



## 2 ELEMENTI DI SINTESI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Nel presente capitolo viene inquadrata la situazione del comparto aria sul territorio della Liguria esponendo:

- l'entità della pressione esercitata attualmente sul territorio dalle diverse fonti di emissione sia di origine antropica che naturale e come, a partire dal 1995 (anno di riferimento del primo inventario regionale delle emissioni in atmosfera) tale pressione si è modificata;
- quali sono i livelli attuali di concentrazione di inquinanti rilevati dal sistema di monitoraggio della qualità dell'aria e come tali livelli si sono modificati nel tempo;
- come i fattori meteorologici influenzano in Liguria la dispersione degli inquinanti;

Inoltre, poiché le postazioni di rilevamento della qualità dell'aria, a causa della loro attuale dislocazione e per la natura stessa del monitoraggio, non possono risultare rappresentative della distribuzione dei livelli di concentrazione di inquinanti sull'intero territorio, nel presente capitolo sono esposti i risultati delle applicazioni modellistiche effettuate per stimare la qualità dell'aria per le zone non monitorate.

La valutazione della qualità dell'aria per l'intero territorio, da effettuarsi anche facendo ricorso a metodi di modellizzazione o a stime obiettive, è richiesta dal DM 60/02 e dal d.Lgs.351/99.

Per la valutazione della distribuzione dei livelli di inquinamento sul territorio regionale, all'analisi dei dati di qualità dell'aria provenienti dalle principali reti fisse di rilevamento e di quelli registrati nel corso di specifiche campagne di misura, si sono affiancati altri metodi di valutazione, così come previsto dalla normativa (d.Lgs 351/99/, DM 60/02, DM 261/02).

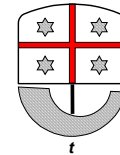
In particolare sono state effettuate stime:

- tramite la messa a punto ed utilizzo di modellistica di tipo statistico, per la stima del contributo alla qualità dell'aria delle fonti di emissione diffuse e lineari (piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.);
- tramite l'utilizzo di modelli di tipo diffusionale, per la valutazione del contributo delle fonti puntuali (grandi impianti produttivi).

### 2.1 FONTI DI EMISSIONE DI INQUINAMENTO DELL'ARIA

La Regione Liguria ha sviluppato un suo inventario delle emissioni in atmosfera, riferito all'intero territorio regionale, che contiene i dati per i principali inquinanti (ossidi di azoto -NO<sub>x</sub>, ossidi di zolfo -SO<sub>2</sub>, monossido di carbonio - CO, particolato solido fine di diametro inferiore a 10 micron - PM<sub>10</sub>, carbonio organico volatile - COV), gas serra (biossido di carbonio -CO<sub>2</sub>, metano -CH<sub>4</sub>, protossido di azoto - N<sub>2</sub>O), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), ammoniaca (NH<sub>3</sub>) e metalli pesanti (Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo, Cromo, Mercurio, Rame, Selenio, Zinco). L'inventario contiene le quantità annue di inquinanti emessi da tutte le sorgenti di emissione in atmosfera relativamente agli anni 1995, 1999 e 2001. Inoltre le emissioni dei principali impianti produttivi sono stati censiti annualmente dal 1995 al 2002.

Per "inventario delle emissioni" si intende una serie organizzata di dati relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera sia da sorgenti naturali che da attività antropiche.



Per la costruzione dell'inventario regionale, come evidenziato in Figura 2, le emissioni sono state suddivise e valutate o come puntuali, o come lineari/nodali o come diffuse. Le sorgenti puntuali (principali impianti produttivi) sono state censite e quantificate singolarmente.

Le emissioni delle sorgenti lineari/nodali (principali arterie e nodi di comunicazione) sono state stimate per singolo nodo o singolo tratto di arteria a partire dai dati quantitativi sull'attività (indicatore di attività) presa in considerazione (ad esempio flussi di traffico e composizione parco veicolare) e da opportuni fattori di emissione e disaggregate su un reticolo composto da maglie di lato 1 Km. In questa categoria rientra anche l'apporto del traffico delle arterie minori e di tipo diffuso.

Le emissioni delle sorgenti diffuse (sorgenti di tipo puntiforme che per livello di emissione non si è ritenuto di far rientrare nelle sorgenti puntuali e sorgenti intrinsecamente areali, ad esempio le foreste) sono state stimate su base comunale a partire dai dati quantitativi sull'attività presa in considerazione e da opportuni fattori di emissione e disaggregate su un reticolo composto da maglie di lato 1 Km. In questa categoria rientra anche l'apporto del traffico delle arterie minori e di tipo diffuso.

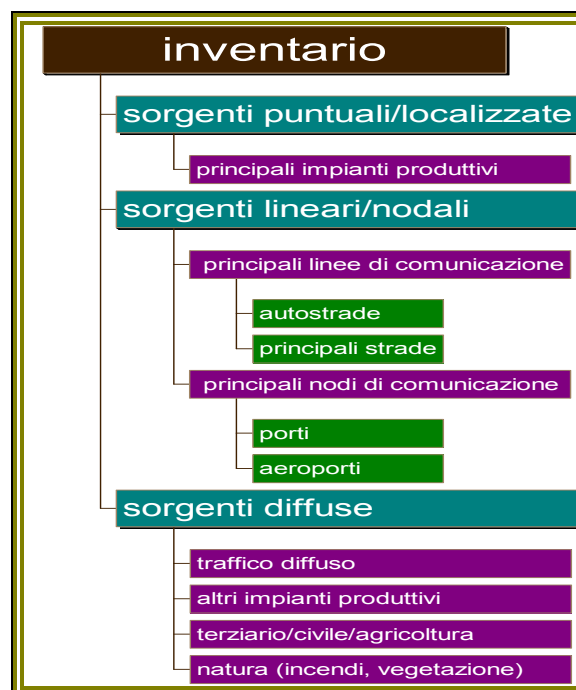


Figura 2 Schema di costruzione dell'inventario

Per la costruzione dell'inventario, per alcune entità (porti, aeroporti, traffico veicolare, incendi, vegetazione) sono stati utilizzati specifici modelli per la stima delle emissioni.





Il sistema informativo di supporto all'inventario consente la mappatura della disaggregazione spaziale dell'informazione a livello comunale e subcomunale. In particolare consente di conoscere la pressione esercitata dalle fonti di emissione cosiddette "diffuse e lineari" (piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.) su maglie territoriali di 1 Km di lato. Le cosiddette "sorgenti puntuali" (principali impianti produttivi) nella mappatura sono invece esattamente georiferite.

La pressione esercitata dalle fonti diffuse e lineari, collocate a quote relativamente basse, ha, per quanto concerne gli inquinanti primari (quelli direttamente emessi dalle sorgenti e che non hanno un elevato grado di reattività) un impatto diretto sull'area circostante alle fonti stesse; la loro rappresentazione su mappa è pertanto in un qualche modo rappresentativa anche della diversità di impatto sulla qualità dell'aria nelle diverse zone.

Le sorgenti puntuali hanno invece un impatto su un'area più vasta, poichè solitamente gli inquinanti vengono emessi a quote relativamente elevate. La loro rappresentazione su mappa indica pertanto la collocazione della fonte di pressione, ma non è direttamente rappresentativa dell'impatto esercitato.

Per stimare l'impatto di tali fonti non si può prescindere dall'uso di modelli per lo studio della dispersione degli inquinanti.

**Nell'allegato 5 - L'inventario delle emissioni** - sono esposti i concetti essenziali relativi all'inventario delle emissioni e le mappe che illustrano la distribuzione spaziale delle sorgenti e dei carichi inquinanti.

Per il dettaglio si rimanda agli specifici elaborati, prodotti da ARPAL, disponibili presso il settore Politiche dello Sviluppo Sostenibile della Regione Liguria ed ai dati presenti sul sistema informativo per la pianificazione della qualità dell'aria.

Nel seguito è riportata una sintesi dei risultati, con particolare riferimento agli inquinanti disciplinati dal DM 60/02.

## **2.1.1 PRINCIPALI INQUINANTI**

### **2.1.1.1 Analisi su scala regionale al 2001-**

L'analisi dei risultati dell'inventario del 2001 su scala regionale con riferimento ai principali inquinanti, come emerge dalla Tabella 7, nella quale sono riportate le emissioni annuali regionali dei "macrosettori" secondo la classificazione SNAP97, ha evidenziato in particolare che:

- il **trasporto stradale** rappresenta il settore che contribuisce maggiormente alle emissioni di monossido di carbonio (83% di CO), di composti organici volatili (50% di COV), di ossidi di azoto (39% di NOx), di particolato fine (37% di PM10) e di benzene (83% di C6H6);
- le **altre sorgenti mobili** ed in particolare le **attività marittime** rappresentano un contributo non trascurabile per tutti i principali inquinanti (7% di CO, 4% di COV, 11% di NOx, 8% di PM10);
- la **combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche** (essenzialmente le tre centrali termoelettriche) è il macrosettore che contribuisce maggiormente alle emissioni di ossidi di zolfo (72%); da un contributo paragonabile a quello del trasporto stradale alle emissioni di ossidi di azoto (30%), contribuisce per il 6% alle emissioni di particolato fine e per il 7% a quelle di benzene;
- il **comparto produttivo** contribuisce per il 15% alle emissioni di NOx, per il 12% alle emissioni di PM10, per il 20% alle emissioni di SOx e per il 9% alle emissioni di benzene;



- **gli impianti di combustione non industriali** (civile, terziario, agricoltura) danno un contributo non trascurabile alle emissioni di PM10 (12%) e contribuiscono per il 5% alle emissioni di NOx;
- **gli incendi boschivi** (“attività” compresa nel macrosettore “Altre sorgenti/assorbenti in natura”) rappresentano un contributo non trascurabile in particolare per le emissioni di PM10 (15%) e monossido di carbonio (7%);
- le emissioni naturali di carbonio organico volatile dovute alla **vegetazione** (“attività” compresa nel macrosettore “Altre sorgenti/assorbenti in natura”), che entrano in gioco nei meccanismi di formazione dell’ozono troposferico, contribuiscono per un 10% alle emissioni totali di COV.

Tabella 7 Emissioni regionali principali inquinanti al 2001

Macrosettore	CO		COV		NOx		PM10		SOx		C6H6	
	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Kg	%
Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	899	0,67	3031	6,83	11042	29,61	593	15,91	19078	71,73	53760	6,59
Impianti di combustione non industriali	1963	1,47	291	0,66	1975	5,30	453	12,17	1013	3,81	74	0,01
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	1053	0,79	251	0,56	4230	11,34	389	10,46	5279	19,85	2206	0,27
Processi senza combustione	345	0,26	719	1,62	1453	3,89	45	1,21	234	0,88	71831	8,80
Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	0	0,00	2759	6,21	0	0,00	1	0,02	0	0,00	9564	1,17
Uso di solventi	0	0,00	7432	16,74	0	0,00	15	0,39	0	0,00	0	0,00
Trasporti	110683	82,60	21984	49,51	14632	39,23	1385	37,18	429	1,61	678815	83,15
Altre sorgenti mobili e macchine	9673	7,22	1947	4,38	3959	10,61	288	7,73	565	2,13	0	0,00
Trattamento e smaltimento rifiuti	0	0,00	963	2,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Agricoltura	15	0,01	628	1,42	0	0,00	2	0,04	0	0,00	113	0,01
Altre sorgenti/assorbenti in natura	9374	7,00	4400	9,91	4	0,01	554	14,87	0	0,00	0	0,00
<b>Totale</b>	<b>134004</b>	<b>100,00</b>	<b>44406</b>	<b>100,00</b>	<b>37295</b>	<b>100,00</b>	<b>3724</b>	<b>100,00</b>	<b>26598</b>	<b>100,00</b>	<b>816363</b>	<b>100,00</b>

Nell’ambito delle emissioni dovute al trasporto su strada, come emerge dalla Tabella 8 e Figura 3, va segnalato in particolare che:

- i veicoli che transitano nei tratti autostradali contribuiscono in modo rilevante al totale delle emissioni regionali dovute al trasporto su strada, per quanto concerne in particolare gli NOx ed il PM10 e, tra questi veicoli, quelli che maggiormente hanno influenza sulle emissioni sono i mezzi adibiti al trasporto delle merci (circa 40%);
- in ambiente urbano viene emessa la quota maggiore di CO, COV, e PM10 e la valutazione del contributo delle diverse tipologie di veicolo mette in evidenza l’elevato apporto delle emissioni dovute a ciclomotori e motoveicoli, soprattutto per quanto concerne le emissioni di COV (circa 50%) e PM10 (circa il 20%);
- alle emissioni di PM10 un apporto non trascurabile lo danno le emissioni dovute a usura freni, usura gomme e abrasione strada (circa il 15%);



Tabella 8 Percentuale di inquinanti emessi sulle diverse tipologie di strade rispetto alle emissioni totali regionali dovute ai trasporti stradali

	CO%	COV%	NOX%	PM10%
Autostrade	31,01	7,40	47,84	37,29
strade extraurbane	6,66	4,62	15,58	11,20
strade urbane	62,33	87,98	36,58	51,51
	100,00	100,00	100,00	100,00

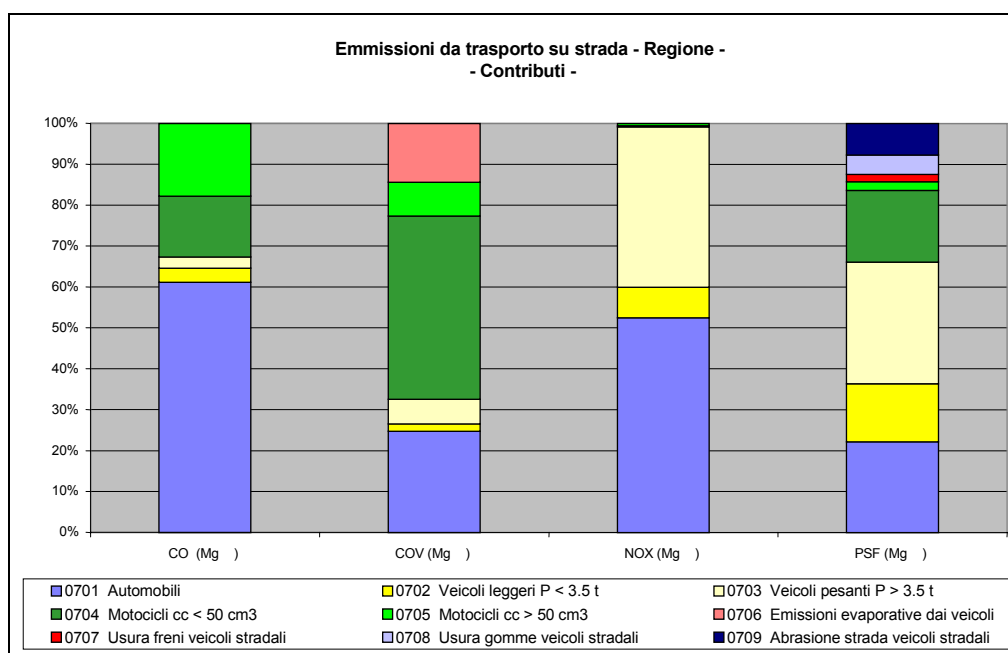


Figura 3 Emissioni da trasporto su strada – Contributi delle diverse fonti -

### 2.1.1.2 Evoluzione temporale

Come evidenziato dai grafici riportati nel seguito si è registrata nel tempo una diminuzione delle emissioni per tutti i principali inquinanti.

Si evidenzia in particolare che:

- la diminuzione registrata per CO, COV e benzene è principalmente dovuta ai trasporti stradali a causa del miglioramento della composizione delle benzine, dell'introduzione della marmitta catalitica e dello svecchiamento del parco veicolare;
- la diminuzione per i parametri SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> e Pm10 è invece ascrivibile principalmente al settore "combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche" in conseguenza della riduzione del tenore di zolfo nei combustibili e dei processi di ambientalizzazione attuati per le centrali di Vado e di La Spezia, nonché, per quest'ultima centrale, al fatto che nel 2001 non era ancora completato il processo di ambientalizzazione e pertanto non è stato possibile un esercizio alla piena potenzialità.

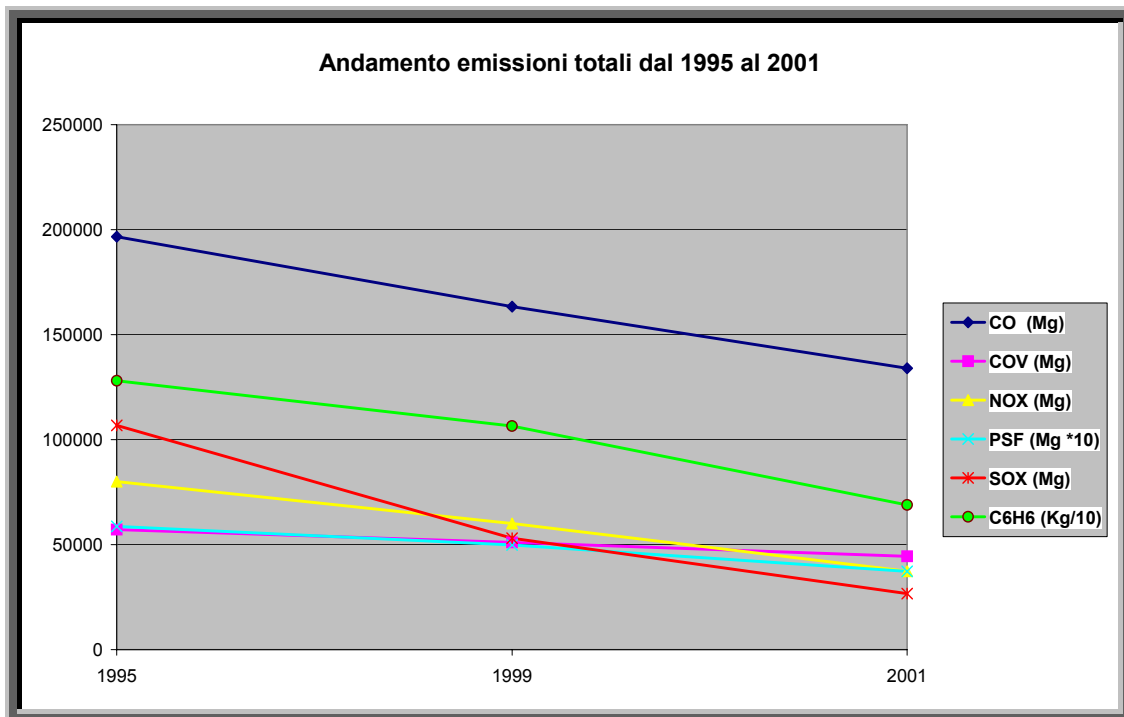


Figura 4 Emissioni totali regionali –anni 1995, 1999, 2001

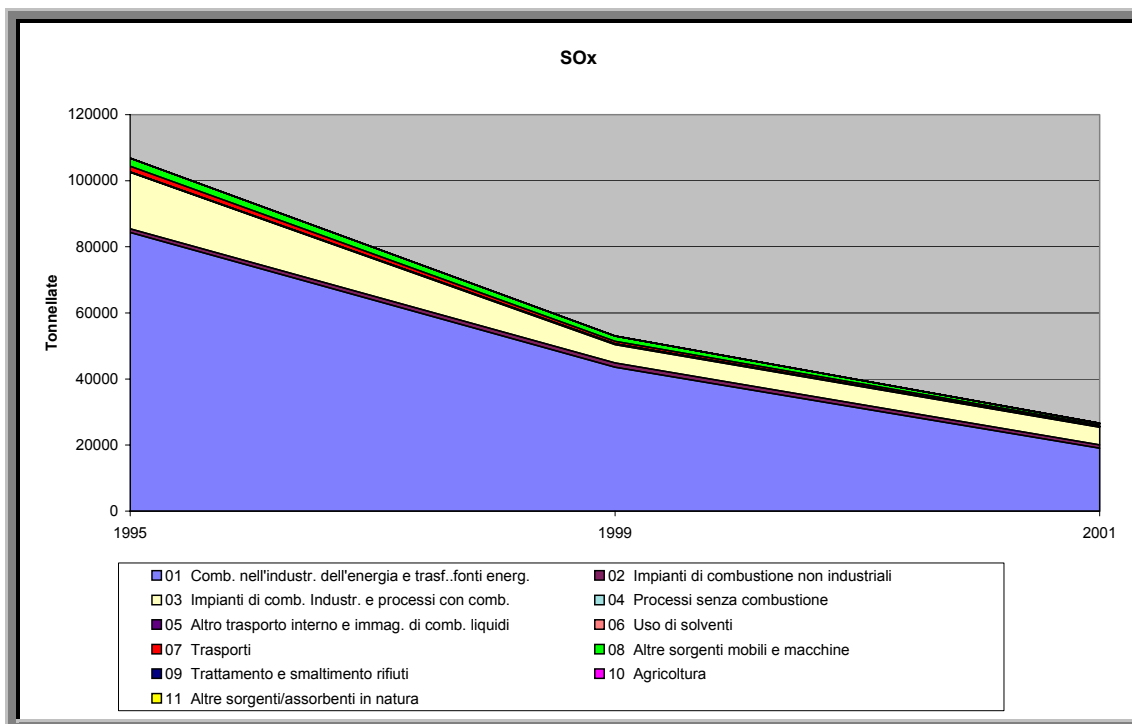


Figura 5 Emissioni di ossidi di zolfo per macrosettore (anni 1995 – 1999 –2001)

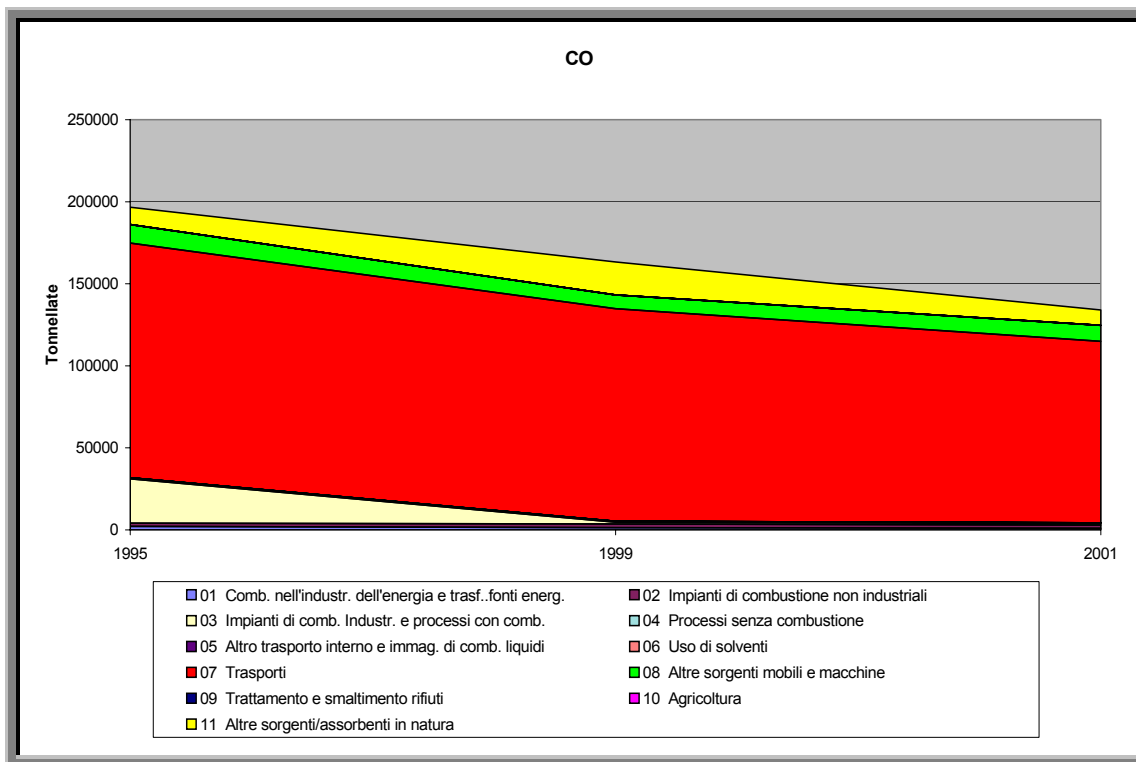


Figura 6 Emissioni di monossido di carbonio per macrosettore (anni 1995 – 1999 –2001)

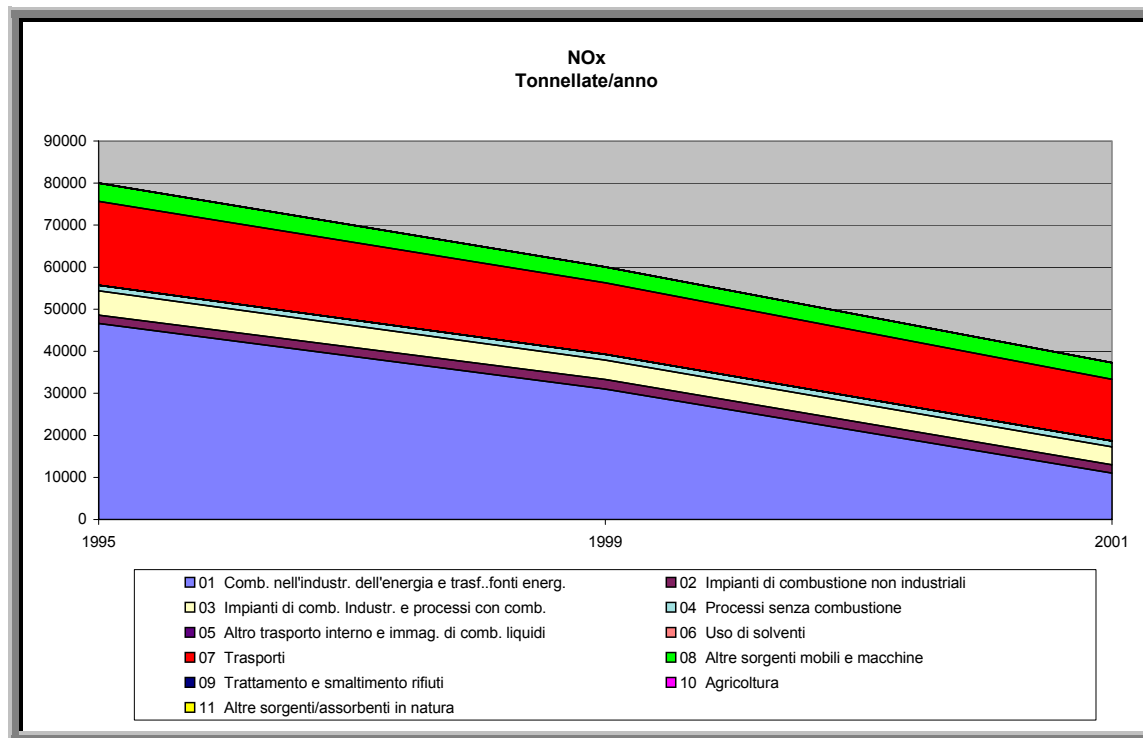


Figura 7 Emissioni di ossidi di azoto per macrosettore (anni 1995 – 1999 –2001)

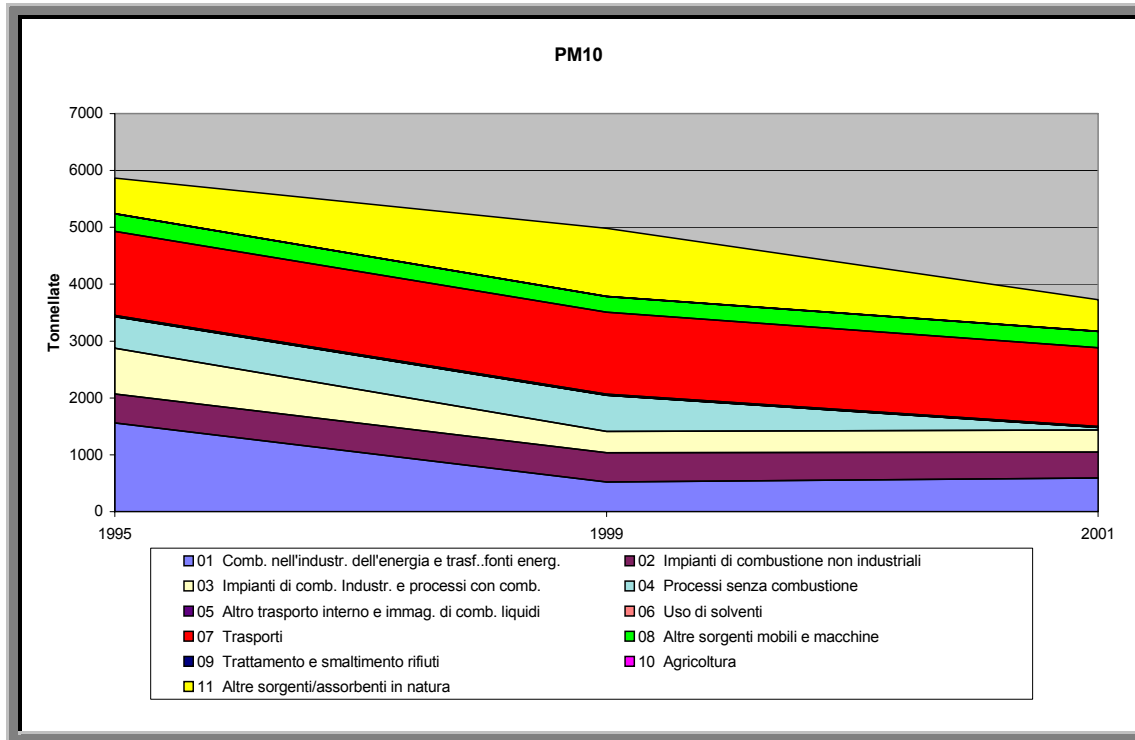
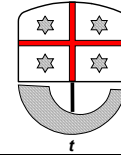


Figura 8 Emissioni di PM10 per macrosettore (anni 1995 – 1999 –2001)

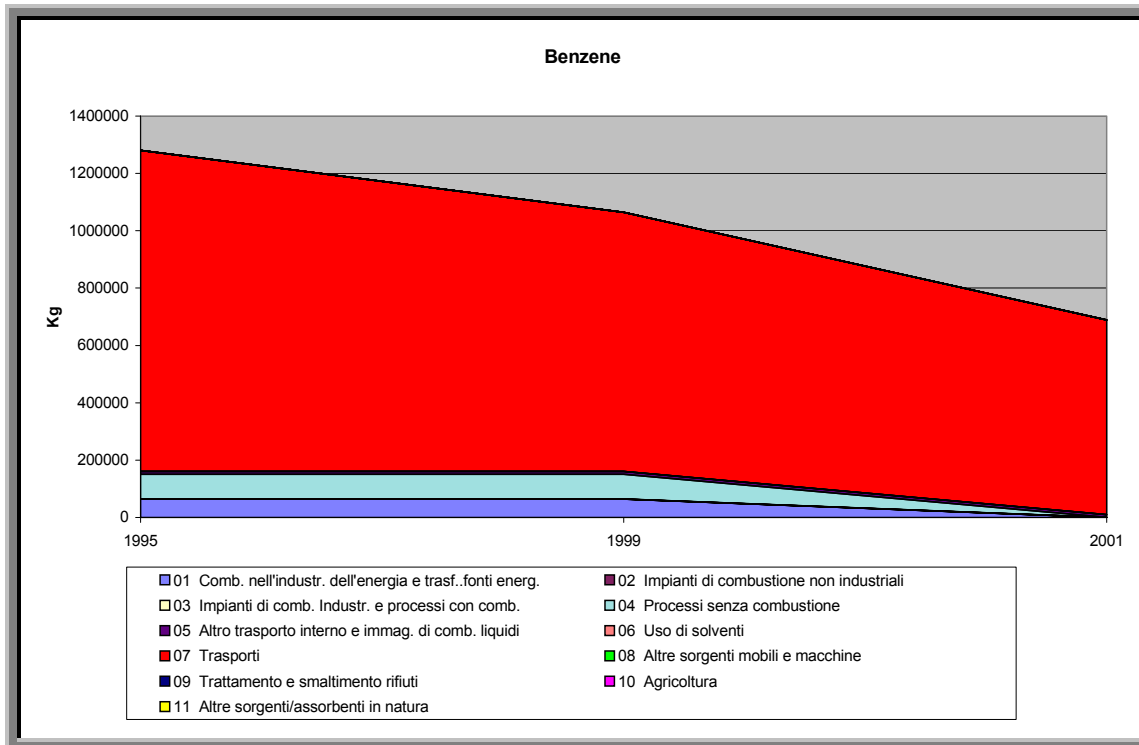


Figura 9 Emissioni di benzene per macrosettore (anni 1995 – 1999 –2001)





## 2.1.2 ALTRI INQUINANTI

**Ammoniaca:** le emissioni sono basse, ma in lieve aumento. La variazione è prevalentemente dovuta ai trasporti stradali a causa dell'introduzione della marmitta catalitica ed al maggior apporto del trattamento e smaltimento rifiuti e dell'agricoltura.

Le emissioni nel 2001 sono dovute per il 45% all'agricoltura, per circa il 30% al trattamento e smaltimento rifiuti e per circa il 20% ai trasporti stradali.

**Metalli pesanti:** la tendenza generale nelle emissioni di metalli pesanti è quella della riduzione dei valori assoluti in particolare in conseguenza del cambiamento nei combustibili utilizzati nelle combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche e del cambiamento di combustibili e processi nella combustione industriale e processi con combustione.

Per i diversi metalli al 2001:

- la **combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche** contribuisce alle emissioni di Arsenico per il 43%, di mercurio per l'89%, di nichel per il 55%, di cadmio per il 15%, di rame per il 21%, di piombo per il 55%
- la **combustione industriale e processi con combustione** contribuisce alle emissioni di Arsenico per il 52%, di mercurio per l'8%, di nichel per il 38%, di cadmio per il 78% di rame per il 17%, di cromo per il 64%, di selenio, dovuto quali esclusivamente all'industria del vetro per il 93%, di zinco per il 99%.
- i **trasporto stradali** contribuiscono per il 41% alle emissioni di piombo e per il 57% a quelli di rame

Si riporta nel seguito il grafico che evidenzia la diminuzione negli anni delle emissioni di piombo.

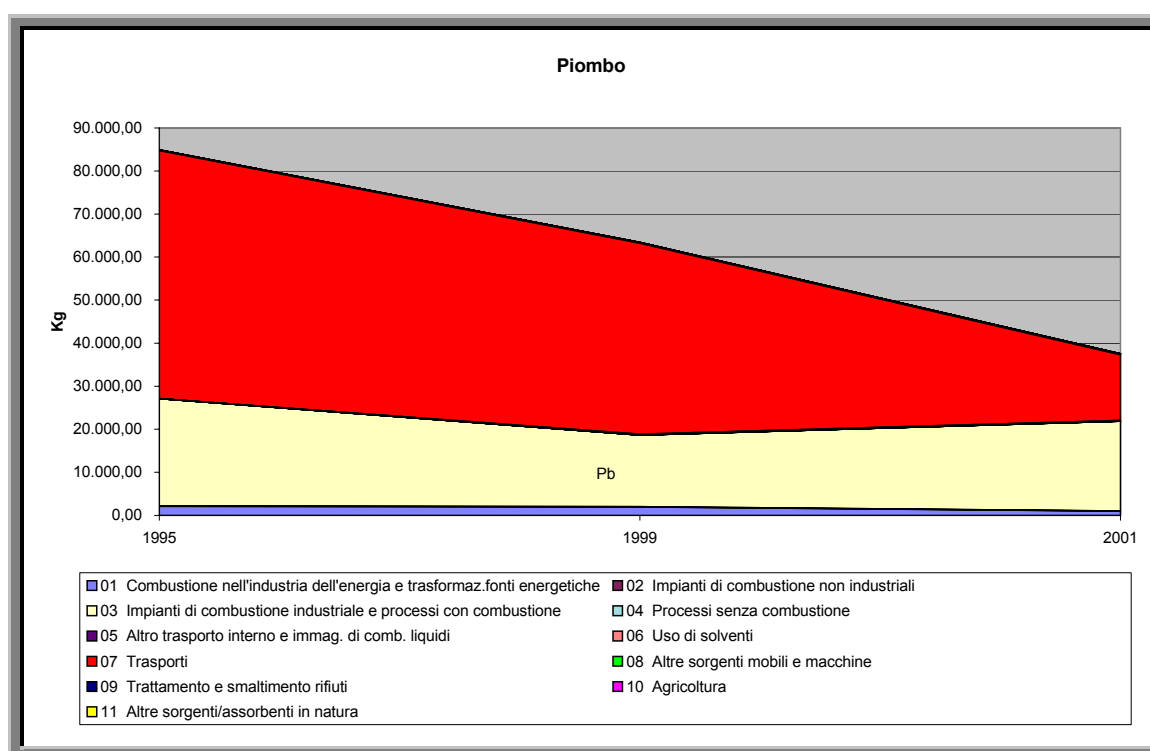


Figura 10 Emissioni di piombo per macrosettore (anni 1995 – 1999 – 2001)



**Idrocarburi Policiclici Aromatici:** le emissioni al 2001 sono dovute prevalentemente ai trasporti stradali (83%), ai processi senza combustione (9%), in particolare alle operazioni di caricamento ed alle perdite dai forni da coke, ed alla combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche (7% e circa 54 t), in particolare alla combustione nei forni da coke.

Con particolare riferimento al Benzo[a]pirene (BAP), si evidenzia una diminuzione delle emissioni del 21% nel 2001 rispetto al 1995. Un contributo significativo è stato dato dalla chiusura della cokeria dell'ILVA di Cornigliano. Le emissioni sono dovute prevalentemente agli incendi forestali (66%). Rilevanti inoltre la cokeria in processi senza combustione (26%). Sono inoltre di qualche rilevanza le emissioni dalla combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche (6%), in particolare per la combustione nei forni da coke, gli impianti di combustione non industriali (2%), in particolare per la combustione della legna.

### 2.1.3 GAS SERRA

**Anidride Carbonica:** si evidenzia una diminuzione del 3% circa delle emissioni complessive di anidride carbonica nel 2001 rispetto al 1999. La riduzione è dovuta principalmente all'apporto della combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche e della combustione industriale e processi con combustione. Risultano invece in aumento le emissioni attribuibili a trasporti stradali (+10% rispetto al 1995) ed alla combustione nel terziario ed in agricoltura (+5,5 % rispetto al 1995). Con riferimento alla riduzione registrata per le centrali termoelettriche va notato che la centrale di La Spezia ha nel 1999 e 2001 lavorato a bassa produzione a causa dei lavori di ambientalizzazione.

Le emissioni al 2001 provengono quasi esclusivamente dal sistema energetico ed in particolare per circa il 58% dalla combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche, per circa il 15,5% dai trasporti stradali, per un altro 13% dalla combustione nel terziario ed in agricoltura e per l'8% dalla combustione industriale e processi con combustione.

**Metano:** si evidenzia un aumento di oltre il 13% delle emissioni di metano nel 2001 rispetto al 1999 e del 16% rispetto al 1995, prevalentemente dovuta al trattamento e smaltimento rifiuti ed alla estrazione e distribuzione combustibili fossili.

Le emissioni al 2001 sono dovute prevalentemente al trattamento e smaltimento rifiuti (circa 78%), ed all'estrazione e distribuzione combustibili fossili (13%).

**Protossido di azoto:** si evidenzia una riduzione delle emissioni di protossido di azoto in prevalenza dovuta alla riduzione nel settore delle combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche ed alla combustione industriale e processi con combustione. Le emissioni da trasporti stradali viceversa crescono del 24% dal 1999 al 2001 e rispetto al 1995 l'aumento è dell'ordine dell'80%, in conseguenza anche dell'introduzione della marmitta catalitica.

Per quanto riguarda il protossido di azoto le emissioni sono dovute prevalentemente alla combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche (27%), alla combustione industriale e processi con combustione (24%) ed ai trasporti stradali (17 %).

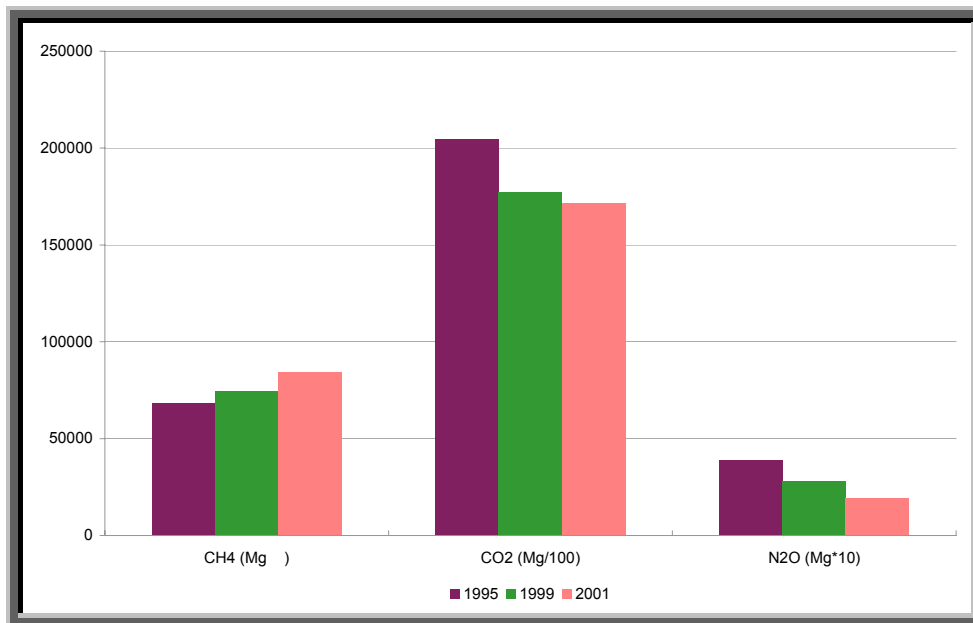


Figura 11 Variazioni emissioni di gas serra

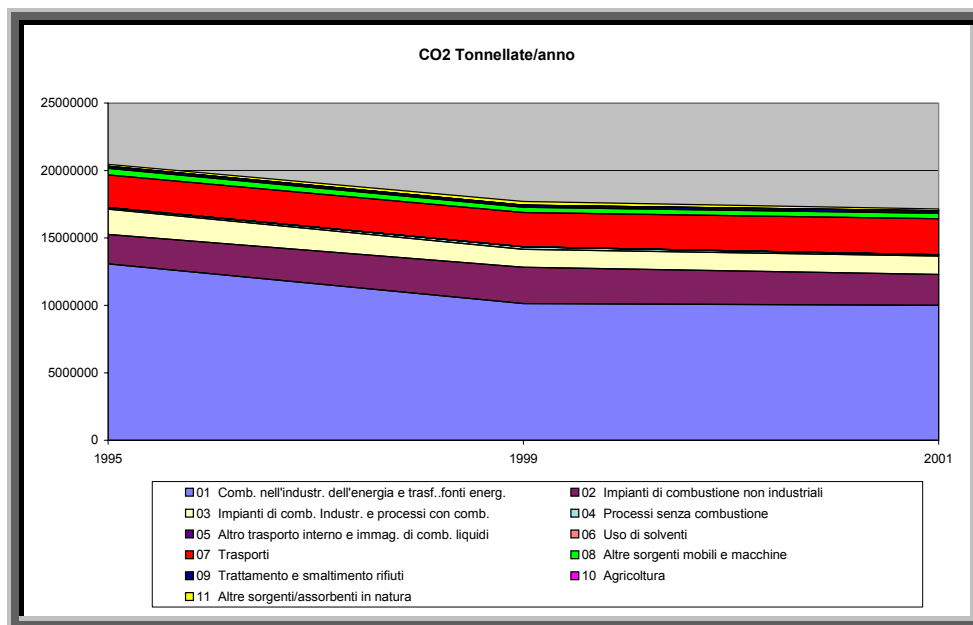


Figura 12 Variazioni emissioni di CO2 per macrosettore



## 2.1.4 DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE SORGENTI AL 2001-

La distribuzione spaziale delle sorgenti e del carico inquinante emerge **dalle mappe tematiche riportate nell'Allegato 5**, in base alle quali qui si espongono alcune considerazioni del tutto generali:

- le sorgenti emissive di tipo antropico sia diffuse che puntuali e quindi il loro relativo carico inquinante sono concentrate in ambiti territoriali limitati rispetto alla superficie della Regione: sulla costa e sui principali assi viari dell'entroterra;
- le sorgenti emissive di tipo produttivo più rilevanti sono, a parte Genova, in cui coesistono Centrale Termoelettrica ed Acciaieria, isolate nei differenti siti (La Spezia, Vado Ligure, Busalla, ecc.), ma spesso concentrate in specifici ambiti territoriali (Val Bormida, Spezzino, ecc.); gli impianti che maggiormente contribuiscono agli scenari emissivi sono i seguenti:
  - le centrali termoelettriche di Genova, Vado Ligure e di La Spezia (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, Pm10, COV), inserite tutte in contesti tali da comportare un impatto rilevante sulle principali aree urbane della Regione;
  - le vetrerie ed in particolare la Saint-Gobain Vetri - Stabilimento Dego (ex Vetriere Italiane) (SO<sub>x</sub>)
  - L'ILVA (Acciaierie di Cornigliano) (NO<sub>x</sub>)
  - L'Italiana Coke (CO, Pm10, COV)
  - Il Porto Petroli di Genova (COV)
  - La Penox Italia S.r.l. (ex P.b.o. S.r.l.) (Pb).
- In Provincia di Genova viene emessa circa la metà delle complessive emissioni regionali, ma il contributo delle emissioni provinciali alle emissioni regionali è differente a seconda dell'inquinante considerato, come riassunto in Tabella 9, in quanto diverso è il contributo che le singole tipologie di fonti di emissione danno ai quadri emissivi provinciali, come, a titolo di esempio, emerge dalla Figura 13 riferita agli ossidi di azoto.

Rispetto alla situazione emissiva valutata al 2001, si può stimare una riduzione del contributo alle emissioni dell'acciaieria di Cornigliano, grazie alla chiusura dell'altoforno, misura che ha consentito di ridurre il carico inquinante nell'area di Cornigliano del Comune di Genova.

	COV %	CO %	NO <sub>x</sub> %	SO <sub>x</sub> %	PM10
Provincia di Genova	51	49	53	58	40
Provincia di Imperia	12	15	7	2	14
Provincia di La Spezia	16	14	15	11	19
Provincia di Savona	21	22	25	29	27

Tabella 9 Contributi provinciali alle emissioni regionali

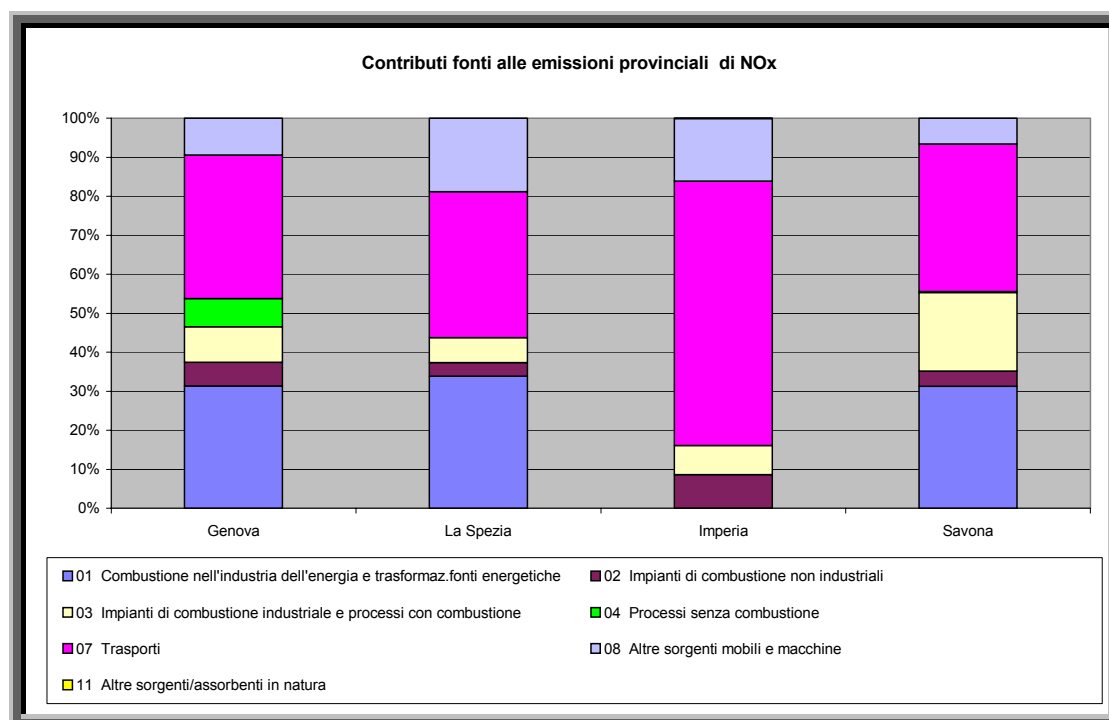


Figura 13 Contributi delle diverse tipologie di fonti alle emissioni provinciali di NOx

## 2.2 ANALISI DEI DATI METEOCLIMATICI

L'individuazione delle condizioni meteorologiche che possono determinare episodi di inquinamento atmosferico nell'area ligure richiede un'analisi sistematica degli episodi di maggior interesse.

A questo fine ARPAL ha effettuato un apposito studio, di cui nel seguito si sintetizzano le conclusioni: Si rimanda **all'Allegato 6** per un approfondimento.

### 2.2.1 LA RETE METEOROLOGICA REGIONALE

L'Osservatorio Meteo Idrologico della Regione Liguria (OMIRL) nasce in ottemperanza alle Leggi Regionali 45/1994 e 45/1996 e consente il monitoraggio continuo delle condizioni meteorologiche sul territorio regionale, attraverso circa 140 stazioni periferiche che trasmettono i dati rilevati dai sensori verso il Centro di Controllo localizzato presso ARPAL.

Esistono differenti tipologie di stazioni ed i parametri rilevabili sono: temperatura aria (ca. 100 stazioni); umidità relativa (ca. 20 stazioni); precipitazione (ca. 120 stazioni); livello idrometrico (ca. 30 stazioni); direzione e velocità vento (ca. 20 stazioni, di cui 5 con palo a 10m, le restanti a 3m); pressione atmosferica (ca. 10 stazioni); radiazione solare (ca. 20 stazioni).

Alle stazioni in telemisura prettamente dedicate ai fini di telerilevamento e monitoraggio per scopi di protezione civile si affiancano altre 15 Stazioni circa con registrazione dei dati su memoria estraibile o a scarico manuale e 85 stazioni meccaniche (afferenti alla rete ex-Servizio Idrografico e Mareografico, Comparto di Genova), con registrazione dei dati termo-pluvio-idrometrici su supporto cartaceo.



---

## 2.2.2 CONDIZIONI METEOROLOGICHE SFAVOREVOLI ALLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

---

L'esame dei dati si è concentrato sui rilevamenti di NO<sub>2</sub> nel periodo 1998-2003 in alcune stazioni delle reti di rilevamento della qualità dell'aria della regione Liguria.

La scelta è basata sulla considerazione che il biossido di azoto è uno degli inquinanti più critici rispetto ai limiti di legge (in particolare sulla media annuale) e la regione Liguria dispone di una buona copertura di misure (al contrario del PM<sub>10</sub> che, pur essendo forse anche più critico, non si dispone al momento di una adeguata serie storica di dati).

Contrariamente a quanto si osserva nelle aree caratterizzate da clima continentale, quali la pianura padana, non si rileva la presenza di episodi di inquinamento invernale, che si distinguono, per intensità e durata dei periodi caratterizzati da concentrazioni elevate, dai livelli di concentrazione osservati durante gli altri periodi dell'anno.

Gli episodi più interessanti sono stati visualizzati durante il periodo freddo, o quanto meno, non durante i mesi estivi.

Spesso (ma non sempre) durante situazioni di inquinamento superiore alla media, si riscontra un gradiente di temperatura positivo, ovvero una situazione in cui la differenza di temperatura nel tempo cresce positivamente.

Non è stato possibile mostrare che ad evidenti aumenti di pressione al suolo si siano riscontrati parziali aumenti nei valori di concentrazione di NO<sub>2</sub> (la condizione "alta pressione" è condizione necessaria ma non sufficiente per l'aumento nei valori di inquinamento).

Esistono periodi in cui la pressione al suolo risulta elevata, ma non si osservano episodi di inquinamento acuto e generalizzato. Infatti, nella stagione invernale accade che valori di pressione significativamente alti (al suolo), siano invece associati ad un rinforzo del gradiente barico (e quindi della circolazione dai quadranti settentrionali). Tale condizione si verifica con una certa frequenza; un aumento della pressione ai bassi livelli determina l'instaurarsi di un significativo rinforzo delle correnti di Grecale (tra Est e Nord-Est), in particolare a Ponente e sul Genovese. Ne consegue che masse d'aria più fredda e densa tendono a sconfinare dalla Pianura Padana verso i versanti tirrenici, determinando un deciso calo delle temperature e condizioni sfavorevoli all'accumulo degli inquinanti in atmosfera.

---

## 2.2.3 CONDIZIONI METEOROLOGICHE SFAVOREVOLI ALLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI SECONDARI

---

L'esame dei dati si è concentrato sui rilevamenti di ozono (O<sub>3</sub>) nel periodo 1998-2003 in alcune stazioni delle reti di rilevamento della qualità dell'aria della regione Liguria. La scelta è basata sulla considerazione che l'ozono è uno degli inquinanti secondari più critici rispetto ai limiti di legge e si dispone di serie di dati sufficientemente lunghe.

L'analisi preliminare dei dati orari e giornalieri di O<sub>3</sub> relativi alle stazioni di Quarto e Acquisola ha messo in evidenza quanto segue:

- l'analisi della media dei dati orari mensili evidenzia per tutte le annate prese in esame la bimodalità dell'andamento orario dell'ozono, con un massimo assoluto nelle ore centrali della giornata, tra le 14 e le 16, correlato con la produzione fotochimica, ed un massimo relativo



- durante le ore notturne, tra le 3 e le 4 della mattina, legato probabilmente ad un trasporto di ozono dall'Appennino ligure dovuto alla brezza di monte;
- i valori orari più elevati in tutte le annate si osservano nei mesi di giugno o luglio, mentre i valori meno elevati sono sempre durante il mese di ottobre, andamento piuttosto tipico dovuto alla produzione fotochimica legata alla radiazione solare e ai precursori dell'ozono;
  - l'andamento dei valori medi mensili risulta, in accordo con i dati di molte stazioni di misura di O<sub>3</sub> presenti in Italia, con tendenza ad un massimo estivo collocato tra giugno ed agosto;
  - si riscontra una tendenza alla diminuzione dei valori medi annuali di ozono, nel corso del periodo esaminato (1997-2003);
  - dall'analisi di alcuni episodi di inquinamento fotochimico sono stati messi in evidenza alcuni casi di accumulo "fotochimico" tipico dei periodi estivi; le condizioni meteorologiche associate a tali eventi sono caratterizzate generalmente dalla presenza di strutture anticicloniche persistenti, con aumento della temperatura a tutte le quote e subsidenza sia a scala sinottica che locale. In tali condizioni quello che accade è che i processi antagonisti alla formazione di ozono durante la notte non risultano essere molto efficaci, e di conseguenza la produzione fotochimica della giornata si sovrappone all'ozono non distrutto durante la notte, a formare accumulo.

L'andamento ed il trasporto di ozono nel periodo estivo è legato anche ai regimi di brezza, dominanti a scala locale nel periodo caldo, con un'alternanza giornaliera tra la circolazione di mare e quella di terra; l'andamento bimodale dell'inquinante, strettamente legato alla radiazione solare, sembra risentire di questo cambio di circolazione tra il giorno e la notte. Per un'analisi più approfondita di tale fenomeno, vanno individuate e selezionate alcune stazioni ritenute più rappresentative della reale circolazione delle masse d'aria sul capoluogo (come ad esempio Cogoleto), anche attraverso un'attenta analisi della topografia, fattore che in una regione come la Liguria gioca un ruolo molto importante nella concentrazione e dispersione degli inquinati.

## 2.3 ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

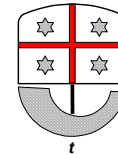
### 2.3.1 LA RETE DI MONITORAGGIO

---

Nella Regione sono operanti stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria e meteorologiche, organizzate nelle seguenti principali reti fisse:

- Genova – Rete provinciale
- Genova – Rete a servizio della centrale termoelettrica
- Imperia - Rete provinciale
- La Spezia - Rete provinciale
- La Spezia – Rete a servizio della centrale termoelettrica
- Savona - Rete provinciale
- Savona – Rete a servizio della centrale termoelettrica.

Le stazioni di rilevamento, come emerge dalla Figura 14 sono state distribuite nel tempo in maniera tale da essere rappresentative delle aree nelle quali sono presenti le principali fonti emittenti, ma, se si confronta la mappa della distribuzione delle centraline con le mappe riportanti la distribuzione territoriale delle emissioni, riportate in **Allegato 5** è evidente che esse non risultano essere



---

rappresentative dell'intero territorio regionale e che, in particolare, vi sono zone sull'arco costiero in cui si riscontrano carichi inquinanti non trascurabili che non sono risultano monitorate.

Se questo risulta evidente per i cosiddetti "inquinanti primari", cioè quelli emessi direttamente dalle fonti emittenti, è maggiormente vero per gli inquinanti cosiddetti "secondari", cioè quelli che si formano e trasformano a seguito di una serie di reazioni degli inquinati primari anche a notevole distanza dalle fonti emittenti, tipicamente l'ozono troposferico.

Inoltre le centraline sono posizionate secondo i criteri della normativa antecedente all'emanazione del DM 60/02 e pertanto la loro ubicazione non sempre corrisponde ai criteri di microscala e macroscala imposti da tale normativa.

**Nell'Allegato 8** è riportata un'analisi della rete di rilevamento, nella quale è evidenziata la conformità o meno delle singole postazioni di misura a quanto disposto dal DM 60/02.



## Monitoraggio della qualità dell'aria

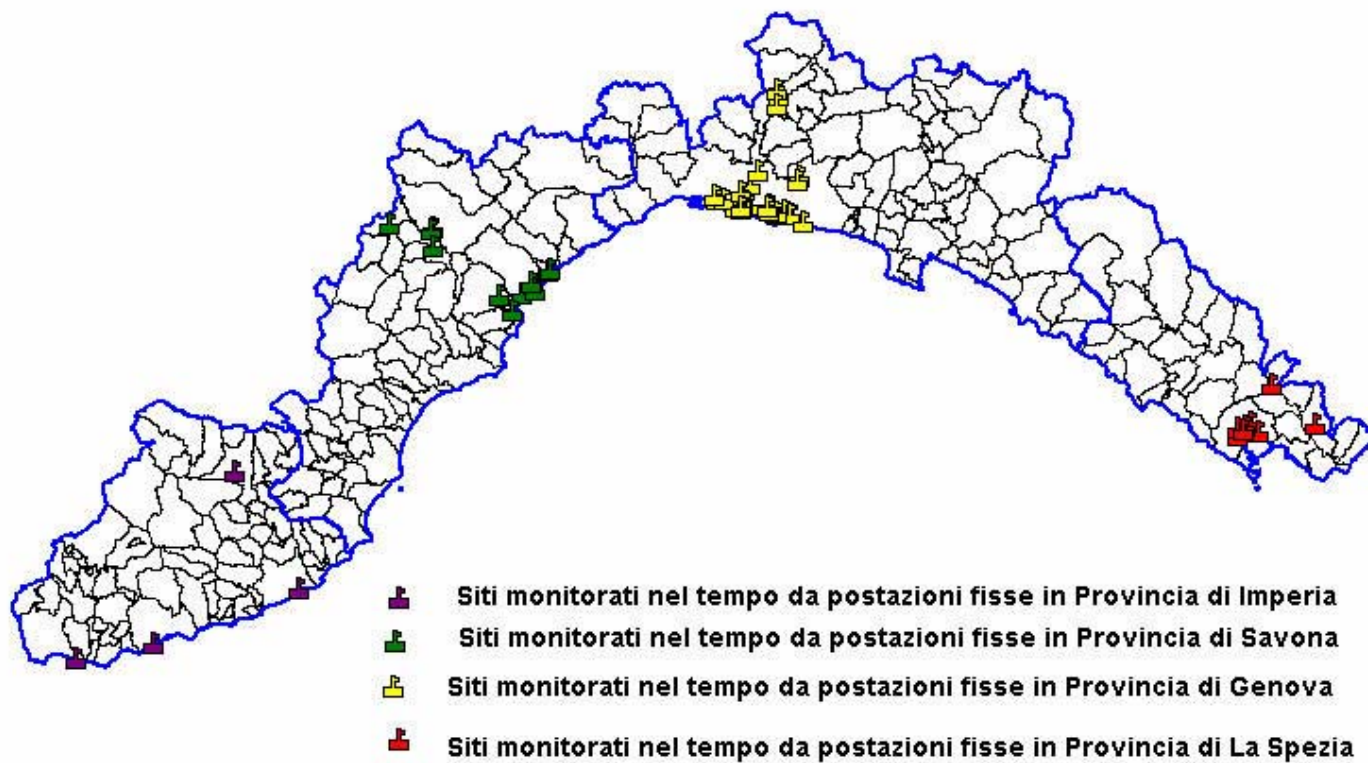


Figura 14 Distribuzione territoriale delle postazioni di rilevamento della qualità dell'aria



### 2.3.2 I DATI STORICI DEL MONITORAGGIO FINO AL 2003

---

L'analisi dei dati storici di monitoraggio evidenzia in particolare che:

- nel tempo si è osservata una generalizzata diminuzione dei livelli di inquinamento registrati per i parametri SO<sub>2</sub> e CO in tutte le postazioni presenti sul territorio, con il raggiungimento, praticamente ovunque, di valori di concentrazione ampiamente al di sotto dei limiti di legge;
- sono notevolmente diminuiti i valori di punta registrati per l'NO<sub>2</sub>, tanto che non vengono più raggiunte le cosiddette "soglie di attenzione e di allarme", che nel recente passato hanno determinato, per Genova, l'esigenza di attuare provvedimenti a carattere di urgenza;
- i valori medi annui di NO<sub>2</sub>, tuttavia, in alcune situazioni (quasi tutte le postazioni di Genova e talune nelle altre zone monitorate) rimangono alti ed al di sopra dei limiti e non evidenziano un netto trend in diminuzione;
- anche per l'Ozono si è osservata una diminuzione dei valori di punta, tuttavia tale parametro appare comunque critico, in quanto l'analisi dei trends non ha evidenziato una tendenza alla diminuzione delle concentrazioni medie annue; inoltre il ridimensionamento degli episodi acuti di inquinamento nel periodo estivo, essendo strettamente correlato alle condizioni meteorologiche stagionali, per risultare acquisito, ha maggiore necessità di essere seguito nel tempo; non ultimo va sottolineato che i valori registrati risultano ovunque molto lontani dai valori di riferimento stabiliti dalla direttiva ozono;
- le concentrazioni di benzene sono diminuite e al 2003 i valori misurati sono tutti inferiori al limite da rispettare al 2010;
- la situazione di emergenza correlata con le elevatissime concentrazioni di idrocarburi policiclici aromatici registrati nell'area di influenza delle acciaierie di Cornigliano è stata superata a seguito della chiusura della cokeria ed ora in zona si osservano concentrazioni analoghe a quelle registrate in ambito urbano in zone influenzate dal traffico;
- per il parametro PM<sub>10</sub>, ancora scarsamente monitorato a livello regionale, la base dati storica riferita alle postazioni di Genova non evidenzia una netta diminuzione dei trends, anzi, nel 2003 si è registrato un aumento dei valori; è il parametro che desta maggior preoccupazione, in quanto i termini per il rispetto dei limiti è vicino (2005) ed attualmente tali limiti risultano superati praticamente in tutte le postazioni in cui viene rilevato.
- non sussistono problemi per quanto concerne il Piombo.

Nel seguito si riportano gli andamenti delle medie annuali di NO<sub>2</sub> osservati nelle postazioni di rilevamento provinciali e l'andamento delle medie annuali delle postazioni fisse che misurano il PM<sub>10</sub>, Benzene ed Ozono. Per l'Ozono si riporta inoltre l'andamento delle medie mensili dei mesi estivi della postazione di Parco Acquasola a Genova.

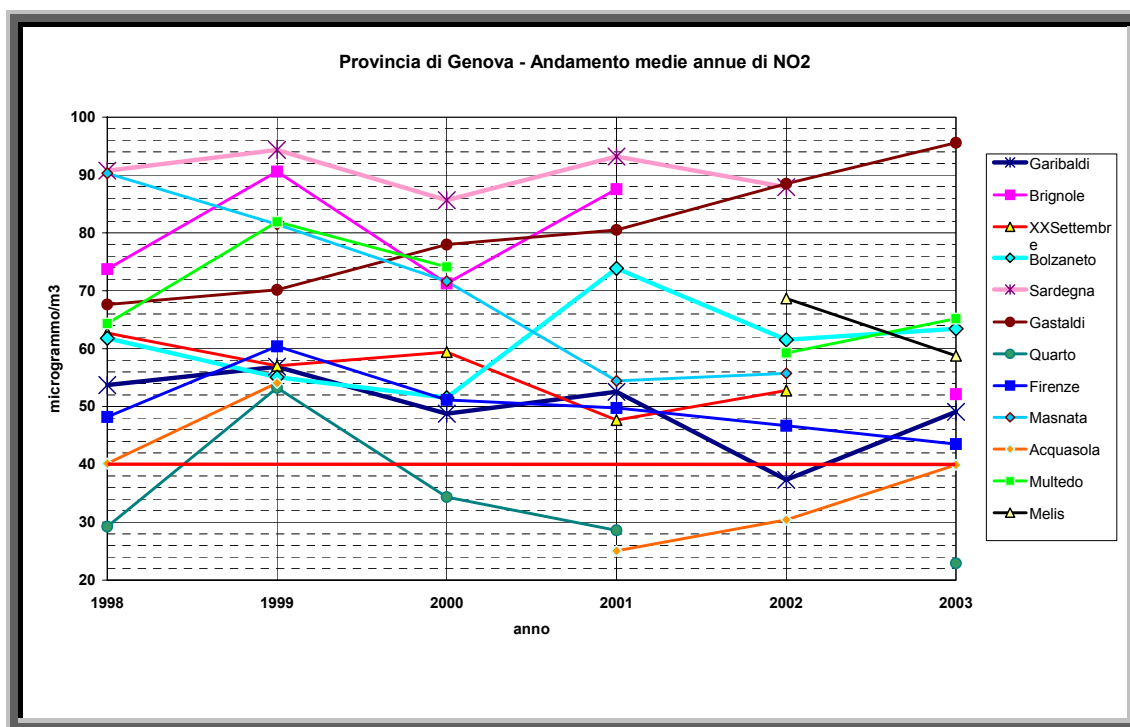


Figura 15 Medie annuali NO2 – Provincia di Genova

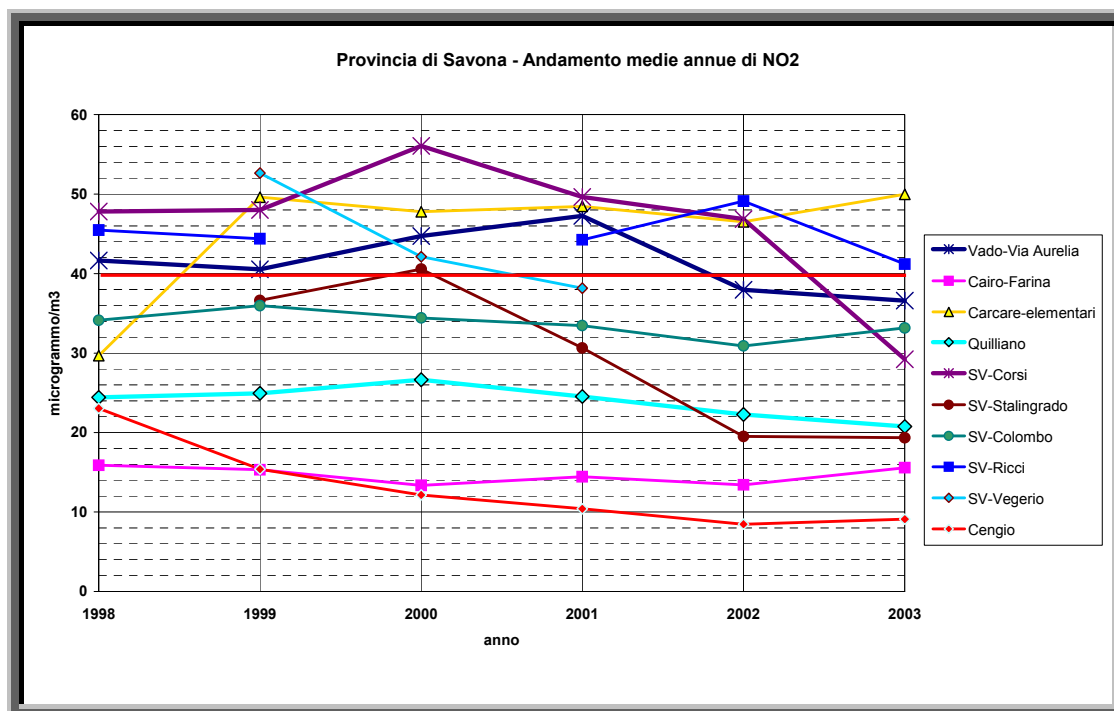


Figura 16 Medie annuali NO2 – Provincia di Savona

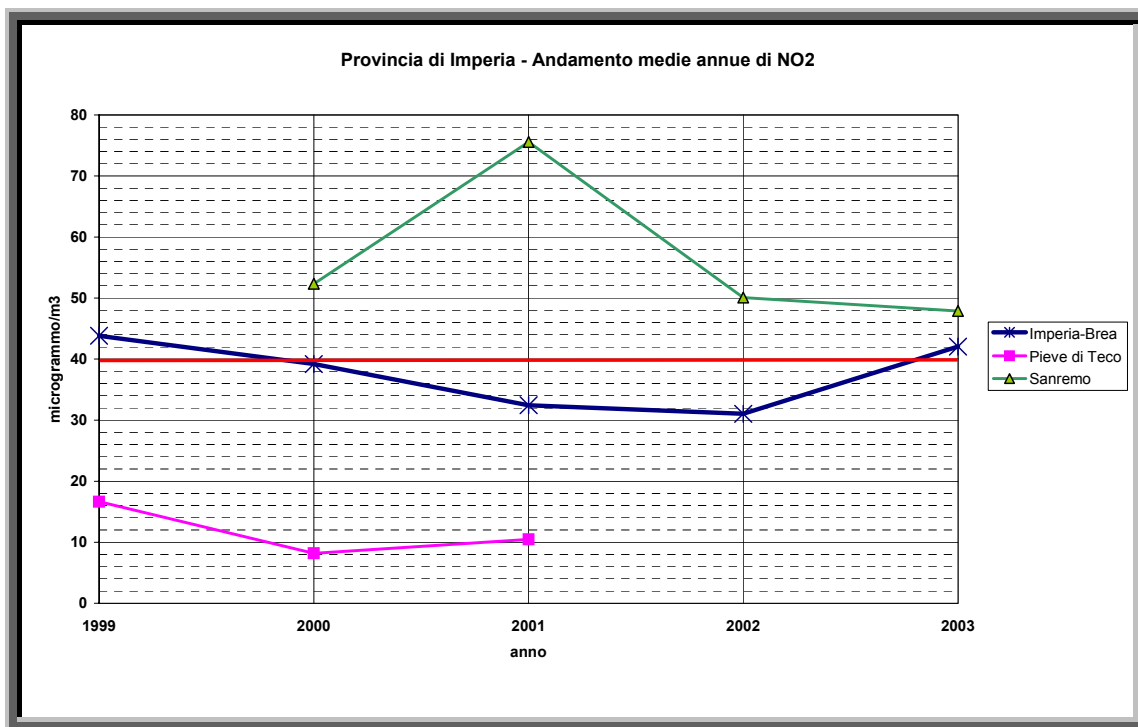


Figura 17 Medie annuali NO2 – Provincia di Imperia

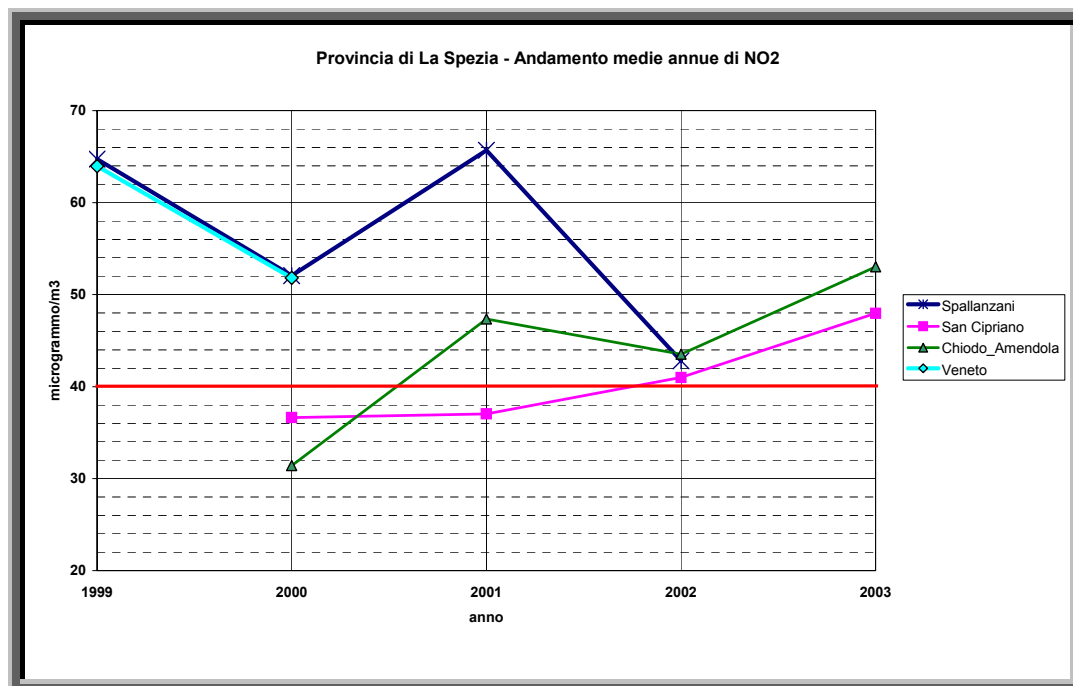


Figura 18 Medie annuali NO2 – Provincia di La Spezia

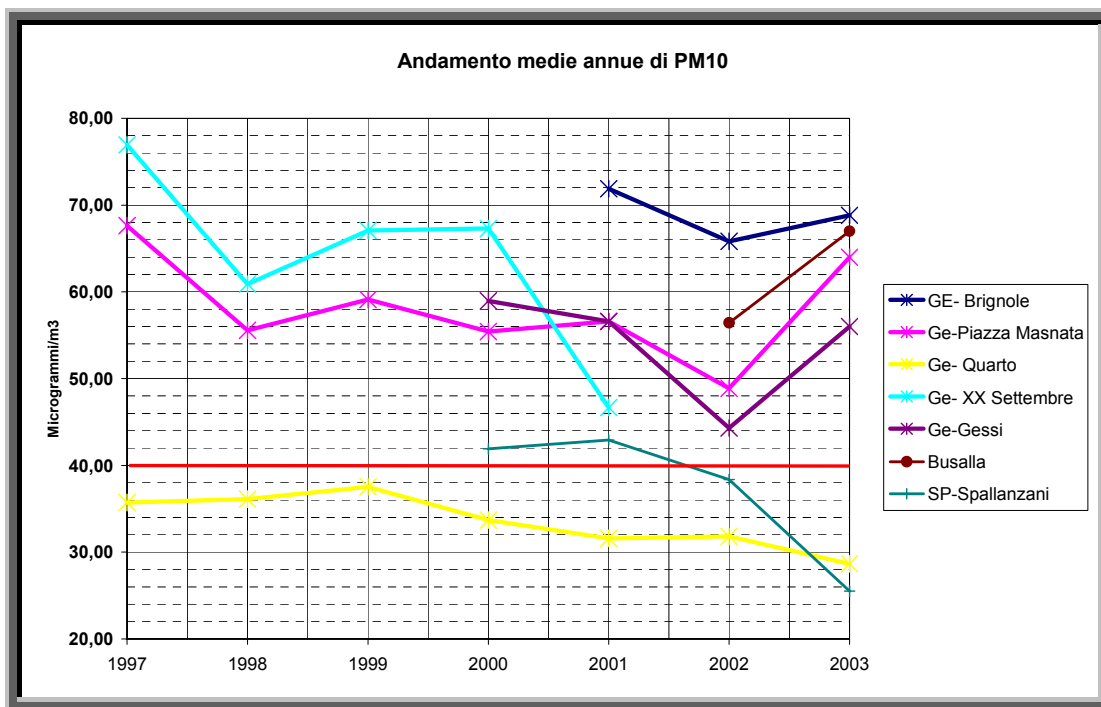


Figura 19 Medie PM10 rilevate a Genova Busalla e La Spezia

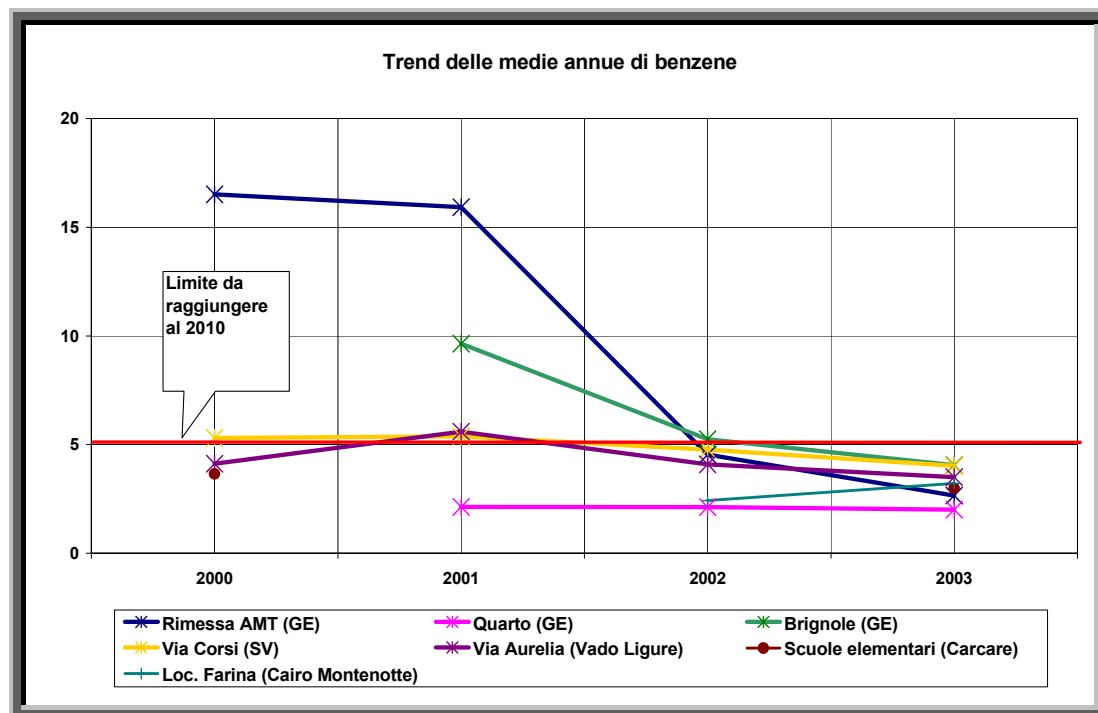


Figura 20 Medie annuali di Benzene

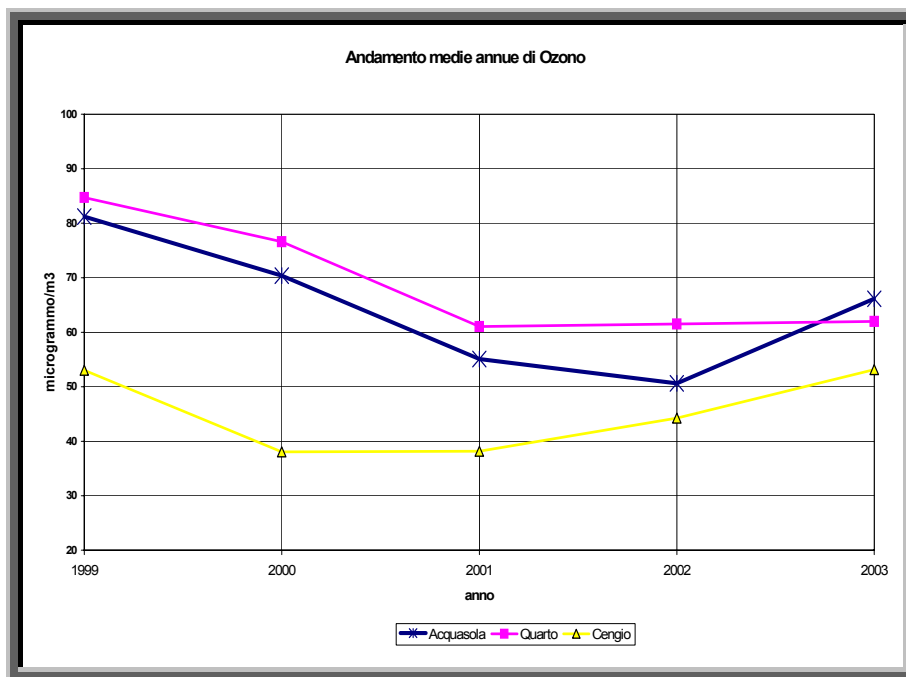


Figura 21 Andamento Medie annuali di Ozono

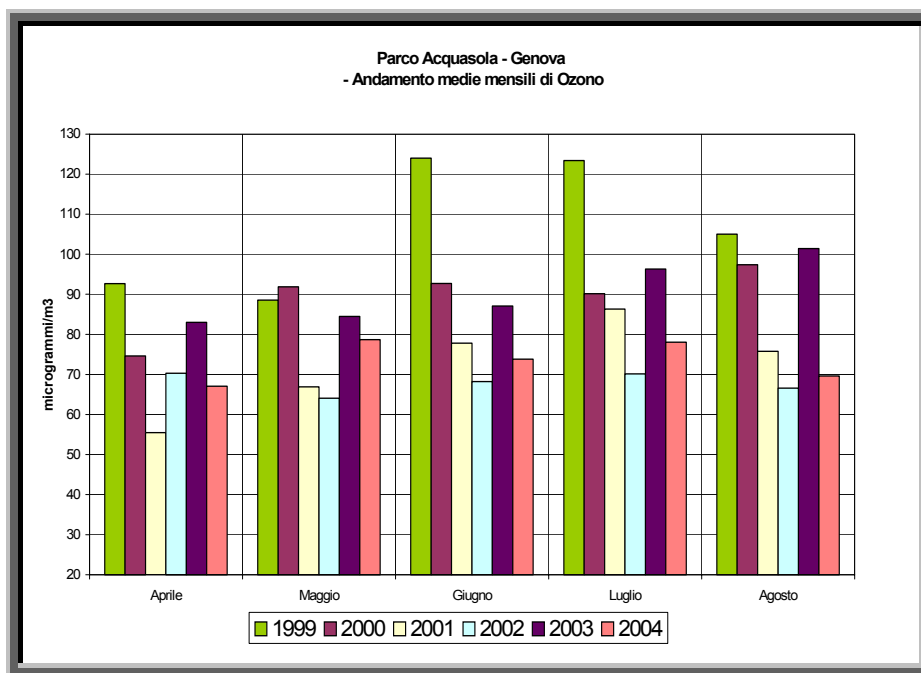


Figura 22 Andamento medie mensili Ozono – Parco Acquasola - Genova

### 2.3.3 ANALISI DEI DATI CON RIFERIMENTO AI LIMITI EUROPEI FINO AL 2003

#### 2.3.3.1 Gli inquinanti del DM 60/02

Con riferimento a quanto disposto dal DM 60/02 nel seguito si riportano le valutazioni e considerazioni inerenti i soli parametri che, in alcune situazioni, superano i limiti.



In **Tabella 10** sono riportati i valori di riferimento (limiti, margini di tolleranza sui limiti, soglie di valutazione) disposti dal DM 60/02 con relazione ai diversi parametri inquinanti.

Le valutazioni riguardano gli anni 2001, 2002 e 2003. La norma infatti, come visto al paragrafo riguardante l'inquadramento normativo, dispone che sia effettuata una prima valutazione al 2001 in base alla quale classificare il territorio in zone ed agglomerati e successivamente valutazioni annuali per la verifica dell'avvicinamento ai limiti, tenuto conto dei margini di tolleranza sui limiti previsti per ogni anno.

### **Biossido di azoto**

In base a quanto previsto dalla normativa, il limite per la protezione della salute riferito alla media annuale di NO<sub>2</sub>, pari a 40 µg/mc non risulta rispettato in molte postazioni di rilevamento sul territorio.

Nelle figure che seguono viene evidenziato, per ogni postazione di rilevamento, per gli anni 2001, 2002 e 2003 se c'è stato superamento del solo limite o anche del limite aumentato del margine di tolleranza, pari a 58 µg/mc al 2001, 56 µg/mc al 2002 e 54 µg/mc al 2003.

Dalla valutazione emerge in particolare che:

- Per Genova:
  - per tutti gli anni in tutte le postazioni, tranne Quarto e Acquasola, si registra il superamento del limite e per alcune si è avuto un peggioramento soprattutto nel 2003; in particolare va notato che anche Acquasola nel 2003 è risultata prossima al limite;
  - il limite aumentato del margine di tolleranza è superato in 4 postazioni su 9 al 2001, 5 su 9 al 2002 e 4 su 8 al 2003;
- per Busalla si è registrato il superamento del solo limite al 2001 e al 2003, mentre nel 2002 il valore si è mantenuto sotto il limite;
- nelle postazioni della Provincia di Savona non si è registrato superamento dei limiti aumentati del margine di tolleranza, ma del solo limite a Vado-Via Aurelia nel 2001, a Carcare –Elementari in tutti e tre gli anni, a Savona via Corsi nel 2001 e 2002 e a Savona Ricci in tutti e tre gli anni;
- in Provincia di Imperia: a Sanremo si è registrato il superamento del limite aumentato del margine di tolleranza nel 2001, mentre del solo limite nel 2002 ed a Imperia il superamento del solo limite nel 2003, mentre nel 2001 e 2002 i valori si erano mantenuti sotto i limiti;
- a La Spezia si era registrato nel 2001 il superamento del limite aumentato del margine di tolleranza nella postazione di Via Spallanzani e del solo limite a Chiodo-Amendola; nel 2002 il superamento del solo limite in tutte e tre le postazioni attive per quell'anno e nel 2003 il superamento del solo limite in due postazioni su 4 attive;
- a Sarzana nel 2003, unico anno sui tre in cui sono stati raccolti un numero sufficiente di dati si è registrato il superamento del limite.

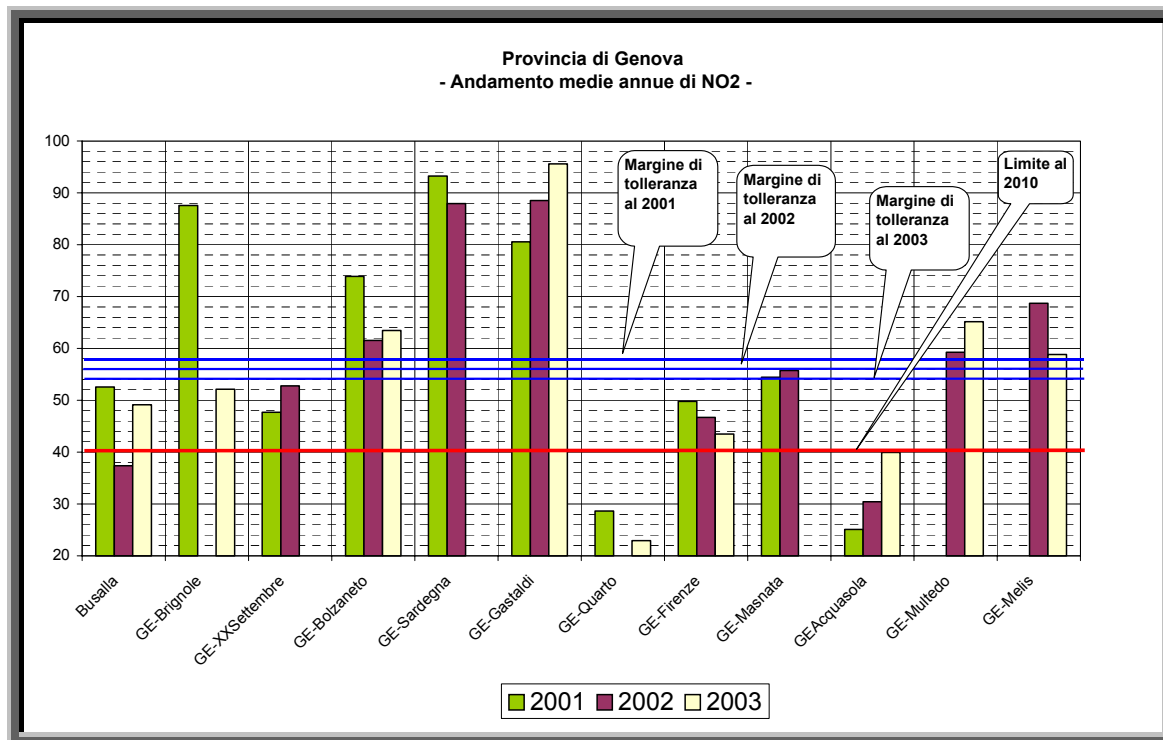


Figura 23 Verifica rispetto limiti DM 60/02 NO2 media annua – Provincia di Genova

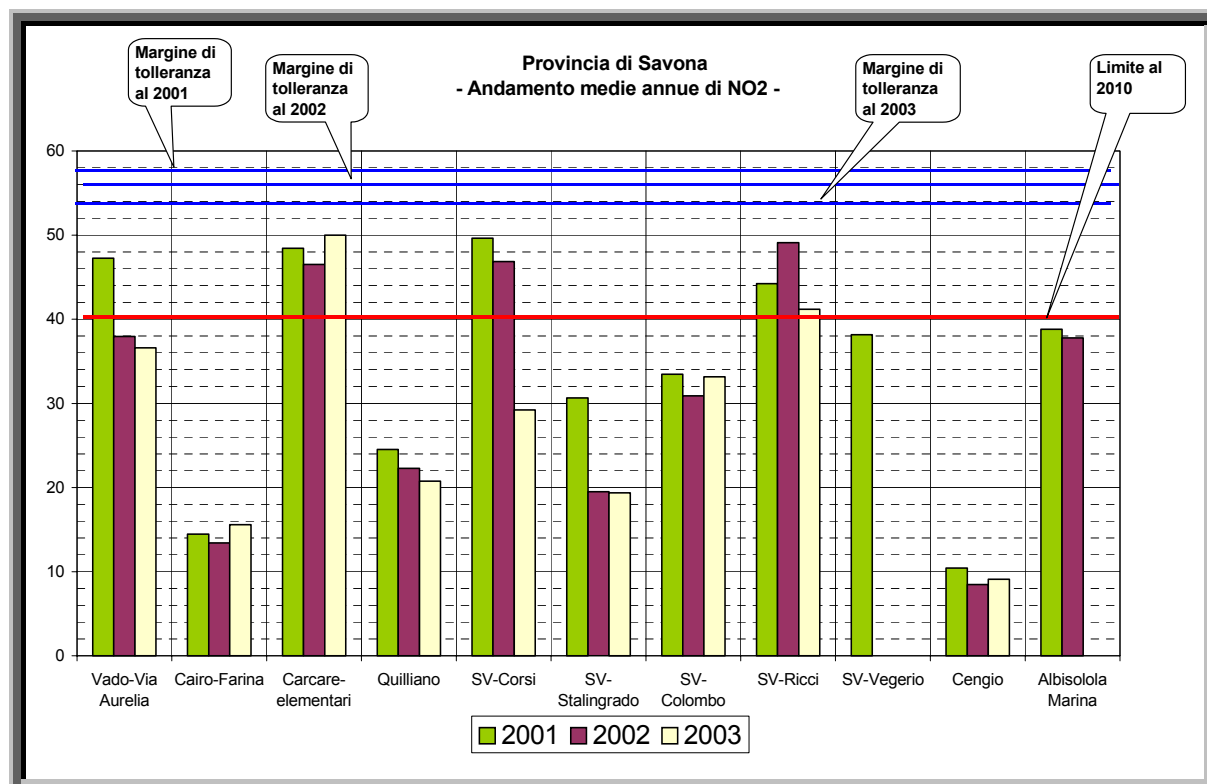


Figura 24 Verifica rispetto limiti DM 60/02 NO2 media annua – Provincia di Savona



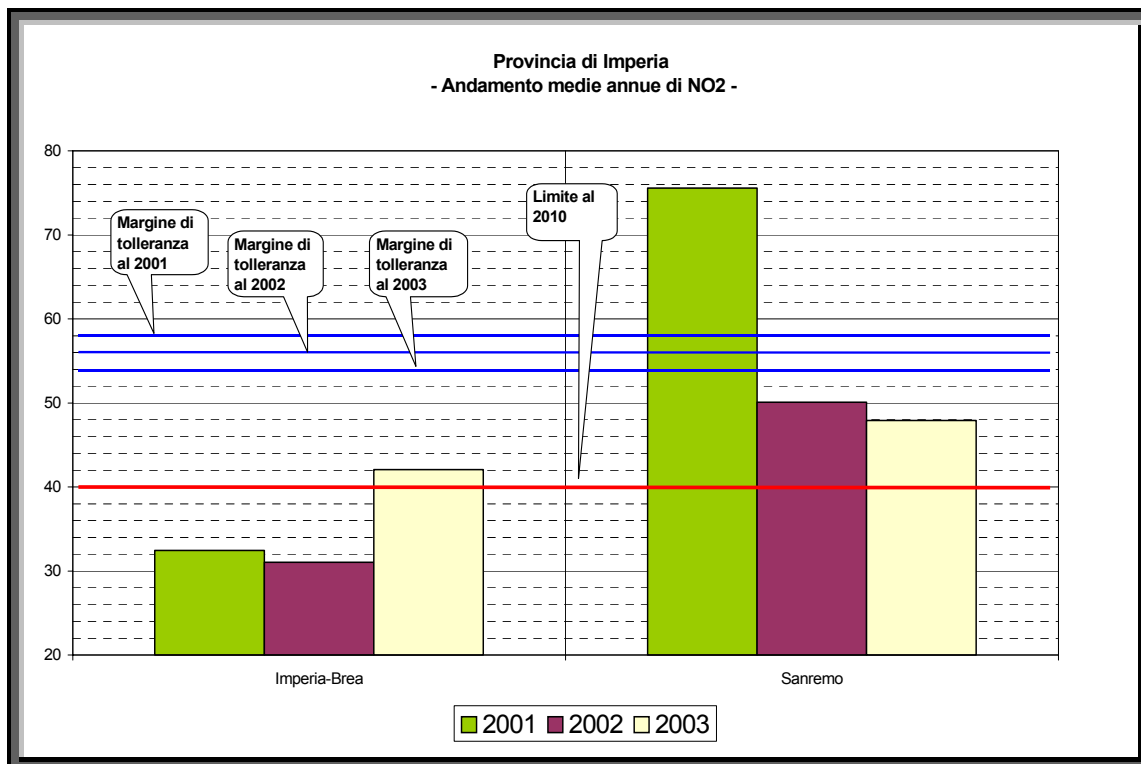


Figura 25 Verifica rispetto limiti DM 60/02 NO<sub>2</sub> media annua – Provincia di Imperia

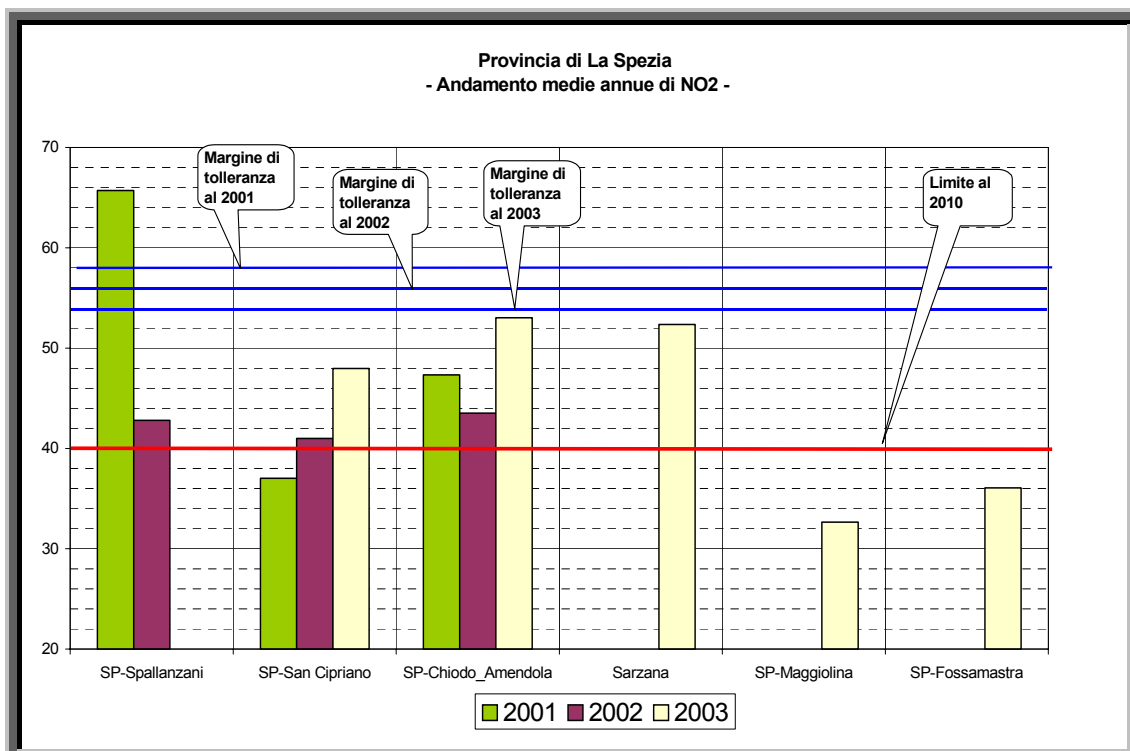


Figura 26 Verifica rispetto limiti DM 60/02 NO<sub>2</sub> media annua – Provincia di La Spezia



## Particolato solido fine PM10

In base a quanto previsto dalla normativa, i limiti per la protezione della salute riferiti al PM10 media annuale e giornaliera non risultano rispettati in molte postazioni di rilevamento sul territorio. Questo parametro è però solo rilevato in Provincia di Genova e a La Spezia

Il limite annuale è pari a 40  $\mu\text{g}/\text{mc}$  e quello giornaliero è 50  $\mu\text{g}/\text{mc}$  da non superare più di 35 volte per anno.

Nelle figure che seguono viene evidenziato per la media annuale, per ogni postazione di rilevamento, per gli anni 2001, 2002 e 2003, se c'è stato superamento del solo limite o anche del limite aumentato del margine di tolleranza, pari a 46,4  $\mu\text{g}/\text{mc}$  al 2001, 44,8  $\mu\text{g}/\text{mc}$  al 2002 e 43,2  $\mu\text{g}/\text{mc}$  al 2003.

Dalla valutazione emerge in particolare che:

- a Genova il limite aumentato del margine di tolleranza risulta superato in tutte le postazioni tranne Quarto e, ad un certo miglioramento nel 2002 rispetto al 2001 è seguito un peggioramento nel 2003;
- a Busalla il limite aumentato del margine di tolleranza risulta superato nel 2002 e 2003, mentre nel 2001 non era rilevato;
- a La Spezia si è registrato il superamento del solo limite nel 2001 nell'unica postazione attiva per quell'anno, mentre nel 2002 e 2003, per la stessa stazione si è rimasti sotto il limite; nel 2003 in un'altra postazione attivata non si è registrato superamento del limite.

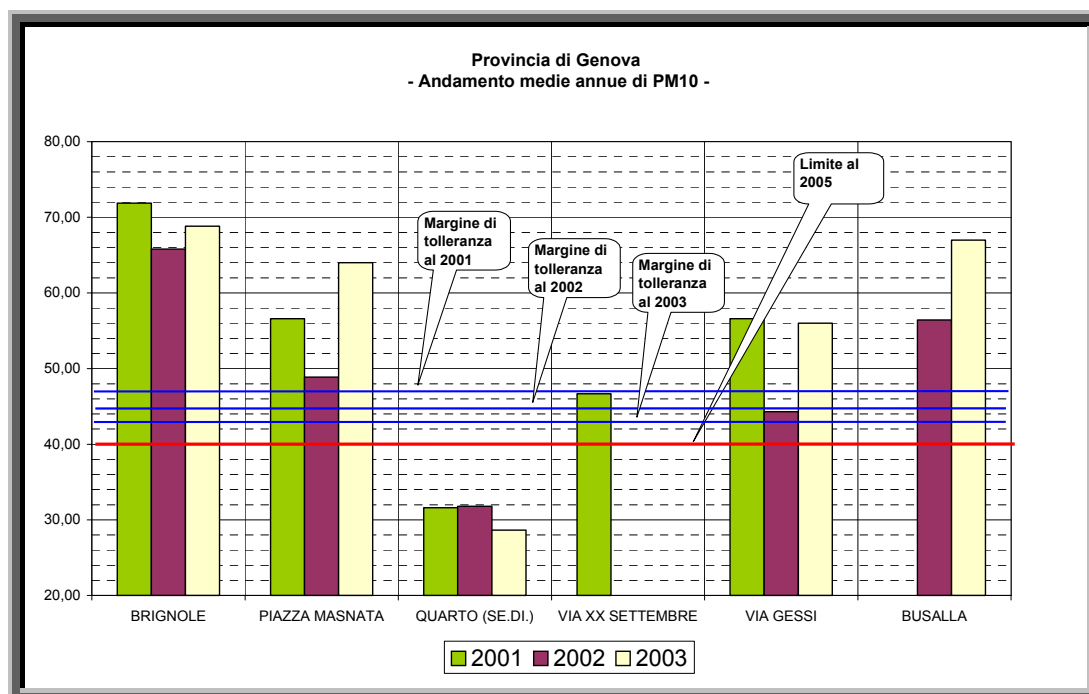


Figura 27 Verifica rispetto limiti DM 60/02 PM10 media annua – Provincia di Genova

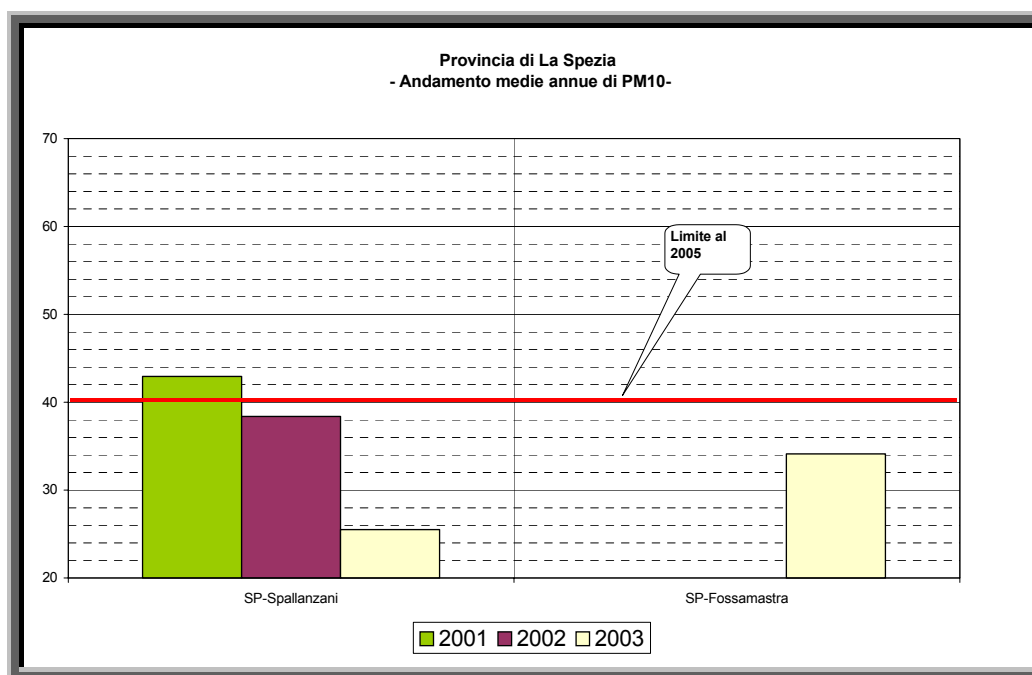


Figura 28 Verifica rispetto limiti DM 60/02 PM10 media annua – Provincia di La Spezia

Nelle figure che seguono viene evidenziato per la media giornaliera, per ogni postazione di rilevamento, per gli anni 2001, 2002 e 2003, il numero di superamenti del limite ed il numero di superamenti del limite aumentato del margine di tolleranza. Inoltre per le postazioni di Genova è stata riportata una tabella nella quale viene evidenziato il numero di dati raccolti annualmente.

Dalla valutazione emerge in particolare che:

- a Genova il limite più il margine di tolleranza risulta superato a Brignole per tutti gli anni; si stima inoltre superato in tutte le altre postazione tranne Quarto, in considerazione del rapporto tra numero di superamenti e numero di dati raccolti;
- a Busalla il limite più il margine di tolleranza si stima superato, in considerazione del rapporto tra numero di superamenti e numero di dati raccolti, sia nel 2002 che nel 2003;
- a La Spezia in via Spallanzani il margine di tolleranza risulta superato per il 2002 e si stima superato, in considerazione del rapporto tra numero di superamenti e numero di dati raccolti nel 2001; a La Spezia-Fossamastra nel 2003, unico anno di rilevamenti, si registra il superamento del limite.

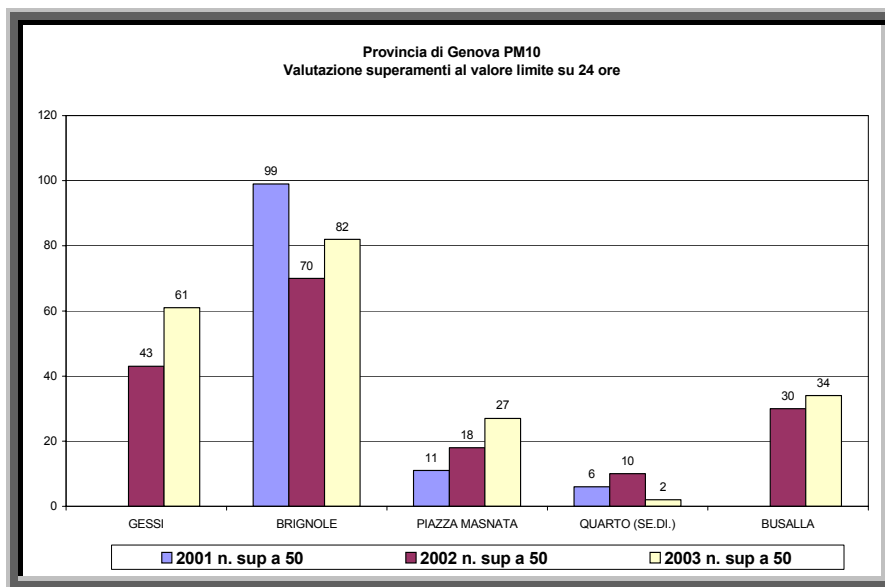


Figura 29 Verifica rispetto limiti DM 60/02 PM10 media giornaliera – Provincia di Genova

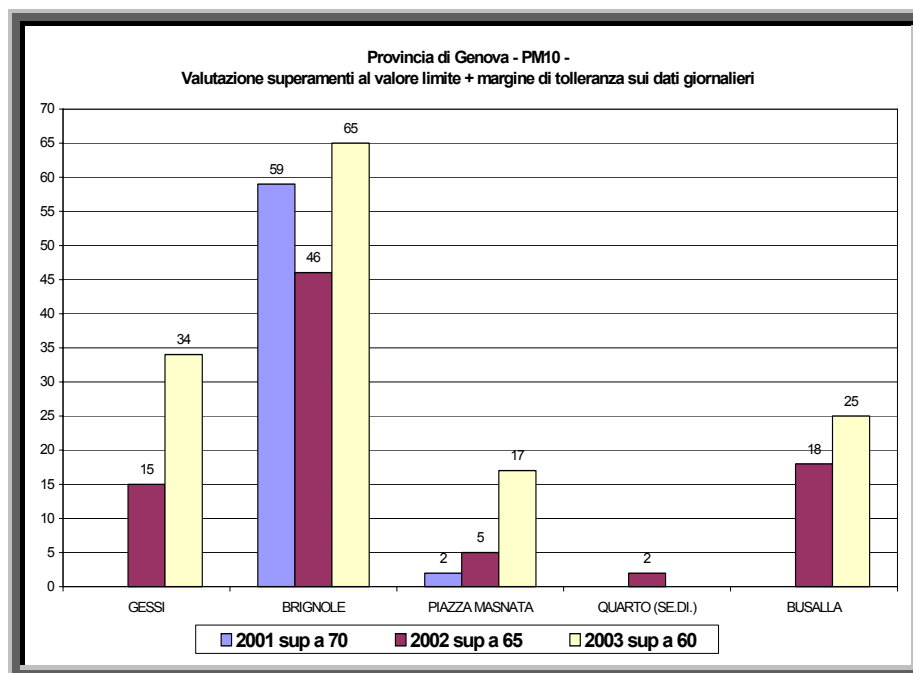


Figura 30 Verifica rispetto del limite più margine di tolleranza DM 60/02 PM10 media giornaliera – Provincia di Genova

	N° DATI 2001	N° DATI 2002	N° DATI 2003
Gessi		143	105
Brignole	112	109	114
Piazza Masnata	17	49	52
Quarto (se.di.)	90	81	47
Busalla		61	45

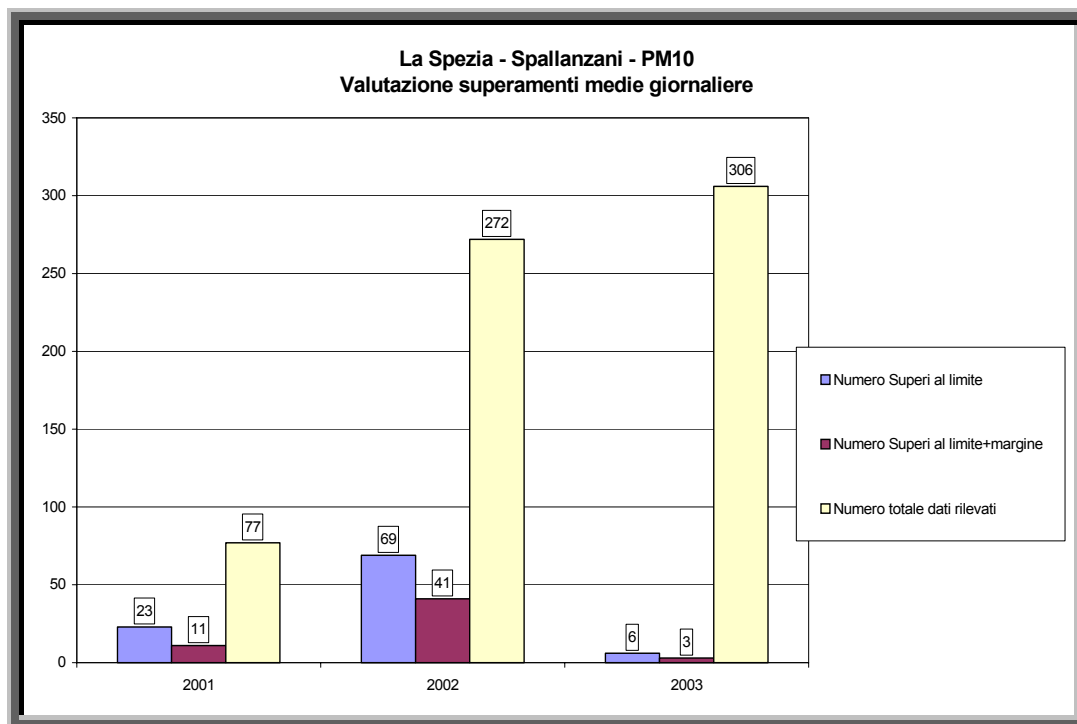


Figura 31 Verifica rispetto DM 60/02 - PM10 media giornaliera – Spallanzani -La Spezia

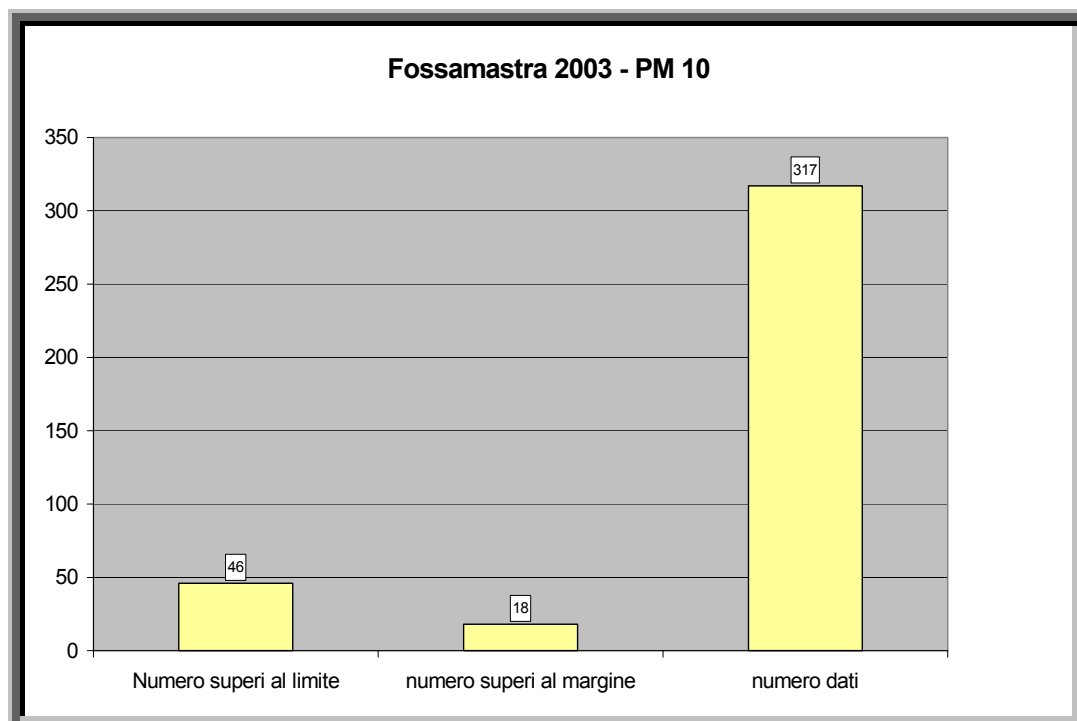


Figura 32 Verifica rispetto DM 60/02 - PM10 media giornaliera – Fossamastra La Spezia



## Benzene

Per questo inquinante solo dal 2005 è previsto un margine di tolleranza. Con riferimento al limite, come emerge dalla figura riportata nel seguito, solo nel 2001 si registravano superamenti del limite, mentre negli anni successivi i valori si sono mantenuti entro il limite.

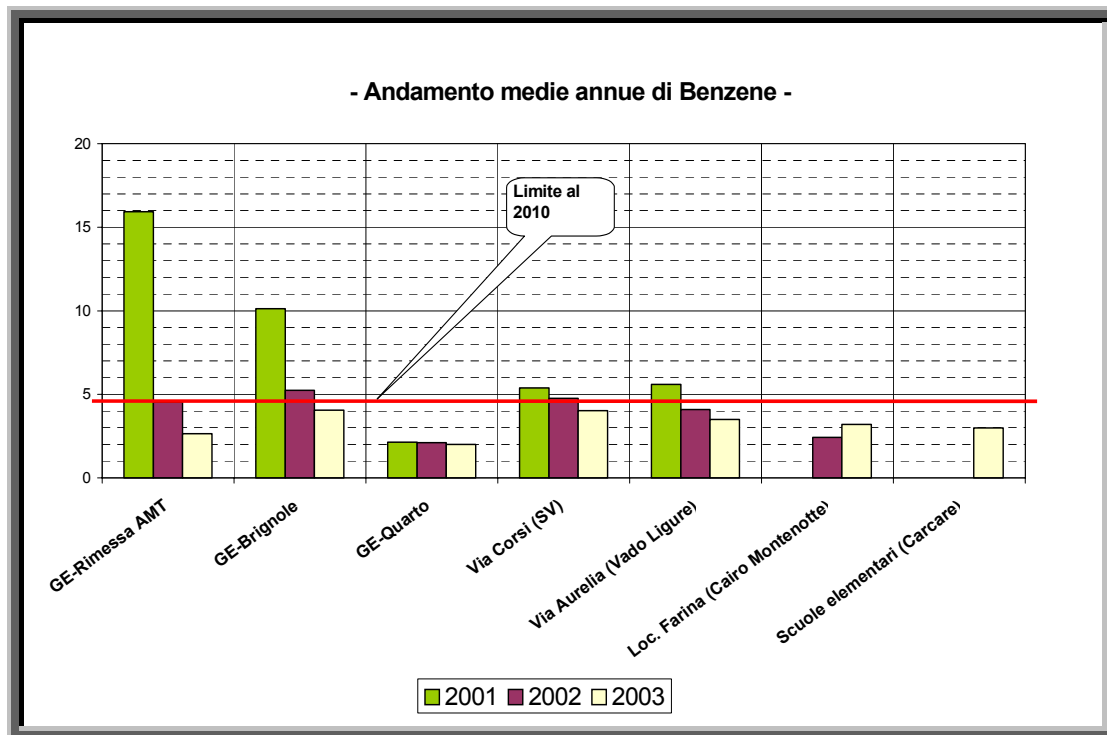


Figura 33 Verifica rispetto limiti DM 60/02 Benzene media annua

Tabella 10 Valori di riferimento previsti dal DM 60/02

		Tempo di mediazione	Valore limite	data	Lim. + marg. toll.	data	Soglia valut. superiore	Soglia valut. inferiore	
<b>SO<sub>2</sub></b>	Valori limite	Protezione salute	Media oraria	350 µg/m <sup>3</sup> Max 24 super. anno	1/1/05	500 µg/m <sup>3</sup> 470 µg/m <sup>3</sup> 440 µg/m <sup>3</sup> 410 µg/m <sup>3</sup> 380 µg/m <sup>3</sup>	2000 2001 2002 2003 2004		
		Protezione salute	Media giornaliera	125 µg/m <sup>3</sup> Max. 3 super. anno	1/1/05			75 µg/m <sup>3</sup> non più di 3 volte/anno	50 µg/m <sup>3</sup> non più di 3 volte/anno
		Protezione ecosistemi	Media annuale	20 µg/m <sup>3</sup>	19/7/01				
		Protezione ecosistemi	Media invernale (1° ott. - 31 mar.)	20 µg/m <sup>3</sup>	19/7/01			12 µg/m <sup>3</sup> )	8 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme		Media trioraria in località rappresentative di un agglomerato completo (max 100 km <sup>2</sup> )	500 µg/m <sup>3</sup>					
<b>NO<sub>2</sub></b>	Valori limite	Protezione salute	Media oraria	200 µg/m <sup>3</sup> Max 18 super. anno	1/1/10	300 µg/m <sup>3</sup> 290 µg/m <sup>3</sup> 280 µg/m <sup>3</sup> 270 µg/m <sup>3</sup> 260 µg/m <sup>3</sup> 250 µg/m <sup>3</sup> 240 µg/m <sup>3</sup> 230 µg/m <sup>3</sup> 220 µg/m <sup>3</sup> 210 µg/m <sup>3</sup>	2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009	140 µg/m <sup>3</sup> Max 18 super. anno	100 µg/m <sup>3</sup> Max 18 super. anno
		Protezione salute	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>	1/1/10	60 µg/m <sup>3</sup> 58 µg/m <sup>3</sup> 56 µg/m <sup>3</sup> 54 µg/m <sup>3</sup> 52 µg/m <sup>3</sup> 50 µg/m <sup>3</sup> 48 µg/m <sup>3</sup> 46 µg/m <sup>3</sup> 44 µg/m <sup>3</sup> 42 µg/m <sup>3</sup>	2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009	32 µg/m <sup>3</sup>	26 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme		3 ore consecut. (In un'area di 100 km <sup>2</sup> )	400 µg/m <sup>3</sup>					

Tabella 10 Valori di riferimento previsti dal DM 60/02

		Tempo di mediazione		Valore limite		data	Lim. + marg. toll.	data	Soglia valut. superiore	Soglia valut. inferiore
<b>NOx</b>	Valore limite	Protezione ecosistemi	Media annuale (NO+NO2)	30 µg/m3		19/7/01			24 µg/m3	19,5 µg/m3
<b>PM10</b>	Valori limite	Protezione salute	Media 24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> Max 35 super. anno		1/1/05	75 µg/m3 70 µg/m3 65 µg/m3 60 µg/m3 55 µg/m3	2000 2001 2002 2003 2004	30 µg/m <sup>3</sup> Max 7 super. anno	20 µg/m <sup>3</sup> Max 7 super. anno
		Protezione salute	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>		1/1/05	48,0 µg/m3 46,4 µg/m3 44,8 µg/m3 43,2 µg/m3 41,6 µg/m3	2000 2001 2002 2003 2004	14 µg/m3	10 µg/m <sup>3</sup>
		Protezione salute	Media 24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	Max 7 super. anno	1/1/10				
		Protezione salute	Media annuale	20 µg/m <sup>3</sup>		1/1/10				
<b>Pb</b>	Valori limite	Protezione salute	Media annuale	0,5 µg/m <sup>3</sup>		1/1/05	1,0 µg/m3 0,9 µg/m3 0,8 µg/m3 0,7 µg/m3 0,6 µg/m3	2000 2001 2002 2003 2004	0,35 µg/m <sup>3</sup>	0,25 µg/m <sup>3</sup>
<b>CO</b>	Valore limite	Protezione salute	Media mobile di 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>		1/1/05	16 µg/m3 16 µg/m3 16 µg/m3 14 µg/m3 12 µg/m3	2000 2001 2002 2003 2004	7 mg/m <sup>3</sup>	5 mg/m <sup>3</sup>
<b>Benzen</b>	Valore limite	Protezione salute	Media annuale	5 µg/m <sup>3</sup>		1/1/10	10 µg/m3 9 µg/m3 8 µg/m3 7 µg/m3 6 µg/m3	2005 2006 2007 2008 2009	3,5 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>





### 2.3.3.2 L'Ozono

Con riferimento a quanto previsto dal D.Lgs 21/5/04 N.183 di attuazione della direttiva 02/3/CE si è proceduto ad una prima elaborazione dei dati disponibili per una valutazione preliminare della situazione rispetto ai nuovi limiti, riportati in Tabella 12.

Le elaborazioni sono state effettuate per le postazioni di Genova, Quarto e Acquasola.

I risultati per quanto concerne il valore bersaglio per la protezione della salute sono riportati nella tabella seguente ed evidenziano il superamento di tale valori.

Tabella 11 Ozono - Numero di superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute

	Quarto	Acquasola
2001	35	22
2002	32	18
2003	53	56
<b>media di tre anni</b>	<b>40</b>	<b>32</b>

Con riferimento al valore bersaglio per la protezione della vegetazione, la valutazione dovrebbe essere attuata prendendo in considerazione 5 anni di rilevamento e riferita a stazioni in cui è significativo valutare tale valore.

A questo fine risulta necessario definire l'organizzazione delle postazioni per il rilevamento dell'ozono.

Tabella 12 Limiti direttiva O3

<b>Tipo valore</b>	<b>Finalita'</b>	<b>Definizione del limite</b>	<b>Valore</b>	<b>Periodo di osservazione</b>	<b>Metodo di calcolo</b>
Valore bersaglio	protezione della salute umana a partire dal 2010	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni o se non disponibili 1 anno	1) medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno sarà quella compresa tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno sarà quella compresa tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso
	protezione della vegetazione a partire dal 2010	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18 000 µg/m <sup>3</sup> ·h	come media su 5 anni o se non disponibili 3 anni	2) somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m <sup>3</sup> (= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m <sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale
Obiettivo a lungo termine	protezione della salute umana (riferimento provvisorio 2020)	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	nell'arco di un anno civile	Come 1)
	protezione della vegetazione (riferimento provvisorio 2020)	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6 000 µg/m <sup>3</sup> ·h	anno	Come 2)
Soglia di informazione	protezione della salute	Media di 1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>	anno	
Soglia di allarme	protezione della salute	Media di 1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>	Se previsto o misurato per 3 ore consecutive	



### 2.3.4 L'INDAGINE DI BIODIVERSITÀ LICHENICA

I risultati del monitoraggio effettuato tramite le reti di rilevamento si possono integrare con i dati ottenuti dalla valutazione dell'indice di biodiversità lichenica.

Come è noto i licheni, data la loro stretta dipendenza dell'atmosfera per l'apporto idrico, la nutrizione minerale e l'apporto di anidride carbonica per la fotosintesi sono estremamente esposti e reattivi alla presenza di sostanze che alterino la composizione dell'atmosfera. Le loro peculiarità fisiologiche fanno sì che i licheni siano degli ottimi biomonitori degli effetti dell'inquinamento atmosferico.

Nell'anno 2000 è stata effettuata da ARPAL una campagna di rilevamento della biodiversità lichenica che ha riguardato tutto il territorio regionale. Il protocollo utilizzato è stato quello proposto in occasione del convegno "Biomonitoraggio della qualità dell'aria su tutto il territorio nazionale" (ANPA, Roma 26-27 novembre 1998).

I punti di campionamento sono stati collocati su una maglia regolare di 9x9 km di lato, per ogni stazione sono stati individuati gli alberi idonei, per specie e caratteristiche; ogni stazione è costituita da almeno 5 alberi – substrato.

Per ogni albero è stato determinato l'indice di biodiversità lichenica (LB) ossia la somma delle frequenze delle specie di licheni presenti nel reticolo di campionamento, l'indice LB della stazione è costituito dalla media dei valori LB di ogni albero.

Maggiore è l'indice LB, maggiore è la naturalità del sito indagato, minore è l'inquinamento atmosferico.

La scala utilizzata per l'elaborazione dei dati ottenuti è denominata "scala tirrenica con sottoclassi": le fasce di naturalità/alterazione sono ottenute come scostamento percentuale dalla massima naturalità potenziale.

Ad esempio sono considerate ad elevata naturalità (e quindi buona qualità dell'aria) le stazioni con indice BL che si discosta al massimo del 25% rispetto alla massima naturalità potenziale.

Indice BL	CLASSE
BL > 75	1) NATURALITA'
75 > BL > 60	2A) NATURALITA' MEDIA
60 > BL > 50	2B) NATURALITA' BASSA
50 > BL > 40	3A) ALTERAZIONE BASSA
40 > BL > 25	3B) ALTERAZIONE MEDIA
25 > BL > 10	4A) ALTERAZIONE ALTA
10 > BL > 1	4B) ALTERAZIONE MOLTO ALTA
1 > BL > 0	5) DESERTO LICHENICO



La carta di naturalità/alterazione, ottenuta interpolando i dati puntuali delle singole stazioni, mostra accordo con le informazioni ottenute dall'inventario delle emissioni e dalle reti di monitoraggio. Come si può rilevare dalla - Figura 34 Mappa della biodiversità lichenica - l'area urbana di Genova risulta essere la maggiormente alterata, seguita dalle altre zone più densamente urbanizzate ed industrializzate della regione.

I valori più alti di Biodiversità Lichenica rapportabili a condizioni di altissima naturalità sono stati riscontrati nelle stazioni appenniniche del Levante (Val d'Aveto, Val Trebbia, Alta Val di Vara) e in alcune vallate dell'Imperiese (Valle Argentina). Altre zone, come la valle dell'Orba, la Val Fontanabuona, e l'alta Val Bormida (Melogno), sono comunque risultate ad alta naturalità.

Alcune situazioni sono risultate al limite tra stati di naturalità e di alterazione dell'ambiente atmosferico. E' il caso della Valle Impero, nell'immediato entroterra di Imperia: in quest'area sarà interessante valutare, l'effetto di alcune fonti inquinanti forse sottovalutate, quali gli oleifici e le attività industriali della valle e la statale del Colle di Nava, interessata da un massiccio afflusso di traffico pesante.

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico dei grossi centri urbani sembrano interessare anche le zone limitrofe. La situazione di alterazione dell'area spezzina sembra limitata all'area urbana e alla bassa Val di Vara. La zona di alterazione nell'area genovese si estende a levante fino ai paesi del Golfo Paradiso (Bogliasco, Pieve), mentre a Ponente si individua una fascia continua di alterazione su tutto il litorale fino a Savona. Verso nord, all'altezza del colle dei Giovi, si ha un miglioramento della situazione, per cui la fascia di alterazione individuata nella bassa Valle Scrivia è probabilmente causata da fonti locali di inquinamento.

Appaiono critiche la situazione di Savona e della valle Bormida, dove si registrano valori molto bassi di B.L. Una situazione puntiforme di elevata alterazione è stata monitorata nell'entroterra di Albenga; tale situazione dovrà essere esaminata con maggiore attenzione in quanto non sono note fonti di inquinamento tali da giustificare un simile stato di alterazione.

Biomonitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico mediante licheni epifiti  
(metodo B.L.)

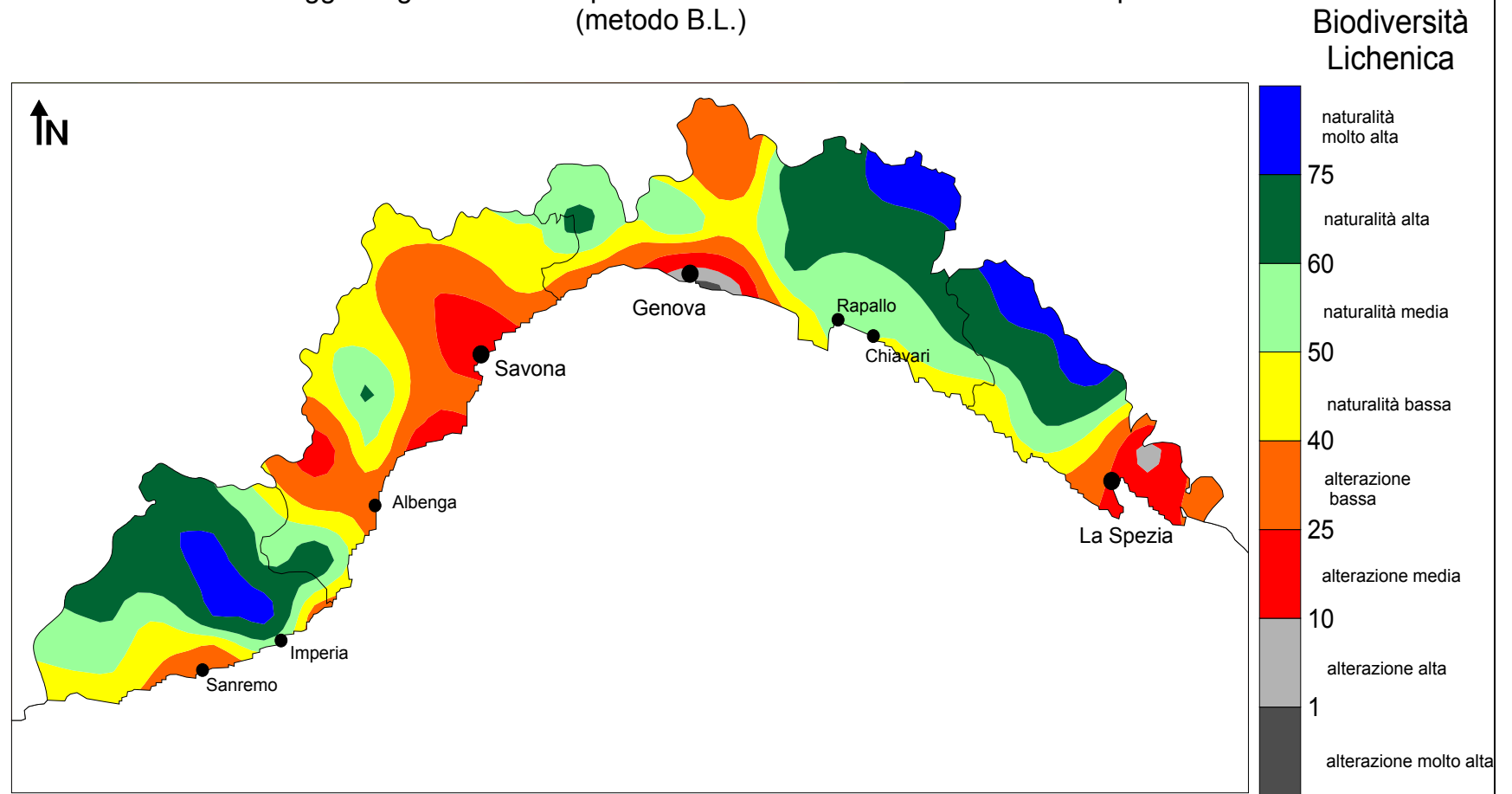


Figura 34 Mappa della biodiversità lichenica



## 2.4 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA AI SENSI DEL DM60/02

Nell'ambito del D.Lgs 351/99 sono espresse una serie di “definizioni”, da tener presenti per la comprensione del processo funzionale alla valutazione della qualità dell'aria ambiente, al fine della classificazione del territorio, che vengono qui riportate :

- valore limite: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato;
- soglia di allarme: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire a norma del presente decreto;
- margini di tolleranza: percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dal decreto;
- soglia di valutazione superiore: livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente;
- soglia di valutazione inferiore: livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.
- zona: parte del territorio nazionale delimitata ai fini del presente decreto;
- agglomerato: zona con una popolazione superiore a 250.000 abitanti o, se la popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, con una densità di popolazione per km<sup>2</sup> tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente a giudizio dell'autorità competente;

La disciplina in applicazione della direttiva 96/62/CE, come già evidenziato al paragrafo 1.2.1, richiede di valutare preliminarmente la qualità dell'aria ambiente su tutto il territorio regionale, facendo ricorso a misure rappresentative, indagini o stime.

La prima valutazione deve essere riferita all'anno 2001 e deve essere finalizzata ad individuare:

- le zone in cui adottare piani di azione contenenti misure da attuare sul breve periodo affinché sia ridotto il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme e per le quali individuare l'autorità competente alla gestione di tali situazioni di rischio (art. 7 d.Lgs 351/99);
- le zone in cui adottare Piani e programmi per il raggiungimento, entro i termini stabiliti, dei valori limite e valori obiettivo (art. 8 d.Lgs 351/99);
- le zone in cui i livelli sono inferiori ai valori limite ed in cui adottare piani per il mantenimento della qualità dell'aria (art. 9 d.Lgs 351/99).

Le **valutazioni della qualità dell'aria ambiente** successive devono essere effettuate annualmente, secondo i criteri stabiliti all'art. 6 del d. Lgs 351/99, il quale dispone, in particolare, che le misure sono sempre obbligatorie:

- a) negli agglomerati
- b) nelle zone in cui il livello di concentrazione misurato nel quinquennio precedente risulta compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore per almeno tre anni non consecutivi (Se i dati relativi al quinquennio non sono interamente disponibili, per determinare i superamenti delle soglie di valutazione superiore e inferiore si possono combinare campagne di misurazione di breve durata, nel periodo dell'anno e nei siti rappresentativi dei massimi livelli di

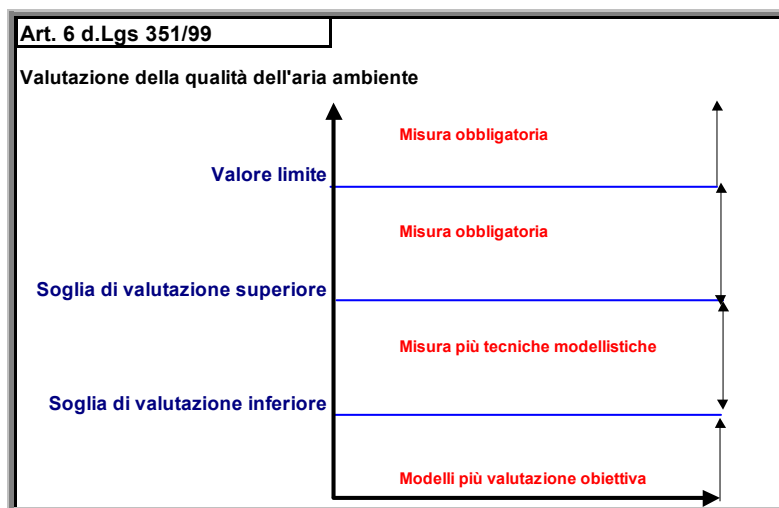


inquinamento, con i risultati ottenuti dalle informazioni derivanti dagli inventari delle emissioni e dalla modellizzazione).

c) nelle altre zone in cui i livelli superano il valore limite

Nella figura seguente viene rappresentato il processo di valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi dell'art. 6 del d.Lgs 351/99, riferito alla zonizzazione.

Figura 35 Valutazione della qualità dell'aria ambiente



Per l'effettuazione della valutazione preliminare, poiché le postazioni di rilevamento della qualità dell'aria, a causa della loro attuale dislocazione e per la natura stessa del monitoraggio, non possono risultare rappresentative della distribuzione dei livelli di concentrazione di inquinanti sull'intero territorio, è stata applicata un'apposita metodologia. Tale metodologia consente di verificare il rispetto dei limiti per la protezione della salute.

Per quanto concerne la valutazione dei limiti per la protezione degli ecosistemi, che il DM 60/02 dispone in relazione alla media annuale di SO<sub>2</sub> ed alla media annuale di NO<sub>x</sub> (NO+NO<sub>2</sub>), non è stato possibile effettuare una valutazione generalizzata, in quanto tali parametri vanno valutati in ambiente non urbano ed in tali siti non si dispone di misure sufficientemente rappresentative.

Le uniche postazioni di rilevamento che al momento attuale possono essere ritenute rappresentative sono:

- quella di Cengio – Rete della Provincia di Savona;
- quella dei Giovi – Rete della provincia di Genova.

Nella postazione di Cengio i dati rilevati al 2001 non evidenziano superamenti dei limiti. Nella postazione dei Giovi per tale anno non sono stati registrati un numero sufficiente di dati.

Nella riorganizzazione della rete di rilevamento verranno individuate le postazioni idonee al monitoraggio dei limiti per la protezione degli ecosistemi.

## 2.4.1 METODOLOGIA

La metodologia utilizzata consente di stimare la qualità dell'aria nelle zone non coperte da stazioni di monitoraggio per il confronto con i limiti di protezione per la salute disposti dal DM 60/02 per i



seguenti parametri inquinanti: ossidi di zolfo, ossidi di azoto, polveri sottili con diametro inferiore a 10 micron, benzene e monossido di carbonio.

Per l'applicazione della metodologia sono necessarie la presenza sul territorio di una rete di monitoraggio che soddisfi a criteri di completezza ed affidabilità e la realizzazione di un dettagliato inventario delle emissioni di inquinanti dell'aria su scala subcomunale, che consenta la stima delle emissioni su maglie di territorio di 1 Km<sup>2</sup> e la disaggregazione temporale delle stesse.

L'approccio utilizzato consiste nell'integrazione di misure in continuo di qualità dell'aria, di misure provenienti da campagne di rilevamento, delle informazioni contenute nell'inventario delle emissioni e di modellistica di tipo sia diffusionale che statistico.

La valutazione modellistica ha visto, in particolare, l'applicazione di due metodi complementari:

- valutazione, mediante modello statistico, delle concentrazioni derivanti dalle emissioni lineari e diffuse (piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.) su un reticolo territoriale 1km x 1km,
- integrazione dei risultati con modelli di diffusione specifici delle sorgenti puntuali (grandi impianti produttivi).

#### 2.4.2 VALUTAZIONI CON IL MODELLO STATISTICO DELLE SORGENTI LINEARI E DIFFUSE

Lo sviluppo del modello statistico ha seguito i seguenti passi:

- definizione dell'ambito di applicazione del modello, mediante selezione, dal reticolo 1km x 1km utilizzato per la disaggregazione spaziale del censimento delle emissioni, delle maglie "urbane" del territorio della regione;
- selezione delle centraline significative dal punto di vista della generalizzazione dei risultati delle misure a tutto il territorio regionale, con esclusione di quelle posizionate in aree verdi o finalizzate alla valutazione dell'inquinamento in aree extraurbane, con conseguente estrazione dei dati per tutti i parametri riferiti all'anno di interesse ed attribuzione degli stessi ad una specifica maglia;
- estrazione dall'inventario, per le maglie in cui ricade una o più centraline, delle emissioni lineari e diffuse relative all'anno 2001, selezionate per macrosettore e disaggregate, su base oraria, sulle maglie 1km x 1km selezionate;
- selezione delle variabili per il modello statistico (emissioni nella maglia presa in considerazione dai macrosettori domestico e trasporto, emissioni nelle maglie limitrofe);
- definizione del modello statistico che mette in relazione, per ogni inquinante, le emissioni orarie su maglia e le concentrazioni orarie per le centraline ricadenti sulla maglia;
- applicazione del modello statistico a tutte le maglie "urbane" e definizione di mappe della concentrazione stimata per ogni inquinante preso in esame.

Il campione di concentrazioni utilizzato è relativo all'insieme di centraline riportato in Tabella 13, ritenuto rappresentativo dello stato della qualità dell'aria dell'intera regione.

Tabella 13 - Centraline costituenti il campione e relativi inquinanti

Descrizione stazione	Inquinanti disponibili
PIAZZA GARIBALDI - BUSALLA	CO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
BRIGNOLE - GENOVA	CO, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub>
VIA XX SETTEMBRE - GENOVA	CO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>





BOLZANETO - GENOVA	CO, NO2, SO2
CORSO SARDEGNA - GENOVA	CO, NO2, SO2
CORSO GASTALDI - GENOVA	CO, NO2
QUARTO - GENOVA	C6H6, CO, NO2, PM10, SO2
CORSO FIRENZE - GENOVA	CO, NO2
PIAZZA MASNATA - GENOVA	CO, NO2, PM10
PARCO ACQUASOLA - GENOVA	CO, NO2, SO2
SESTRI PONENTE - GENOVA	CO, SO2
VIA BREA - IMPERIA	CO, NO2
VIA LEGNANO - SANREMO	CO, SO2
CHiodo-AMENDOLA - LA SPEZIA	CO, NO2, SO2
SAN CIPRIANO - LA SPEZIA	CO, NO2
PIAZZA V. VENETO - ALBISSOLA MARINA	C6H6, CO, NO2, SO2
SCUOLE ELEMENTARI - CARCARE	CO, NO2, SO2
VIA CORSI - SAVONA	C6H6, CO, NO2, SO2
VIA AURELIA - VIA FERRARIS - VADO L.	C6H6, CO, NO2, SO2

### 2.4.3 VALUTAZIONI CON MODELLO DIFFUSIONALE DELLE SORGENTI PUNTUALI

La metodologia statistica di cui al paragrafo precedente è stata integrata dalla applicazione di modelli di diffusione in atmosfera per le sorgenti puntuali, al fine di valutare il contributo di tali sorgenti alla qualità dell'aria.

Le simulazioni sono state effettuate utilizzando il modello ISC long term, modello di tipo gaussiano tradizionale, messo a punto dall'EPA, per le seguenti aree industriali:

- area industriale di Genova,
- area industriale di Savona,
- area industriale di La Spezia,
- area industriale di Busalla,
- area industriale del Bormide.

Gli inquinanti considerati in queste simulazioni sono stati gli ossidi di azoto ed le particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron. La scelta è legata al fatto che questi inquinanti sono risultati critici in base alla stima della qualità dell'aria determinata dalle sorgenti diffuse e lineari ed il contributo delle sorgenti puntuali alla concentrazione in aria ambiente per questi inquinanti, in aggiunta a quello delle emissioni diffuse e lineari, può essere significativo.

Per queste aree, il modello è stato applicato alle sole sorgenti puntuali, ed è stato verificato come le ricadute calcolate dal modello modifichino la valutazione effettuata con le tecniche statistiche di cui al capitolo precedente.

### 2.4.4 RISULTATI-MAPPE-

Si riportano **nell'Allegato 7** le mappe indicanti la distribuzione sulle maglie urbane del territorio ligure delle concentrazioni stimate per i diversi inquinanti.

Si precisa che il contributo delle emissioni puntuali è risultato significativo solo per gli ossidi di azoto e pertanto per tale inquinante la mappa è riferita al risultato complessivo delle stime effettuate con il modello statistico ed il modello diffusionale.



Dalle mappe risulta in particolare che:

- i valori limite del DM 60/02 risultano rispettati ovunque per gli ossidi di zolfo ed il monossido di carbonio;
- in alcune zone si ha il superamento dei limiti e dei limiti aumentati dei margini di tolleranza per il PM10 e gli ossidi di azoto;
- per il benzene viene stimato al 2001 il superamento dei limiti solo in zone limitate.

#### **2.4.5 ANALISI CRITICA DEI RISULTATI DELLA VALUTAZIONE PRELIMINARE**

---

E' necessario precisare che si ritiene che la metodologia utilizzata sia da considerarsi affidabile, ma con gradi di incertezza diversi in relazione ai diversi inquinanti.

Si ritiene in particolare:

- che per il biossido di zolfo, il biossido di azoto ed il monossido di carbonio la metodologia abbia un grado di affidabilità maggiore, in quanto i dati di emissione si sono potuti relazionare con un elevato numero di misure di concentrazione, a causa della diffusione, sul territorio regionale, di centraline che rilevano tali parametri;
- che per il PM10 ed il benzene la metodologia abbia un grado di affidabilità minore, in quanto tali parametri sono rilevati in poche postazioni sul territorio;
- che per il PM10 l'incertezza sia inoltre correlata con la natura stessa dell'inquinante, infatti è da considerare che nelle concentrazioni misurate può essere presente una quota di PM secondario e forse particolari componenti quali l'aerosol marino, mentre l'inventario prende in considerazione solo il PM emesso.