione relativi all'edizione del 2004 sia alcune utilizzazioni degli stessi dati.

METODOLOGIA DI RIFERIMENTO

Tutti gli inventari delle emissioni, siano essi locali o nazionali, utilizzano una comune me-

todoologia di compilazione: questa si basa sull'imputazione delle emissioni misurate – nei soli casi di sorgenti con emissioni convogliate per i quali si hanno alcune misurazioni dirette, come con gli impianti industriali – sia sulla stima di tutte le rimanenti emissioni, come quelle del traffico o del riscaldamento, per le quali non sono possibili o giustificabili misure dirette. Tali stime si basano su metodologie condivise a livello europeo che sono dettagliate nel *Guidebook EMEP/Corinair*¹ o in tutte le altre pubblicazioni di settore^{2,3}, realizzate nell'ambito della rete delle Agenzia Ambientali e reperibili a partire dal sito web www.inventaria.sinanet.apat.it. L'uso di tali riferimenti metodologici è sancito anche dal D.M. n.261 del 1-10-2002, che rappresenta uno dei decreti attuativi del già citato D.Lgs. 351/99.

La stima delle emissioni si basa sulla seguente formulazione generica: $E_i = A \times Fe_i$ dove E_i sono le emissioni da stimare per l'inquinante i , A è l'indice di attività o di produzione per la data attività emissiva e Fe_i è un fattore d'emissione statistico dell'inquinante i e specifico per la data attività emissiva che comprende sia le tecnologie di emissione che di abbattimento.

Questa semplice relazione funzionale può diventare molto più complicata e dipendere, per una singola attività emissiva, da svariati valori di input anche in maniera non lineare. Questo accade, per esempio, con il traffico veicolare, le emissioni delle discariche o le emissioni della vegetazione che, a fronte di un gran numero di parametri che caratterizzano i valori di attività, utilizzano algoritmi più o meno complessi per produrre l'output emissivo di ciascun inquinante. Oltre alla metodologia di stima, tali pubblicazioni dettagliano la struttura dell'inventario stesso e la classificazione dei dati in esso contenuti. In particolare, tutte le sorgenti sono classificate a seconda del tipo di attività che genera le emissioni secondo la nomenclatura Snap'97: questa è una classificazione ad albero a tre livelli che, a partire da 11 macrosettori, si articola successivamente in settori e

attività per comprendere tutte le possibili sorgenti emissive, siano esse di origine antropica che naturale. L'Inventario Regionale delle Emissioni, derivando anch'esso da tale norma, è simile, e quindi confrontabile con gli inventari realizzati in altre regioni. Analogamente, l'IRE segue le stesse metodologie usate per l'Inventario nazionale, redatto da Apat, sebbene con un approccio differente dettato dall'estensione del territorio e dai diversi dati di partenza disponibili.

Esistono altri catasti delle emissioni che vengono comunemente compilati in ambito nazionale; uno di questi è l'Inventario Nazionale delle Emissioni di Gas Serra il quale, in realtà, coincide come base dati con l'Inventario Nazionale delle Emissioni ma, dal punto di vista della comunicazione, utilizza un altro tipo di classificazione delle sorgenti. Anche l'IRE contiene informazioni circa le emissioni dirette di gas serra utilizzando per la compilazione, oltre alle metodologie già indicate, anche quelle specifiche per i gas serra a livello internazionale⁴, ma l'output dei dati adotta solamente la già citata classificazione Snap'97 derivata dal *Guidebook europeo*. Un altro catasto contenente dati sulle emissioni in atmosfera è il registro Ines. L'Inventario regionale è profondamente differente da quest'ultimo, in quanto l'Ines contiene solo i dati relativi ad alcuni stabilimenti industriali e, in particolare, solo le informazioni circa le emissioni di inquinanti che superano alcune soglie specifiche, mentre l'Inventario regionale cerca di essere un compendio di tutte le emissioni relative a tutte le sorgenti presenti sul territorio: quindi, oltre ai grandi impianti già presenti in Ines, l'Inventario contiene tutte le rimanenti sorgenti emissive sia antropiche che naturali. Quello della Regione Umbria, gestito direttamente da Arpa Umbria, è un tipo di inventario che può considerarsi completo sia dal punto di vista delle sorgenti emissive considerate, comprendendo più di 300 attività emissive tra tutti gli 11 macrosettori, che dal punto di vista degli inquinanti. È stato implementato utilizzando la *suite software AirSuite* della *Techno-Consulting* che comprende sia il software APEX di gestione dello stesso database dell'Inventario, che altri modelli di stima delle emissioni.

L'EDIZIONE 2004 DELL'INVENTARIO

Nell'IRE sono considerate le emissioni – riferite agli anni 1999 e 2004 – di vari inquinanti tra i quali quelli cosiddetti “tradizionali” (SO_x, NO_x, NH₃, CO, PM₁₀, PM_{2.5}, COVNM, IPA, C₆H₆), i metalli pesanti (As, Cd, Cu,

Cr, Ni, Hg, Zn, Pb, Se), alcuni microinquinanti organici (PCDD/F, PCB) e i principali gas serra (CO₂, CH₄, N₂O). La tabella 1 riporta le emissioni totali regionali e le analoghe emissioni totali nazionali di quattro inquinanti prin-

In Umbria, l'Inventario è gestito da Arpa ed ha ad oggi conosciuto due edizioni, nel 1999 e nel 2004

cipali per gli anni 2004. Il quadro evidenzia un'incidenza minima dell'Umbria rispetto alle emissioni nazionali: tra l'1 e il 3%. La tabella 2 confronta invece le emissioni degli stessi quattro inquinanti calcolate per gli anni 1999, 2004 e le rispettive variazioni percentuali. Ne emerge un trend importante, riscontrabile in tutti gli altri inquinanti: tra il 1999 e il 2004 c'è stata una riduzione generalizzata di tutti gli inquinanti principali tranne che per le emissioni di gas serra che, al contrario, sono tutte aumentate.

L'analisi dei totali è utile per verificare l'efficacia complessiva delle politiche ambientali messe in campo dalle amministrazioni locali tra gli anni di riferimento. Maggiori informazioni, in questo senso, sono ottenibili attraverso lo studio dei contributi relativi di ciascun tipo di sorgente emissiva. Per questo, nelle figure 1 e 2 sono riportati rispettivamente i totali emissivi regionali di NO_x e PM₁₀ per ciascun macrosettore emissivo, mentre nella tabella 3 sono riportati i totali regionali di questi e altri inquinanti, sempre disaggregati per macrosettore. Come è possibile notare, il ruolo di alcuni gruppi di sorgenti è differente: le emissioni di PM₁₀, il riscaldamento e il traffico hanno ad esempio un'inciden-

Tabella 1 - Confronto tra le emissioni totali regionali e le emissioni nazionali per il 2004

	SO _x	NO _x	PM ₁₀	CO ₂
Umbria 2004	7.722	29.475	4.665	11.989.000
Italia 2004	494.450	1.191.581	186.207	490.933.000
Rapporto	1,6%	2,5%	2,5%	2,4%

Tabella 2 - Confronto delle emissioni totali regionali tra il 1999 e il 2004

	SO _x	NO _x	PM ₁₀	CO ₂
1999	10.049	39.628	6.362	10.958.000
2004	7.722	29.475	4.665	11.989.000
Variazione	- 23%	- 26%	- 27%	+ 9%

za maggiore sul totale regionale (rispettivamente del 41% e del 17%). Di conseguenza, gli interventi di riduzione effettuati su questi due macrosettori sono quelli che possono portare ad un maggior abbattimento delle emissioni totali. Per quanto riguarda la distribuzione spaziale delle emissioni, le informazioni contenute nell'IRE sono articolate su base comunale: è quindi possibile procedere anche con un confronto (figg. 3 e 4) tra le emissioni dei vari comuni umbri, ad esempio per gli inquinanti NO_x e PM_{10} .

APPLICAZIONI

L'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera può essere applicato in molteplici campi. Nell'ambito del già citato modello di indici e indicatori ambientali, idonei alla rappresentazione sintetica dell'ambiente e introdotti dall'Agenzia Europea dell'Ambiente ed Eurostat (modello Dpsir: Determinanti - Pressioni - Stato - Impatto - Risposte), l'IRE rappresenta lo strumento principale per la valutazione delle Pressioni. Queste sono intese come emissioni di inquinanti che le sorgenti (o Determinanti) esercitano nel comparto ambientale atmosfera. Tra gli indicatori Dpsir per il comparto atmosfera sono infatti elencate le emissioni, separate per i singoli inquinanti, prodotte dalle diverse attività antropiche e naturali. Pertanto, le attività di reporting, - dagli annuari dei dati ambientali alla stesura di report tecnici fino a elaborati di maggior sintesi come le relazioni sullo stato dell'ambiente, - hanno utilizzato ed

L'inventario è stato alla base del Piano regionale per la qualità dell'aria e della relativa zonizzazione del territorio umbro

utilizzano il contenuto informativo dell'Inventario per la valutazione delle pressioni ambientali dovute alle emissioni in atmosfera. Oltre al reporting, anche le procedure di Valutazione ambientale strategica e, più in generale, tutte le procedure autorizzative possono usufruire del contenuto dell'IRE, in grado di fornire un quadro approfondito delle emissioni prodotte anche su scala comunale.

I dati dell'Inventario vengono inoltre utilizzati come input nei modelli matematici diffusionali in grado di "prevedere" la qualità dell'aria partendo da informazioni su condizioni meteorologiche, orografia del territorio

e, appunto, emissioni note. Nella sua versione aggiornata al 1999, congiuntamente con i modelli diffusionali e le misure dirette di qualità dell'aria, l'Inventario è stato alla base della stesura del Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria (PRQA). In seguito al suo aggiornamento con i dati relativi all'anno 2004, è stato utilizzato come input ai modelli diffusionali per rivalutare la classificazione in zone di risanamento e mantenimento, la cosiddetta "zonizzazione", che è parte integrante del Piano. L'attività di rivalutazione ha avuto lo scopo di realizzare studi modellistici diffusionali nelle aree individuate dal Prqa come aree di risanamento (IT1001, IT1002, IT1003 e IT1004) e per verificare le ricadute al suolo dovute alle emissioni presenti nell'inventario aggiornato al 2004. Due di queste zone, la IT1002 e la IT1003, sono classificate come aree con emissioni prevalentemente industriali e corrispondono con i territori comunali di Terni, Narni, Gubbio e Spoleto. Le rimanenti, ovvero IT1001 e IT1004, sono individuate come aree con emissioni prevalenti da traffico e corrispondono all'area del comune di Perugia insieme ai comuni limitrofi, ai comuni di Foligno, Città di Castello e Orvieto. Porzioni significative di queste aree sono state oggetto di studio modellistico relativo agli inquinanti, che hanno reso necessario l'identificazione dell'area come zona di risanamento, con l'ottica di valutare l'eventuale necessità di modifica alla zonizzazione esistente. Per tutte le zone, pur evidenziando una sostanziale diminuzione delle emissioni, sono state riconfermate sia le classificazioni sia le misure di controllo della qualità dell'aria previste dal Piano mediante centraline fisse e campagne con mezzi mobili o altro tipo di sistemi di misura rilocabili. Le aree individuate dal Prqa come zone di mantenimento della qualità dell'aria non sono state oggetto di aggiornamento in quanto, data la diminuzione generalizzata delle emissioni di inquinanti riscontrata con l'edizione del 2004 dell'Inventario, non è stato ipotizzato un cambiamento in senso peggiorativo di tali aree.

Infine, dopo una prima fase sperimentale che tiene conto dei dati dell'Inventario Nazionale delle Emissioni redatto da Apat, il contenuto informativo dell'IRE sarà utilizzato come input per un modello di simulazione che tiene conto sia del trasporto che delle trasformazioni chimico-fisiche. Tale sistema, in genere piuttosto complesso sia come risorse di calcolo che come quantità e tipologia di dati richiesti in ingresso, ha la possibilità di tenere in considerazione non solo la diffusione degli inquinanti ma anche le trasfor-

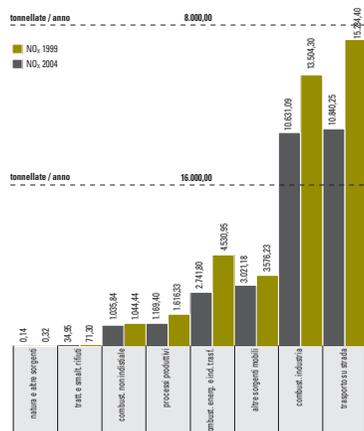


Figura 1 - Emissioni totali regionali di ossidi di Azoto (NOx) per macrosettori

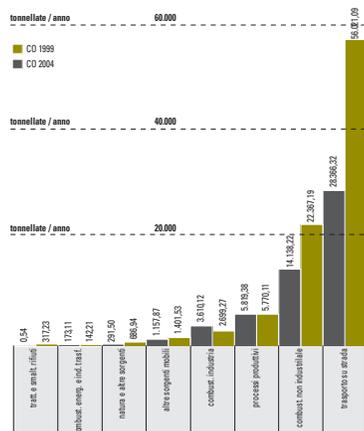


Figura 2 - Emissioni totali regionali di (PM10) per macrosettori

mazioni chimico-fisiche, ovvero le reazioni tra specie diverse o i fenomeni di condensa. Questi modelli permettono quindi di valutare inquinanti secondari come le polveri secondarie o l'ozono. Pertanto, con questo sistema si sta realizzando uno studio di lungo periodo tenendo conto di tutti gli inquinanti emessi e trasportati in atmosfera su di un'area di calcolo rettangolare centrato, sulla regione Umbria, ma che contiene anche le regioni limitrofe (dominio largo 500 x 400 km), in grado di valutare, sempre a partire da dati di emissione, la qualità dell'aria sul territorio regionale considerando non solo gli inquinanti primari (quelli valutati dai modelli solamente diffusionali) ma anche il contributo degli inquinanti secondari, primi fra tutti l'ozono e le polveri fini secondarie. Lo strumento conoscitivo rappresentato dall'Inventario Regionale delle Emissioni è importante per descrivere compiutamente le pressioni che gravano sul territorio regionale e discernere i contributi specifici di tutte le sorgenti. L'attuale realizzazione dell'IRE ha permesso di utilizzare gli stessi dati anche in altri campi oltre a quelli tipici del reporting ambientale, come l'uso della modellistica diffusionale e chimico-fisica.

Attualmente è stato avviato il lavoro di aggiornamento dell'Inventario con i dati relativi all'anno 2007, in modo da cumulare una serie di informazioni che permetta di valutare l'efficacia delle politiche di risanamento intraprese dall'adozione del Piano ad oggi. Inoltre, a partire dai dati che si renderanno disponibili con quest'ulteriore aggiornamento dell'Inventario, si inizieranno a realizzare anche possibili scenari emissivi al fine di avere a disposizione, insieme ai modelli di diffusione e trasformazione chimico-fisica degli inquinanti e ai monitoraggi della qualità dell'aria, tutti gli strumenti che possono essere richiesti al momento della revisione del Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria.

Riferimenti bibliografici

- ¹ EEA, Technical Report n.16, "EMEP/Corinair Emission Inventory Guidebook – 2007" http://reports.eea.europa.eu/EMEP_CORINAIR5
- ² Centro Tematico Nazionale / Atmosfera Clima Emissioni, "Linee guida agli inventari locali di emissioni in atmosfera"
- ³ Tavolo Tecnico Interagenziale / Inventari delle emissioni e piani di risanamento della qualità dell'aria, "Guida operativa per la realizzazione di un inventario locale delle emissioni"
- ⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change, "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

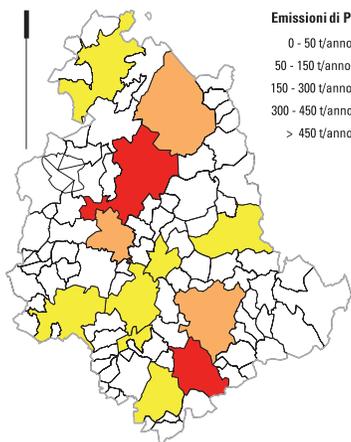


Figura 3 - Emissioni totali di PM10 per l'anno 2004 suddiviso per comuni umbri

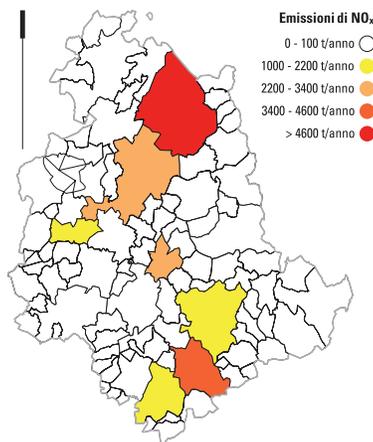


Figura 4 - Emissioni totali di NOx per l'anno 2004 suddiviso per comuni umbri

	SO _x	NO _x	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}	COVNM	C ₆ H ₆	NH ₃	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	1000t/a	t/a	t/a
Energia	5.381	2.742	173	113	74	491	0	0	1.911	125	52
Riscaldamento	58	1.036	14.138	1.639	1.639	2.913	0	17	918	708	55
Comb. nell'industria	1.666	10.631	3.610	844	677	377	5	2	4.915	189	82
Processi industriali	235	1.169	5.819	404	346	1.053	2	98	2.104	23	275
Combustibili	0	0	0	0	0	542	0	0	0	6.363	0
Solventi	0	0	0	2	2	5.964	0	5	0	0	0
Trasporti	336	10.840	28.366	899	832	6.560	145	236	1.860	220	221
Altri trasporti	44	3.021	1.158	349	349	514	0	0	195	11	77
Rifiuti	2	35	1	0	0	262	0	170	83	18.027	2
Agricoltura	0	0	0	397	75	3.128	0	6.624	0	11.380	1.188
Altro	0	0	292	17	16	3.803	0	0	4	1.122	0
Totale 2004	7.722	29.475	53.557	4.665	4.009	25.607	153	7.152	11.989	38.166	1.952

Tabella 3 - Emissioni totali regionali per l'anno 2004 per macrosettori