

REGIONE TOSCANA
Giunta Regionale

**INVENTARIO REGIONALE
DELLE SORGENTI DI EMISSIONE
IN ARIA AMBIENTE**

AGGIORNAMENTO ALL'ANNO 2003

*Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali
Settore "Qualità dell’aria, rischi industriali, prevenzione e
riduzione integrata dell'inquinamento"*

Inventario regionale delle sorgenti di emissione in aria ambiente. Aggiornamento all'anno 2003

INDICE

Introduzione	pag. 1
1. Inquadramento generale	pag. 3
1.1 Caratteristiche dell'inventario	pag. 3
1.2 L'inventario nell'ambito della politica regionale di gestione della qualità dell'aria	pag. 6
2. Risultati dell’inventario relativi all'anno 2003 e confronto con anni 1995 e 2000	pag. 11
2.1 Emissioni regionali	pag. 11
2.2 Emissioni provinciali	pag. 17
2.3 Emissioni Comunali	pag. 24
2.4 Emissioni nei comuni oggetto di Accordo di cui alla DGR 1224/05	pag. 27
2.5 Confronto emissioni regionali anni 1995 2000 e 2003	pag. 28
2.6 Confronto emissioni provinciali anni 1995 2000 e 2003	pag. 31
2.7 Emissioni per abitante e densità emissiva anni 1995 2000 e 2003	pag. 34
3. Fenomeni a mesoscala: eutrofizzazione, acidificazione, formazione di ozono troposferico e materiale particolato secondario	pag. 39
Glossario	pag. 45

Introduzione

Il documento è articolato in 3 capitoli ed un glossario:

- ∅ capitolo 1 “*Inquadramento generale*”, riporta il quadro normativo nel quale si inserisce l’Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in aria ambiente (I.R.S.E.), e le principali differenze tra la struttura dei dati del presente aggiornamento e quelle precedenti;
- ∅ capitolo 2 “*Risultati dell’inventario relativi all’anno 2003 e confronto con anni 1995 e 2000*”, riporta i risultati dell’inventario suddivisi per :
 - emissioni regionali suddivise per tipologia di sorgente, per macrosettori e per le principali attività;
 - emissioni provinciali suddivise e per macrosettori;
 - emissioni comunali;
 - il confronto dei dati 2003 con quelli stimati per il 1995 e 2000 sia a livello regionale che provinciale;
- ∅ capitolo 3 “*Fenomeni a mesoscala: eutrofizzazione, acidificazione, formazione di ozono troposferico e materiale particolato secondario*”, riporta i risultati dell’inventario relativi agli inquinanti responsabili di tali fenomeni ed il relativo confronto dei dati per il periodo 1995 - 2000 - 2003.
- ∅ Glossario nel quale sono contenute alcune importanti definizioni utilizzate nel testo che, per non appesantire la lettura, si è ritenuto più opportuno non inserire nel corpo del documento

1. Inquadramento generale

1.1 Caratteristiche dell'inventario

Il presente Rapporto costituisce l’aggiornamento all’anno 2003 dell’Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in aria ambiente (I.R.S.E.), che ha già avuto due precedenti edizioni relative agli anni 1995 (DGR n. 1193 del 14 novembre 2000 "*Adozione dell'inventario delle sorgenti di emissione in aria ambiente (I.R.S.E.) e delle relative procedure di aggiornamento*") e 2000 (DGR n. 941 del 20/9/2004 "*Adozione dell'inventario delle sorgenti di emissione in aria ambiente (I.R.S.E.) - Aggiornamento all'anno 2000 e confronto risultati anni 1995 e 2000*"). La metodologia utilizzata, conforme con quanto indicato dal D.M. n. 261/02, è sostanzialmente identica a quella utilizzata nelle due precedenti edizioni, a cui si rimanda per i dettagli. I precedenti rapporti sono scaricabili da internet ai seguenti indirizzi:

<http://www.rete.toscana.it/sett/pta/aria/documenti/irse1995.pdf>

<http://www.rete.toscana.it/sett/pta/aria/documenti/irse2000.pdf>

E' da mettere in evidenza che, come già avvenuto nell'edizione precedente (anno 2000), anche nel presente aggiornamento all'anno 2003 vi sono state alcune differenze, in particolare relative ai fattori di emissione, che hanno reso necessario il consolidamento dei dati dei precedenti inventari (1995 e 2000) al fine di ottenere dei confronti coerenti ed omogenei.

Il quadro normativo relativamente allo strumento conoscitivo costituito dagli inventari delle emissioni, oltre al DM 261/02, già indicato nel precedente aggiornamento, si è arricchito del Decreto Legislativo n. 171 del 21 maggio 2004 "*Attuazione della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici*" nel quale sono indicati i limiti di emissione che lo Stato italiano dovrà raggiungere e rispettare entro il 2010 relativi al biossido di zolfo SO₂, gli ossidi di azoto NO_x, i composti organici volatili escluso il metano COV e l'ammoniaca NH₃. Detto decreto indica anche che APAT predisponga inventari nazionali delle emissioni e proiezioni degli inventari stessi al 2010 e per gli anni successivi, che il Ministero trasmetterà alla Commissione europea. Per quanto riguarda la metodologia utilizzata per la predisposizione di questi inventari (CORINAIR), così come indicata nell'allegato II del decreto legislativo, essa è conforme a quella utilizzata per l’Inventario Regionale.

Oltre all'aggiornamento all'anno 2003, il rapporto contiene l'analisi delle variazioni delle emissioni nel periodo 1995-2000-2003 che rispecchiano l'evoluzione degli scenari emissivi a seguito della attuazione delle scelte politiche e normative, comprendenti, ad esempio, le modifiche tecnologiche dei motori per veicoli, che si sono realizzate durante tali anni.

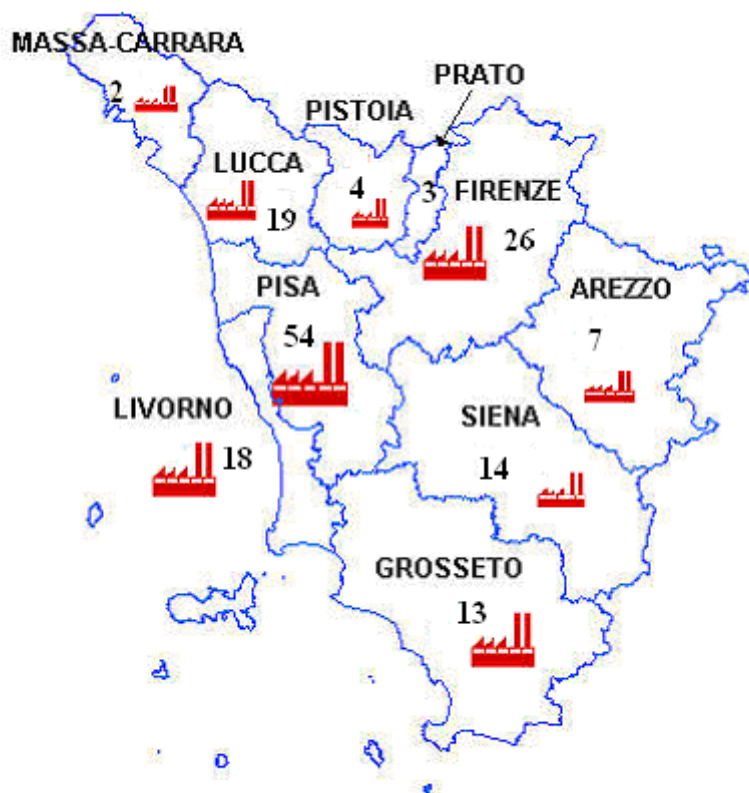
Per quanto attiene alla descrizione delle metodologie, caratteristiche, dimensione spaziale e temporale, sostanze inquinanti e classificazione delle sorgenti di inquinamento, utilizzate si rimanda, oltre alle pubblicazioni dei precedenti inventari, anche al glossario.

Per quanto riguarda le sorgenti puntuali, il numero complessivo per l'anno 2003 è di 160. E' da ricordare che ai fini dell'I.R.S.E., "*sono sorgenti puntuali tutte quelle sorgenti di emissione*

che sia possibile ed utile localizzare direttamente tramite le loro coordinate geografiche sul territorio e per le quali è necessaria una caratterizzazione in termini di parametri utili anche per lo studio dei fenomeni di trasporto e diffusione degli inquinanti, cioè da utilizzarsi per applicazioni modellistiche

Nella mappa 1 sono indicate il numero delle sorgenti puntuali per provincia.

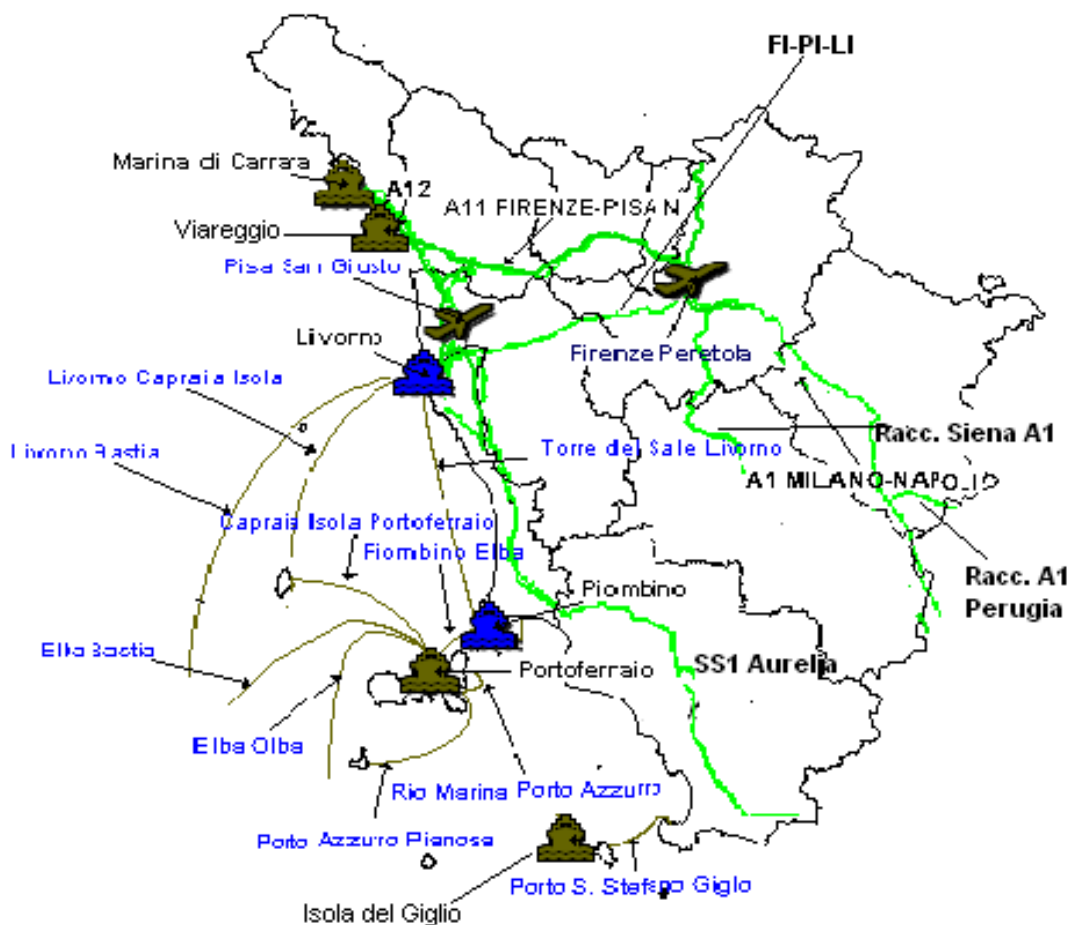
Mappa 1 - Numero sorgenti puntuali per provincia - Anno 2003



Per quanto riguarda le sorgenti lineari, è rilevante sottolineare che, in questo aggiornamento dell'inventario, oltre a quelle presenti nell'aggiornamento al 2000, sono state inseriti i porti di Isola del Giglio e di Viareggio, i tratti stradali della statale 1 Aurelia e della strada di grande comunicazione FI-PI-LI, nonché dei raccordi autostradali Siena A1 ed A1 Perugia.

Nella mappa 2 sono riportate le sorgenti lineari presenti nell'inventario.

Mappa 2 Sorgenti lineari presenti nell'inventario



Vale la pena ricordare che l’Inventario Regionale I.R.S.E., oltre che fornire alla Regione gli elementi conoscitivi sulle sorgenti di emissione indispensabili per la gestione della qualità dell’aria, potrà essere un punto di riferimento per:

- Province e Comuni che potranno utilizzare i dati relativi al proprio territorio per la predisposizione e gestione dei *Piani Territoriali di Coordinamento* (P.T.C.) e dei *Piani Strutturali* (P.S.) (L.R. n. 1/06) nel rispetto del Piano di Indirizzo Territoriale nei confronti del quale l’inventario, i suoi aggiornamenti e le valutazioni di previsione per gli scenari successivi costituiscono un supporto alla pianificazione territoriale regionale.
- Comuni individuati con la Deliberazione G.R n. 1325/03 "*Valutazione della Qualità dell’Aria e Classificazione del Territorio Regionale*" ai fini della predisposizione dei *Piani di Azione Comunali* (P.A.C.) con i quali devono individuare misure ed interventi tali da permettere il rispetto dei valori limite di qualità dell’aria stabiliti dal D.M. n. 60/02 entro i termini stabiliti;
- Amministrazioni a vario titolo coinvolte nella valutazione di piani, programmi ed interventi che hanno effetto sulla qualità dell’aria nell’ambito delle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.), per le amministrazioni provinciali

nell'ambito delle procedure autorizzative previste dal D.lgs n. 152/2006 e dal D.lgs n. 59/2005.

Al fine di rendere maggiormente fruibili i dati dell’inventario regionale da parte di tutti i soggetti interessati, si ricorda che copia dell’archivio I.R.S.E. è presente anche presso ARPAT, alla quale è possibile rivolgersi per eventuali richieste di dati ed informazioni.

1.2 L'inventario nell'ambito della politica regionale di gestione della qualità dell'aria

Coerentemente con la metodologia DPSIR¹ che è adottata come paradigma intorno al quale strutturare tutte le azioni ambientali, l'operato regionale in termini di gestione della qualità dell'aria si è sviluppato acquisendo un quadro conoscitivo sia sullo *status* della qualità dell'aria (dati del rilevamento), sia sui fattori di *pressione* (dati sulle sorgenti di emissione - inventario).

Il rilevamento della qualità dell’aria

Il primo strumento conoscitivo fondamentale per la gestione della qualità dell’aria è rappresentato dal sistema di rilevamento presente in regione che permette di valutare i livelli (concentrazioni) delle sostanze inquinanti sul territorio regionale ai fini di confronto con i valori limite determinati dalla normativa. Con la Deliberazione G.R. n.381 del 12.4.1999 venne adottato il piano regionale di rilevamento della qualità dell’aria che dettò gli indirizzi tecnici e amministrativi per il rilevamento in regione sulla base dello stato del momento del quadro di riferimento normativo.

Dal 2002, a seguito delle norme della U.E e dei recepimenti nazionali, si è raggiunta la consapevolezza che le strutture esistenti di rilevamento, di proprietà delle Province, realizzate in gran parte nella seconda metà degli anni '90, anche sulla base di indicazioni tecniche contenute in norme ormai superate e quindi con postazioni che non sempre rispettano i requisiti richiesti di rappresentatività della esposizione della popolazione ai “reali” livelli di qualità dell’aria, necessitavano un adeguamento. Si è, quindi, iniziato un percorso che ha portato ad assumere due atti di Giunta che razionalizzano e rendono il rilevamento della qualità dell’aria in regione aggiornato e compatibile con le nuove norme tecniche.

L'analisi dei dati di qualità dell'aria ha mostrato che rispetto ai vari inquinanti normati (per i quali si sono definiti dei valori limite), solo alcuni di essi, ed in particolare l'ozono, le polveri fini PM₁₀ ed, in misura minore, il biossido di azoto ed il benzene, presentano dei superamenti dei rispettivi valori limite in parti più o meno estese del territorio regionale. L'attività di riorganizzazione delle reti di rilevamento ha, conseguentemente, riguardato primariamente quella relativa a questi inquinanti. Sono state quindi definite, per il momento, le reti regionali per il rilevamento dell’ozono (D.G.R. n. 27/06 "*Determinazione della struttura regionale di rilevamento per l'ozono ai sensi dell'art. 6 del D.Lgs n. 183/04*") e delle polveri fini PM₁₀ (D.G.R. 377/06 "*Determinazione della struttura regionale di rilevamento per il PM10 ai sensi del D.M. 60/02*"). Queste deliberazioni hanno portato alla individuazione di distinte strutture di rilevamento a scala regionale per ognuno di questi inquinanti, infatti essi

¹ DPSIR (Driving forces Pressure State Impact Response) Modello di contabilità ambientale elaborato in ambito UE sulla base di uno schema OCSE di Pressione-Stato-Risposta PSR).

possiedono peculiarità che impongono modalità differenti nel loro rilevamento, in particolare nella rappresentatività delle ubicazioni delle postazioni.

Queste strutture regionali possono essere definite come “*virtuali*” perché non si tratta di realizzare delle “reali” reti con postazioni collegate ad un centro regionale, ma di utilizzare alcune delle postazioni esistenti (facenti parte delle attuali reti provinciali) con eventuali ricollocazione di altre postazioni in nuovi siti, che conservano i collegamenti e la gestione tramite i Centri provinciali esistenti. La rete “virtuale” risultante, oltre ad assicurare la rispondenza alle norme tecniche deve permettere l’ottenimento di dati tali da fornire un’adeguata conoscenza/informazione dei livelli di inquinamento nel territorio regionale.

Naturalmente le Amm.ni Provinciali rimangono proprietarie delle reti e del Centro Operativo e la gestione tecnica è sempre condotta da ARPAT.

Le altre postazioni delle reti provinciali non facenti parte della rete regionale “*virtuale*” potranno essere mantenute in funzione e sarà facoltà delle Amm.ni Provinciali dismetterle una volta che avranno esaurito il loro ciclo di vita, in quanto le informazioni fornite non sono ritenute necessarie ai fini normativi primari.

L’identificazione delle reti regionali “*virtuali*” di rilevamento permette quindi di perseguire i seguenti obiettivi:

- maggiore aderenza della rete regionale di rilevamento ai criteri dettati dalla normativa in vigore;
- identificare i siti idonei a rappresentare la qualità dell’aria rispetto all’esposizione della popolazione, al fine di predisporre una corretta ed efficace politica di gestione;
- identificare le tipologie di sito non coperte dalle presenti reti di monitoraggio ma richieste dalla normativa;
- migliorare la qualità del dato rilevato disponendo che il Centro Regionale di riferimento per il controllo e l’assicurazione di qualità dei dati prodotti dalle reti di rilevamento di ARPAT agisca prioritariamente su questa rete;
- ottenere economie nei costi di gestione delle reti.

Inventario regionale delle sorgenti di emissione

L’altro strumento conoscitivo fondamentale su cui si fonda l’operato regionale nell’ambito del processo di gestione della qualità dell’aria, è costituito dall’Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in aria ambiente (I.R.S.E.), di cui, come già detto, in occasione dell’attuale aggiornamento, si sono già realizzate 3 versioni relative agli anni 1995, 2000 e 2003. Lo strumento I.R.S.E. permette di individuare le tipologie di sorgenti emissive presenti sul territorio, i principali inquinanti emessi, le loro quantità insieme alla loro distribuzione spaziale e le modalità di emissione. In tal modo si possono determinare a livelli spaziali differenti (regionale, provinciale, comunale e per maglie di 1 Km²) tutte le caratteristiche delle emissioni presenti, comprese le sorgenti maggiormente responsabili dell’inquinamento e quindi, tra l’altro, mirare con criteri oggettivi di priorità alla riduzione delle emissioni delle varie sostanze inquinanti. L’inventario, inoltre, è uno strumento basilare per valutare e confrontare, in termini di efficacia e di costi, scenari emissivi futuri che prevedono la predisposizione e realizzazione delle misure per il risanamento.

Il quadro conoscitivo derivante da quanto sopra ha permesso alla Regione di procedere per determinare le azioni regionali di risanamento e conservazione secondo indirizzi coerenti con le attività di pianificazione e programmazione previste dalle norme. L’azione regionale si è

concentrata, comunque, soprattutto nel tentativo di ridurre i livelli di fondo delle concentrazioni inquinanti prediligendo politiche mirate ad una riduzione strutturale delle emissioni su vaste aree del territorio regionale. Questo modo di procedere favorisce una maggiore solidità agli interventi di gestione della qualità dell'aria perché svincola le azioni stesse sia da situazioni locali (hot spot) sia dalle condizioni meteo che, come risaputo, giocano un ruolo importante nella determinazione dei livelli di qualità dell'aria.

In sostanza, l'iter logico che ha guidato la politica regionale nell' acquisizione degli aspetti conoscitivi è sintetizzabile nei seguenti punti:

- si sono individuati, principalmente attraverso l'analisi dei dati di rilevamento della qualità dell'aria, i principali problemi per la qualità dell'aria in Toscana che nella fattispecie sono, come già accennato, da attribuire all'ozono, alle polveri fini PM₁₀ ed in misura minore, al biossido di azoto ed al benzene. Per tutti questi inquinanti eccetto l'ozono, i superamenti dei valori limite sono stati rilevati essenzialmente nelle aree urbane. Il livello di ozono, inquinante secondario (vedi capitolo 3) presenta invece una distribuzione spaziale abbastanza omogenea con valori più elevati nelle immediate periferie collinari delle aree urbane.
- si sono verificate attraverso l'inventario IRSE le principali categorie di emissione di NO_x (precursore dell'inquinante NO₂ oltre che di ozono e PM₁₀ secondario), PM₁₀ primario e dei suoi precursori per la componente secondaria (vedi capitolo 3), che nella fattispecie sono state identificate di tre tipologie: emissioni legate alla mobilità (trasporti stradali, porti, aeroporti, ecc.), emissioni legate al riscaldamento domestico (uso di caminetti, stufe, caldaie, ecc.) ed emissioni legate alle attività industriali (processi produttivi, combustione industriale, produzione di energia, ecc.).

La suddivisione delle emissioni in 3 tipologie che raggruppano uno o più macrosettori² è funzionale per la definizione delle politiche tese al miglioramento della qualità dell'aria e conseguentemente, alla riduzione delle emissioni. In ogni caso, come si può evincere dalla tabella seguente, le emissioni da queste tipologie rappresentano, la quasi totalità delle emissioni stesse.

Emissioni totali regionali suddivise per le tipologie di sorgente (t) - Anno 2003

Tipologia sorgente	CO	% sul totale regionale	COV	% sul totale regionale	NH ₃	% sul totale regionale	NO _x	% sul totale regionale	PM ₁₀	% sul totale regionale	SO _x	% sul totale regionale
Mobilità	209.266	67%	40.872	34%	1.205	12%	55.009	66%	4.294	33%	2.078	7%
Riscaldamento domestico	40.735	13%	8.482	7%	48	0%	5.293	6%	4.695	36%	850	3%
Industria	44.583	14%	7.454	6%	115	1%	22.447	27%	2.475	19%	26.980	90%
Altro	17.898	6%	64.970	53%	8.766	87%	241	0%	1.434	11%	45	0%

Infatti, la categoria "Altro" rappresenta, ad eccezione per l'ammoniaca ed i composti organici volatili, pochi punti percentuali rispetto al totale regionale. Queste percentuali relative possono variare, se ci si riferisce ad ambiti territoriali specifici. In effetti, come già detto, la maggior parte dei superamenti dei limiti di qualità dell'aria avviene nei centri urbani dove i rapporti relativi delle emissioni possono essere anche molto diversi. A titolo di esempio si

² Vedi glossario "Classificazione e nomenclatura delle attività"

riportano i dati della tabella precedente relativi al solo Comune di Firenze che, con buona approssimazione, può essere considerato come un unico centro urbano.

Emissioni totali Comune di Firenze suddivise per le tipologie di sorgente (t) - Anno 2003

Tipologia sorgente	CO	% sul totale comunale	COV	% sul totale comunale	NH ₃	% sul totale comunale	NO _x	% sul totale comunale	PM ₁₀	% sul totale comunale	SO _x	% sul totale comunale
Mobilità	19.063	97%	3.816	55%	91	91%	3.493	75%	288	74%	109	41%
Riscaldamento domestico	632	3%	149	2%	0	0%	640	14%	59	15%	80	30%
Industria	53	0%	423	6%	0	0%	523	11%	42	11%	80	30%
Altro	1	0%	2.535	37%	9	9%	0	0%	0	0%	0	0%

Al fine di valutare meglio il contributo del riscaldamento domestico rispetto alle altre tipologie, è utile considerare gli stessi dati relativi al solo semestre invernale (ottobre-marzo).

Emissioni totali Comune di Firenze suddivise per le tipologie di sorgente- mesi invernali 2003 (gennaio-marzo, ottobre-dicembre 2003)

Tipologia sorgente	CO	% sul totale comunale	COV	% sul totale comunale	NH ₃	% sul totale comunale	NO _x	% sul totale comunale	PM ₁₀	% sul totale comunale	SO _x	% sul totale comunale
Mobilità	9.289	94%	1.748	50%	44	92%	1.758	67%	146	66%	53	32%
Riscaldamento domestico	592	6%	140	4%	0	1%	600	23%	55	25%	75	44%
Industria	29	0%	225	6%	0	0%	270	10%	21	10%	40	24%
Altro	1	0%	1.378	39%	3	7%	0	0%	0	0%	0	0%

Dal raffronto delle percentuali relative, si può notare, come era da attendersi, che nell'area urbana di Firenze, e più in generale nelle aree urbanizzate della regione, le emissioni legate alla mobilità sono di gran lunga le più significative con percentuali per gli ossidi di azoto e PM₁₀ primario superiori al 70% su base annua e superiori al 60% se ci si riferisce ai soli mesi invernali, nei quali, ovviamente, le emissioni da riscaldamento domestico hanno un peso relativo maggiore. Per quest'ultima tipologia di sorgente infatti le emissioni stimate nel comune di Firenze per l'anno 2003 nel semestre invernale rappresentano, per NO_x e PM₁₀ primario oltre il 20% rispetto al totale comunale, percentuale che quasi si dimezza se ci si riferisce all'intero anno. Questo fatto giustifica come, nell'ambito delle politiche di gestione della qualità dell'aria, le azioni regionali si sono concentrate principalmente, anche se non totalmente, sulla mobilità, con azioni tese, sostanzialmente, all'accelerazione del tasso naturale del ricambio del parco circolante con veicoli nuovi, dotati quindi di motorizzazioni con minori emissioni specifiche, ed alla sostituzione o trasformazione a gas metano o GPL dei veicoli circolanti. A questo proposito sono state messe a disposizione, per il triennio 2004 -2006 (DCR n. 29/04 "Programma Regionale di Azione Ambientale 2004/2006 – scheda progetto B 16 Azioni per la promozione della ecoefficienza nella mobilità"), risorse dirette (cioè gestite direttamente dagli Uffici) per complessivi 10 Milioni di euro nell'ambito del Programma di

Azione Ambientale PRAA 2004-2006, da destinare a Comuni per l’incentivazione alla sostituzione dei veicoli maggiormente inquinanti. Questo regime di incentivazione ha accompagnato una serie di provvedimenti comunali, gradualmente nel tempo e nello spazio, di limitazione/divieto alla circolazione per le tipologie di veicoli, privati commerciali e pubblici, maggiormente inquinanti. Attraverso la D.G.R. n.990/03 *"Approvazione delle finalità dell'accordo di Programma tra Regione Toscana, URPT, ANCI, Provincie e Comuni per il risanamento della qualità dell'aria ambiente nelle aree urbane, in particolare per la riduzione delle emissioni di PM₁₀. Abrogazione deliberazione G.R. n.1133/2002"* e successivamente con la D.G.R. 1224/05 *"Approvazione dell'Accordo tra Regione Toscana, URPT, ANCI, Provincie e Comuni per il risanamento della qualità dell'aria ambiente nelle aree urbane, in particolare per la riduzione delle emissioni di PM₁₀."* sono state erogate le risorse ai 16 Comuni firmatari dell'Accordo, poi con la seconda delibera divenuti 24, e definite nel dettaglio le tipologie di veicoli oggetto di incentivazione e le modalità di restrizione alla circolazione.

2. Risultati dell’inventario relativi all'anno 2003 e confronto con anni 1995 e 2000

Nel presente capitolo sono riportati i risultati dell’I.R.S.E. relativi all’anno 2003 ed i relativi confronti con gli anni 1995 e 2000 per i seguenti inquinanti:

- ossidi di zolfo (SO_x)
- ossidi di azoto (NO_x)
- composti organici volatili, con l'esclusione del metano (COV)
- monossido di carbonio (CO)
- materiale particolato fine primario (PM₁₀)
- ammoniaca (NH₃)

La stima delle emissioni per il 2003 e dei relativi confronti con il 1995 e 2000, è stata effettuata, per ogni singolo inquinante, a vari livelli:

- emissioni regionali suddivise per tipologia di sorgente (diffuse, lineari e puntuali), per macrosettori e per le principali attività (paragrafo 2.1);
- emissioni totali provinciali suddivise per macrosettori (paragrafo 2.2);
- emissioni totali comunali (mappe) (paragrafo 2.3);
- emissioni nei comuni oggetto di Accordo di cui alla DGR 1224/05 (paragrafo 2.4);
- confronto emissioni regionali anno 2003 con anni 1995 e 2000 (paragrafo 2.5);
- confronto emissioni provinciali anno 2003 con anni 1995 e 2000 (paragrafo 2.6);
- emissioni per abitante e densità emissiva anni 1995 2000 e 2003 (paragrafo 2.7).

Occorre ribadire ancora una volta che per rendere coerenti i confronti tra le stime delle emissioni al 2003 con quelle rilevate negli anni 1995 e 2000, le emissioni di questi ultimi, sono state ricalcolate utilizzando gli stessi criteri e parametri (fattori di emissione) utilizzati per il 2003.

2.1 Emissioni regionali

Nella tabella 1 sono riportate le emissioni totali regionali suddivise per tipologia di sorgente: diffuse, puntuali e lineari³.

³ Vedi glossario per le definizioni di sorgenti diffuse, lineari e puntuali.

Tab. 1 - Emissioni totali regionali suddivise per tipologia di sorgente (t) - Anno 2003

Tipologia Emissioni	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Diffuse	248.105	79%	112.310	92%	9.666	95%	47.543	57%	10.199	79%	2.407	8%
Lineari	21.430	7%	2.239	2%	351	3%	15.347	18%	790	6%	955	3%
Puntuali	42.946	14%	7.228	6%	117	1%	20.100	24%	1.910	15%	26.592	89%
Totale regionale	312.482		121.778		10.134		82.990		12.899		29.953	

Le sorgenti diffuse si confermano come quelle alle quali attribuire la quasi totalità delle emissioni di monossido di carbonio, composti organici volatili, ammoniaca, e PM₁₀ primario, con percentuali dal 79 al 95 %. Anche per gli ossidi di azoto, le sorgenti diffuse rappresentano la più importante tipologia nelle emissioni, ma con una percentuale più contenuta (57%).

Le sorgenti lineari (autostrade, porti, aeroporti) contribuiscono principalmente per le emissioni di ossidi di azoto (18%).

Le sorgenti puntuali si confermano all’origine della quasi totalità delle di emissioni di ossidi di zolfo con una percentuale del 89%, ma rivestono un ruolo importante anche nelle emissioni di ossidi di azoto (24%) e di PM₁₀ primario (15%)

In tabella 2 sono riportate le emissioni totali regionali suddivise per gli 11 macrosettori .

Tab. 2 - Emissioni totali regionali suddivise per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	2.495	0,8%	1.068	0,9%	0	0,0%	7.266	8,8%	767	5,9%	19.421	64,8%
Impianti di combustione non industriali	40.735	13,0%	8.482	7,0%	48	0,5%	5.293	6,4%	4.695	36,4%	850	2,8%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	6.066	1,9%	490	0,4%	15	0,1%	14.875	17,9%	1.591	12,3%	5.652	18,9%
Processi Produttivi	36.023	11,5%	5.895	4,8%	100	1,0%	306	0,4%	117	0,9%	1.907	6,4%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0,0%	2.983	2,4%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Uso di solventi	0	0,0%	37.533	30,8%	2	0,0%	0	0,0%	17	0,1%	0	0,0%
Trasporti Stradali	201.279	64,4%	38.924	32,0%	1.204	11,9%	40.166	48,4%	3.182	24,7%	1.227	4,1%
Altre Sorgenti Mobili	7.987	2,6%	1.947	1,6%	1	0,0%	14.843	17,9%	1.112	8,6%	851	2,8%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	370	0,1%	1.572	1,3%	955	9,4%	208	0,3%	6	0,1%	45	0,2%
Agricoltura	1.367	0,4%	3.950	3,2%	7.809	77,1%	25	0,0%	456	3,5%	0	0,0%
Natura	16.161	5,2%	18.933	15,5%	0	0,0%	8	0,0%	955	7,4%	0	0,0%
Totale regionale	312.482		121.778		10.134		82.990		12.899		29.953	

Il macrosettore "*Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche*", comprende essenzialmente le centrali termoelettriche e le raffinerie di petrolio. E' costituito

essenzialmente da sorgenti puntuali e contribuisce principalmente alle emissioni regionali di ossidi di zolfo con una quota pari al 64,8%. Queste emissioni sono dovute all’impiego ancora significativo di combustibili liquidi (oli combustibili) in alcune centrali termoelettriche.

Il macrosettore “*Impianti di combustione non industriali*”, che comprende essenzialmente il riscaldamento domestico, contribuisce principalmente alle emissioni regionali di PM₁₀ primario con una quota pari al 36,4%.

Il macrosettore “*Impianti di combustione industriale e processi con combustione*” comprende le attività produttive che possiedono centrali termiche e/o implicano combustione quali per esempio, la produzione dei metalli ferrosi, laterizi, cemento, vetro, ecc. Esso presenta contributi significativi alle emissioni complessive di ossidi di azoto (17,9%), del PM₁₀ primario (12,3%) e degli ossidi di zolfo (18,9%).

Nel macrosettore “*Processi Produttivi*” sono comprese le attività quali quelle chimiche, della carta, alimentari ecc. che utilizzano processi di produzione specifici.

Il macrosettore “*Estrazione, distribuzione combustibili fossili*” comprende le attività legate allo stoccaggio e distribuzione della benzina e le reti di distribuzione del gas metano. A questo macrosettore appartengono anche le emissioni dalle centrali geotermoelettriche, le quali, però, non hanno dichiarato emissioni tra gli inquinanti oggetto del presente rapporto. In realtà, studi recenti, hanno mostrato emissioni di ammoniaca da parte delle centrali geotermoelettriche. Di questa tipologia di emissione verrà tenuto conto nel prossimo aggiornamento dell’inventario che verrà realizzato per l’anno 2005.

Il macrosettore “*Uso i solventi*” comprende attività industriali quali l’applicazione di vernici per esempio nell’industria del legno e nell’edilizia, nell’industria conciaria e tessile, ecc. ed anche l’uso domestico di prodotti contenenti solventi. Contribuisce alle emissioni regionali di composti organici volatili per una quota pari al 30,8%.

Il macrosettore “*Trasporti stradali*” che comprende tutte le emissioni legate all’utilizzo su strade ed autostrade di automobili, veicoli commerciali, motocicli ed autobus, contribuisce in modo significativo per tutti gli inquinanti eccetto gli ossidi di zolfo (infatti il contenuto di zolfo nei gasoli si è grandemente ridotto in questi anni). In particolare, esso contribuisce per il monossido di carbonio in misura del 64,4%, per i composti organici volatili con il 32%, per l’ammoniaca con il 11,9%, per gli ossidi di azoto con il 48,4% ed alle emissioni di PM₁₀ primario con una percentuale del 24,7%.

Il macrosettore “*Altre Sorgenti Mobili*”, costituito sostanzialmente dal traffico marittimo, aereo, ferroviario e dai veicoli impiegati in agricoltura, contribuisce principalmente alle emissioni di ossidi di azoto con una quota pari al 17,9%.

Il macrosettore “*Trattamento e Smaltimento Rifiuti*” che comprende le attività connesse al ciclo dei rifiuti quali il loro incenerimento o conferimento in discarica, contribuisce principalmente alle emissioni regionali di ammoniaca con una quota pari 9,4%.

Il macrosettore “*Agricoltura*” che comprende tutte le attività connesse alla produzione agricola quali l’applicazione di pesticidi, la combustione dei residui agricoli, l’allevamento di animali, ecc., contribuisce in modo predominante alle emissioni regionali di ammoniaca con una quota pari al 77,1%.

Infine, il macrosettore “*Natura*”, che comprende sia le emissioni spontanee della vegetazione, sia le emissioni dovute agli incendi, contribuisce principalmente alle emissioni di composti organici volatili per una percentuale del 15,5%.

E’ da segnalare che i rapporti relativi dei contributi alle emissioni totali, derivanti dai vari macrosettori, si modificano anche in modo significativo, nelle varie zone del territorio

regionale. In particolare, come prevedibile, le tipologie di emissione di un'area urbana sono molto differenti da quelle di un'area rurale.

Nelle tabelle da 3 a 8 sono riportati i risultati dell’inventario per le prime dieci attività che presentano un peso maggiore nell’emissione dei vari inquinanti. Per ogni attività, associata al relativo macrosettore, è stata indicata la percentuale rispetto al totale regionale.

Tab 3.- Emissioni totali regionali di CO - attività principali - Anno 2003

Macrosettore	Attività	CO (t)	% sul tot. reg.le
Trasporti Stradali	Automobili - Strade Urbane	66.052,76	21%
Trasporti Stradali	Motocicli cc > 50 cm3 - Strade Urbane	38.365,01	12%
Trasporti Stradali	Automobili - Strade Extraurbane	30.620,13	10%
Trasporti Stradali	Motocicli cc > 50 cm3 - Strade Extraurbane	27.309,66	9%
Impianti di combustione non industriali	Domestico - Caminetti	22.721,72	7%
Processi Produttivi	Produzione di carbonati di sodio	19.708,06	6%
Natura	Incendi provocati dall'uomo	16.161,42	5%
Processi Produttivi	Produzione di Acciaio (forno basico ad ossigeno - BOF)	15.587,00	5%
Trasporti Stradali	Motocicli cc < 50 cm3	14.348,94	5%
Trasporti Stradali	Automobili - Autostrade	12.766,07	4%
	Tot. principali attività	263.640,76	84%
	Tot. restanti attività	48.841,50	16%
	Tot. regionale	312.482,26	

Da questa tabella si evidenzia che le dieci attività che maggiormente contribuiscono alle emissioni di monossido di carbonio sono responsabili della quasi totalità delle emissioni (84%) e che tra queste, ben sei appartengono al macrosettore “Trasporti stradali” con un contributo pari al 61% delle emissioni rispetto al totale regionale.

Tab. 4 - Emissioni totali regionali di COV - attività principali - Anno 2003

Macrosettore	Attività	COV (t)	% sul tot. reg.le
Trasporti Stradali	Emissioni evaporative dai veicoli	9.581,44	8%
Trasporti Stradali	Motocicli cc < 50 cm3	9.272,43	8%
Uso di solventi	Uso di solventi domestici (eccetto verniciatura ed aerosol incluso in 0605)	9.136,27	8%
Trasporti Stradali	Automobili - Strade Urbane	7.000,08	6%
Impianti di combustione non industriali	Domestico - Caminetti	5.518,13	5%
Natura	Altre latifoglie decidue - a governo - collina	5.508,69	5%
Uso di solventi	Applicazione di vernici nell'industria del legno - settore mobili	4.337,93	4%
Trasporti Stradali	Motocicli cc > 50 cm3 - Strade Urbane	3.902,11	3%
Trasporti Stradali	Automobili - Strade Extraurbane	3.829,28	3%
Uso di solventi	Industria pelli e cuoio (eccetto concia delle pelli) - Impianti maggiori	3.691,39	3%
	Tot. principali attività	61.777,77	51%
	Tot. restanti attività	59.999,84	49%
	Tot. regionale	121.777,60	

Anche per le emissioni di composti organici volatili, tra le prime 10 attività, 6 sono relative al macrosettore trasporti stradali. Per questo inquinante, però, il contributo delle prime dieci attività è responsabile di circa la metà delle emissioni a livello regionale (51%).

Tab. 5 - Emissioni totali regionali di NH₃ - attività principali - Anno 2003

Macrosettore	Attività	NH ₃ (t)	% sul tot. reg.le
Agricoltura	Terreni arabili - fertilizzati	1.442,51	14%
Agricoltura	Gestione letame - Altri bovini (composti azotati)	1.374,80	14%
Agricoltura	Gestione letame - Maiali (composti azotati)	1.319,19	13%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	Discarica controllata senza recupero di biogas	940,83	9%
Agricoltura	Gestione letame - Ovini (incluse capre) (composti azotati)	743,48	7%
Trasporti Stradali	Automobili - Strade Extraurbane	635,51	6%
Agricoltura	Praterie - fertilizzate	632,43	6%
Agricoltura	Coltivazioni permanenti - fertilizzate	625,39	6%
Agricoltura	Gestione letame - Bovini selezionati da latte (composti azotati)	496,01	5%
Agricoltura	Gestione letame - Altri pollami (anatre, oche, etc.) (composti azotati)	348	3%
	Tot. principali attività	8.558,15	84%
	Tot. restanti attività	1.575,66	16%
	Tot. regionale	10.133,81	

Nella tabella si evidenzia come la quasi totalità dell'emissioni di ammoniaca provenga da attività del macrosettore “Agricoltura” con una percentuale del 69% rispetto al totale regionale. Sono significative anche le emissioni da discariche (9%).

Tab. 6 - Emissioni totali regionali di NO_x - attività principali (t) - Anno 2003

Macrosettore	Attività	NO _x (t)	% sul tot. reg.le
Trasporti Stradali	Automobili - Strade Extraurbane	8.686,69	10%
Trasporti Stradali	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	6.834,34	8%
Trasporti Stradali	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	6.777,90	8%
Altre Sorgenti Mobili	Fuoristrada in agricoltura	6.496,78	8%
Trasporti Stradali	Automobili - Strade Urbane	5.162,11	6%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	Produzione di Cemento - PAE	4.830,60	6%
Trasporti Stradali	Automobili - Autostrade	4.533,07	5%
Altre Sorgenti Mobili	Porti	4.152,98	5%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth - Generico - PAE	3.764,20	5%
Impianti di combustione non industriali	Domestico - Caldaie < 50 MWth	3.685,40	4%
	Tot. principali attività	54.924,07	66%
	Tot. restanti attività	28.065,45	34%
	Tot. regionale	82.989,52	

Da questa tabella si evidenzia che tra le dieci attività che maggiormente contribuiscono alle emissioni di ossidi di azoto, sette appartengono ai macrosettore “Trasporti stradali” e “Altre Sorgenti Mobili”, con una percentuale del 66% rispetto alle emissioni totali regionali.

Tab. 7.- Emissioni totali regionali di PM₁₀ - attività principali - Anno 2003

Macrosettore	Attività	PM10 (t)	% sul tot. reg.le
Impianti di combustione non industriali	Domestico - Caminetti	2.921,36	23%
Impianti di combustione non industriali	Domestico - Stufe tradizionali	1.298,38	10%
Natura	Incendi provocati dall'uomo	955,06	7%
Altre Sorgenti Mobili	Fuoristrada in agricoltura	755,57	6%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	Produzione di Laterizi	614,27	5%
Trasporti Stradali	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	450,95	3%
Trasporti Stradali	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	417,44	3%
Impianti di combustione non industriali	Domestico - Caldaie < 50 MWth	379,65	3%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	Raffinerie - Forni di processo	299	2%
Trasporti Stradali	Automobili - Strade Urbane	260,56	2%
	Tot. principali attività	8.352,25	65%
	Tot. restanti attività	4.546,25	35%
	Tot. regionale	12.898,51	

Da questa tabella si evidenzia come nelle prime 10 attività con emissione di PM₁₀ primario, contribuiscono una pluralità di sorgenti, appartenenti a sei macrosettori diversi, in misura pari al 65% rispetto al totale regionale. Le principali attività sono quelle relative al riscaldamento domestico (tre attività che contribuiscono complessivamente al 36% del totale regionale)

Tab. 8 – Emissioni totali regionali di SO_x - attività principali - Anno 2003

Macrosettore	Attività	PM10 (t)	% sul tot. reg.le
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth - Generico - PAE	10.670,30	36%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	Raffinerie - Forni di processo	4.777,00	16%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	Produzione di Laterizi	1.746,00	6%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	Raffinerie - Turbine a gas	1.684,48	6%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	CTE pubbliche - Caldaie 50-300 MWth - Generico	1.453,00	5%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	Produzione di Cemento - PAE	808,84	3%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	Cowpers di altoforni	699,05	2%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	Produzione di Vetro piano - PME	626,34	2%
Processi Produttivi	Produzione di Acido solforico - doppio assorbimento	624,9	2%
Processi Produttivi	Impianti di recupero zolfo	620	2%
	Tot. principali attività	23.709,91	79%
	Tot. restanti attività	6.243,13	21%
	Tot. regionale	29.953,04	

Da questa tabella si evidenzia come le prime 10 attività per le emissioni di ossidi di zolfo sono tutte legate ad attività industriali.

2.2. Emissioni provinciali

Nella tabella 9 sono riportati le stime delle emissioni totali, suddivise per territori provinciali, con l’indicazione delle relative percentuali rispetto al totale regionale. Nelle tabelle da 10 a 19 sono riportate le emissioni totali per singola Provincia suddivise per macrosettori, con l’indicazione delle relative percentuali rispetto al totale provinciale.

Tab. 9 - Emissioni totali provinciali (t) – Anno 2003

Provincia	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Arezzo	26.914	9%	12.549	10%	1.644	16%	9.671	12%	1.488	12%	4.450	15%
Firenze	65.537	21%	26.067	21%	1.471	15%	18.252	22%	2.398	19%	1.986	7%
Grosseto	18.046	6%	9.501	8%	2.041	20%	4.316	5%	1.122	9%	1.238	4%
Livorno	64.226	21%	11.586	10%	780	8%	17.626	21%	1.812	14%	18.975	63%
Lucca	36.289	12%	13.756	11%	483	5%	8.240	10%	1.714	13%	552	2%
Massa Carrara	17.547	6%	5.728	5%	335	3%	4.054	5%	717	6%	622	2%
Pisa	26.434	8%	18.744	15%	1.334	13%	7.675	9%	1.007	8%	915	3%
Pistoia	19.928	6%	7.843	6%	356	4%	4.914	6%	801	6%	382	1%
Prato	16.355	5%	5.014	4%	131	1%	2.871	3%	464	4%	140	0%
Siena	21.207	7%	10.989	9%	1.560	15%	5.369	6%	1.374	11%	692	2%
Tot. regionale	312.482		121.778		10.134		82.990		12.899		29.953	

Dall'esame dei dati si evidenzia come il territorio della Provincia di Firenze è quello soggetto alle maggiori emissioni per quasi tutti gli inquinanti. In questo territorio infatti sono presenti le maggiori emissioni di monossido di carbonio, composti organici volatili, ammoniaca, ossidi di azoto e PM₁₀ primario. Deve essere considerato comunque che nel territorio delle Province di Firenze risiedono poco meno di un milione di abitanti pari al 27% della popolazione toscana. Anche il territorio della Provincia di Livorno, in virtù della forte industrializzazione specialmente nel comparto di produzione di energia, è soggetto a importanti emissioni di ossidi di zolfo (63%), monossido di carbonio, ossidi di azoto e PM₁₀ primario. I territori delle Province di Arezzo Grosseto e Siena, zone con significative attività agricole, si contraddistinguono per le elevate emissioni di ammoniaca. Il territorio della Provincia di Pisa è contraddistinto da significative emissioni di composti organici volatili, dovuti principalmente al distretto industriale conciario nella zona di Santa Croce. I rimanenti territori delle Province di Lucca, Massa-Carrara, Prato e Pistoia presentano un quadro emissivo senza particolari peculiarità.

Tab. 10 - Emissioni totali Provincia di Arezzo per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	131	0%	79	1%	0	0%	793	8%	52	4%	3.059	69%
Impianti di combustione non industriali	5.804	22%	1.202	10%	7	0%	561	6%	673	45%	95	2%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	345	1%	80	1%	0	0%	3.101	32%	184	12%	1.105	25%
Processi Produttivi	627	2%	247	2%	1	0%	47	0%	11	1%	51	1%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	329	3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	2.878	23%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Trasporti Stradali	18.836	70%	3.608	29%	110	7%	3.907	40%	309	21%	119	3%
Altre Sorgenti Mobili	570	2%	276	2%	0	0%	1.228	13%	143	10%	17	0%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	0	0%	196	2%	117	7%	32	0%	0	0%	4	0%
Agricoltura	76	0%	777	6%	1.409	86%	1	0%	84	6%	0	0%
Natura	524	2%	2.877	23%	0	0%	0	0%	31	2%	0	0%
Totale provinciale	26.914		12.549		1.644		9.671		1.488		4.450	

Tab. 11 - Emissioni totali Provincia di Firenze per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Impianti di combustione non industriali	5.339	8%	1.134	4%	6	0%	1.369	8%	597	25%	184	9%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	2.351	4%	69	0%	0	0%	4.371	24%	526	22%	1.440	73%
Processi Produttivi	0	0%	1.042	4%	0	0%	0	0%	23	1%	0	0%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	733	3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	8.519	33%	2	0%	0	0%	4	0%	0	0%
Trasporti Stradali	54.177	83%	10.387	40%	323	22%	10.885	60%	860	36%	331	17%
Altre Sorgenti Mobili	658	1%	303	1%	0	0%	1.606	9%	179	7%	28	1%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	5	0%	167	1%	109	7%	17	0%	1	0%	2	0%
Agricoltura	137	0%	513	2%	1.031	70%	3	0%	38	2%	0	0%
Natura	2.871	4%	3.200	12%	0	0%	1	0%	170	7%	0	0%
Totale provinciale	65.537		26.067		1.471		18.252		2.398		1.986	

Tab. 12 - Emissioni totali Provincia di Grosseto per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	1	0%	7	0%	0	0%	58	1%	0	0%	1	0%
Impianti di combustione non industriali	4.560	25%	938	10%	6	0%	242	6%	537	48%	88	7%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	107	1%	1	0%	0	0%	123	3%	66	6%	104	8%
Processi Produttivi	0	0%	137	1%	0	0%	8	0%	1	0%	938	76%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	73	1%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	1.270	13%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Trasporti Stradali	11.529	64%	2.310	24%	65	3%	2.122	49%	172	15%	66	5%
Altre Sorgenti Mobili	607	3%	266	3%	0	0%	1.754	41%	176	16%	42	3%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	0	0%	117	1%	70	3%	0	0%	0	0%	0	0%
Agricoltura	472	3%	928	10%	1.900	93%	9	0%	125	11%	0	0%
Natura	770	4%	3.453	36%	0	0%	0	0%	46	4%	0	0%
Totale provinciale	18.046		9.501		2.041		4.316		1.122		1.238	

Tab. 13 - Emissioni totali Provincia di Livorno per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	2.304	4%	952	8%	0	0%	6.260	36%	697	38%	16.361	86%
Impianti di combustione non industriali	2.075	3%	435	4%	2	0%	353	2%	238	13%	69	0%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	1.180	2%	60	1%	3	0%	1.738	10%	261	14%	882	5%
Processi Produttivi	35.395	55%	2.117	18%	99	13%	247	1%	68	4%	918	5%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	458	4%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	2.113	18%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Trasporti Stradali	19.018	30%	3.769	33%	135	17%	3.980	23%	311	17%	123	1%
Altre Sorgenti Mobili	3.166	5%	253	2%	0	0%	4.996	28%	158	9%	610	3%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	4	0%	386	3%	232	30%	51	0%	2	0%	12	0%
Agricoltura	106	0%	165	1%	308	40%	2	0%	19	1%	0	0%
Natura	977	2%	879	8%	0	0%	0	0%	58	3%	0	0%
Totale provinciale	64.226		11.586		780		17.626		1.812		18.975	

Tab. 14 - Emissioni totali Provincia di Lucca per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	58	0%	30	0%	0	0%	155	2%	17	1%	0	0%
Impianti di combustione non industriali	6.896	19%	1.427	10%	8	2%	610	7%	803	47%	107	19%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	1.328	4%	136	1%	12	3%	2.159	26%	96	6%	285	52%
Processi Produttivi	0	0%	783	6%	0	0%	0	0%	4	0%	0	0%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	310	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	5.030	37%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Trasporti Stradali	21.753	60%	4.154	30%	130	27%	4.431	54%	350	20%	135	24%
Altre Sorgenti Mobili	369	1%	176	1%	0	0%	869	11%	85	5%	21	4%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	4	0%	0	0%	0	0%	13	0%	0	0%	4	1%
Agricoltura	23	0%	158	1%	332	69%	0	0%	13	1%	0	0%
Natura	5.858	16%	1.552	11%	0	0%	3	0%	346	20%	0	0%
Totale provinciale	36.289		13.756		483		8.240		1.714		552	

Tab. 15 - Emissioni totali Provincia di Massa Carrara per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Impianti di combustione non industriali	3.233	18%	668	12%	4	1%	262	6%	377	53%	36	6%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	26	0%	50	1%	0	0%	148	4%	12	2%	431	69%
Processi Produttivi	0	0%	109	2%	0	0%	0	0%	4	1%	0	0%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	156	3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	1.326	23%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Trasporti Stradali	11.196	64%	2.180	38%	63	19%	2.230	55%	178	25%	68	11%
Altre Sorgenti Mobili	1.322	8%	70	1%	0	0%	1.413	35%	31	4%	86	14%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	0	0%	9	0%	6	2%	0	0%	0	0%	0	0%
Agricoltura	9	0%	131	2%	262	78%	0	0%	10	1%	0	0%
Natura	1.761	10%	1.028	18%	0	0%	1	0%	104	15%	0	0%
Totale provinciale	17.547		5.728		335		4.054		717		622	

Tab. 16 - Emissioni totali Provincia di Pisa per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Impianti di combustione non industriali	3.642	14%	764	4%	4	0%	657	9%	413	41%	62	7%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	160	1%	30	0%	0	0%	1.757	23%	59	6%	703	77%
Processi Produttivi	0	0%	252	1%	0	0%	5	0%	4	0%	0	0%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	318	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	10.194	54%	0	0%	0	0%	11	1%	0	0%
Trasporti Stradali	21.798	82%	4.281	23%	130	10%	4.342	57%	346	34%	134	15%
Altre Sorgenti Mobili	373	1%	160	1%	0	0%	867	11%	94	9%	16	2%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	0	0%	461	2%	277	21%	45	1%	1	0%	0	0%
Agricoltura	163	1%	422	2%	924	69%	3	0%	61	6%	0	0%
Natura	297	1%	1.862	10%	0	0%	0	0%	18	2%	0	0%
Totale provinciale	26.434		18.744		1.334		7.675		1.007		915	

Tab. 17 - Emissioni totali Provincia di Pistoia per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Impianti di combustione non industriali	3.487	17%	725	9%	4	1%	417	8%	403	50%	86	22%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	95	0%	30	0%	0	0%	862	18%	48	6%	178	47%
Processi Produttivi	0	0%	345	4%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	187	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	2.533	32%	0	0%	0	0%	2	0%	0	0%
Trasporti Stradali	15.445	78%	2.951	38%	90	25%	2.945	60%	233	29%	89	23%
Altre Sorgenti Mobili	403	2%	201	3%	0	0%	665	14%	77	10%	9	2%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	13	0%	48	1%	32	9%	23	0%	1	0%	20	5%
Agricoltura	18	0%	114	1%	230	65%	0	0%	9	1%	0	0%
Natura	466	2%	709	9%	0	0%	0	0%	28	3%	0	0%
Totale provinciale	19.928		7.843		356		4.914		801		382	

Tab. 18 - Emissioni totali Provincia di Prato per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Impianti di combustione non industriali	1.170	7%	248	5%	1	1%	300	10%	131	28%	40	28%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	54	0%	16	0%	0	0%	316	11%	14	3%	30	21%
Processi Produttivi	0	0%	162	3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	200	4%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	1.538	31%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Trasporti Stradali	12.493	76%	2.448	49%	65	49%	2.207	77%	178	38%	68	48%
Altre Sorgenti Mobili	42	0%	22	0%	0	0%	46	2%	5	1%	1	0%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	341	2%	24	0%	14	11%	2	0%	1	0%	2	2%
Agricoltura	7	0%	27	1%	50	39%	0	0%	2	0%	0	0%
Natura	2.247	14%	329	7%	0	0%	1	0%	133	29%	0	0%
Totale provinciale	16.355		5.014		131		2.871		464		140	

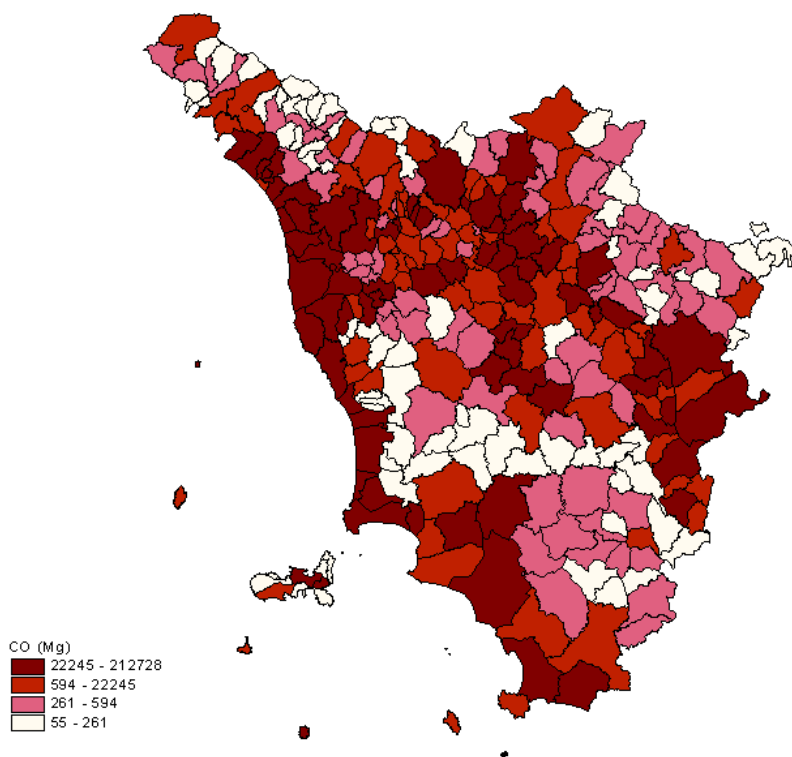
Tab. 19 - Emissioni totali Provincia di Siena per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	CO	%	COV	%	NH ₃	%	NO _x	%	PM ₁₀	%	SO _x	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Impianti di combustione non industriali	4.529	21%	941	9%	5	0%	521	10%	522	38%	83	12%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	420	2%	18	0%	0	0%	300	6%	325	24%	494	71%
Processi Produttivi	0	0%	701	6%	0	0%	0	0%	2	0%	0	0%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	0	0%	219	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Uso di solventi	0	0%	2.131	19%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Trasporti Stradali	15.034	71%	2.837	26%	94	6%	3.116	58%	244	18%	94	14%
Altre Sorgenti Mobili	477	2%	220	2%	0	0%	1.399	26%	163	12%	20	3%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	2	0%	163	1%	98	6%	25	0%	0	0%	1	0%
Agricoltura	355	2%	714	7%	1.363	87%	7	0%	95	7%	0	0%
Natura	390	2%	3.045	28%	0	0%	0	0%	23	2%	0	0%
Totale provinciale	21.207		10.989		1.560		5.369		1.374		692	

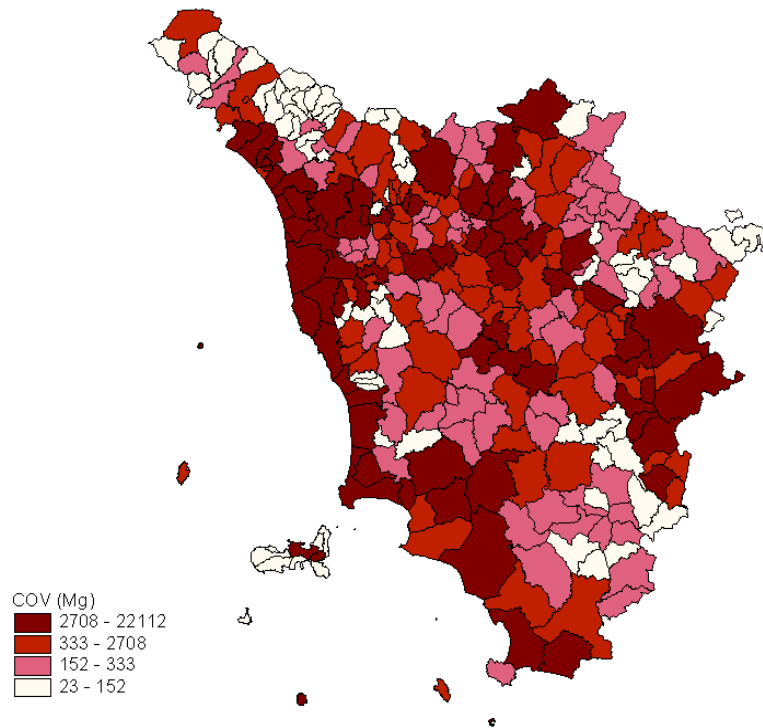
2.3. Emissioni comunali

Nelle mappe da 3 a 8 sono riportate, per ciascun inquinante, le emissioni totali comunali. Non vengono presentati dati in forma tabellare per non appesantire il testo. Come già detto, i dati di dettaglio dell’inventario regionale possono essere richiesti ad ARPAT. In particolare è possibile richiedere l'emissione nei vari anni (1995, 2000 e 2003) delle varie sostanze inquinanti suddivisa per le singole tipologie di sorgente (puntuali, lineari e diffuse), per attività e per comune. E' inoltre possibile richiedere l'emissione totale di ciascuna sostanza inquinante per ciascun comune disaggregata su una maglia di 1 Km².

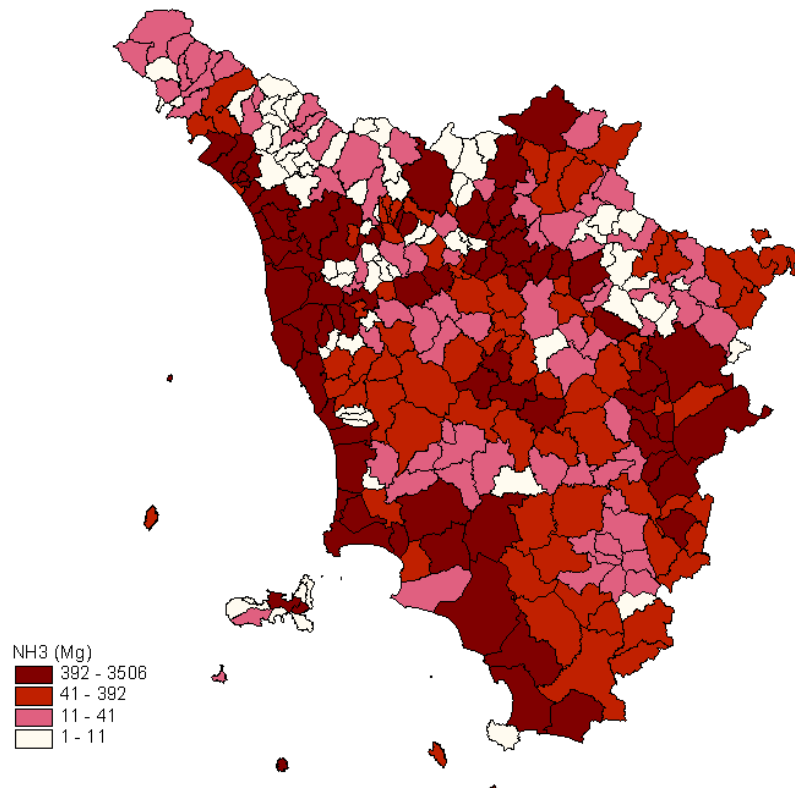
Mappa 3 - Emissioni comunali monossido di carbonio (t) - Anno 2003



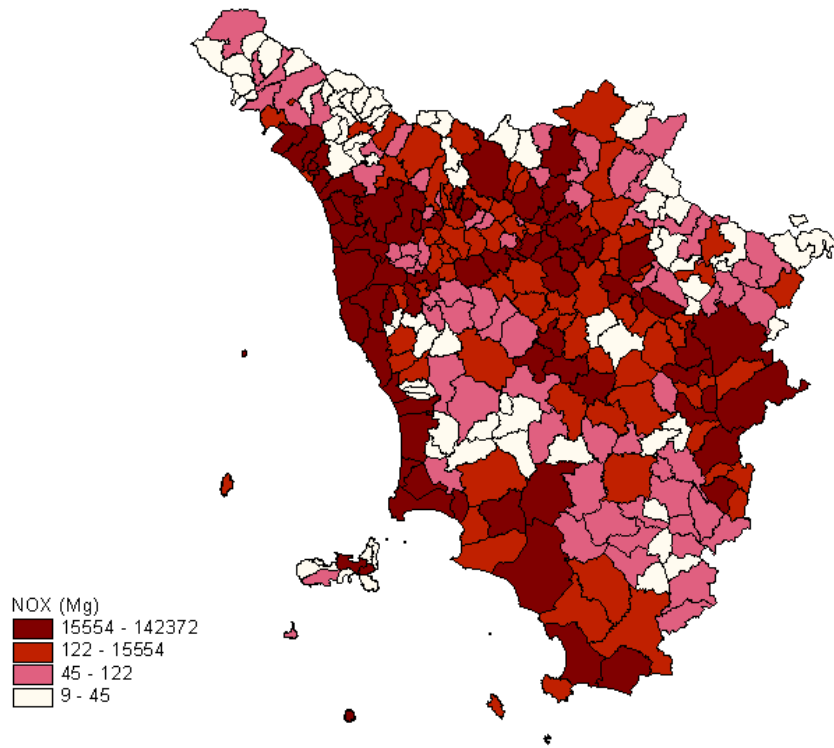
Mappa 4 - Emissioni comunali composti organici volatili (t) - Anno 2003



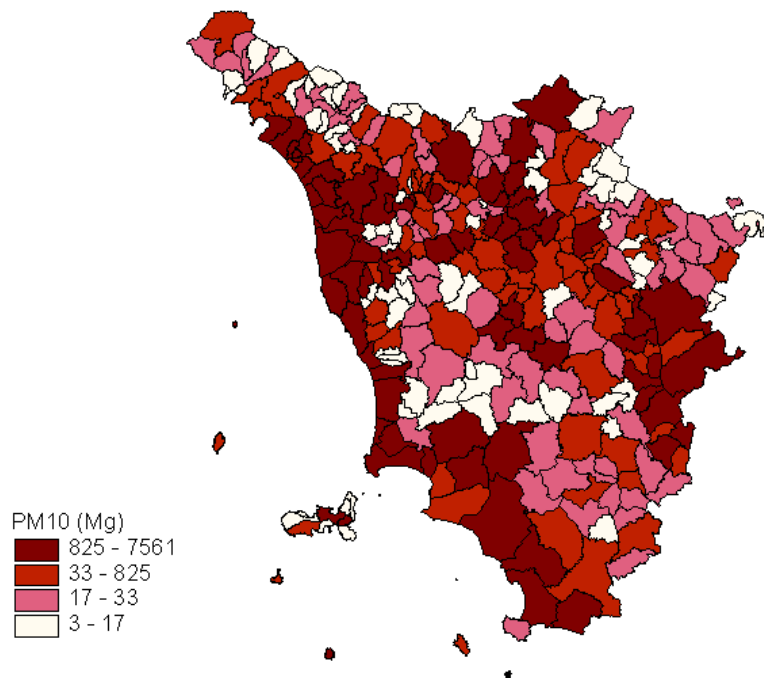
Mappa 5 - Emissioni comunali ammoniaca (t) - Anno 2003



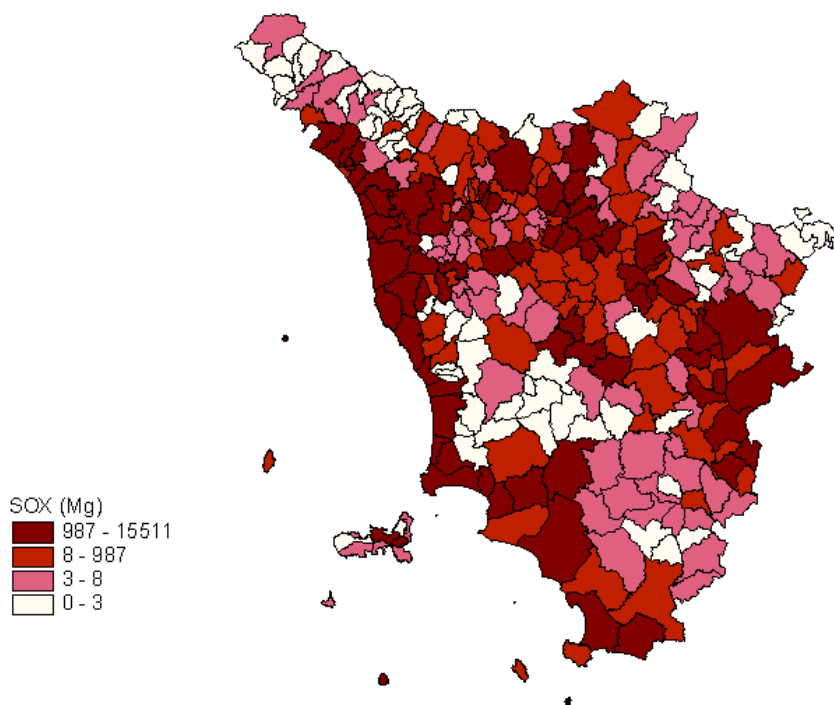
Mappa 6 - Emissioni comunali ossidi di azoto (t) - Anno 2003



Mappa 7 - Emissioni comunali PM₁₀ primario (t) - Anno 2003



Mappa 8 - Emissioni comunali ossidi di zolfo (t) - Anno 2003



2.4. Emissioni nei comuni oggetto di Accordo di cui alla DGR 1224/05

Nelle tabella 20 sono riportate le emissioni totali per i comuni oggetto dell'Accordo di cui alla DGR 1224 del 19-12-2005 *"Approvazione dell'Accordo tra Regione Toscana, URPT, ANCI, Province e Comuni per il risanamento della qualità dell'aria ambiente nelle aree urbane, in particolare per la riduzione delle emissioni di PM10"*, con l'indicazione della percentuale rispetto al totale regionale.

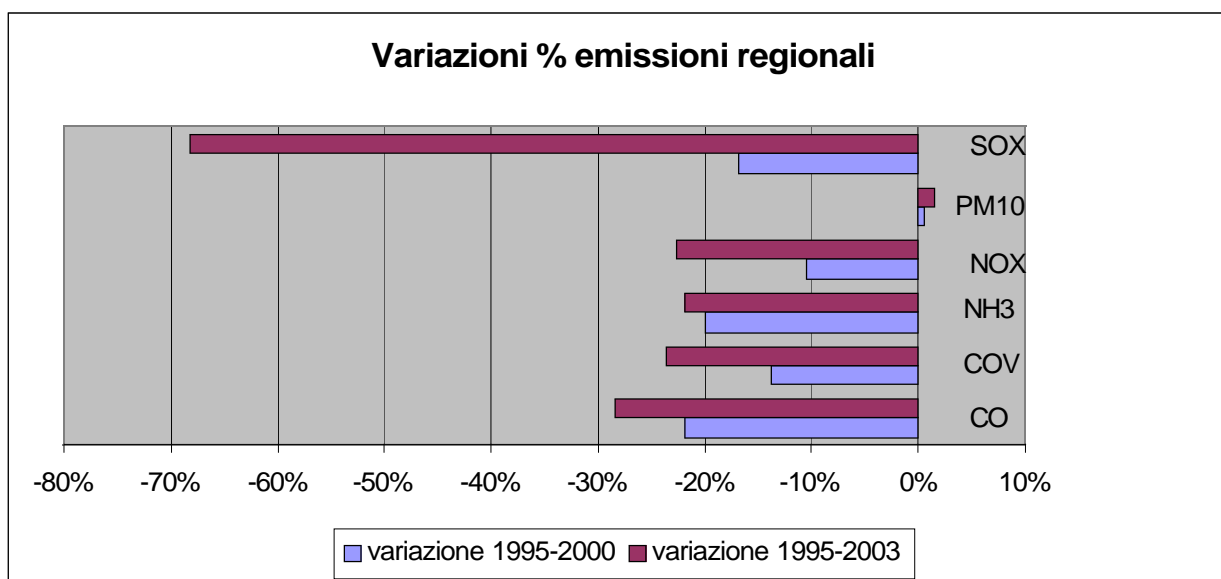
Tab. 20 - Emissioni totali Comuni dell'Accordo del 20 dicembre 2005 (t) – Anno 2003

Provincia	Comune	CO	% tot reg.	COV	% tot reg.	NH ₃	% tot reg.	NO _x	% tot reg.	PM ₁₀	% tot reg.	SO _x	% tot reg.
AR	Arezzo	5.918	1,9%	2.405	2,0%	135	1,3%	1.213	1,5%	200	1,6%	49	0,2%
FI	Bagno a Ripoli	2.021	0,6%	628	0,5%	30	0,3%	579	0,7%	63	0,5%	21	0,1%
FI	Calenzano	3.209	1,0%	671	0,6%	27	0,3%	1.047	1,3%	182	1,4%	480	1,6%
FI	Campi Bisenzio	2.510	0,8%	813	0,7%	28	0,3%	605	0,7%	58	0,4%	22	0,1%
LU	Capannori	5.705	1,8%	1.587	1,3%	59	0,6%	840	1,0%	299	2,3%	32	0,1%
PI	Cascina	2.361	0,8%	951	0,8%	41	0,4%	475	0,6%	71	0,6%	16	0,1%
FI	Firenze	19.748	6,3%	6.923	5,7%	100	1,0%	4.656	5,6%	388	3,0%	268	0,9%
GR	Grosseto	4.780	1,5%	1.940	1,6%	349	3,4%	1.149	1,4%	177	1,4%	53	0,2%
FI	Lastra a Signa	1.193	0,4%	427	0,4%	22	0,2%	274	0,3%	36	0,3%	12	0,0%
LI	Livorno	11.835	3,8%	3.601	3,0%	97	1,0%	6.940	8,4%	299	2,3%	4.562	15,2%
LU	Lucca	5.982	1,9%	2.136	1,8%	73	0,7%	1.319	1,6%	216	1,7%	58	0,2%
PT	Montecatini Terme	1.231	0,4%	429	0,4%	14	0,1%	259	0,3%	30	0,2%	14	0,0%
PI	Pisa	5.756	1,8%	2.602	2,1%	91	0,9%	3.152	3,8%	175	1,4%	720	2,4%
PT	Pistoia	6.020	1,9%	2.042	1,7%	67	0,7%	1.385	1,7%	211	1,6%	49	0,2%
SI	Poggibonsi	1.866	0,6%	812	0,7%	30	0,3%	494	0,6%	123	1,0%	39	0,1%
PO	Poggio a Caiano	499	0,2%	167	0,1%	3	0,0%	87	0,1%	11	0,1%	4	0,0%
PI	Pontedera	1.534	0,5%	1.047	0,9%	106	1,0%	401	0,5%	44	0,3%	13	0,0%
PO	Prato	12.617	4,0%	3.412	2,8%	73	0,7%	2.288	2,8%	337	2,6%	81	0,3%
PI	Santa Croce sull'Arno	743	0,2%	3.038	2,5%	8	0,1%	187	0,2%	25	0,2%	19	0,1%
FI	Scandicci	3.267	1,0%	1.098	0,9%	33	0,3%	783	0,9%	75	0,6%	31	0,1%
FI	Sesto Fiorentino	2.632	0,8%	991	0,8%	26	0,3%	519	0,6%	56	0,4%	23	0,1%
SI	Siena	3.162	1,0%	1.132	0,9%	52	0,5%	715	0,9%	91	0,7%	30	0,1%
FI	Signa	884	0,3%	329	0,3%	7	0,1%	174	0,2%	23	0,2%	9	0,0%
LU	Viareggio	3.690	1,2%	1.470	1,2%	27	0,3%	920	1,1%	86	0,7%	41	0,1%
Totale 24 Comuni		109.164	34,9%	40.649	33,4%	1.497	14,8%	30.460	36,7%	3.277	25,4%	6.647	22,2%

2.5. Confronto emissioni regionali anni 1995 2000 e 2003

Nel grafico 1 sono riportate, per i vari inquinanti, le variazioni percentuali tra le emissioni stimate per gli anni 2000 e 2003 rispetto a quelle dell'anno 1995.

Grafico. 1 - Emissioni totali Regionali: variazione anni 1995-2000 e 1995-2003



Nelle tabelle 21a e 21b sono riportati, per ogni singolo inquinante, a livello di macrosettore, la variazione percentuale delle emissioni degli anni 2000 e 2003 rispetto a quelle del 1995.

Tab. 21a - Variazioni % emissioni totali per macrosettore - anni 2000 e 2003 su 1995

Macrosettore	CO		COV		NH ₃	
	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	36%	18%	12%	-3%	-	-
Impianti di combustione non industriali	7%	21%	7%	20%	7%	22%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	-64%	-71%	-41%	-29%	26%	40%
Processi Produttivi	-13%	22%	26%	38%	18%	70%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	-	-	-60%	-59%	-	-
Uso di solventi	-	-	2%	-4%	-46%	-46%
Trasporti Stradali	-24%	-40%	-24%	-49%	116%	156%
Altre Sorgenti Mobili	-21%	-17%	-27%	-28%	-5%	8%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	0%	20%	-10%	0%	-9%	1%
Agricoltura	-3%	1%	-33%	-30%	-27%	-32%
Natura	39%	441%	11%	41%	-	-
Totale	-22%	-28%	-14%	-24%	-20%	-22%

Tab. 21b - Variazioni % emissioni totali per macrosettore - anni 2000 e 2003 su 1995

Macrosettore	NO _x		PM ₁₀		SO _x	
	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	1%	-54%	58%	-23%	-6%	-73%
Impianti di combustione non industriali	5%	3%	4%	15%	-16%	-53%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	-11%	2%	-20%	-23%	-54%	-56%
Processi Produttivi	-6%	82%	-12%	-29%	-35%	-21%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	-	-	-	-	-	-
Uso di solventi	-	-	-1%	-29%	-	-
Trasporti Stradali	-20%	-29%	-3%	-7%	-74%	-70%
Altre Sorgenti Mobili	9%	-2%	-1%	6%	-24%	-60%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	14%	-17%	61%	0%	-24%	-38%
Agricoltura	-3%	1%	-27%	-38%	-	-
Natura	40%	441%	39%	441%	-	-
Totale	-11%	-23%	1%	2%	-17%	-68%

Per quanto riguarda il monossido di carbonio CO, si conferma la tendenza di diminuzione delle emissioni (-22% nel 2000 e - 28% nel 2003 rispetto al 1995). Questa diminuzione si è manifestata prevalentemente nel macrosettore “*Trasporto stradale*” a seguito del rinnovamento del parco circolante che ha visto aumentare significativamente la presenza di vetture dotate di motorizzazioni sempre più efficienti. Una ulteriore diminuzione si è avuta nel macrosettore “*Impianti di combustione industriale e processi con combustione*”. Per alcuni macrosettori si ha invece una variazione di segno positivo, dato in contro tendenza rispetto alla diminuzione regionale, ed in particolare nel macrosettore “*Impianti di combustione non industriali*” che ha visto le emissioni del 2003 aumentare del 21% rispetto al 1995 (pari ad un aumento in valore assoluto di circa 7.000 tonnellate). Anche il macrosettore “*Natura*” ha registrato un importante aumento nel 2003 rispetto al 1995 (+ 441%) dovuto alle particolari condizioni meteorologiche che, nei mesi estivi del 2003, hanno favorito l’insorgere e la propagazione degli incendi boschivi.

Anche per i composti organici volatili COV, si conferma il trend di diminuzione con una riduzione delle emissioni dal 1995 al 2000 e 2003 rispettivamente del 14% e 24%. Anche per questo inquinante, la diminuzione è quasi totalmente ascrivibile al trasporto stradale con una riduzione in termini assoluti di 38.000 t. rispetto al 1995 (quasi -20.000 tonnellate rispetto al 2000). Altre diminuzioni significative, in valori assoluti, si sono avute nel macrosettore “*Uso di solventi*”, con una riduzione dal 2000 al 2003 di oltre 2.000 tonnellate. Significative variazioni, in controtendenza, si hanno invece nel macrosettore “*Impianti di combustione non industriali*” con un aumento di circa 1.500 t. rispetto al 1995 (circa 1.000 tonnellate rispetto al 2000) e nel macrosettore “*Natura*” che, come già detto per il monossido di carbonio, a causa delle situazione climatica del periodo estivo del 2003 (l’aumento della temperatura ha come effetto una maggiore emissione di composti organici volatili da parte delle specie arboree considerate) ha visto un aumento stimato delle emissioni rispetto al 1995 di 5.000 tonnellate (circa 4.000 rispetto al 2000).

Anche Relativamente all’ammoniaca le emissioni sono diminuite tra quelle stimate al 1995 e quelle stimate per il 2000 e 2003, rispettivamente del 20% e 22%. L'intera riduzione è ascrivibile al macrosettore “Agricoltura” che ha realizzato una minor emissione tra il 1995 ed il 2003 di oltre 3600 tonnellate. Aumentano invece le emissioni dal macrosettore “Trasporti stradali” (+ 700 tonnellate tra il 1995 ed il 2003) in conseguenza della progressiva sostituzione dei veicoli vecchi con i nuovi dotati di marmitta catalitica.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto si conferma una riduzione delle emissioni rispetto al 1995 (- 11% nel 2000 e -23% nel 2003). Tale diminuzione è ascrivibile essenzialmente al macrosettore "*Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche*" che ha visto una diminuzione delle emissioni tra il 2003 ed il 1995 di oltre 8.000 tonnellate ed in particolare al significativo ridimensionamento in termini di produzione elettrica della centrale Enel di Torre del Sale a Piombino. Anche per il macrosettore "*Trasporti stradali*" le stime hanno evidenziato significative riduzioni di oltre 16.000 tonnellate tra il 2003 ed il 1995 (- circa 5.000 tonnellate tra il 2003 rispetto al 2000) a seguito, come già detto, al rinnovo del parco circolante con veicoli a maggiore efficienza e minori emissioni specifiche.

Le emissioni di PM₁₀ primario sembrano stabilizzate, avendosi aumenti del 1-2 % tra le emissioni 2000 e 2003 rispetto e quelle stimate per il 1995. Le principali riduzioni si sono avute nel macrosettore "*Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche*" che ha visto una riduzione delle emissioni nel 2003 di PM₁₀ primario di oltre 200 tonnellate rispetto al 1995. Come già detto, questa diminuzione va ricercata sia in una maggiore efficienza degli impianti di produzione sia nel ridimensionamento nella produzione di energia elettrica della centrale Enel di Torre del Sale a Piombino. Anche il macrosettore "*Trasporti stradali*" ha registrato importanti diminuzioni delle emissioni 2003 sia rispetto al 1995 (-240 tonnellate) sia rispetto al 2000 (-140 tonnellate) .Il macrosettore "*Impianti di combustione non industriali*" ha invece registrato un significativo aumento delle emissioni 2003 sia rispetto al 1995 (+ 630 tonnellate), sia al 2000 (+ 460 tonnellate) quasi tutte attribuibili al riscaldamento domestico di caminetti e stufe a legna. Anche il macrosettore "*Natura*" ha avuto, a causa, come già detto, del notevole incremento della superficie interessata da incendi, un notevolissimo aumento di emissioni, con un incremento, nel 2003, di quasi 800 tonnellate rispetto ai valori del 1995 (+ 708 tonnellate rispetto al 2000). La superficie interessata da incendi, nel 2003, è infatti praticamente quadruplicata rispetto agli altri anni passando dai 745 ettari del 1995 ai 1.086 ettari del 2000 ai 3.829 ettari del 2003.

Per quanto riguarda gli ossidi di zolfo, si conferma la tendenza alla riduzione delle emissioni nel 2003, dovuta principalmente al macrosettore "*Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche*", che, come già detto, a causa della riduzione delle attività nella centrale Enel di Torre del Sale a Piombino e dell’impiego di oli combustibili a minor contenuto di zolfo, ha visto le emissioni del 2003 diminuire di 51.000 tonnellate rispetto al 1995 (- 47.000 tonnellate rispetto al 2000).

2.6. Confronto emissioni provinciali anni 1995 2000 e 2003

Nelle tabelle 22a e 22b sono riportate per ogni provincia ed inquinante, la variazione percentuale delle emissioni, relativa agli anni 1995-2000 e 1995-2003.

Tab. 22a - Variazioni % emissioni totali provinciali - anni 2000 e 2003 su 1995

Provincie	CO		COV		NH ₃	
	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003
Massa-Carrara	-18%	-24%	-15%	-24%	-25%	-15%
Lucca	-16%	-19%	-11%	-21%	-23%	-21%
Pistoia	-20%	-31%	-13%	-25%	-24%	-19%
Firenze	-22%	-34%	-17%	-31%	-4%	2%
Livorno	-30%	-24%	-16%	-26%	-17%	0%
Pisa	-22%	-36%	-8%	-21%	5%	-18%
Arezzo	-16%	-28%	-12%	-18%	-24%	-28%
Siena	-19%	-29%	-14%	-17%	-29%	-33%
Grosseto	-25%	-32%	-16%	-17%	-30%	-31%
Prato	-17%	-23%	-15%	-31%	0%	22%
Toscana	-22%	-28%	-14%	-24%	-20%	-22%

Tab. 22b - Variazioni % emissioni totali provinciali - anni 2000 e 2003 su 1995

Provincie	NO _x		PM ₁₀		SO _x	
	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003
Massa-Carrara	-12%	-4%	2%	27%	14%	-14%
Lucca	-9%	-11%	4%	29%	-55%	-68%
Pistoia	-13%	-18%	-4%	-4%	-23%	-72%
Firenze	-18%	-21%	-4%	2%	-50%	-47%
Livorno	1%	-40%	9%	-21%	-14%	-74%
Pisa	-12%	-13%	-3%	-4%	-40%	-22%
Arezzo	-17%	-11%	10%	10%	-10%	-52%
Siena	-21%	-24%	-4%	-3%	-44%	-16%
Grosseto	-14%	-13%	-14%	-6%	-27%	-27%
Prato	-12%	-18%	15%	47%	-53%	-60%
Toscana	-11%	-23%	1%	2%	-17%	-68%

Dall'analisi dei dati si evidenziano dei comportamenti "anomali" per le variazioni nelle emissioni di alcuni inquinanti in particolari province, rispetto all'andamento generale. Tali comportamenti sono stati analizzati e di seguito sono riportati i motivi di tali variazioni; si sottolinea comunque come talora, a fronte di una variazione percentuale elevata, corrisponda invece un modesto incremento o decremento in valore assoluto, che, in genere, non incide in modo significativo sui livelli medi di inquinamento.

Monossido di carbonio

Nella Provincia di Livorno, la minor diminuzione tra le emissioni 2003 rispetto al 1995 e quelle del 2000 rispetto al 1995 (-24% e -30% rispettivamente) va ascritta al macrosettore "Processi produttivi" ed in particolare all'attività "Produzione di carbonati di sodio" per la quale le stime di emissione per il monossido di carbonio sono passate da circa 8.000 tonnellate nel 1995 a poco più di 7.000 tonnellate nel 2000 ed a quasi 20.000 tonnellate nel 2003. Nel complesso la riduzione tra le emissioni del 2003 rispetto a quello del 1995 è di oltre le 20.000 tonnellate.

Ammoniaca

Nella Provincia di Massa-Carrara la minor diminuzione tra le emissioni 2003 rispetto al 1995 e quelle del 2000 rispetto al 1995 (-15% e -25% rispettivamente) corrisponde ad un aumento relativo, tra il 2000 ed il 2003, di circa 40 tonnellate registrate nei macrosettori "Agricoltura" e "Trasporti stradali".

Nella Provincia di Livorno la minor diminuzione tra le emissioni 2003 rispetto al 1995 e quelle del 2000 rispetto al 1995 (0% e -17% rispettivamente) corrisponde ad una maggiore emissione, tra il 2000 ed il 2003, di 130 tonnellate distribuite sui macrosettori "Processi Produttivi", "Trasporti stradali", "Trattamento e smaltimento rifiuti" ed "Agricoltura".

Nella Provincia di Prato, l'aumento delle emissioni tra il 2003 ed il 1995 (+22%), corrisponde ad un aumento delle emissioni di 25 tonnellate ascrivibili equamente ai macrosettori "Trasporti stradali" e "Trattamento e smaltimento rifiuti".

Ossidi di azoto

La minor diminuzione tra le emissioni 2003 rispetto al 1995 e quelle del 2000 rispetto al 1995 (-4% e -12% rispettivamente) nella Provincia di Massa-Carrara, corrisponde ad un aumento effettivo delle emissioni, tra il 2000 ed il 2003, di oltre 350 tonnellate, sostanzialmente tutte attribuibili al porto di Marina di Carrara, le cui emissioni sono passate da poco più di 850 tonnellate nel 2000 a circa 1280 nel 2003.

Nella Provincia di Arezzo, la minor diminuzione tra le emissioni 2003 rispetto al 1995 e quelle del 2000 rispetto al 1995 (-11% e -17% rispettivamente) corrisponde ad un incremento delle emissioni, tra il 2000 ed il 2003, di quasi 600 tonnellate totalmente ascrivibili al macrosettore "Impianti di combustione industriale e processi con combustione" che ha visto aumentare le proprie emissioni, tra il 2000 ed il 2003, di oltre 1.100 tonnellate, aumento in parte mitigato dalla significativa diminuzione di oltre 550 tonnellate riscontrata, nel medesimo arco temporale, nel macrosettore "Trasporti stradali".

PM₁₀ primario

Nella Provincia di Massa-Carrara l'aumento del 27% delle emissioni tra il 1995 ed il 2003, corrispondente a circa 150 tonnellate è imputabile principalmente all'aumento della superficie interessata da incendi ed ad un maggior consumo di legna nel riscaldamento civile.

Nella Provincia di Lucca, l'aumento del 29% tra le emissioni 2003 e quelle 1995, corrisponde ad un incremento effettivo di quasi 390 tonnellate di PM₁₀ primario, anche in questa provincia totalmente attribuibile all'aumento della superficie interessata da incendi (+328 tonnellate) ed al maggior consumo di legna nel riscaldamento domestico (+128 tonnellate).

Anche nella Provincia di Prato l'aumento del 47% tra le emissioni 1995 e quelle 2003 corrispondente a circa 150 tonnellate deve essere ascritto per la quasi totalità all'incremento degli incendi (+ 130 tonnellate).

Nella Provincia di Livorno, il dato in controtendenza della diminuzione del 21% tra le emissioni 1995 e 2003, pari a circa 475 tonnellate va ricercato, come già indicato, nella riduzione delle attività della centrali Enel di Piombino, ed in quella di Livorno. Complessivamente il macrosettore "Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche" nella Provincia di Livorno ha registrato una riduzione delle emissioni di PM₁₀ primario tra il 2003 ed il 1995 di oltre 250 tonnellate. Per questa provincia va inoltre segnalato la significativa diminuzione di circa 30 tonnellate nel macrosettore "Trasporti stradali", mentre si conferma l'incremento nelle emissioni per l'aumento degli incendi (+ 50 tonnellate tra il 1995 e 2003).

Ossidi di zolfo

Nella Provincia di Firenze, la minor diminuzione tra le emissioni 2003 rispetto al 1995 e quelle del 2000 rispetto al 1995 (-47% e -50% rispettivamente), corrispondente ad un incremento di emissioni tra il 2000 ed il 2003 di 130 tonnellate, deve essere attribuita al

macrosettore “Impianti di combustione industriale e processi con combustione” ed in particolare all’attività “Produzione di cemento”.

Nella Provincia di Pisa la minor diminuzione tra le emissioni 2003 rispetto al 1995 e quelle del 2000 rispetto al 1995 (-22% e -40% rispettivamente), corrisponde ad un aumento delle emissioni tra il 2000 ed il 2003, di quasi 220 tonnellate anche in questo caso attribuibili al macrosettore “Impianti di combustione industriale e processi con combustione” ed in particolare all’attività “Produzione di vetro piano”.

Nella Provincia di Siena la minor diminuzione tra le emissioni 2003 rispetto al 1995 e quelle del 2000 rispetto al 1995 (-16% e -44% rispettivamente), corrisponde ad un aumento delle emissioni di ossidi di zolfo, tra il 2000 ed il 2003, di 233 tonnellate, anche in questo caso da attribuire al macrosettore “Impianti di combustione industriale e processi con combustione” ed in particolare all’attività “Produzione di laterizi”.

2.7. Emissioni per abitante e densità emissiva anni 1995 2000 e 2003

Nei grafici 2 e 3 sono presentati i valori delle emissioni per abitante e la densità emissiva calcolati per la Toscana e per l'intero territorio nazionale per gli anni 1995, 2000 e 2003. Le emissioni relative all'Italia sono state estratte dalla banca dati delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici dal 1990 al 2004 messa a disposizione da ANPA al sito http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni/clrtap9004/view. I dati sulla popolazione relativi all'Italia ed alla Toscana stati forniti dal Servizio Statistica regionale.

Grafico 2 - Emissioni per abitante per Toscana ed Italia - Anni 1995, 2000 e 2003

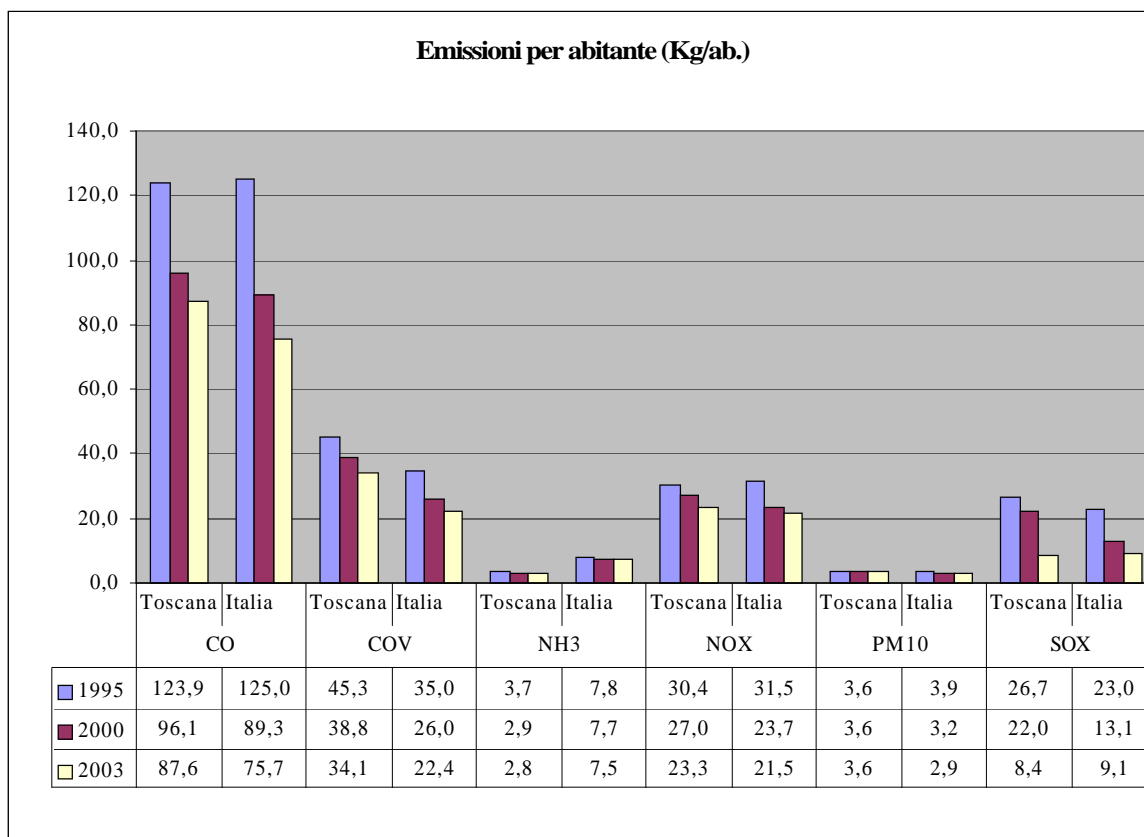
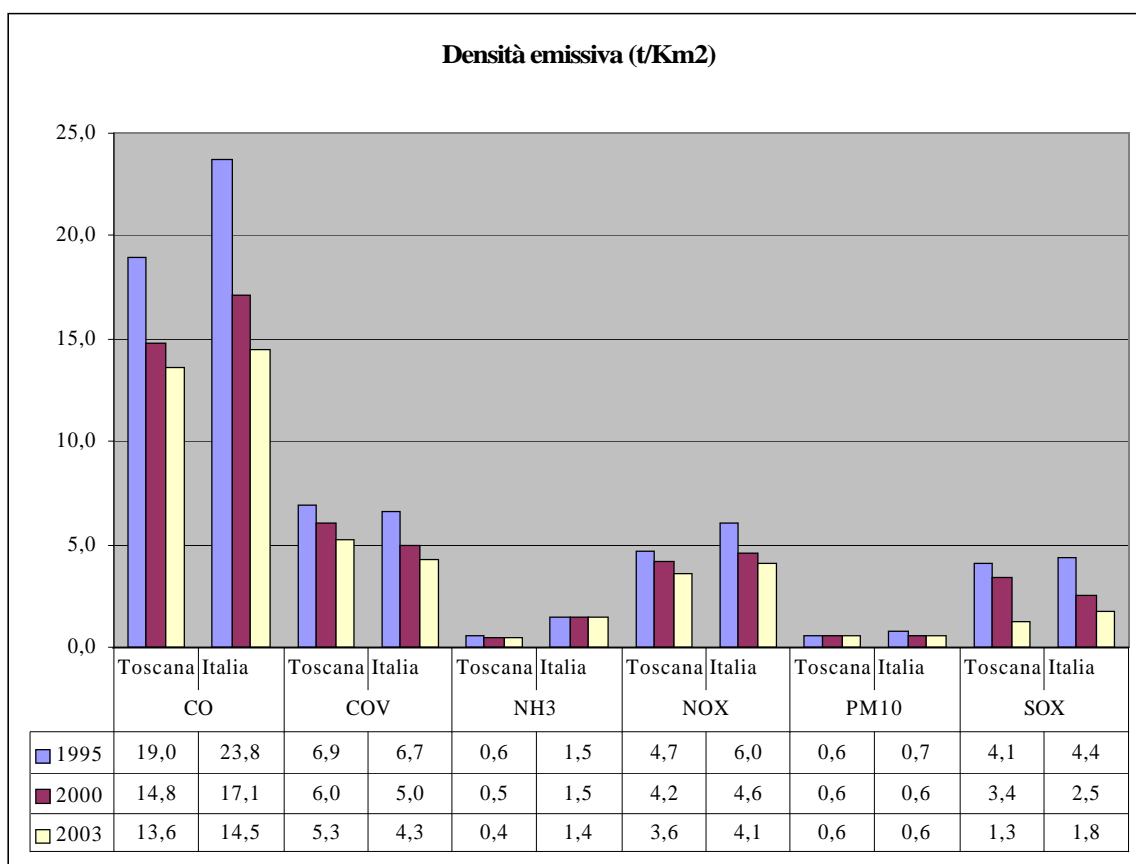


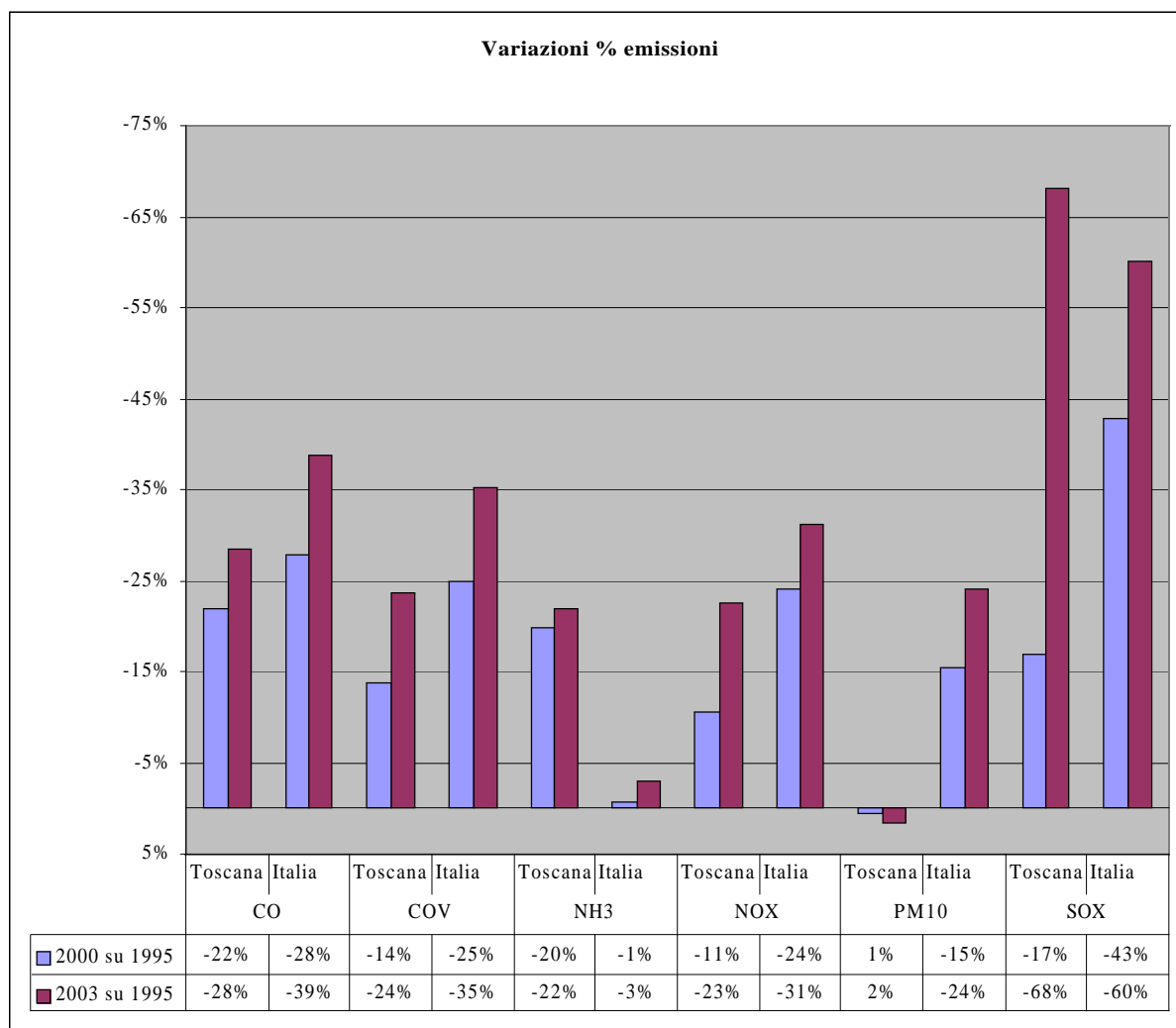
Grafico 3 - Emissioni per Km² per Toscana ed Italia - Anni 1995, 2000 e 2003



Dai grafici si può osservare come per tutti gli inquinanti, sia le emissioni per abitante, sia la densità emissiva, hanno valori ed andamenti sostanzialmente identici sia per la Toscana che per l'Italia.

Nel grafico 4 sono riportate le variazioni percentuali rispetto al 1995 delle emissioni per la Toscana e per l'Italia per gli anni 2000 e 2003.

Grafico 4 - Variazione % delle emissioni per Toscana ed Italia - anni 2000 e 2003 su 1995



Il trend delle emissioni, per tutti gli inquinanti è in diminuzione sia in Toscana (eccetto per il PM₁₀ primario) che in Italia. La percentuale di riduzione a livello nazionale è, per tutti gli inquinanti eccetto l'ammoniaca, maggiore rispetto a quella regionale. Questo è spiegabile considerando che la nostra realtà locale presenta un margine di miglioramento minore rispetto all'intero territorio nazionale. La situazione emissiva regionale di riferimento (1995), infatti, era di per sé migliore rispetto alla media nazionale e questo si è tradotto obbligatoriamente in una maggiore difficoltà nell'ottenere ulteriori margini significativi di riduzione delle emissioni dei vari inquinanti. Val la pena di evidenziare come per il PM₁₀ primario si assiste ad una

riduzione a livello nazionale mentre, come già detto, i valori a livello regionale indicano una sostanziale stabilità nelle emissioni.

Nelle tabelle 23 e 24 sono riportati, rispettivamente, i valori delle emissioni per abitante (Kg/ab.) e della densità emissiva (t/Km²) per le singole province relativamente all'anno 2003.

Tab. 23 - Emissioni per abitante per provincia (Kg/ab.) - Anno 2003

Provincia	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM ₁₀	SO _x
Arezzo	81,5	38,0	5,0	29,3	4,5	13,5
Firenze	68,4	27,2	1,5	19,1	2,5	2,1
Grosseto	83,6	44,0	9,5	20,0	5,2	5,7
Livorno	195,2	35,2	2,4	53,6	5,5	57,7
Lucca	96,2	36,5	1,3	21,9	4,5	1,5
Massa Carrara	88,3	28,8	1,7	20,4	3,6	3,1
Pisa	67,6	47,9	3,4	19,6	2,6	2,3
Pistoia	72,7	28,6	1,3	17,9	2,9	1,4
Prato	70,1	21,5	0,6	12,3	2,0	0,6
Siena	81,9	42,5	6,0	20,7	5,3	2,7
Toscana	87,6	34,1	2,8	23,3	3,6	8,4

I dati mostrano come la Provincia di Livorno presenti una emissione per abitante per il monossido di carbonio CO, circa doppia rispetto al livello regionale. Per quanto riguarda i composti organici volatili COV, i valori per le singole province non si discostano molto dal valore regionale. Per l'ammoniaca NH₃, il valore più alto si riscontra nella provincia di Grosseto che presenta un valore circa 4 volte superiore rispetto al dato regionale (rispettivamente 9,5 e 2,8 Kg per abitante). Per gli ossidi di azoto NO_x, così come per il materiale particolato fine primario PM₁₀, la Provincia di Livorno presenta una emissione per abitante pari a quasi il doppio rispetto al dato regionale. Per quanto riguarda le emissioni di ossidi di zolfo SO_x, ancora una volta il dato più elevato è nella provincia di Livorno con una emissione per abitante pari a circa 7 volte il dato regionale, come era da aspettarci essendo queste emissioni quasi tutte concentrate in questa provincia.

Tab. 24 - Densità emissiva per provincia (t/Km²) - Anno 2003

Provincia	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM ₁₀	SO _x
Arezzo	8,3	3,9	0,5	3,0	0,5	1,4
Firenze	18,6	7,4	0,4	5,2	0,7	0,6
Grosseto	4,0	2,1	0,5	1,0	0,2	0,3
Livorno	52,8	9,5	0,6	14,5	1,5	15,6
Lucca	20,5	7,8	0,3	4,6	1,0	0,3
Massa Carrara	15,2	5,0	0,3	3,5	0,6	0,5
Pisa	10,8	7,7	0,5	3,1	0,4	0,4
Pistoia	20,7	8,1	0,4	5,1	0,8	0,4
Prato	44,8	13,7	0,4	7,9	1,3	0,4
Siena	5,5	2,9	0,4	1,4	0,4	0,2
Toscana	13,6	5,3	0,4	3,6	0,6	1,3

L'analisi dei dati mostra come per il monossido di carbonio CO, i composti organici volatili COV, gli ossidi di azoto NO_x ed il materiale particolato fine primario PM₁₀, i valori maggiori delle densità emissive si hanno nelle Province di Livorno e Prato che presentano, valori da 2 a 4 volte superiori rispetto al corrispondente valore della densità emissiva regionale. Per l'ammoniaca NH₃, il dato della densità emissiva è uniforme su tutto il territorio regionale. Per quanto riguarda gli ossidi di zolfo SO_x, vale la stessa considerazione del punto precedente, ed infatti la densità emissiva nella provincia di Livorno è pari, per questo inquinante, a 12 volte il valore regionale.

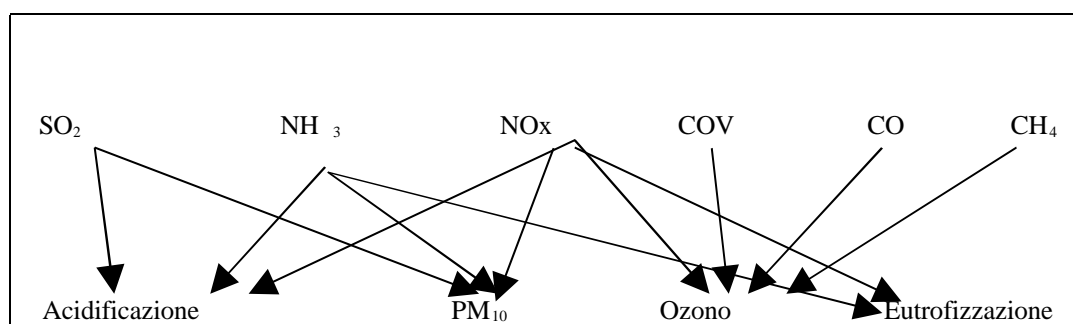
3. Fenomeni a mesoscala: eutrofizzazione, acidificazione, formazione di ozono troposferico e materiale particolato secondario

In questo capitolo vengono riportati i risultati dell’inventario, confrontandoli con gli anni 1995 e 2000, degli inquinanti responsabili dei fenomeni di acidificazione, eutrofizzazione, della formazione dell’ozono troposferico e della formazione del materiale particolato secondario.

Per una descrizione di questi fenomeni si rimanda al glossario.

Come indicato nel precedente rapporto sui dati dell’inventario del 2000, i fenomeni dell’acidificazione, dell’eutrofizzazione, della formazione dell’ozono troposferico e della formazione di materiale particolato secondario, sono problemi interconnessi a scala europea o continentale (mesoscala) generati dalle emissioni di biossido di zolfo (SO_2), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili (COV), ammoniaca (NH_3), monossido di carbonio (CO) e metano (CH_4) così come descritto nella figura 1.

Figura 1- Schema di interconnessione tra inquinanti e fenomeni a mesoscala



Per una descrizione dei singoli fenomeni si rimanda al rapporto I.R.S.E. 2000 già citato.

Per quanto riguarda la formazione dell’ozono troposferico, esso, come indicato dalla figura, si forma con il contributo di quattro inquinanti: ossidi di azoto, composti organici non metanici, monossido di carbonio e metano. L’emissione di questi precursori può essere aggregata pesando opportunamente le emissioni dei singoli inquinanti secondo un fattore che misura il potenziale di formazione dell’ozono troposferico. In accordo con quanto indicato in letteratura e utilizzato anche dalla Unione Europea (de Leeuw et al., 2002)⁴ i fattori di peso utilizzati sono: $\text{NO}_x=1,22$; $\text{COV}=1$; $\text{CO}=0,11$; $\text{CH}_4=0,014$. Il risultato di questa somma pesata esprime la quantità di composti organici equivalenti per la formazione di ozono.

Le emissioni degli inquinanti responsabili del fenomeno di acidificazione sono: ammoniaca, biossido di zolfo ed ossidi di azoto. Questi possono essere aggregate pesando ciascun inquinante con il fattore di acidità equivalente che rappresenta il proprio potenziale di

⁴ de Leeuw, F. A. A. M. (2002): *A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution*. Environmental Science & Policy 5 (2002) 135-145

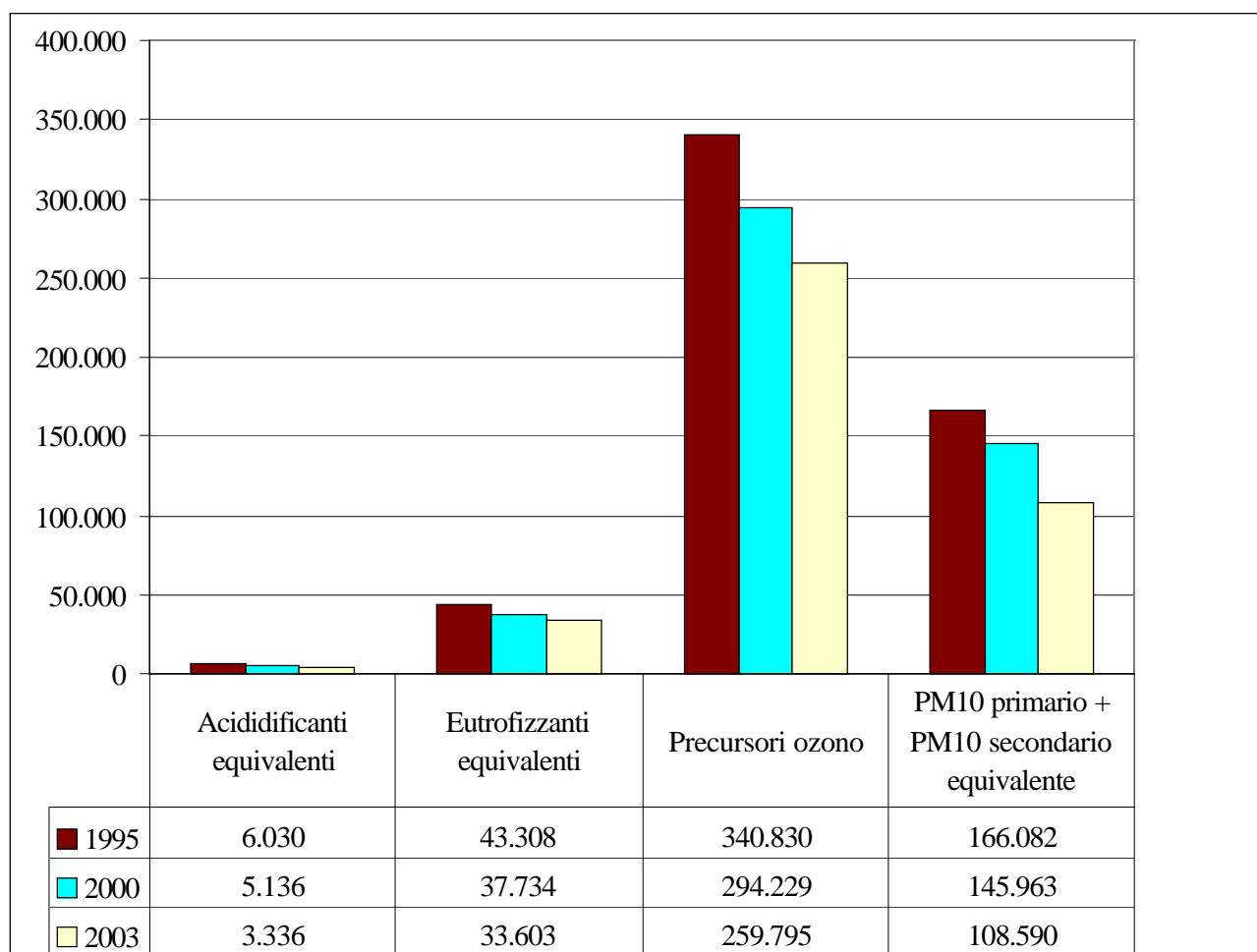
acidificazione. I fattori di acidità equivalente utilizzati sono: $SO_2=2/64$ acid eq/g; $NO_x=1/46$ acid eq/g; $NH_3=1/17$ acid eq/g. (de Leeuw et al., 2002)

Le emissioni degli inquinanti eutrofizzanti, ammoniaca ed ossidi di azoto, sono aggregate utilizzando i seguenti pesi: $NH_3=14/17$; $NO_x=14/46$ (de Leeuw et al., 2002);

Le emissioni dei precursori del PM_{10} secondario, biossido di zolfo, ammoniaca ed ossidi di azoto, possono essere sommate pesandole per un fattore di efficienza nella formazione del particolato, e successivamente sommate al PM_{10} primario per ottenere una stima del PM_{10} totale. I valori utilizzati sono: PM_{10} primario=1; $SO_2=0,54$; $NO_x=0,88$; $NH_3=0,64$ (de Leeuw et al., 2002).

Nel grafico 5 sono riportate le emissioni equivalenti per i fenomeni di acidificazione e di eutrofizzazione, per la formazione dell'ozono troposferico e per il PM_{10} totale, relativamente agli anni 1995, 2000 e 2003.

Grafico 5 - Fenomeni a scala regionale: indicatori di pressione in Toscana (t)



Il grafico evidenzia come le somme, opportunamente pesate, delle emissioni di tutte le sostanze inquinanti che generano i fenomeni di eutrofizzazione, acidificazione, formazione di ozono troposferico e materiale particolato totale, mostrino un decremento significativo nel periodo 1995 - 2003. In particolare, per quanto riguarda il PM_{10} , deve essere messo in evidenza come, a fronte di una sostanziale costanza delle emissioni di PM_{10} primario dal 1995 al 2003, si stima, invece, una riduzione del 35%, nello stesso periodo, quando ci si riferisce alle emissioni di PM_{10} primario e dei precursori del PM_{10} secondario, opportunamente pesati.

Nella tabella 25 sono riportate le emissioni pesate, relative all'anno 2003, per i fenomeni di acidificazione e di eutrofizzazione, per la formazione dell'ozono troposferico e per il PM₁₀ totale (primario + secondario equivalente), suddivise per macrosettori.

Tab. 25 - Emissioni equivalenti per fenomeni a mesoscala e loro % rispetto al totale regionale, suddivise per macrosettore (t) – Anno 2003

Macrosettore	Acidificanti equivalenti		Eutrofizzanti equivalenti		Precursori O ₃		PM ₁₀ primario + PM ₁₀ secondario equivalente	
	t	%	t	%	t	%	t	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	765	22,9%	2.211	6,6%	10.210	3,9%	17.648	16,3%
Impianti di combustione non industriali	144	4,3%	1.650	4,9%	19.449	7,5%	9.842	9,1%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	501	15,0%	4.540	13,5%	19.315	7,4%	17.743	16,3%
Processi Produttivi	72	2,2%	175	0,5%	10.246	3,9%	1.480	1,4%
Estrazione, distribuzione e combustibili fossili	0	0,0%	0	0,0%	3.437	1,3%	0	0,0%
Uso di solventi	0	0,0%	1	0,0%	37.533	14,4%	18	0,0%
Trasporti Stradali	982	29,4%	13.216	39,3%	110.088	42,4%	39.961	36,8%
Altre Sorgenti Mobili	349	10,5%	4.518	13,4%	20.935	8,1%	14.634	13,5%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	62	1,9%	850	2,5%	3.384	1,3%	825	0,8%
Agricoltura	460	13,8%	6.439	19,2%	4.458	1,7%	5.476	5,0%
Natura	0	0,0%	2	0,0%	20.742	8,0%	962	0,9%
Totale regionale	3.336		33.603		259.795		108.590	

Per tutti i fenomeni a mesoscala descritti, il macrosettore che presenta le maggiori emissioni è quello dei "Trasporti stradali" con valori dal 30% al 40 % rispetto al totale regionale.

Nelle tabelle 26a e 26b sono riportate le percentuali di variazione tra le emissioni pesate per i fenomeni di acidificazione e di eutrofizzazione, per la formazione dell'ozono troposferico, per il PM₁₀ totale (primario + secondario equivalente), suddivise per macrosettori, rispetto agli anni 1995 2000 e 2003.

Tab. 26a - Emissioni per fenomeni a mesoscala - Variazioni % anni 2000 e 2003 rispetto al 1995

Macrosettore	Acidificanti equivalenti		Eutrofizzanti equivalenti	
	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	-5%	-70%	1%	-54%
Impianti di combustione non industriali	-2%	-15%	5%	3%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	-35%	-30%	-11%	2%
Processi Produttivi	-31%	-12%	6%	77%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	-	-	-	-
Uso di solventi	-46%	-46%	-46%	-46%
Trasporti Stradali	-23%	-29%	-17%	-25%
Altre Sorgenti Mobili	3%	-12%	9%	-2%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	-8%	-2%	-7%	0%
Agricoltura	-27%	-32%	-27%	-32%
Natura	40%	441%	40%	441%
Totale	-15%	-45%	-13%	-22%

Tab. 26b - Emissioni per fenomeni a mesoscala - Variazioni % anni 2000 e 2003 rispetto al 1995

Macrosettore	Precursori O ₃		PM ₁₀ primario + PM ₁₀ secondario equivalente	
	1995-2000	1995-2003	1995-2000	1995-2003
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	2%	-50%	-3%	-67%
Impianti di combustione non industriali	6%	14%	3%	3%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	-18%	-7%	-26%	-19%
Processi Produttivi	9%	32%	-29%	-10%
Estrazione,distribuzione combustibili fossili	-57%	-55%	-	-
Uso di solventi	2%	-4%	-4%	-30%
Trasporti Stradali	-23%	-40%	-21%	-28%
Altre Sorgenti Mobili	3%	-6%	6%	-5%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	-8%	-1%	-4%	-5%
Agricoltura	-33%	-29%	-27%	-32%
Natura	11%	50%	39%	441%
Totale	-14%	-24%	-12%	-35%

Il trend delle emissioni globali di precursori per tutti i fenomeni considerati, si conferma in diminuzione. Le variazioni in controtendenza di alcuni macrosettori riguardano valori assoluti di emissioni piccoli, rispetto al totale regionale, e quindi non sono da considerarsi significativi.

Come indicato anche nel rapporto I.R.S.E. 2000, già citato, a seguito della direttiva 2001/81/CE, relativa ai limiti nazionali di emissione (LEN) è stato predisposto nel Giugno 2003 il “Programma nazionale per la progressiva riduzione delle emissioni nazionali annue di SO₂, NO_x, COV ed NH₃” nel quale viene esaminata la situazione emissiva italiana, per gli inquinanti coinvolti, e vengono effettuate le proiezioni delle emissioni al 2010, data di conseguimento dell’obiettivo di riduzione.

I limiti di emissione che sono stati assegnati all’Italia dalla direttiva 2001/81/CE e recepiti con il Dlgs. 171 del 21 maggio 2004, sono riportati nella tabella 27.

Tab. 27 Limiti di emissione assegnati all'Italia al 2010

Inquinante	Emissioni al 2010 (Italia) (kilotonnellate)
COV	1.159
NH ₃	419
NO _x	990
SO ₂	475

Al fine di porsi obiettivi di riduzione coerenti con quelli nazionali si è stimato, con riferimento all’anno 2003, il contributo delle emissioni regionali rispetto a quelle nazionali e lo si è rapportato con l’obiettivo di emissione nazionale al 2010 ottenendo così una ipotesi di obiettivo di emissione regionale. I valori ottenuti sono indicati nella tabella 28

Tab. 28 Limiti di emissione stimate per la Toscana al 2010

Inquinante	Emissioni anno 2003 (kilotonnellate)		% emissioni Toscana rispetto emissioni Italia	Obiettivo emissione per la Toscana al 2010 (kilotonnellate)
	Italia	Toscana		
COV	1.506	138	9%	106
NH ₃	444	10	2%	10
NO _x	1.373	96	7%	69
SO ₂	755	78	10%	49

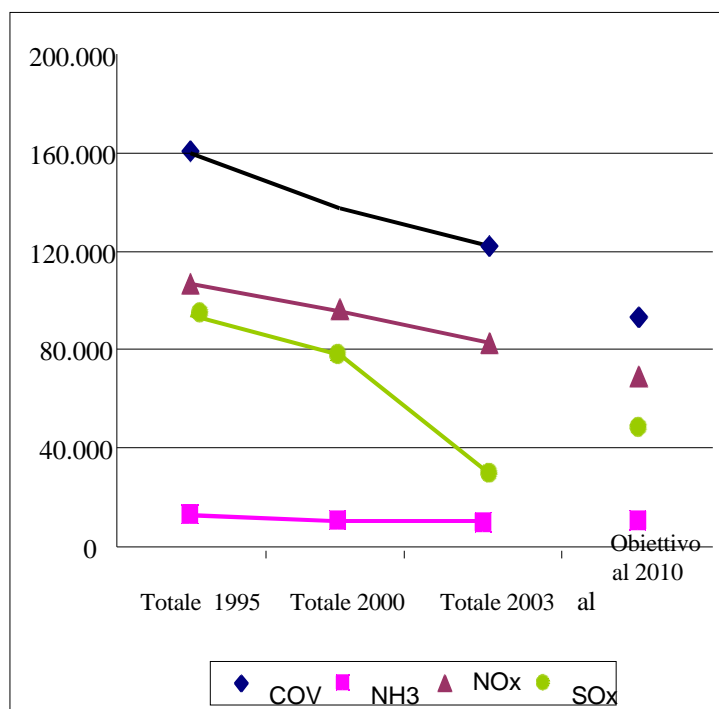
I dati relativi all'Italia sono stati estratti dalla banca dati delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici dal 1990 al 2004 messa a disposizione da ANPA al sito http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni/clrtap9004/view.

Nella tabella 29 e nel grafico 6 sono riportate le emissioni per la Toscana per gli anni 1995, 2000, 2003 ed i limiti stimati per il 2010.

Tab. 29 Emissioni per la Toscana per gli anni 1995, 2000, 2003 ed obiettivo di emissione stimato per il 2010 (t)

inquinante	Totale 1995	Totale 2000	Totale 2003	Obiettivo emissione al 2010	Distanza % dall'obiettivo 2010
COV	159.539	137.624	121.778	106.000	-15%
NH ₃	12.971	10.388	10.134	10.000	-3%
NO _x	107.201	95.874	82.990	69.000	-20%
SO ₂	93.978	78.095	29.953	49.000	39%

Grafico 6 Emissioni per la Toscana per gli anni 1995, 2000, 2003 ed obiettivo emissione al 2010



Dall'analisi dei dati si può osservare come per gli ossidi di zolfo e l'ammoniaca gli obiettivi di emissione stimati per il 2010 per la Toscana sono già stati raggiunti nel 2003. Per gli altri inquinanti, come può essere agevolmente osservato dal grafico 6, il trend di diminuzione sembra sufficiente per ipotizzare il raggiungimento dell'obiettivo di emissione entro il 2010.

GLOSSARIO

Caratteristiche inventario delle emissioni

Un inventario delle emissioni è una raccolta coerente di dati sulle emissioni raggruppati per:

- attività economica,
- intervallo temporale (anno, mese, giorno, ecc.),
- unità territoriale (provincia, comune, maglie quadrate di 1 km², ecc.)
- combustibile (per i soli processi di combustione).

Le quantità d’inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere:

- tramite misure dirette e continue;
- tramite stima.

La misura diretta delle emissioni può essere effettuata, ove è possibile, solo per alcuni impianti industriali, di solito schematizzati come sorgenti puntuali. Per tutte le altre sorgenti, denominate sorgenti diffuse (piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.) e per le sorgenti lineari (autostrade, porti, aeroporti, ecc.), si deve ricorrere a stime.

Le emissioni sono stimate a partire da dati quantitativi sull’attività presa in considerazione e da opportuni fattori d’emissione.

Dimensione spaziale

Le emissioni delle sorgenti puntuali e delle principali linee di comunicazione stradale sono fornite singolarmente e singolarmente georeferenziate mediante le rispettive coordinate geografiche; le sorgenti diffuse sono fornite per l’ambito territoriale d’estensione minore per il quale sia possibile ottenere i dati (comune, provincia, ecc.).

In ogni caso l’informazione elementare memorizzata dall’archivio è relativa all’ambito territoriale comunale. E’ possibile una disaggregazione in ambiti territoriali inferiori alla dimensione comunale, su un reticolo composto da maglie quadrate di lato 1 km o 4 Km, utilizzando variabili proxy opportune come l’uso del suolo dell’archivio Corine Land Cover.

Dimensione temporale

L’intervallo temporale preso in considerazione per la stima delle emissioni è l’anno solare. Questo aggiornamento dell’inventario regionale ha come riferimento l’anno 2003, cioè sono state reperite tutte le informazioni necessarie per la redazione dell’inventario relative a tale anno. Utilizzando opportune variabili proxy definite per ciascuna tipologia di attività è possibile ottenere una disaggregazione temporale, ottenendo le seguenti stime:

- emissioni disaggregate su base mensile;
- emissioni disaggregate su base giornaliera differenziando tra giorni feriali, prefestivi e festivi;
- emissioni disaggregate su base oraria;

Sostanze inquinanti

Le sostanze inquinanti oggetto del presente rapporto sono:

- Ü ossidi di zolfo - SO_x (SO_2+SO_3)
- Ü ossidi di azoto - NO_x ($NO+NO_2$);
- Ü composti organici volatili, con l'esclusione del metano - COV
- Ü monossido di carbonio - CO
- Ü materiale particolato fine con diametro inferiore a 10 micron - PM_{10} primario
- Ü ammoniaca (NH_3)

Per tali inquinanti (esclusa l’ammoniaca e COV) sono stati determinati a livello europeo e nazionale valori limite di qualità dell’aria ambiente.

In particolare per i COV è possibile procedere ad una speciazione di singole sostanze chimiche e pervenire ad una stima delle relative emissioni. La necessità di acquisire informazioni e dati sulle emissioni di COV suddivise per specie è largamente crescente, sia in riferimento agli effetti sanitari, sia per la miglior comprensione del ruolo svolto nella formazione dell’inquinamento fotochimico.

Classificazione e nomenclatura delle attività

La classificazione e nomenclatura delle attività adottata nel presente inventario è coerente con quanto indicato nel D.M. n. 261 (allegato 2) che indica di seguire la nomenclatura unica SNAP 97 (Selected Nomenclature for Air Pollution del 1997), creata nell'ambito del progetto europeo CORINAIR (COoRdination INformation AIR) promosso dalla U.E. con il fine di raccogliere ed organizzare informazioni sulle emissioni inquinanti nei paesi dell’Unione, per la realizzazione degli inventari delle emissioni.

La nomenclatura delle attività utilizzata è stata leggermente modificata rispetto a quella di riferimento (SNAP 97) al fine di adattarla meglio alla realtà produttiva toscana.

In coerenza con la metodologia citata, le attività sono raggruppate in settori e questi in 11 macrosettori.

Sorgenti diffuse

Sono da considerarsi sorgenti diffuse tutte quelle sorgenti non definite come puntuali o lineari e che necessitano per la stima delle emissioni di un trattamento statistico.

Sorgenti puntuali

Vengono definite sorgenti puntuali tutte quelle sorgenti d’emissione che sia possibile ed utile localizzare direttamente, tramite le loro coordinate geografiche sul territorio e per le quali è necessaria una caratterizzazione in termini di parametri utili anche per lo studio dei fenomeni di trasporto e diffusione degli inquinanti, cioè da utilizzarsi in applicazioni modellistiche. Per definire e caratterizzare una sorgente come puntuale, vengono utilizzate le seguenti soglie di emissione:

- Ü relativamente al monossido di carbonio 250 t/anno
- Ü relativamente agli altri inquinanti principali 25 t/anno
- Ü relativamente ai metalli pesanti 250 kg/anno

Sorgenti lineari

Ü Si identificano come sorgenti lineari le principali arterie di comunicazione (stradali, fluviali, ferroviarie, marine, ecc.) dove il traffico di mezzi di locomozione genera emissioni in atmosfera di sostanze inquinanti.

Stima emissioni

Le emissioni sono stimate a partire da dati quantitativi sull'attività presa in considerazione e da opportuni fattori d'emissione. Pertanto si parte da $E = A \times F$ dove:

E sono le emissioni;

A è un opportuno indicatore dell'attività (per esempio, per gli impianti termici, i consumi di combustibili);

F è il fattore d'emissione per unità d'attività, espresso in grammi per unità d'attività (ad esempio, nel caso dei consumi di combustibili, in grammi per gigajoule).

Il problema dell'acidificazione

La formazione di sostanze acidificanti dovute alle emissioni di ossidi di zolfo, ossidi di azoto e di ammoniaca, ha numerose conseguenze sulla vegetazione, sulle acque, sui terreni, sugli edifici e sui monumenti. In particolare a livello europeo e nazionale si ha una riduzione dell'alcalinità dei laghi e dei corsi d'acqua, che può esercitare effetti acuti e cronici sulle popolazioni biologiche ed una acidificazione delle acque di falda.

A livello regionale gli effetti più importanti sono principalmente identificabili in:

- riduzione del pH dei terreni forestali, che insieme alla lisciviazione di nutrienti vitali, ne comporta carenze nutritive, che a loro volta rendono le foreste vulnerabili alla siccità, alle malattie ed agli attacchi di insetti;
- danni agli edifici e ai monumenti dovuti ai fenomeni di corrosione, solubilizzazione e solfatazione.

Il problema dell'eutrofizzazione

Il fenomeno dell'eutrofizzazione consiste nell'incremento della disponibilità di azoto da parte degli ecosistemi vegetali, tramite deposito di ossidi di azoto e di ammoniaca. Questo, che può apparire inizialmente come un effetto minore, o addirittura desiderabile, presto arriva ad un punto dove il disturbo ai sistemi ecologici diventa nocivo per l'ambiente, provocando, in generale, una perdita della biodiversità. Deve essere notato che questo problema riguarda sia gli ecosistemi terrestri sia quelli lacustri e marini, con un incremento incontrollato della crescita di piante ed alghe (il fenomeno della mucillaggine che spesso si presenta lungo alcune delle coste italiane). In Toscana, data la conformazione del territorio, la tipologia dell'agricoltura, questo fenomeno si presenta con minori effetti.

La formazione dell'ozono troposferico

L'ozono troposferico è costituito da ozono prodotto e trattenuto nell'atmosfera in prossimità della superficie terrestre. Non viene emesso da fonti antropiche in quantità significative ma costituisce un inquinante secondario che si forma a causa della reazione di precursori quali principalmente gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (COV) a contatto con la luce solare. Il carico più elevato di ozono si presenta pertanto in estate, in particolare nei giorni che fanno registrare un elevato irraggiamento solare. L'ozono e i suoi precursori possono essere trasportati per centinaia di chilometri.

L'ozono è un potente ossidante che può reagire con un'ampia serie di componenti cellulari e materiali biologici. In particolare, può danneggiare tutte le parti delle vie respiratorie. Alle concentrazioni nell'atmosfera rilevate, l'ozono produce una serie di effetti sulle singole colture e specie arboree, nonché sulla composizione delle specie vegetali naturali, provocando perdite in termini economici, di qualità e di biodiversità. Esso può inoltre degradare i materiali in molti modi.

La formazione di materiale particolato secondario

Il materiale particolato secondario è formato dai passaggi di fase (da gas a liquido) dei composti gassosi presenti in atmosfera, emessi sia da sorgenti naturali che antropiche, che si trovano in condizioni favorevoli alla trasformazione. Esso è costituito, in genere, da polveri di granulometria inferiore ad 1 micron e di varia composizione. I principali meccanismi di formazione del materiale particolato secondario sono dovuti:

- reazioni in atmosfera tra ossidi azoto, ossidi di zolfo ed ammoniaca che comportano la formazione di solfati e nitrati.
- reazioni in atmosfera dell'ozono con altri inquinanti quali NO₂, SO₂, COV e NH₃.

Al fine di approfondire le conoscenze circa questo fenomeno, la Regione Toscana, nell'ambito del PRAA 2004-2006, ha stanziato specifiche risorse (Progetto PATOS http://www.arpat.toscana.it/progetti/pr_patos.html) per acquisire maggiori elementi di conoscenza sui meccanismi di formazione, sulle sorgenti di emissione, sulla composizione chimico-fisica e sugli effetti sanitari, in collaborazione con le Università di Firenze e Pisa, oltre ad altri Istituti di ricerca pubblici e privati.