

Rete di controllo della qualità dell'aria



Provincia di Ravenna

Relazione Anno 2006

Gli operatori di **ARPA – Sezione di Ravenna** che hanno collaborato:

Gestione monitor e postazioni

Valter Gnani
Rita Melandri
Emilio Rambelli
Lorenzo Bettini

Analisi di laboratorio

Manuela Briccolani
Gabriele Castellari
Davide Paniello
Alberto Santolini
Ivan Scaroni

Elaborazione dati

Patrizia Luciali
Roberto Tinarelli

Redazione relazione

Patrizia Luciali

*Responsabile provinciale della rete di controllo della qualità dell'aria -
Sezione di Ravenna:*

Patrizia Luciali

***Dal 2005 la rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria è
certificata ISO 9001 relativamente al processo di monitoraggio,
acquisizione e validazione dati.***



INDICE

	<i>Pag.</i>
1 - IL QUADRO NORMATIVO IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA	1
1.1 - Zonizzazione della Provincia di Ravenna	3
1.2 – Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA)	5
1.3 – Ristrutturazione della rete di controllo della qualità dell'aria	6
1.4 - Valori guida dell'OMS	6
2 - LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI RAVENNA	8
2.1 - Gli indicatori meteorologici per lo studio della qualità dell'aria	8
2.2 - Andamento meteorologico del 2006	9
2.2.1 - Temperatura	9
2.2.2 - Precipitazioni	9
2.2.3 - Intensità e direzione del vento	11
2.2.4 - Stabilità	12
2.2.5 - Altezza di rimescolamento	13
3 - VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	16
3.1 - La rete di monitoraggio della qualità dell'aria attuale	16
3.2 - Campagne di misura	19
4 - LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI RAVENNA	20
4.1 - Biossido di Zolfo (SO ₂)	21
4.2 - Biossido di Azoto e Ossidi di Azoto	24
4.3 - Monossido di Carbonio	30
4.4 - Benzene	32
4.5 - Ozono	34
4.6 - Particolato PM ₁₀	37
4.7 - Particolato PM _{2.5}	42

5 - LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI FAENZA	45
5.1 - Biossido di Zolfo	46
5.2 - Biossido di Azoto e Ossidi di Azoto	47
5.3 - Monossido di Carbonio	50
5.4 - Ozono	52
5.5 - Particolato PM ₁₀	55
6 - LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI COTIGNOLA	59
6.1 - Biossido di Zolfo (SO ₂)	60
6.2 - Ozono	61
6.3 - Particolato PM ₁₀	64
7 - MISURE DI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (BENZENE, TOLUENE, XILENI) A RAVENNA	67
7.1 - Benzene	67
7.2 - Toluene	68
7.3 - Xileni	68
7.4 - Metodi di campionamento ed analisi	69
7.5 - Analisi dei risultati	69
7.5.1 - Rocca Brancaleone	70
7.5.2 - Caorle	71
7.5.3 - SAPIR	72
8 - DETERMINAZIONE DI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI E METALLI NEL PARTICOLATO PM₁₀	73
8.1 - Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	74
8.2 - Metalli pesanti	75
8.3 - Campionamento e analisi del particolato atmosferico	76
8.3.1 – IPA - Risultati	77
8.3.2 - Metalli pesanti - Risultati	80

1 . IL QUADRO NORMATIVO IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA

Il recepimento in Italia della direttive comunitaria 96/62/CE e delle “direttive figlie”, rispettivamente con il D.Lgs. n. 351/99 e con il DM 60/02, ha comportato notevoli variazioni al quadro normativo nazionale. Sono modificati i principi di base per la valutazione delle qualità dell'aria, i limiti di riferimento, le modalità e le tempistiche per raggiungere questi limiti attraverso piani o programmi, le modalità di informazione al pubblico.

Il DM 261/02 ha poi fornito le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i criteri per l'elaborazione dei piani o programmi per il raggiungimento dei valori limite nelle zone e negli agglomerati e le indicazioni per l'adozione di piani di mantenimento.

Nel 2004 è stata emanata la normativa relativa all'ozono, con il Decreto Legislativo n.183 del 21/05/04 in attuazione della direttiva 2002/3/CE. Nello stesso anno è stata inoltre adottata dalla Comunità Europea la Direttiva n. 107 del 15/12/2004 relativa ad alcuni metalli pesanti ed idrocarburi policiclici aromatici (IPA), non ancora recepita nel nostro paese.(Figura 1.1)

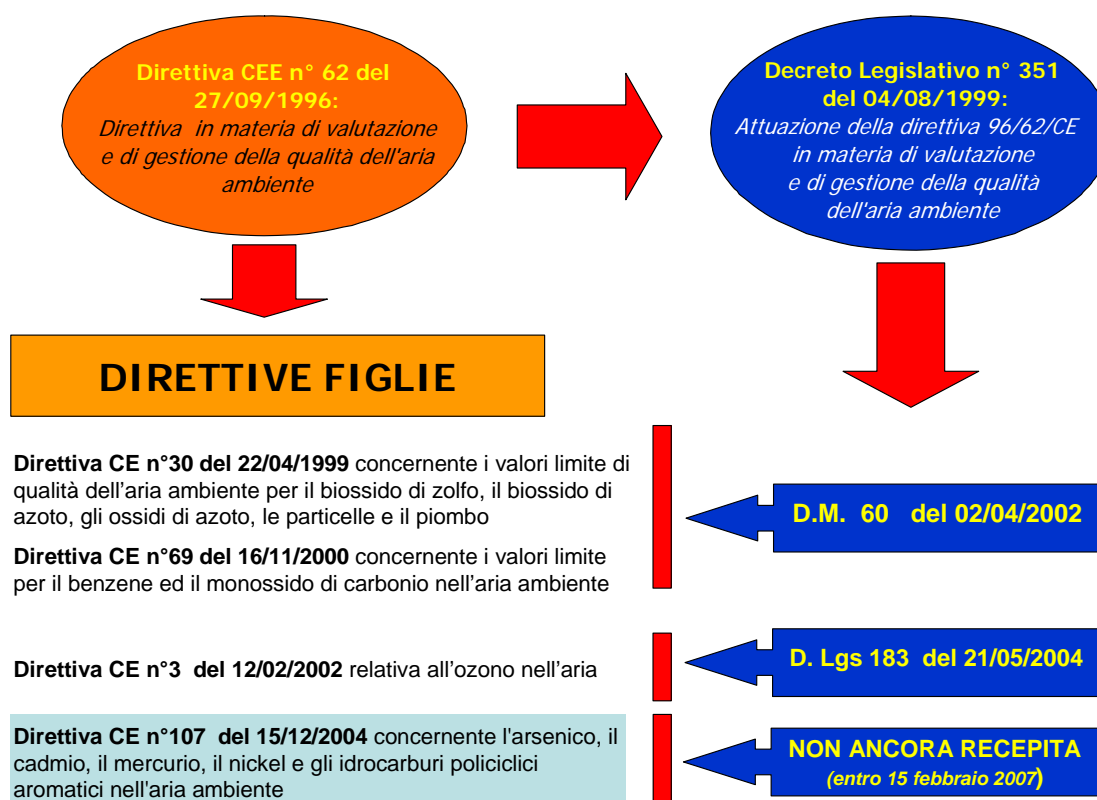


Figura 1.1 - Stato di attuazione della normativa in materia di qualità dell'aria

Due gli aspetti nodali derivanti da questo nuovo impianto legislativo:

- ◇ la “valutazione della qualità dell'aria” intesa come processo che impiegando metodologie di misura, calcolo, e stima è in grado di prevedere e stimare il livello di un inquinante nell'aria ambiente;

- ◇ la “gestione della qualità dell’aria” intesa come processo che alle diverse scale istituzionali, affronta in modo sistematico e dinamico la programmazione e la pianificazione della tutela, del risanamento, del miglioramento della qualità dell’aria.

A tale scopo vengono definiti valori limite per la protezione della salute umana e per la protezione degli ecosistemi (DM 60/2002) – Tabella 1.1

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	VALORE LIMITE	PROTEZIONE	ANNO
Biossido di zolfo	Anno (civile e inverno)	20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Ecosistemi	2001
	Giorno (per non più di 3 volte all'anno)	125	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana	2005
	Ora (per non più di 24 volte all'anno)	350	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana	2005
Biossido di azoto	Anno	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana	2010
	Ora (per non più di 18 volte all'anno)	200	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana	2010
Ossidi di azoto	Anno	30	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Vegetazione	2001
PM10	Anno	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana	2005
	Giorno (per non più di 35 volte all'anno)	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana	2005
Piombo	Anno	0.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana	2005
Benzene	Anno	5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana	2010
CO	Max 8 h (giorno)	10	mg/m^3	Prot. Salute umana	2005

Tabella 1.1 - Valori limite per la protezione della salute umana e per la protezione degli ecosistemi (DM 60/2002)

La maggior parte dei limiti riportati nella Tabella 1.1 sono entrati in vigore a partire dal 2005; per benzene e biossido di azoto occorre attendere il 2010 per l’applicazione del limite, nel frattempo valgono i *valori di riferimento* espressi dal valore limite maggiorato del margine di tolleranza (Tabella 1.2). Tale valore rappresenta la possibilità di superare il limite di una quantità stabilita, decrescente anno per anno, in modo da consentire la messa in atto di piani e programmi che portino al rispetto della normativa nei tempi prefissati.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO AL 2006		
Biossido di azoto	Anno	48	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana
	Ora (per non più di 18 volte all'anno)	240	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana
Benzene	Anno	9	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prot. Salute umana

Tabella 1.2 - Valori limite + margine di tolleranza per la protezione della salute umana relativi al 2006

E' per ora solo una proposta la direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 settembre 2005, relativa alla qualità dell'aria ambiente [COM(2005) 447]. La proposta, che ha come obiettivo la semplificazione ed il chiarimento della legislazione sulla qualità dell'aria, riunisce in un unico atto la direttiva quadro 96/62/CE e tre direttive derivate (1999/30/CE, 2000/69/CE e 2002/3/CE) nonché la decisione 97/101/CE sugli scambi di informazioni in materia di inquinamento atmosferico, sopprimendo alcune procedure ridondanti e non essenziali. Inoltre rafforza gli obblighi di pianificazione da parte degli Stati membri, in modo da garantire il rispetto dei limiti di concentrazione degli inquinanti, e prevede anche alcune misure relative alle particelle sottili (PM2,5), con la definizione di un limite massimo per la concentrazione nelle regioni più inquinate, la fissazione di obiettivi di riduzione da raggiungere entro il 2020 ed il rafforzamento del monitoraggio per questo tipo di inquinante.

1.1 - Zonizzazione della Provincia di Ravenna

La classificazione delle zone e degli agglomerati (*zonizzazione*) è prevista dal Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 351. Il decreto definisce le *zone* come "parti del territorio nazionale delimitate per stabilire obiettivi di qualità dell'aria, valutare la qualità dell'aria in base a criteri e metodi comuni, disporre di informazioni adeguate, mantenere la qualità dell'aria ambiente laddove è buona e migliorarla negli altri casi", mentre gli *agglomerati* sono aree 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^2 tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell'aria. Lo stesso Decreto attribuisce alle Regioni il compito di individuare le zone e gli agglomerati nel proprio territorio.

La Regione Emilia Romagna, in attuazione delle leggi di riforma dello Stato in senso federalista (Legge "Bassanini"), ha emanato la Legge Regionale n.3/99 dando maggiore organicità alle competenze delle Province in materia di qualità dell'aria; Province che esercitano le funzioni di pianificazione a livello locale e gestionale.

Le funzioni di programmazione ed i compiti di indirizzo e coordinamento rimangono in capo alla Regione, la quale fissa linee di azione e priorità nel programma triennale per la tutela dell'ambiente; le Province hanno la responsabilità della gestione del programma ed una funzione propositiva per l'individuazione degli interventi.

Le linee di indirizzo per l'espletamento delle funzioni degli enti locali in materia di inquinamento atmosferico (artt.121 e 122 L.R. n.3/99) sono state approvate con la D.G.R. n. 804 del 15/05/2001.

Il documento definisce i criteri e le linee di indirizzo utili all'individuazione delle zone a rischio di inquinamento atmosferico e conferisce organicità alle funzioni attribuite agli Enti Locali, costituendo il punto di partenza del processo di applicazione, alle differenti scale di attuazione, dei criteri e degli indirizzi.

Viene anche indicata una prima zonizzazione del territorio regionale che, tenendo conto dei criteri dettati dal D.M. n°. 261/02, individua due zone (A e B) e definisce gli agglomerati:

Zona A: territorio dove c'è il rischio di superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme. In queste zone occorre predisporre **piani e programmi a lungo termine**

Zona B: territorio dove i valori della qualità dell'aria sono inferiori al valore limite. In questo caso è necessario adottare **piani di mantenimento**.

Agglomerati: porzione di zona A dove è particolarmente elevato il rischio di superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme. Per gli agglomerati occorre **predisporre piani di azione a breve termine**.

La zonizzazione, proposta con l'intento di fornire le condizioni di avvio di un processo per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria a scala comunale e provinciale, deve essere verificata, approvata e condivisa a livello provinciale.

La Provincia di Ravenna, avviato tale percorso, ha approvato la zonizzazione del proprio territorio con Deliberazione del Consiglio Provinciale n.41 del 04.05.2004.

Per giungere alla definizione delle zone nel territorio provinciale sono stati elaborati i dati raccolti nel periodo 1999 – 2004 con il laboratorio mobile nei comuni della Provincia di Ravenna: sono stati raccolti circa 175.000 dati in oltre 1000 giorni di misura.

La metodologia che è stata utilizzata nell'elaborazione si basa su una procedura che permette la stima dei livelli medi di inquinamento a partire da campionamenti di breve estensione temporale. Vengono stimati i livelli di inquinamento in un certo sito dove sono disponibili misure per periodi limitati di tempo (es. i risultati di campagne con il mezzo mobile), integrando i dati "reali" con elaborazioni basate sul rapporto tra i dati raccolti nel sito di campionamento temporaneo e quelli raccolti contestualmente da una centralina fissa della rete di controllo della qualità dell'aria.

L'elaborazione dei dati raccolti ha portato ad attribuire a 15 comuni la zona A e a 3 la zona B, mentre sono stati individuati 2 agglomerati (Tabella 1.3 e Figure 1.2 e 1.3)

<u>ZONA A</u>	Alfonsine, Bagnacavallo, Bagnara di Romagna, Castel Bolognese, Cervia, Conselice, Cotignola, Faenza, Fusignano, Lugo, Massa Lombarda, Ravenna, Russi, Sant'Agata sul Santerno, Solarolo
<u>ZONA B</u>	Brisighella, Casola Val Senio, Riolo Terme
<u>AGGLOMERATI</u>	Agglomerato R9: Ravenna Agglomerato R10: Castel Bolognese, Faenza

Tabella 1.3 – Appartenenza a zona/agglomerato dei Comuni della Provincia



Figura 1.2 – Zonizzazione del territorio provinciale

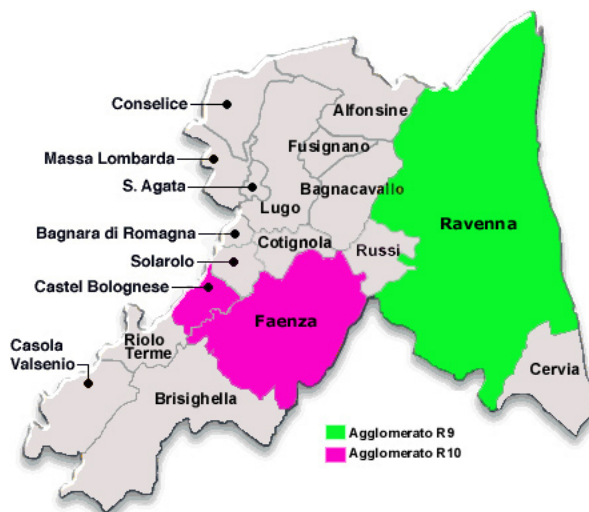


Figura 1.3 – Individuazione degli agglomerati

1.2 – Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA)

Per la predisposizione dei piani e programmi di mantenimento e risanamento della qualità dell'aria il riferimento normativo è il Decreto Ministeriale n° 261 del 01/10/2002, che fissa i principi generali e gli elementi conoscitivi indispensabili per l'elaborazione, la struttura ed i contenuti che questi devono avere.

La Provincia di Ravenna, completata la fase di valutazione e di individuazione delle criticità in termini di qualità dell'aria, si è dotata del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA – Luglio 2006) nei termini previsti dall'Accordo di programma regionale 2005-2006.

Nel quadro definito dalla programmazione e pianificazione territoriale della Provincia, il Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA), si pone una serie di obiettivi:

- la conoscenza di dettaglio dello stato della qualità dell'aria in corrispondenza del territorio della Provincia;
- la salvaguardia della salute dell'uomo e dell'ambiente garantendo la qualità dell'ambiente, naturale ed antropizzato, e la sua fruizione collettiva;
- il miglioramento generalizzato dell'ambiente e della qualità della vita, evitando il trasferimento dell'inquinamento tra i diversi settori ambientali;
- la coerenza delle misure adottate nel piano con gli obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni sottoscritti dall'Italia in accordi internazionali o derivanti dalla normativa comunitaria;
- l'integrazione delle esigenze ambientali nelle politiche settoriali, al fine di assicurare uno sviluppo sociale ed economico sostenibile;
- la modifica dei modelli di produzione e di consumo, pubblico e privato, che incidono negativamente sulla qualità dell'aria;
- l'utilizzo congiunto di misure di carattere prescrittivo, economico e di mercato, anche attraverso la promozione di sistemi di ecogestione e audit ambientale;
- la partecipazione ed il coinvolgimento delle parti sociali e del pubblico;

- la previsione di adeguate procedure di autorizzazione, ispezione, monitoraggio, al fine di assicurare la migliore applicazione delle misure individuate;
- il potenziamento del sistema della mobilità e del trasporto pubblico;
- l'aumento della competitività del sistema produttivo;
- il miglioramento della coesione sociale garantendo pari opportunità di accesso ai servizi, alle infrastrutture e all'informazione.

Tali obiettivi sottendono alle azioni individuate e previste per il risanamento della qualità dell'aria provinciale (Piano Provinciale di tutela e risanamento della qualità dell'aria – La Relazione Generale di Piano - <http://portale.provincia.ra.it/provincia/pagine/index.php?t=News&id=69>)

1.3 – Ristrutturazione della rete di controllo della qualità dell'aria

Come conseguenza dell'adozione del PRQA, della necessità di dotarsi di strumenti funzionali alla valutazione dell'efficacia delle azioni adottate, dei nuovi criteri di posizionamento delle stazioni e dei vincoli introdotti dalla normativa in termini di efficienza ed efficacia della rete di controllo della qualità dell'aria, la Regione Emilia-Romagna ritiene necessario una revisione dell'attuale struttura della rete di monitoraggio. La rete esistente, pur nella diversità fra province, è quasi totalmente concentrata nelle aree urbane; si rende quindi necessario riprogettare la rete per disporre di informazioni su tutto il territorio provinciale: l'utilizzo dei dati raccolti, integrati dalle informazioni relative agli inventari delle emissioni, deve permettere valutazioni complessive della qualità dell'aria.

E' inoltre essenziale, a livello regionale, una progettazione ed una realizzazione uniforme, in modo da dar luogo a valutazioni dei livelli di qualità dell'aria concordi e soggetti ad interpretazioni omogenee.

A partire dal 2007 si avvierà quindi tale processo di ristrutturazione.

1.4 - Valori guida dell'OMS

Oltre ai limiti legislativi, richiamati nel Quadro Normativo, si ritiene opportuno riportare anche le indicazioni redatte dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Infatti nelle ultime pubblicazioni l'O.M.S. riporta, per alcuni inquinanti, "valori guida di qualità dell'aria" che indicano i livelli di concentrazione nell'aria degli inquinanti, associati a tempi di esposizione, al di sotto dei quali non sono attesi effetti avversi per la salute, secondo le evidenze scientifiche disponibili (Tabella 1.4). In particolare:

Sempre l'OMS per alcuni inquinanti atmosferici ad azione cancerogena (Tabella 1.5) fornisce invece un calcolo di *indice di rischio unitario* per la popolazione, associato alla loro presenza nell'aria. La stima dell'incremento di *rischio unitario (U.R.)* è intesa come il rischio addizionale di tumore che può verificarsi in una ipotetica popolazione nella quale tutti gli individui siano continuamente esposti, dalla nascita e per tutto l'intero tempo di vita, ad una concentrazione dell'agente di rischio nell'aria che essi respirano pari ad $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sostanza	Valore guida	Tempo di mediazione
<i>Inquinanti "convenzionali"</i>		
NO₂	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 ora
	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annuale
CO	100 mg/m^3	15 min
	60 mg/m^3	30 min
	30 mg/m^3	1 ora
	10 mg/m^3	8 ore
O₃	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 ore
<i>Inquinanti organici</i>		
Toluene	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media settimanale
Xileni	4800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore

Tabella 1.4 - Valori guida della qualità dell'aria indicati dall'OMS

<i>Sostanza</i>	Rischio unitario Indice di rischio/tempo di vita ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹
BENZENE	6×10^{-6}
IPA(BaP)	8.7×10^{-2}
NICHEL	3.8×10^{-4}
ARSENICO	1.5×10^{-3}
CROMO VI	$(1.1 \div 13) \times 10^{-2}$

Tabella 1.5 – Indice di rischio unitario (OMS)

2 - LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI RAVENNA

2.1 - Gli indicatori meteorologici per lo studio della qualità dell'aria

L'atmosfera rappresenta l'ambiente attraverso il quale si diffondono gli inquinanti immessi da varie sorgenti e dove gli inquinanti vengono dispersi e subiscono varie trasformazioni del loro stato fisico e chimico.

Le condizioni meteorologiche interagiscono in vari modi con i processi di formazione, dispersione, trasporto e deposizione degli inquinanti. Di seguito vengono considerati alcuni indicatori meteorologici che possono essere posti in relazione con i processi di diffusione, trasporto e rimozione dell'inquinamento:

La *temperatura dell'aria*. Le elevate temperature sono in genere associate ad elevati valori di ozono. Basse temperature sono spesso associate, durante il periodo invernale, a condizioni di inversione termica che tendono a confinare gli inquinanti in prossimità della superficie.

Le *precipitazioni e la nebbia*, influenzano la deposizione e la rimozione umida di inquinanti. L'assenza di precipitazioni e di nubi riduce la capacità dell'atmosfera di rimuovere, attraverso i processi di deposizione umida e di dilavamento, gli inquinanti, in particolare le particelle fini.

L'*intensità del vento* influenza il trasporto e la diffusione degli inquinanti; elevate velocità del vento tendono a favorire la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie.

La *direzione di provenienza del vento* influenza in modo diretto le modalità di dispersione degli inquinanti;

Le *condizioni di stabilità* dell'atmosfera e l'*altezza dello strato di rimescolamento*, che vengono calcolate sulla base delle grandezze meteorologiche osservate, governano in modo significativo il grado di rimescolamento e quindi di diluizione dell'inquinante emesso. Le classi di stabilità atmosferica permettono sinteticamente di classificare le condizioni atmosferiche dalle più instabili (quelle più favorevoli ad un rimescolamento e quindi alla dispersione degli inquinanti) a quelle più stabili (più favorevoli ad un accumulo degli inquinanti). Il parametro utilizzato in questo rapporto è la classe di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner (S_{PGT}).

Per le elaborazioni sono stati utilizzati i dati rilevati dalle stazioni meteo presenti nel territorio provinciale:

Ravenna urbana – collocata in Piazza dei Caduti nel centro cittadino, attiva da aprile 2004;

Ravenna Bassette – dati validi per gli ultimi 2 anni;

Lavezzola - dati validi per gli ultimi 2 anni;

Sant'Agata sul Santerno - dati validi per gli ultimi 2 anni;

Cervia - dati validi per gli ultimi 2 anni;

Brisighella - dati validi per gli ultimi 2 anni;

Reda - Faenza – dati validi da maggio 2004;

Granarolo Faentino – dati validi da settembre 2004.

2.2 - Andamento meteorologico del 2006

2.2.1 – Temperatura

In figura 2.1 è riportato l'andamento medio mensile della temperatura negli anni 2005 - 2006, rilevato nella stazione di Ravenna posizionata in area urbana.

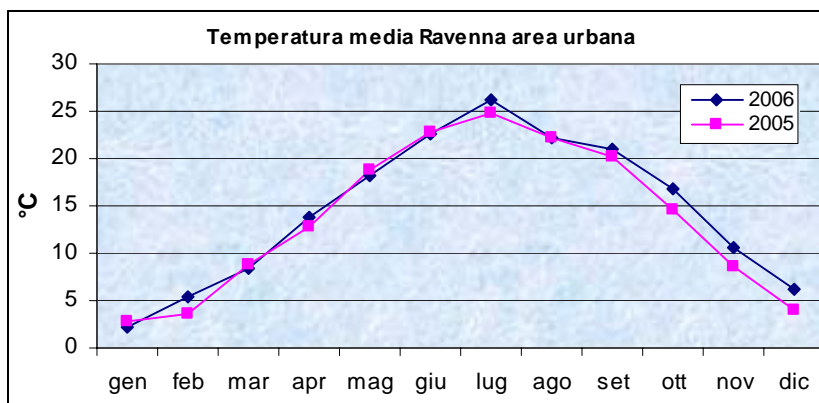


Figura 2.1 Media mensile delle temperature – Anni 2005 -2006

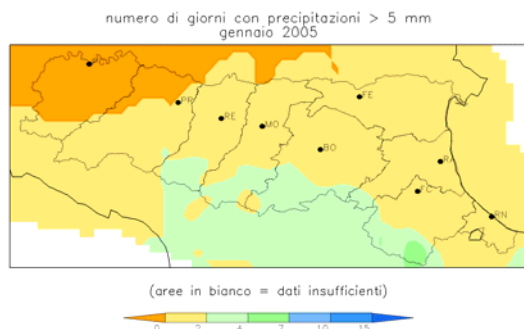
Nel corso del 2006 le temperature dell'ultimo trimestre sono state sensibilmente superiori a quelle dell'anno precedente, con incrementi intorno ai 2°C della media mensile.

2.2.2 – Precipitazioni

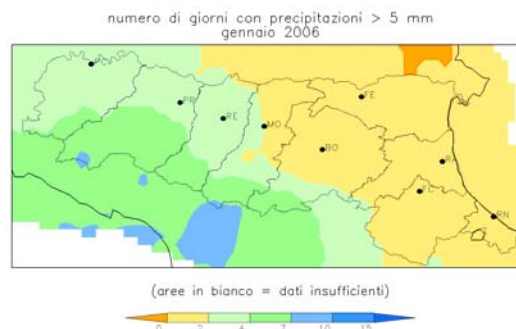
Le mappe in Fig 2.2 sono il risultato di un'interpolazione Kriging dei dati rilevati dalle stazioni meteorologiche regionali effettuata dal Servizio Meteorologico Regionale e rappresentano il numero di giorni nel mese considerato con precipitazione superiore ai 5 mm, precipitazione minima che si ritiene abbia efficacia nella rimozione degli inquinanti.

Il confronto fra le mappe indica che nel 2006, nella provincia di Ravenna, il numero di giorni con pioggia è stato generalmente inferiore (in particolare a novembre); unico dato in leggera controtendenza quello relativo al mese di aprile.

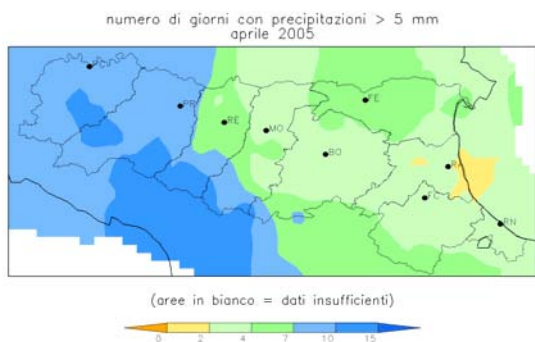
Gennaio 2005



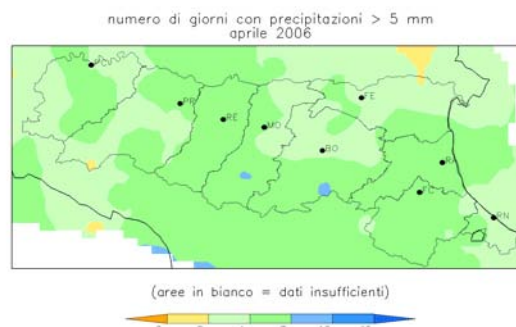
Gennaio 2006



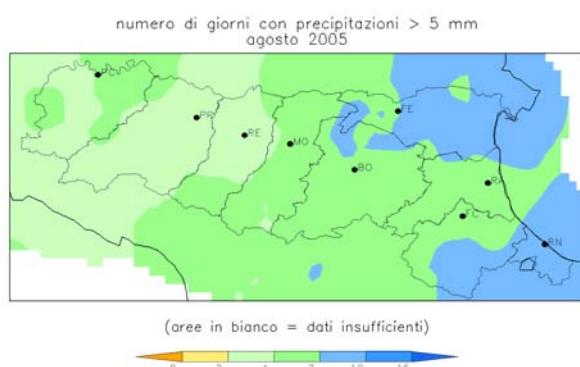
Aprile 2005



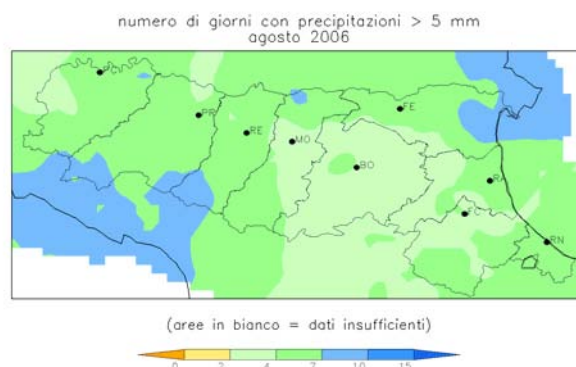
Aprile 2006



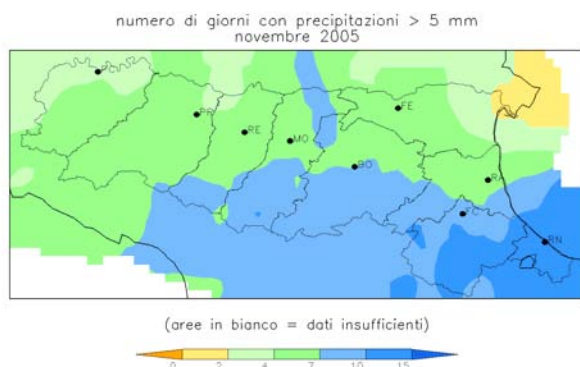
Agosto 2005



Agosto 2006



Novembre 2005



Novembre 2006

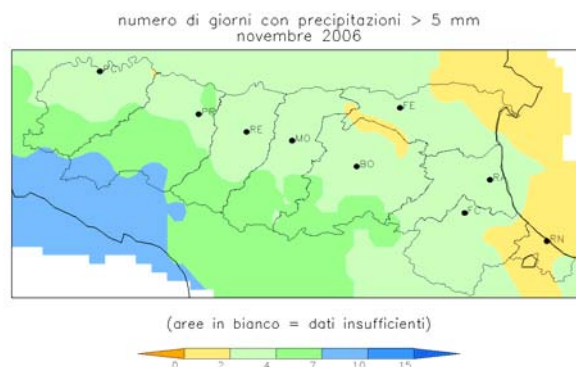


Figura 2.2 – Precipitazioni: numero di giorni superiori alla soglia dei 5 mm.

La figura 2.3 è relativa alla stazione meteo urbana di Ravenna e, per ogni mese, riporta il numero di giorni in cui si è avuta una pioggia superiore a 5 mm ed il quantitativo di pioggia caduto. Vengono confrontati i dati 2005 e 2006: nel 2006 ci sono stati circa il 20% di giorni in meno di pioggia, ma la quantità di pioggia caduta è circa il 40% in meno.

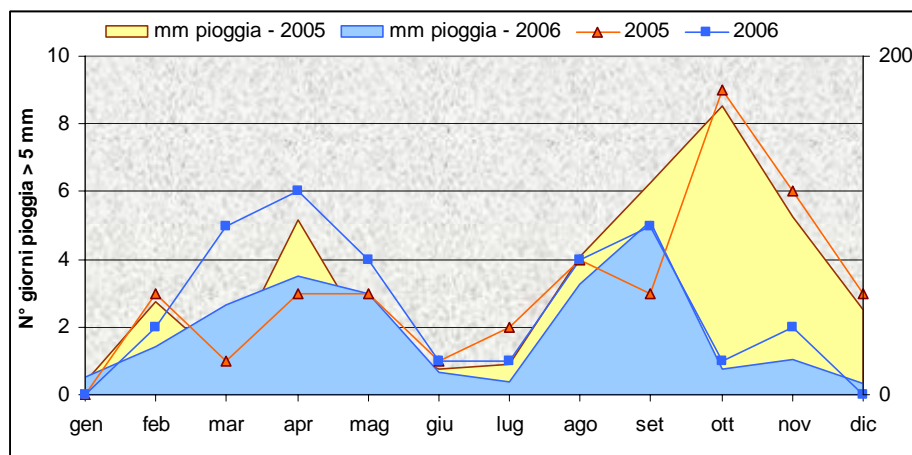
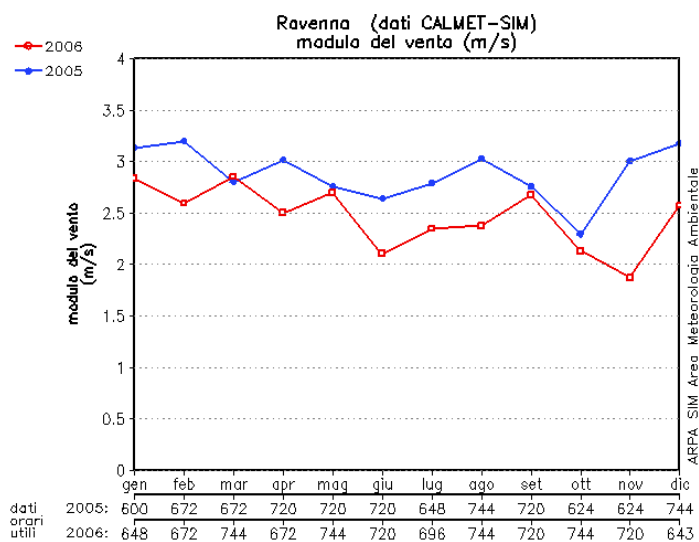


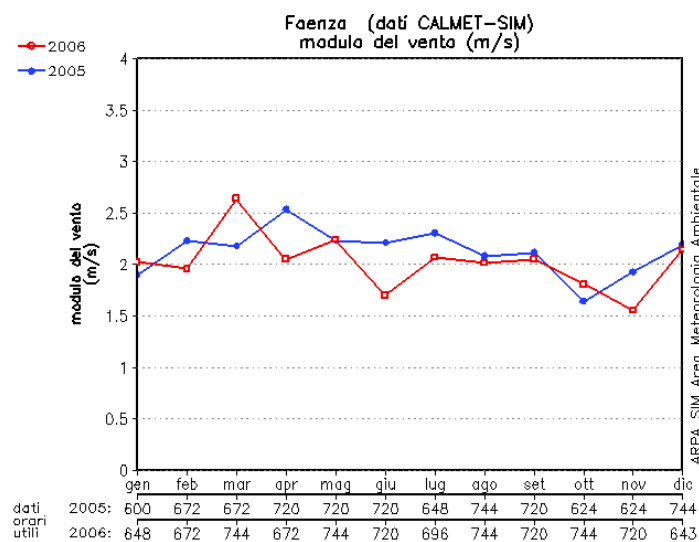
Figura 2.3 – Precipitazioni: numero di giorni superiori alla soglia dei 5 mm e quantitativo di pioggia caduta.

2.2.3 – Intensità e direzione del vento

Per Ravenna, Faenza e Cotignola (Figura 2.4) l'intensità del vento è stata calcolata utilizzando un preprocessore meteorologico tridimensionale (CALMET) che permette, partendo dai dati misurati, l'interpolazione nello spazio e nel tempo delle osservazioni disponibili (stazioni al suolo e radiosondaggi) e di ricostruire i campi atmosferici su una griglia regolare sovrapposta al territorio. I minimi di intensità del vento, sia nel 2005 che nel 2006, si sono registrati nel mese di ottobre - novembre. Mediamente i venti risultano meno intensi nel 2006 rispetto al 2005, in particolar modo durante i mesi estivi.



Ravenna



Faenza

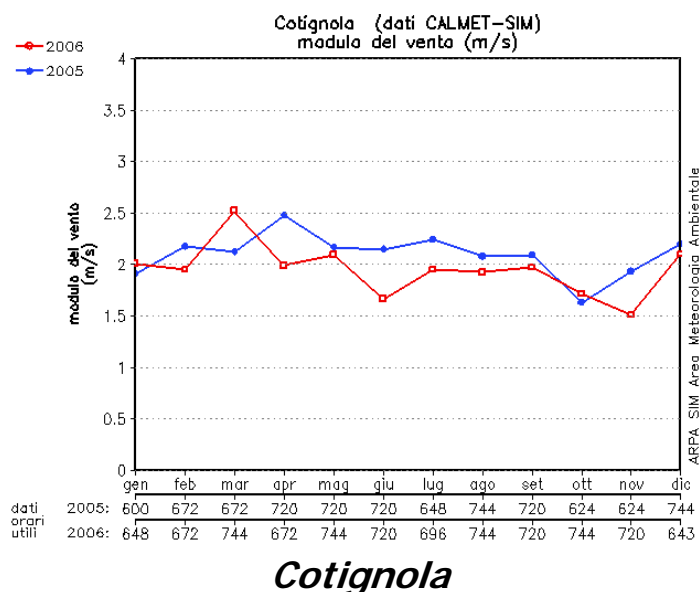


Figura 2.4 – Intensità del vento calcolata in corrispondenza di Ravenna, Faenza e Cotignola.

La circolazione dell'aria nel nostro territorio è influenzata dalla presenza del mare. Durante le ore notturne il vento proviene prevalentemente da Sud-Ovest (in inverno da Ovest-Nord-Ovest), cioè da terra verso mare, e si ha la "brezza di terra". Alle ore 14 la direzione del vento ha già compiuto una rotazione di 180° in senso orario ed il vento spira prevalentemente da Est-Sud-Est, cioè dal mare verso la pianura (brezza di mare).

2.2.4 – Stabilità

Nella provincia di Ravenna la condizione più frequente in tutte le stagioni è quella di stabilità, associata ad assenza di turbolenza termodinamica e debole variazione del vento con la quota. Ciò comporta che anche in primavera ed estate, nonostante in questi periodi dell'anno si verificano il maggior numero di condizioni di instabilità, vi siano spesso condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie.

Durante la giornata le maggiori condizioni di stabilità si verificano tra le ore 22 e le 2, mentre la percentuale più alta di condizioni instabili si ha tra le ore 10 e le 14 in corrispondenza dell'innalzarsi dell'altezza di rimescolamento.

In Figura 2.5 è riportata la media, in percentuale, di condizioni stabili che si sono verificate nelle diverse stagioni del 2006 nella Provincia di Ravenna.

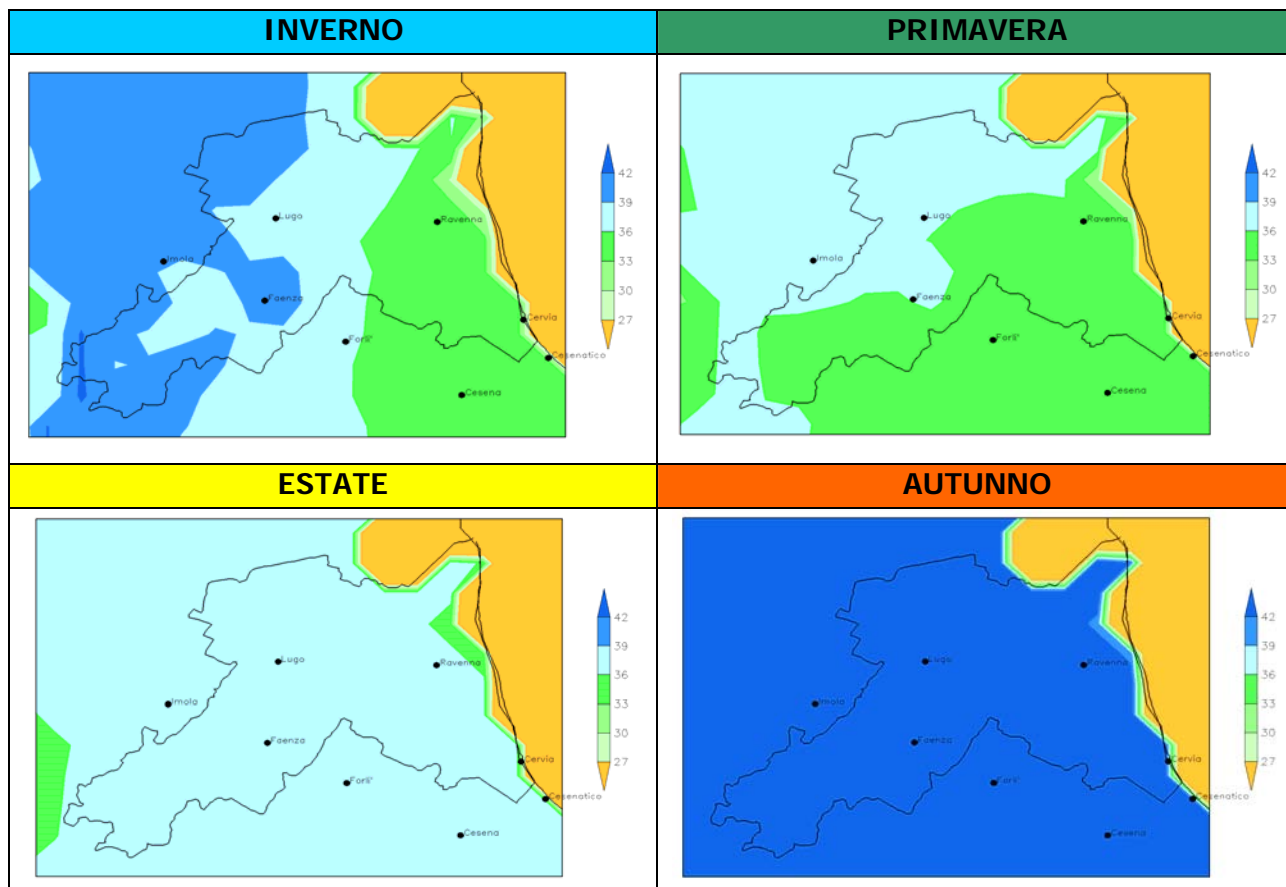


Figura 2.5 – Frequenza percentuale di condizioni di stabilità anno 2006

2.2.5 – Altezza di rimescolamento

L'altezza di rimescolamento varia notevolmente nel corso dell'anno.

In Figura 2.6 è riportato l'andamento medio mensile, calcolato con CALMET, in corrispondenza di tre diversi siti: Ravenna, Faenza e Cotignola. Gli andamenti nelle tre postazioni hanno profili simili, con valori massimi da maggio a agosto, ma mentre a Faenza e Cotignola si raggiungono altezze di circa 900 metri, a Ravenna la media massima mensile non supera i 600 metri.

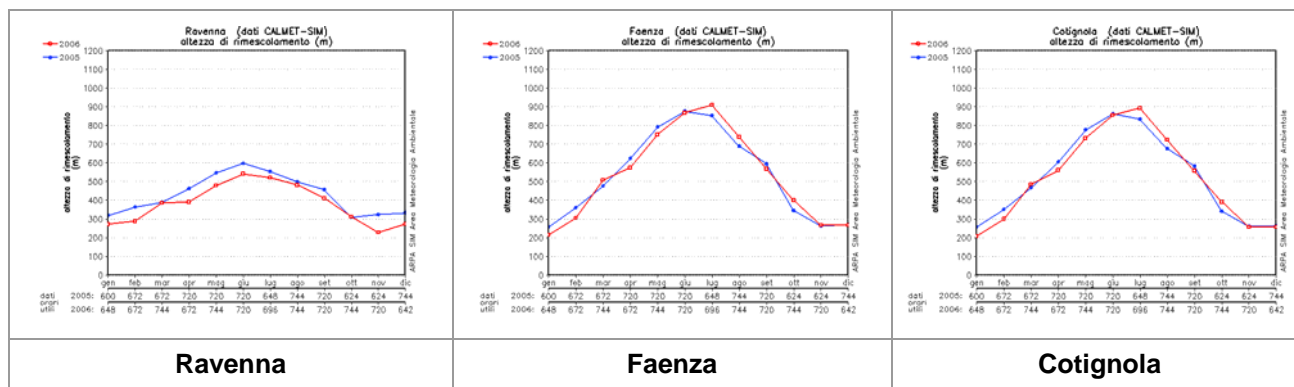
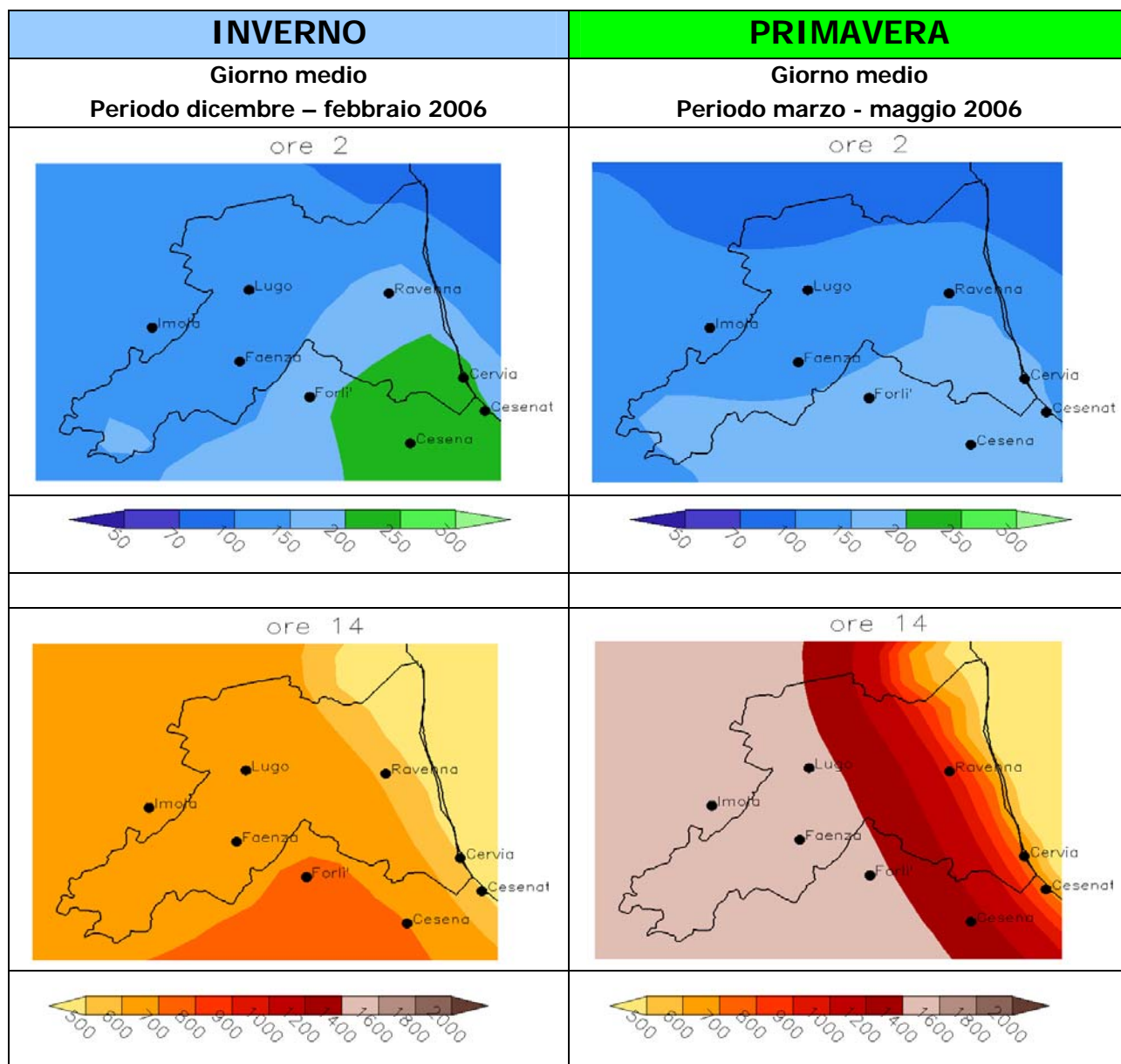


Figura 2.6 – Altezza dello strato di rimescolamento – media mensile

L'altezza di rimescolamento varia anche nel corso della giornata (Figura 2.7): vi è una tendenza all'innalzamento a partire dal mattino fino a raggiungere la massima altezza verso le ore 14. Tale andamento è più evidente in periodo estivo durante il quale, ad esempio nella zona costiera, si passa da circa 100 metri (ore 2) a 1200 – 1400 metri (ore 14).



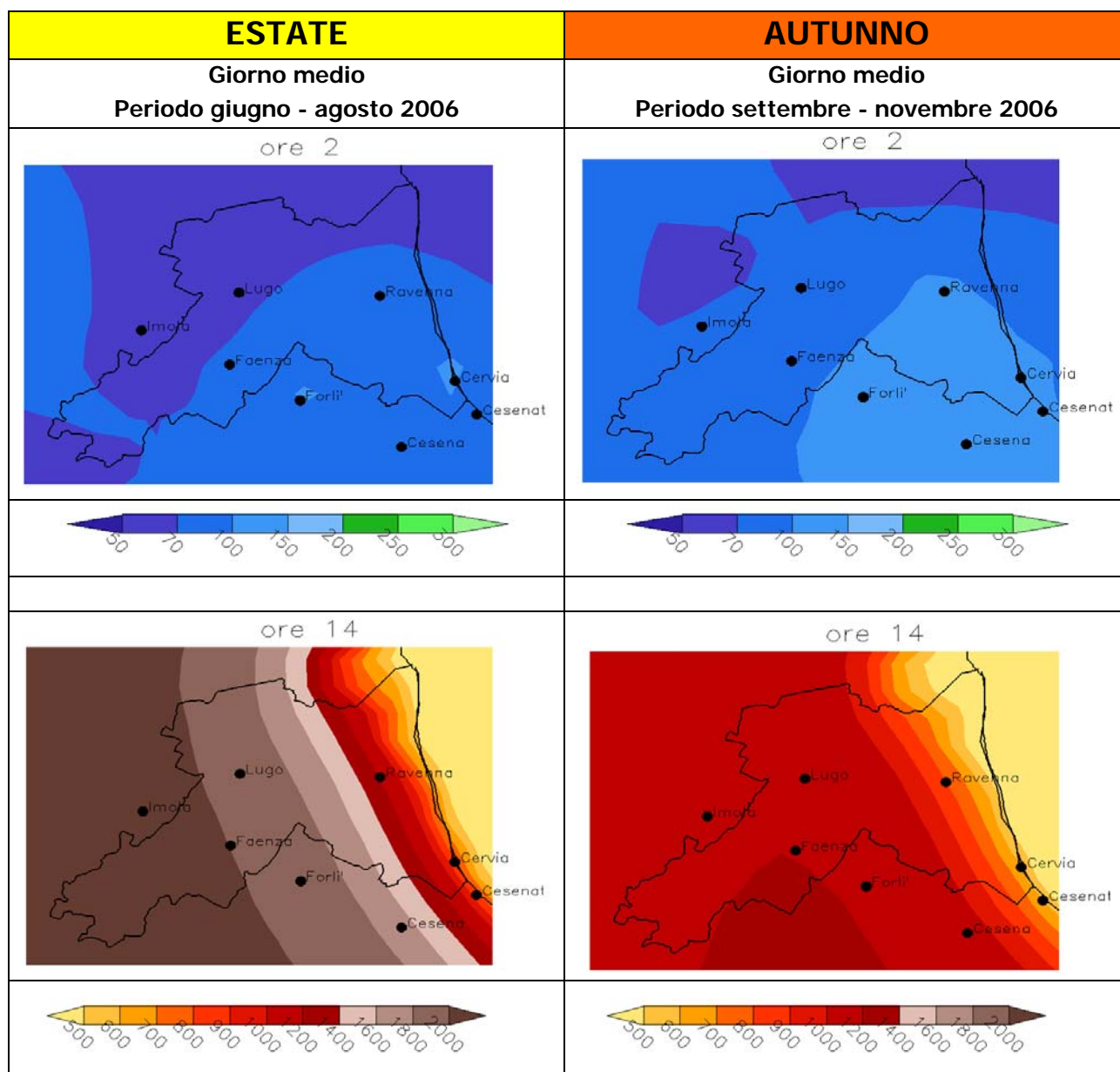


Figura 2.7 – Altezza dello strato di rimescolamento alle ore 2 e alle ore 14

3. VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La valutazione della qualità dell'aria viene effettuata integrando i dati rilevati dalla rete di rilevamento con informazioni ricavate utilizzando altre tecniche di campionamento e misura, non necessariamente continue (laboratorio mobile, campionatori passivi, metodi manuali di campionamento degli inquinanti,...).

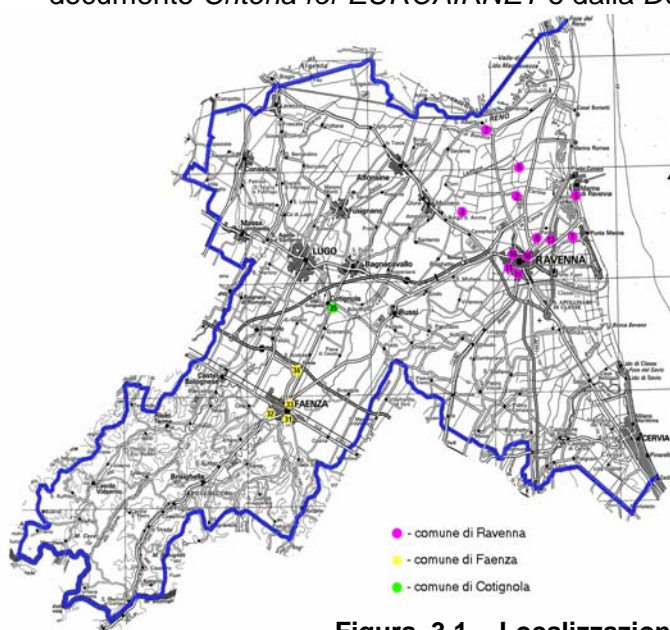
Di seguito viene riportata la sintesi dell'attività di controllo dell'inquinamento atmosferico nella Provincia di Ravenna effettuata da ARPA – Sezione Provinciale di Ravenna, a supporto degli Enti Pubblici competenti. In particolare le elaborazioni dei dati rilevati dalla rete di controllo provinciale, i risultati di campagne di misura finalizzate alla determinazione di IPA e benzene in punti significativi.

3.1 La rete di monitoraggio della qualità dell'aria attuale

Nel territorio della provincia di Ravenna la rete pubblica di monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà delle pubbliche amministrazioni e gestita da ARPA, è costituita da nove stazioni fisse ed un laboratorio mobile; di queste, cinque sono dislocate nel territorio del Comune di Ravenna, tre a Faenza (+ una meteo) ed una a Cotignola.

Nel territorio del comune di Ravenna, in prossimità della zona industriale, è operante anche la rete privata costituita da sei stazioni fisse gestite dalla Società RSI per conto di un consorzio a cui partecipano numerose industrie del polo industriale. I dati rilevati dalla rete privata sono inviati in tempo reale al centro di calcolo della Sezione Arpa di Ravenna, mentre la validazione è a carico del gestore.

La figura 3.1 mostra la mappa della localizzazione delle stazioni e la tabella 3.1 riporta una descrizione delle postazioni della rete provinciale in termini di localizzazione e tipologia di destinazione urbana. Le stazioni di misura della qualità dell'aria vengono classificate tenendo conto della tipologia, della zona e delle caratteristiche della zona stessa, secondo quanto fornito dal documento *Criteria for EUROAIRNET* e dalla *Decisione 2001/752/CE* del 17 ottobre 2001.



Ravenna	
Rete privata	Rete pubblica
1 – Via dei Germani	11 – Via Zalamella
2 – Sant'Alberto	13 – SAPIR
4 – Agip 29	14 – Stadio
5 – Marina di Ravenna	16 – Rocca Brancaleone
6 – Azienda Zorabini	18 – Via Caorle
7 – Azienda Marani	
8 – Portineria (meteo)	
Faenza	
31 – Viale Ceramiche	33 – Parco Bucci
32 – Viale Marconi	34 – Via Bisaura (meteo)
Cotignola	
35 - Cotignola	

Figura 3.1 - Localizzazione delle stazioni fisse di misura.

Stazione	Zona / Agglomerato	rete	Decisione 2001/752/CE + Criteria for EUROAIRNET		localizzazione stazione	
			Tipo / caratteristica zona	tipo stazione	Distanza da strada (m)	Distanza da semaforo (m)
Germani	(Aggl. R9)	PRIV	SUB_U/Ind	IND	40	
Azienda Marani	(Aggl. R9)	PRIV	SUB_U/Ind	IND	98	
AGIP 29	(Aggl. R9)	PRIV	SUB_U/Ind	IND	300	
Marina di Ravenna	(Aggl. R9)	PRIV	SUB_U/Ind	IND	144	
Azienda Zorabini	(Aggl. R9)	PRIV	SUB_U/Ind	IND	836	
S. Alberto	(Aggl. R9)	PRIV	SUB_U/Ind	IND	215	
S.A.P.I.R.	(Aggl. R9)	PUB	SUB_U/Ind	IND	510	
Stadio	Aggl. R9	PUB	U/Res	TU / FU-Res	340	100
Zalamella	Aggl. R9	PUB	U/Res	TU	4	8
Carole	Aggl. R9	PUB	U/Res	FU-Res	166	
Rocca Brancaleone	Aggl. R9	PUB	U/Res	TU / IND	40	200
Ceramiche	Aggl. R10	PUB	U/Res	TU	30	50
Marconi	Aggl. R10	PUB	U/Res	TU	30	150
Parco Bucci	Aggl. R10	PUB	U/Res	FU	175	
Cotignola	Zona A	PUB	U/Res	FS / IND.	186	

Legenda: rete: PUB = pubblica PRIV = privata

Decisione 2001/752/CE + Criteria for EUROAIRNET:

Tipo di zona: Urbana (U) / Suburbana (SUB_U) / Rurale (RU)

Caratteristiche della zona Residenziale (Res) / Commerciale (Comm) / Industriale (Ind) / Agricola (Agr) / Naturale (Nat)

Tipo di stazione: Stazioni urbane da traffico (TU) / fondo urbano (FU) / fondo urbano residenziale (FU-Res) / fondo suburbano (FS) / fondo rurale (FRU) / fondo remoto (FR) / industriale (IND)

Tabella 3.1 - Le stazioni fisse di misura nel territorio della provincia di Ravenna nel 2006

Di seguito è sintetizzata la composizione della rete in termini di inquinanti monitorati in ogni postazione (Tabella 3.2).

Stazione	CO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂	PM ₁₀	C ₆ H ₆
Germani		X	X	X	X	X	
Azienda Marani		X	X			X	
AGIP 29					X	X	
Marina di Ravenna		X	X	X	X		
Azienda Zorabini		X	X		X		
S. Alberto					X		
S.A.P.I.R.		X		X	X	X	
Stadio	X	X			X		
Zalamella	X	X				X	X
Caorle	X	X		X		X	
Rocca Brancaleone	X	X	X	X	X	X	
Ceramiche	X	X	X		X	(*)	
Marconi	X	X	X			X ^(*)	
Parco Bucci	X	X	X	X			
Cotignola				X	X	X	

X	Inquinante monitorato in continuo
(*)	Il monitor è stato spostato da V.le Ceramiche a V.le Marconi il 1/11/2006

Tabella 3.2 - Stazioni fisse ed inquinanti monitorati

In tabella 3.3 sono riportati i rendimenti annui delle postazioni fisse, per ciascun inquinante monitorato. Il rendimento strumentale è calcolato come percentuale di dati generati e validi rispetto al totale teorico. In base alla normativa (DM 60/2002) l'efficienza minima per il calcolo degli standard di qualità dell'aria è il 90%. Nel corso del 2006 i diversi monitor hanno fornito una efficienza eccellente, ovvero decisamente superiore al 90%.

L'unico monitor che ha avuto una efficienza inferiore al 90% è il benzene di Zalamella. Per ovviare a questo inconveniente e calcolare lo standard di qualità dell'aria previsto (media annuale) sono state fatte valutazioni sfruttando la correlazione del benzene con gli altri inquinanti monitorati nella stazione, ottenendo così un numero di dati (reali + stimati) pari al 98%.

Stazione	CO	NO ₂	NOx	O ₃	SO ₂	PM ₁₀	Benzene
Germani		100	100	100	96	99	
Azienda Marani		100	100			98	
AGIP 29					96	100	
Marina di Ravenna		100	100	100	96		
Azienda Zorabini		100	100		95		
S. Alberto					96		
S.A.P.I.R.		98	98	99	99	97	
Stadio	100	100	100		100		
Zalamella	98	100	100			97	88
Caorle	99		99	99		100	
Rocca Brancaleone	99	100	100	99	98	99	
Ceramiche	100	100	100		100	76 (*)	
Marconi	98	97	97				
Parco Bucci	100	96	96	94			
Cotignola				95	100	99	

(*) Il monitor PM10 di Viale Ceramiche a Faenza è stato spostato, all'inizio di novembre 2006 in Viale Marconi (sempre a Faenza): i dati disponibili nella stazione Ceramiche sono quindi solo il 76% di quelli che si sarebbero avuti senza questa variazione.

Tabella 3.3 - Rendimenti annuali (%) degli analizzatori delle postazioni fisse

Nei capitoli successivi sono riportate le elaborazioni suddivise per Comune.

Per ciascun inquinante monitorato è riportata una tabella dove sono indicati:

- ☞ alcuni parametri statistici calcolati per il 2006 (intervallo delle medie orarie, giornaliere e annuali);
- ☞ le elaborazioni secondo i criteri previsti dal DM 60/02;
- ☞ la comparazione con le concentrazioni indicate dall'OMS;
- ☞ per l'ozono, in attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria è stato emanato il D.Lgs. del Governo n°183 del 21/05/2004, al quale si fa riferimento nei successivi capitoli, che fissa la soglia di attenzione e la soglia di allarme e i valori bersaglio al 2010.

Una tabella per ogni postazione contenente il trend dei principali parametri statistici calcolati a partire dal 2000.

3.2 Campagne di misura

Nel corso dell'anno, ad integrazione dei dati forniti in continuo dalla rete di controllo della qualità dell'aria, sono state effettuate campagne di monitoraggio di tipologia diversa utilizzando il laboratorio mobile e campionatori passivi ed attivi per la ricerca di composti organici volatili (COV). Inoltre sulle polveri PM10 prelevate dalla strumentazione automatica sono stati ricercati idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e metalli.

Le campagne effettuate con il laboratorio mobile nel corso del 2006 sono riportate nella tabella sottostante, in cui è indicato il luogo ed il periodo di ogni indagine.

I risultati di ogni singola campagna sono stati oggetto di specifica relazione inviata alla Provincia ed al Comune competente.

COMUNE	Periodo di misura
Ravenna	07/12/05 – 02/02/06
Alfonsine	02/02/06 – 27/02/06
Faenza	27/02/06 – 27/03/06
Castelbolognese	27/03/06 – 20/04/06
Fusignano	20/04/06 – 15/05/06
Riolo Terme	15/05/06 – 12/06/06
Russi	12/06/06 – 12/07/06
Cervia	12/07/06 – 09/08/06
Fognano	09/08/06 – 04/09/06
Bagnacavallo	04/09/06 – 09/10/06
Solarolo	10/10/06 – 06/11/06
Ravenna	21/11/06 – 18/12/06
Faenza	18/12/06 – 22/01/07

Tabella 3.4 - Campagne realizzate nel 2006 con il Laboratorio Mobile

4. LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI RAVENNA

In questo capitolo vengono presentate le elaborazioni relative ai dati raccolti dalle postazioni fisse della rete di monitoraggio pubblica e privata installata nel comune di Ravenna, la cui distribuzione sul territorio è mostrata in Figura 4.1. In area urbana sono presenti 4 stazioni (Rocca Brancaleone, Caorle, Zalamella e Stadio), mentre le rimanenti sono all'interno (Sapir) o attorno alla zona industriale. Tutte insistono nell'agglomerato R9, coincidente con il territorio del Comune di Ravenna.

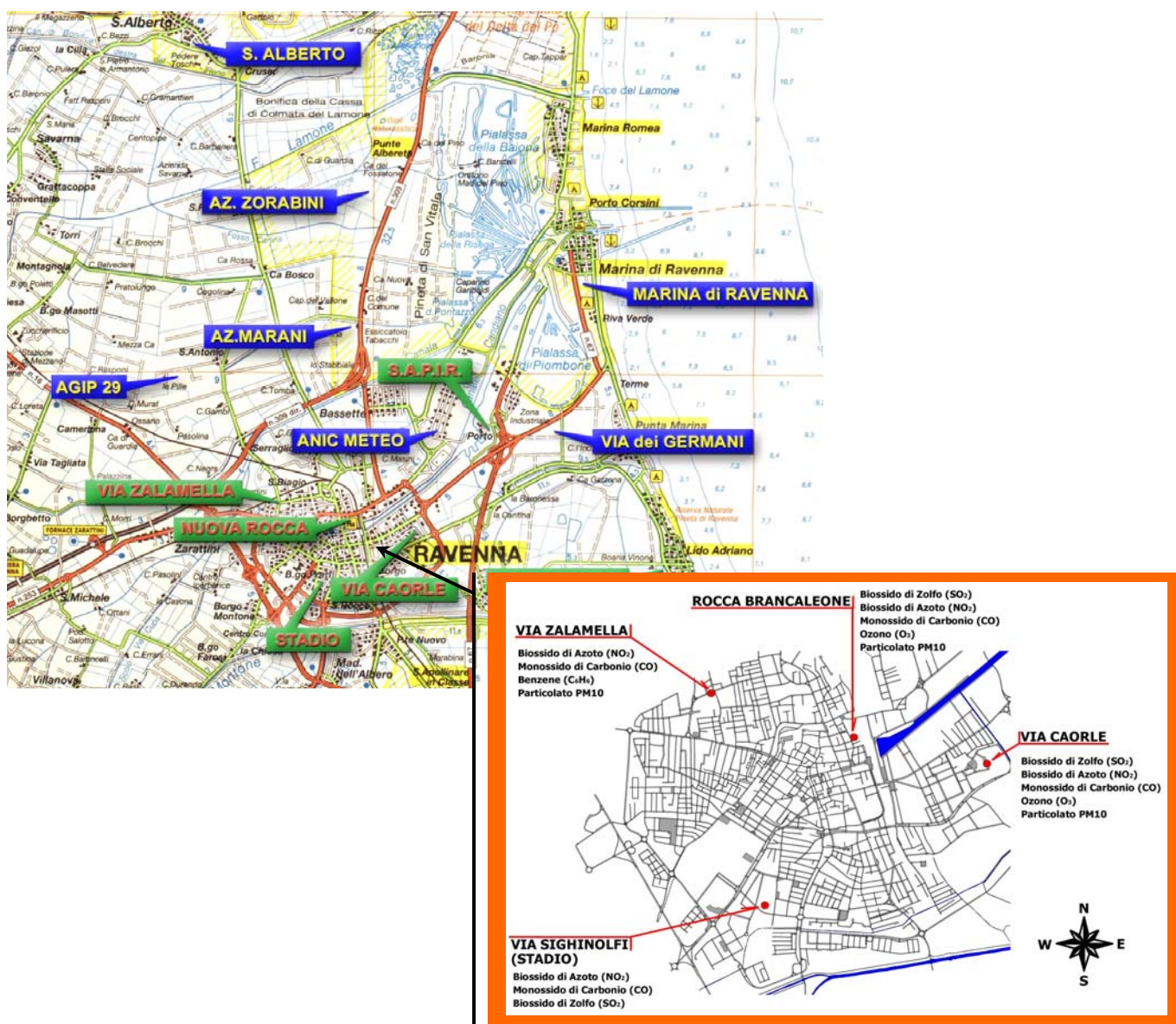


Figura 4.1 - Localizzazione delle stazioni fisse di misura del Comune di Ravenna (in verde le stazioni della rete pubblica ed in blu quelle della rete privata)

4.1 - Biossido di Zolfo (SO₂)

SO ₂		Rocca	Stadio	SAPIR	Germani	Marina RA	Az. Zorabini	S. Alberto	Agip 29
	Efficienza %	98	100	99	96	96	95	96	96
	Massimo delle medie orarie (µg/m ³)	106	49	169	187	91	38	36	95
	Massimo delle medie giornaliere (µg/m ³)	54	19	61	42	17	10	6	18
	Media annuale (µg/m ³)	4	6	12	7	2	2	1	2
Riferimenti normativi									
DM 60/02	N° sup orari di 350 µg/m ³	max 24 volte/anno	0	0	0	0	0	0	0
	N° sup giorn. di 125 µg/m ³	Max 3 volte/anno	0	0	0	0	0	0	0
	Media anno media inverno (protez. ecosistemi)	20 µg/m ³	4 6	6 3	12 12	7 9	2 2	2 2	1 1

Tabella 4.1 – SO₂: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

I valori di biossido di zolfo rilevati nel 2006 a Ravenna sono contenuti e notevolmente inferiori ai livelli previsti dalla normativa.

Negli ultimi cinque anni non si è mai verificato il superamento del parametro più restrittivo introdotto dal DM 60/02 per la protezione degli ecosistemi paria a 20 µg/m³ calcolato come media invernale.

In generale per il biossido di zolfo il rispetto dei limiti non presenta problemi e già dal 2000 non si sono verificati superamenti dei limiti di legge. I dati più elevati, in termini di concentrazioni massime orarie e di numero di superamenti di 350 µg/m³, si sono registrati proprio nel 2000, in particolare nelle stazioni della rete industriale (Germani, Marina di Ravenna, Zorabini).

Il trend in diminuzione dei parametri statistici relativi alle concentrazioni orarie (media, 50° e 98° percentile) è confermato dalla Tabella 4.2 che riporta alcune elaborazioni statistiche a partire da tale anno.

**Tabella 4.2 - Andamento temporale di SO₂ dal 2000 al 2006
(dati orari in µg/m³)**

Stazione: Nuova Rocca Brancaleone

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	5	6	6	5	5	7	4
50°Percentile	3	4	4	3	4	5	2
98°Percentile	25	30	27	23	21	21	24
Max	201	179	179	72	85	105	105
> 350 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	95	92	91	95	94	87	98

Stazione: Stadio

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	5	5	5	4	3	8	6
50°Percentile	3	4	4	3	2	5	5
98°Percentile	21	17	17	18	12	24	18
Max	184	87	100	56	61	48	49
> 350 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	98	99	93	99	95	93	100

Stazione: Germani

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	3	3	2	7	7	7	7
50°Percentile	0.1	1	0.4	2	2	3	3
98°Percentile	34	28	21	50	47	52	46
Max	356	106	88	252	134	197	187
> 350 µg/m ³	1	0	0	0	0	0	0
% dati validi	96	96	95	95	96	96	96

Stazione: Marina di Ravenna

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	9	2	1	2	2	2	2
50°Percentile	0.1	0.3	0.4	0.2	1	1	1
98°Percentile	109	15	8	12	12	11	11
Max	826	161	69	75	56	98	91
> 350 µg/m ³	11	0	0	0	0	0	0
% dati validi	96	96	95	94	96	96	96

Stazione: Azienda Zorabini

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	4	1	1	2	2	2	2
50°Percentile	0.1	0.3	0.3	1	1	1	1
98°Percentile	55	11	3	12	9	9	8
Max	441	106	31	83	58	78	38
> 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	0	0	0	0	0	0
% dati validi	95	96	94	94	96	96	95

Stazione: Agip 29

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	3	2	2	3	2	2	2
50°Percentile	1	0.4	1	1	1	1	1
98°Percentile	26	14	18	21	13	11	9
Max	166	74	78	159	63	95	76
> 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	96	96	95	94	96	96	96

Stazione: Sant'Alberto

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	2	1	1	1	2	1	1
50°Percentile	0.1	0.1	0.3	1	1	1	1
98°Percentile	14	8	4	7	7	7	4
Max	160	201	49	37	37	36	17
> 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	95	96	94	96	96	100	96

Stazione: SAPIR

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	6	3	2.4	3	5	9	12
50°Percentile	2	1	1	1	2	3	7
98°Percentile	42	18	14	24	34	67	56
Max	204	89	89	109	82	176	169
> 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	95	94	96	93	94	57	99

4.2 - Biossido di Azoto e Ossidi di Azoto

NO ₂		Rocca	Stadio	Caorle	Zalamella	SAPIR	Marina RA	Az. Zorabini	Az. Marani	Germani	
	Efficienza %	100	100	100	100	98	100	100	100	100	
	Massimo delle medie orarie (µg/m ³)	172	268	161	281	403	207	130	242	104	
	Massimo delle medie giornaliere (µg/m ³)	90	103	101	167	258	79	66	115	79	
	Media annuale (µg/m ³)	39	39	39	69	76	29	25	48	25	
Riferimenti normativi											
DPR 203/88	98° perc. medie di 1 h	200 µg/m ³	93	102	98	163	209	76	71	124	75
DM 60/02	Media annuale al 2006	48µg/m ³	39	39	39	69	76	29	25	48	25
	al 2010	40 µg/m ³									
	N° sup orari al 2006	max 18 h/anno	0	1	0	13	81	0	0	1	0
	N° sup orari al 2010	max 18 h/anno	0	2	0	54	212	1	0	2	0
OMS	Max orario	200 µg/m ³	172	268	161	281	403	207	130	242	104

(in rosso i superamenti del limite + margine di tolleranza relativo al 2006, in arancio i superamenti del limite relativo al 2010)

Tabella 4.3 – NO₂: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

Il valore limite previsto dal DPR 203/88 (tutt'ora in vigore) è rispettato in tutte le stazioni dell'area urbana, unico superamento in corrispondenza della postazione industriale Sapir.

Diversa la situazione per quanto concerne il rispetto dei valori di riferimento (Valore limite + margine di tolleranza) e dei limiti previsti dal DM 60/02. Nell'area urbana di Ravenna in Zalamella, postazione caratterizzata da un elevato traffico veicolare, il valore di riferimento per la media annuale relativo al 2006 è stato superato, mentre quello relativo alla media oraria (240 µg/m³ da non superare per più di 18 ore nell'anno) viene rispettato in tutte le centraline, ad esclusione di Sapir. Se si fa riferimento ai limiti a regime (2010), il valore limite annuale è attualmente rispettato in due terzi delle stazioni in cui l'inquinante viene misurato - fanno eccezione Zalamella, Sapir e Azienda Marani, ed in altre tre stazioni la media è prossima al limite -, mentre il limite orario è superato in Sapir (dove si è registrato il numero più alto degli ultimi 7 anni: 220 superamenti) ed in

Zalamella (che replica il dato del 2002). In questa ultima postazione tutti i superamenti (100%) sono stati rilevati nell'ultimo trimestre (ottobre – dicembre 2006), nella fascia oraria 18 – 22 (Figura 4.2). Il valore massimo ($281 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è relativo alle ore 20 del 3 novembre.

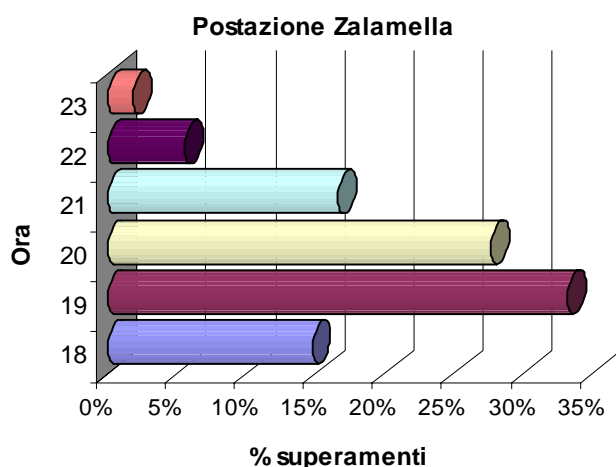


Figura 4.2 – Postazione Zalamella: distribuzione percentuale dei superamenti di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_2 da ottobre a dicembre, nella fascia oraria 18 – 23 da o

Infine, in cinque postazioni su nove risulta superato il limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dall'OMS.

Nelle Figure 4.3 – 4.4 sono rappresentate le concentrazioni medie annue di NO_2 relative alle stazioni dell'area urbana e dell'intorno della zona industriale, calcolate a partire dal 2000 e confrontate con il valore limite ed il valore limite maggiorato del margine di tolleranza.

Mentre per le centraline di Rocca Brancaleone e Caorle la situazione sembra migliorare, negli ultimi tre anni si nota un trend negativo per quanto riguarda Zalamella e Stadio.

Nella zona industriale si è riscontrato un sensibile incremento a SAPIR, un aumento più contenuto a Marani e Marina di Ravenna, una tendenziale stabilità in Germani ed una flessione in Zorabini.

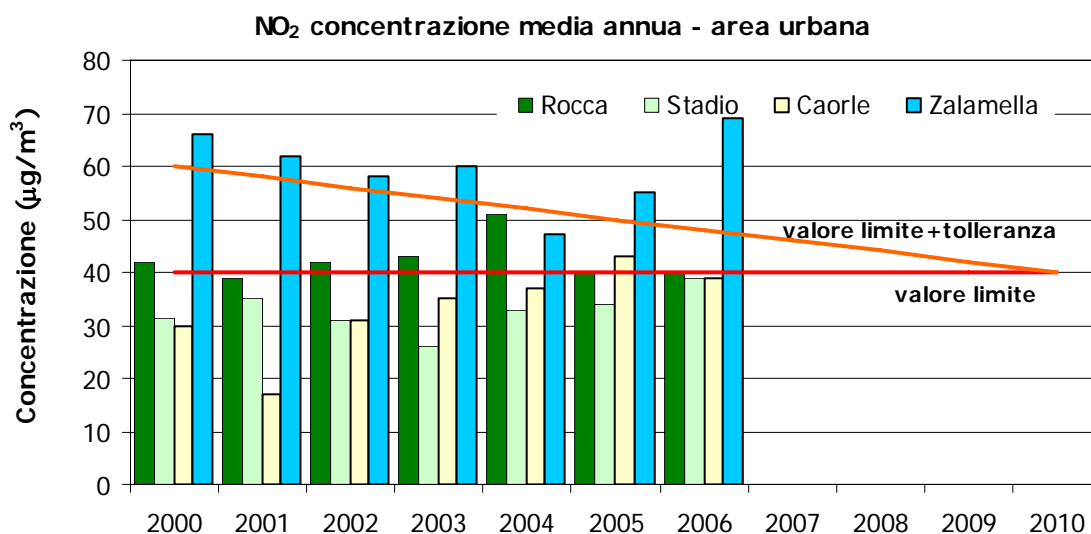


Figura 4.3 – Media annuale per le stazioni dell'area urbana e confronto con i corrispondenti limiti previsti dal DM 60/02

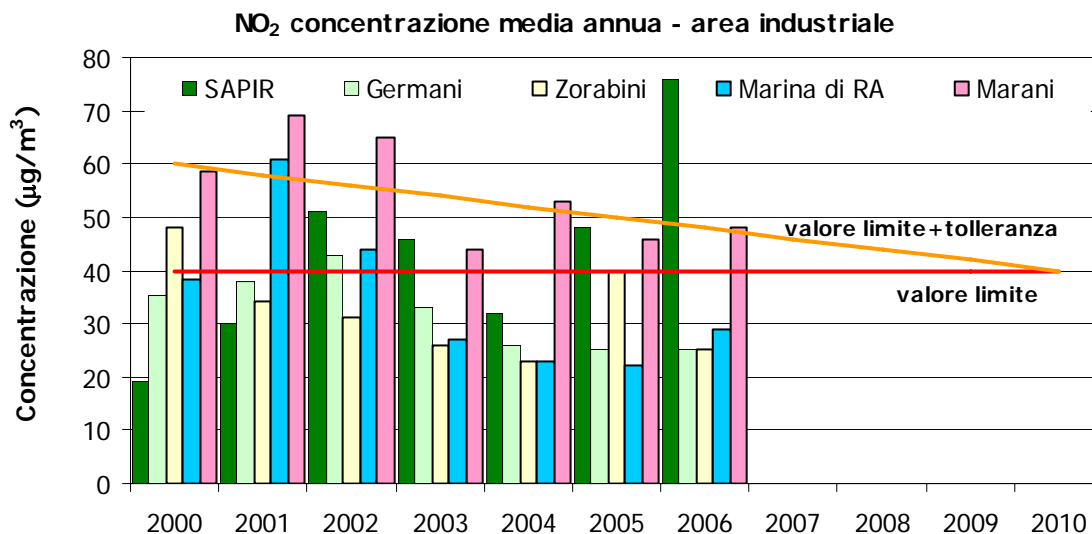


Figura 4.4 – Media annuale per le stazioni dell’area industriale e confronto con i corrispondenti limiti previsti dal DM 60/02

Nelle Figure 4.5 (a) e (b) sono riportate le concentrazioni medie mensili di NO₂ relative al 2006 per l’area urbana e per quella industriale.

In Zalamella (area urbana) si sono registrate concentrazioni tendenzialmente superiori durante tutto l’anno, nell’ultimo trimestre hanno particolarmente “pesato” gli episodi con valori orari superiori a 200 µg/m³ nella fascia oraria 18 – 23.

In area industriale le concentrazioni più elevate si riscontrano presso Sapir e Marani, in particolare modo nel periodo invernale.

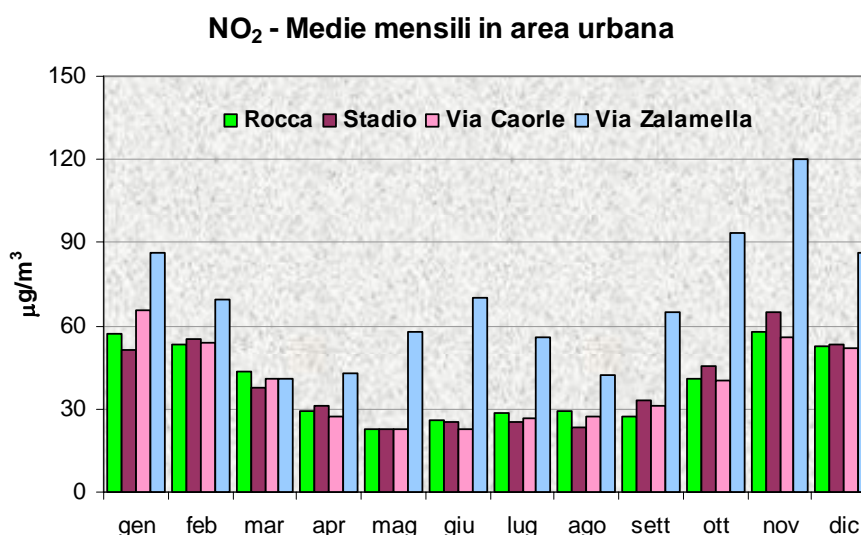


Figura 4.5 (a) – Medie mensili nell’area urbana

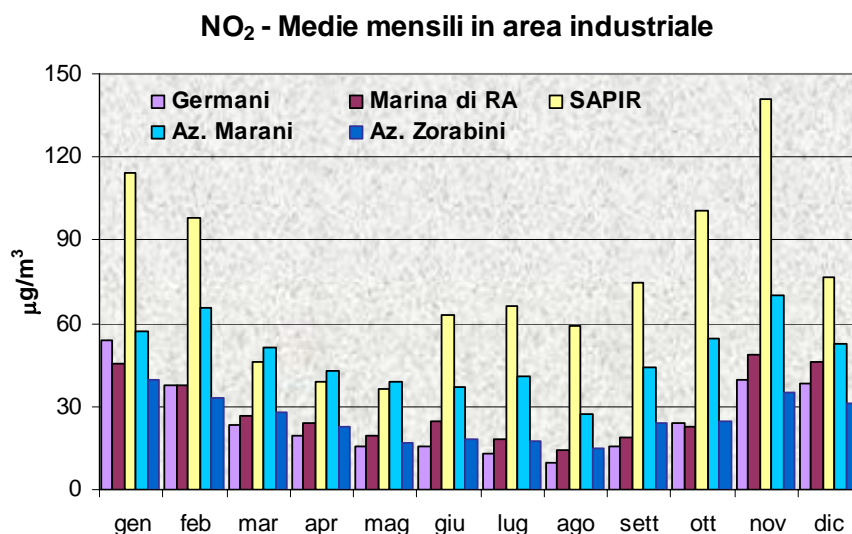


Figura 4.5 (b) – Medie mensili nell'area industriale

Di seguito si riporta l'andamento delle concentrazioni rilevate nel periodo 2000 - 2006 (Tabella 4.4).

**Tabella 4.4 - Andamento temporale dell'inquinamento da NO₂
(dati orari in µg/m³)**

Stazione: Rocca Brancaleone

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	42	39	42	43	51	40	40
50°Percentile	38	36	38	39	45	36	36
98°Percentile	107	97	100	101	143	91	93
Max	405	170	159	150	190	156	172
> 200 µg/m ³	5	0	0	0	0	0	0
% dati validi	100	96	94	97	98	95	100

Stazione: Caorle

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	30	17	31	35	37	43	39
50°Percentile	25	14	28	30	34	38	35
98°Percentile	87	46	76	90	90	111	98
Max	141	101	121	240	167	193	161
> 200 µg/m ³	0	0	0	1	0	0	0
% dati validi	99	96	100	99	99	93	99

Stazione: Zalamella

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	66	62	58	60	47	55	69
50°Percentile	63	58	49	54	39	50	64
98°Percentile	127	142	169	144	121	127	163
Max	184	237	260	237	186	199	281
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	8	55	21	0	0	54
% dati validi	94	96	98	100	100	92	100

Stazione: Stadio

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	31	35	31	26	33	34	39
50°Percentile	28	30	25	23	27	31	35
98°Percentile	86	112	104	72	122	83	102
Max	149	233	238	181	292	149	268
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	8	3	0	18	0	2
% dati validi	98	100	92	98	96	94	100

Stazione: SAPIR

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	19	30	51	46	32	48	76
50°Percentile	18	23	46	43	29	40	66
98°Percentile	55	91	147	111	63	143	209
Max	116	259	284	199	205	326	403
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	5	15	0	1	25	212
% dati validi	100	92	99	98	100	93	98

Stazione: Germani

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	35	38	43	33	26	25	25
50°Percentile	33	34	34	22	23	22	21
98°Percentile	87	114	166	138	69	70	75
Max	190	291	439	247	102	115	104
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	7	79	29	0	0	0
% dati validi	94	99	99	98	100	100	100

Stazione: Azienda Zorabini

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	48	34	31	26	23	40	25
50°Percentile	45	31	25	17	18	22	22
98°Percentile	121	89	92	106	77	195	71
Max	245	156	151	277	141	393	130
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6	0	0	13	0	160	0
% dati validi	98	98	98	98	100	100	100

Stazione: Marina di Ravenna

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	38	61	44	27	23	22	29
50°Percentile	32	55	26	19	18	17	23
98°Percentile	105	158	170	117	63	65	76
Max	201	258	265	186	91	118	207
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	42	48	0	0	0	1
% dati validi	99	100	99	97	100	100	100

Stazione: Azienda Marani

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	35	69	65	44	53	46	48
50°Percentile	33	65	56	37	50	40	44
98°Percentile	87	160	176	129	117	122	124
Max	190	238	263	355	210	210	242
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	17	64	28	1	2	2
% dati validi	99	99	96	99	100	100	100

Per gli ossidi di azoto (NO_x – Tabella 4.5), nessuna stazione rispetta il limite di protezione degli ecosistemi indicato dal DM 60/02. Occorre in ogni caso sottolineare che le stazioni di rilevamento non sono posizionate secondo i criteri previsti per la rilevazione dell'NO_x. Per una misura corretta, corrispondente alle indicazioni di legge, le stazioni necessitano infatti di una distanza di oltre 20 km dagli agglomerati o, nel caso di aree diverse dagli agglomerati, di più di 5 km da aree edificate, da impianti industriali e da autostrade.

NO _x	Riferimenti normativi	Rocca	Marina RA	Az. Zorabini	Az. Marani	Germani
DM 60/02	Prot. vegetazione Media annuale 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	64	45	50	83	49

Tabella 4.5 – NO_x: media annuale 2006

4.3 - Monossido di Carbonio

CO		Rocca Brancaleone	Stadio	Zalamella	Carole
	Efficienza %	99	100	98	99
	Massimo delle medie orarie (mg/m ³)	4.6	13.7	9.4	4.1
	Massimo delle medie giornaliere (mg/m ³)	1.9	1.8	2.0	2.2
	Media annuale (mg/m ³)	0.5	0.8	0.7	0.8
Riferimenti normativi					
DM 60	Media max giornaliera di 8 ore 10 mg/m ³	2.4	2.9	3.1	2.8
OMS	Media max di 1 h 30 mg/m ³	4.6	13.7	9.4	4.1
	Media max di 8 h 10 mg/m ³	2.4	2.9	3.1	2.8

Tabella 4.6 – CO: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

La media massima giornaliera su otto ore di 10 mg/m³, limite del DM 60/02 entrato in vigore dal 2005, non è mai stato superato e le statistiche calcolate si attestano a meno di un terzo del valore limite. Anche se si analizza il trend a partire dal 2000 i valori sono contenuti e decisamente inferiori ai limiti previsti dalla normativa. Tale andamento, ormai consolidato, fa presumere che per il monossido di carbonio non ci siano problemi per il rispetto del limite anche nei prossimi anni.

La tabella successiva riporta l'andamento delle concentrazioni di monossido di carbonio negli anni 2000/2006.

**Tabella 4.7 - Andamento temporale dell'inquinamento da CO
(dati orari in mg/m³)**

Stazione: Rocca Brancaleone

mg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5
50°Percentile	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4
98°Percentile	2.0	2.4	2.2	2.1	1.7	1.8	1.6
Max	8.7	5.9	6.1	4.7	5.2	5.5	4.6
Max media 8 h	-	-	-	-	-	-	2.4
% dati validi	94	97	94	98	98	95	99

Stazione: Caorle

mg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	0.6	0.6	0.7	0.8	0.5	0.8	0.8
50°Percentile	0.4	0.4	0.7	0.7	0.4	0.7	0.7
98°Percentile	2.2	1.8	1.9	1.9	1.6	1.8	2.0
Max	8.1	5.6	7.8	5.5	6.1	7.1	4.1
Max media 8 h	-	-	-	-	-	-	2.8
% dati validi	99	98	100	98	100	95	99

Stazione: Stadio

mg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	0.8
50°Percentile	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7
98°Percentile	2.2	2.2	2.0	1.5	1.6	1.7	1.8
Max	8.6	10.0	5.6	10.7	6.1	4.3	13.7
Max media 8 h	-	-	-	-	-	-	2.9
% dati validi	94	99	93	99	95	92	100

Stazione: Zalamella

mg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	1.0	1.1	1.0	0.8	0.8	0.8	0.7
50°Percentile	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.5
98°Percentile	3.3	4.0	3.2	2.9	2.4	2.3	1.9
Max	13.8	9.4	10.7	12.4	8.2	8.1	9.4
Max media 8 h	-	-	-	-	-	-	3.1
% dati validi	100	97	99	99	99	92	98

4.4 – Benzene

C₆H₆ Benzene		Zalamella	Zalamella*
	<i>Efficienza %</i>	88.4	98
	<i>Massimo delle medie orarie (µg/m³)</i>	14.7	14.7
	<i>Massimo delle medie giornaliere (µg/m³)</i>	6.8	6.2
	<i>Media annuale (µg/m³)</i>	2.0	2.6
Riferimenti normativi			
DM 60	Media annuale al 2006	9 µg/m³	2.0
	Media annuale al 2010	5 µg/m³	
OMS	Indice di rischio unitario	6 * 10⁻⁶ (µg/m³)⁻¹	

(*) L'efficienza reale del monitor nel 2006 è dell'88% -
Considerando la correlazione con l'NOx si riescono ad ottenere 8622 dati, pari al 98%

Tabella 4.8 – C₆H₆ : parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

Per il benzene il limite per la protezione della salute umana è espresso come media annuale: fino al 2005 il limite era 10 µg/m³, tale valore è ridotto il 1° gennaio 2006 (9 µg/m³) e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante per raggiungere 5 µg/m³ al 1° gennaio 2010. Il monitor della centralina Zalamella nel corso del 2006 ha avuto una efficienza dell'88 %, inferiore all'efficienza minima per il calcolo degli standard di qualità dell'aria prevista dal DM 60/02 (pari al 90%). Utilizzando comunque tutti i dati disponibili, la concentrazione media risultata pari a 2.0 µg/m³, valore decisamente inferiore ai 9 µg/m³ ma anche ai 5 µg/m³ del limite a regime.

Considerando il benzene e gli altri inquinanti monitorati nella stazione si trova una discreta correlazione con gli ossidi di azoto (NOx: R = 0.71); sfruttando tale relazione si riesce ad ottenere un numero decisamente superiore di dati (8622, pari al 98%). Elaborando le concentrazioni così ricavate la media annuale che si ottiene è dello stesso ordine di grandezza: 2.6 µg/m³. Il valore leggermente più alto è imputabile alla mancanza, nei dati reali, di concentrazioni in periodo invernale (i dati mancanti sono per il 75% relativi al primo trimestre dell'anno), quando queste risultano più significative.

Di seguito si farà riferimento alla media "stimata" perché più cautelativa.

In altre tre postazioni (Caorle, Rocca e Sapir) il benzene viene rilevato con campionatori passivi (vedere Capitolo 7) ed i valori ottenuti sono in linea con quelli del monitoraggio in continuo.

Le medie degli ultimi cinque anni misurate in Zalamella e riportate in figura 4.6, rispettano il limite e mostrano una sostanziale stabilizzazione nelle concentrazioni annuali di benzene registrate dalla centralina. Il grafico di Figura 4.7 riporta le medie mensili: i contributi più significativi alla media annuale – inferiori comunque sempre ai 5 µg/m³ – si registrano nel periodo invernale.

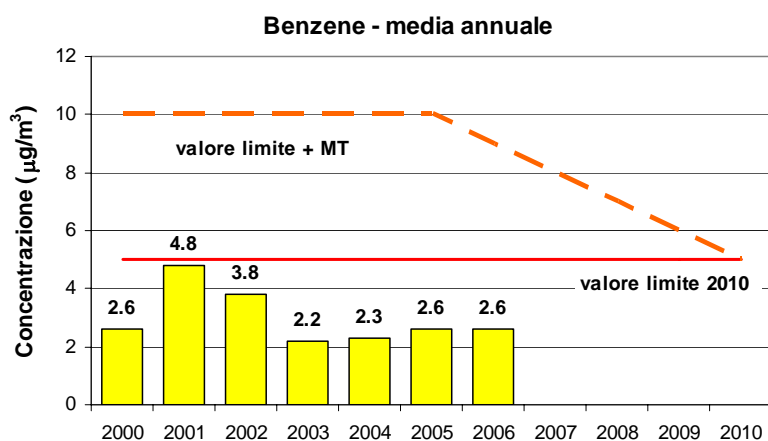


Figura 4.6 - Confronto con i valori limite e i margini di tolleranza - DM 60/02

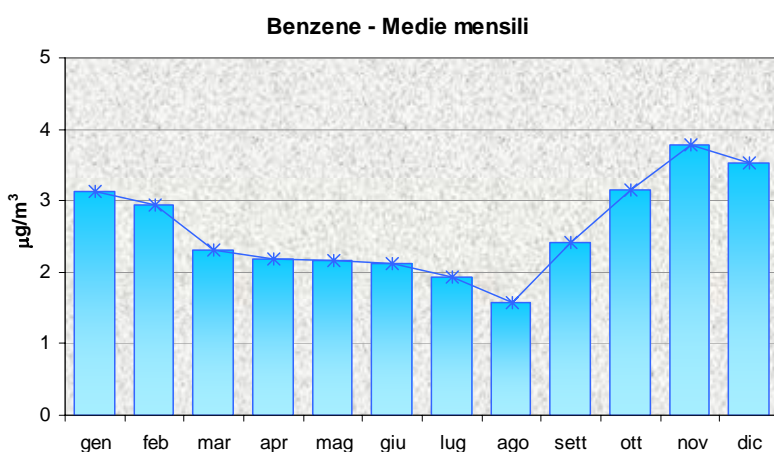


Figura 4.7 – Concentrazioni medie mensili – anno 2006

In Tabella 4.9 sono riportati alcuni parametri statistici relativi al benzene calcolati a partire dal 2000: il 2001 è l'anno in cui i tali parametri presentano il valore maggiore; a partire dal 2003 il dato risulta stabilizzato su valori contenuti, circa la metà del limite al 2010.

Tabella 4.9 - Andamento temporale dell'inquinamento da Benzene (dati giornalieri in µg/m³)

Stazione: Zalamella

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	2.6	4.8	3.8	2.2	2.3	2.6	2.6
50°Percentile	2	4	4	2	2	2.3	2.3
98°Percentile	6	11	9	7	9	6.8	6.6
Max	10	15	11	17	12	10.2	13.1
Ore > 5 µg/m ³	19	128	65	7	27	24	10
Ore > 10 µg/m ³	0	13	5	0	2	1	0
% dati validi	98	90	97	99	94	95	98

4.5 - Ozono

O₃		Rocca	Caorle	Marina di Ravenna	SAPIR	Germani	
	Efficienza %	99	99	100	100	100	
	Max media oraria (µg/m³)	210	211	212	230	214	
	N° giorni sup soglia informazione (180 µg/m³)	6	10	7	6	7	
	N° giorni sup soglia allarme (240 µg/m³ per 3 ore consecutive)	0	0	0	0	0	
	N° giorni sup concentrazione media di 8 h di 120 µg/m³ (nell'anno)	45	64	42	49	55	
Riferimenti normativi							
D.Lgs 183/04 (valori bersaglio per il 2010)	Numero superamenti media max giorn. su 8h (da non sup. più di 25 gg l'anno - media di 3 anni)	120 µg/m³	27	43	60	23	65
	Protezione della vegetazione AOT40 ultimi 5 anni	18000	24898	26277	29903	10779	37727
OMS	Max Media 8 ore	120 µg/m³	192	191	188	200	194

(in carattere arancio i superamenti del limite relativo al 2010)

Tabella 4.9 – O₃: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

La direttiva 02/3/CE, recepita dal DLvo 183/2004, prevede “valori bersaglio”, da conseguire entro il 2010, e “obiettivi a lungo termine” (2020) per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione, oltre a soglie di informazione e di allarme.

Si definisce “soglia di informazione” il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in casi di esposizione anche di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione; per “soglia di allarme” si intende il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana. Raggiunti tali livelli le Regioni devono adottare misure specifiche a breve termine e fornire informazioni dettagliate al pubblico.

Il DLvo 183/04 introduce un nuovo parametro per la protezione della vegetazione, l’AOT40, espresso in (µg/m³·ora) e definito come “la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ 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”. Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione da raggiungere entro il 2010 per AOT40 è 18000 µg/m³ · ora calcolato nel periodo da maggio a luglio e mediato sugli ultimi 5 anni.

L'ozono è un inquinante "secondario" che si forma a seguito di complesse reazioni fotochimiche, favorite cioè dalla radiazione solare, che coinvolgono inquinanti primari immessi direttamente in atmosfera. Ha quindi una spiccata stagionalità: in inverno si attesta su valori molto contenuti (sempre inferiori ai riferimenti normativi) e le concentrazioni più significative si rilevano nel periodo primavera-estate (semestre aprile-settembre), come evidenziato dall'andamento del numero di giorni in cui si è misurato un superamento di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 4.8).

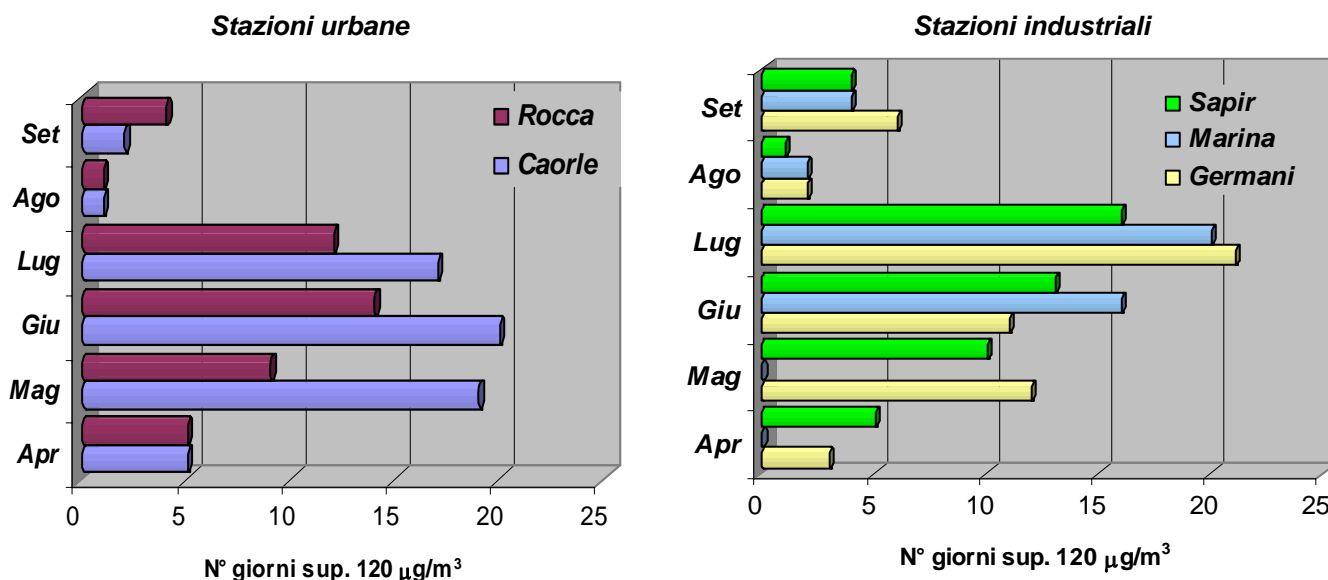


Figura 4.8 – Semestre estivo: numero di giorni in cui è stata superata la concentrazioni di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di ozono rilevate nel 2006 rimangono, in generale, piuttosto elevate: i valori bersaglio previsti per il 2010 sono superati in tutte le stazioni (ad esclusione di Sapir – zona industriale)

Per quanto riguarda invece gli episodi acuti, in nessuna postazione è stata raggiunta la soglia di allarme, mentre la soglia di informazione è stata superata per almeno 6 giorni in tutte le postazioni (Fig. 4.9), con un numero di superamenti maggiore nella stazione di fondo urbano residenziale (Caorle).

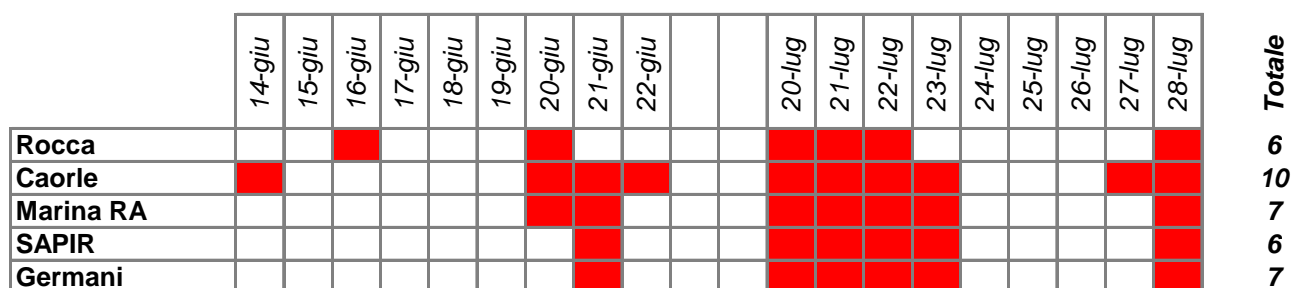


Figura 4.9 – Calendario dei giorni con superamento della soglia di informazione alla popolazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

**Tabella 4.11 - Andamento temporale dell'inquinamento da Ozono
(dati orari in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)**

Stazione: Nuova Rocca Brancaleone

	2002	2003	2004	2005	2006
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	209	233	196	186	210
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	44	10	26	45
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	13	1	3	6
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	0	0	0	0
% dati validi	90	95	92	89	99

Stazione: Caorle

	2002	2003	2004	2005	2006
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	190	208	217	212	211
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	25	15	49	64
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	2	4	8	10
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	0	0	0	0
% dati validi	100	99	98	94	99

Stazione: Germani

	2002	2003	2004	2005	2006
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	194	323	227	213	214
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	52	76	64	55
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	23	10	11	7
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	0	0	0	0
% dati validi	99	98	100	99	100

Stazione: Marina di Ravenna

	2002	2003	2004	2005	2006
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	167	343	211	211	212
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	38	84	53	42
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	21	10	8	7
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	0	0	0	0
% dati validi	98	98	100	100	100

Stazione: SAPIR

	2002	2003	2004	2005	2006
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	160	177	116	222	230
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	4	0	20	49
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	0	0	2	6
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	0	0	0	0
% dati validi	95	96	98	89	97

4.6 – Particolato PM₁₀

PM ₁₀		Rocca	Caorle	Zalamella	SAPIR	Az. Marani	Agip 29	Germani
	Efficienza %	99	100	97	97	98	100	99
	Intervallo medie giornaliere $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 – 94	5 – 97	3 – 115	5 – 185	5 – 120	3 – 116	5 - 155
	90.4° perc. medie giornaliere $\mu\text{g}/\text{m}^3$	57	53	57	93	65	61	75
Riferimenti normativi								
DM 60/2002	Media annuale: 40.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	34	31	30	52	36	33	37
	N° sup media giornaliera 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max 35 volte/anno	51	41	46	161	63	58	69

Tabella 4.12 – PM 10: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

Il PM₁₀ è l'inquinante che presenta le maggiori criticità per il rispetto dei limiti fissati dal DM 60/2002, una problematica che riguarda tutto il bacino della pianura padana.

In particolare il limite relativo al breve periodo (concentrazione media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte in un anno) nel 2006 non è stato rispettato in nessuna postazione.

Meno critica la situazione relativa al rispetto del limite di lungo periodo (media annuale = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), osservato in tutte le postazioni ad esclusione di Sapir dove la media è 51.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'analisi della figura 4.10 (numero dei superamenti della media giornaliera nei diversi mesi dell'anno) conferma che il maggior numero di superamenti si ha in periodo invernale (gennaio, febbraio, novembre e dicembre). Nel 2006 anche nel mese di giugno il numero di giorni con concentrazioni superiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato significativo (in particolare a Rocca e Caorle).

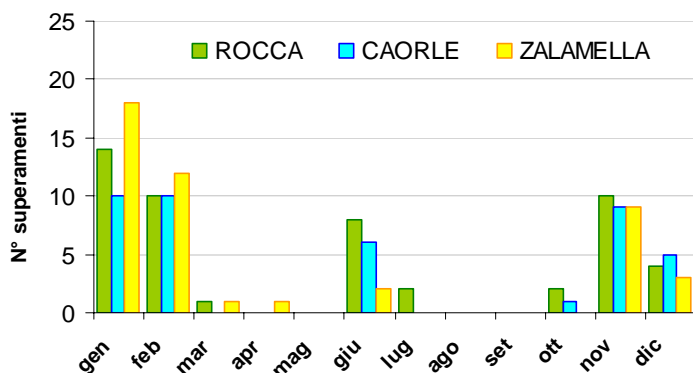


Figura 4.10 – Numero di superamenti mensili del limite giornaliero di PM 10 – Stazioni dell'area urbana

Analogo l'andamento nelle postazioni attorno all'area industriale (Figura 4.11).

Il profilo anomalo della postazione Sapir, che anche durante l'estate misura concentrazioni elevate, è probabilmente legato alla movimentazione di materiali polverulenti nella adiacente zona portuale che non ha una stagionalità specifica.

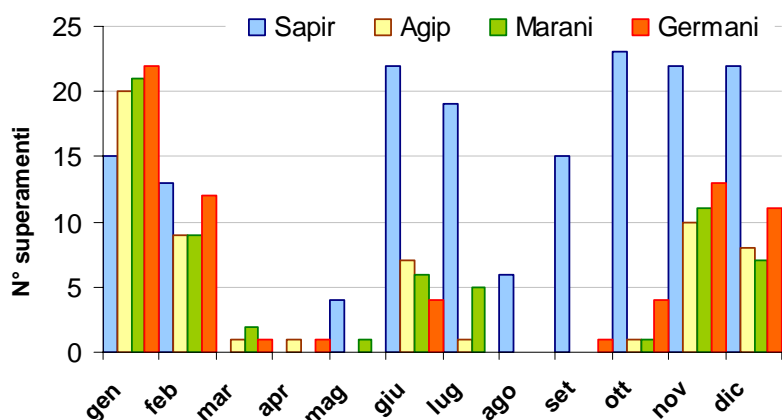


Figura 4.11 – Numero di superamenti mensili del limite giornaliero di PM₁₀ - Stazioni area industriale

Considerando il trend degli ultimi anni, si riscontrata una diminuzione della media annua (Fig.4.12 - a) e del numero di superamenti nelle due centraline dell'area urbana maggiormente interessate dal traffico veicolare, Rocca Brancaleone e Zalamella (Fig.4.12 - b). Caorle – postazione in area urbana residenziale - è in controtendenza ma, essendo la postazione più vicina alla zona Sapir / zona industriale, è probabile che sia influenzata dalla polverosità prodotta in questa area.

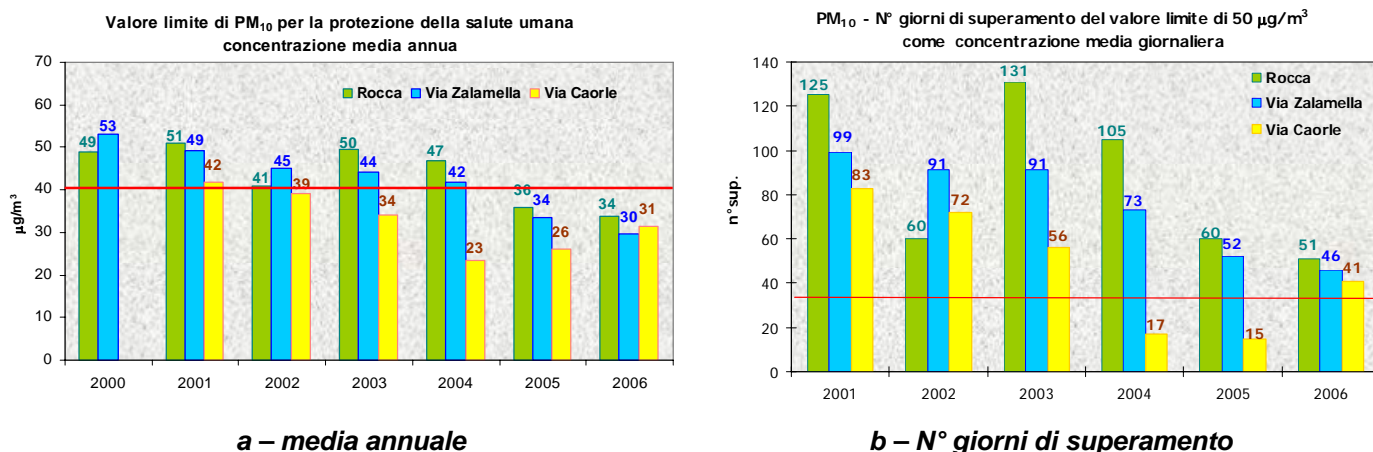


Figura 4.12 – Confronto con i valori limite del DM 60/2002 - Stazioni dell'area urbana

La media di lungo periodo è generalmente rispettata, anche in area industriale (Figura 4.13 - a): negli ultimi due anni solo a Sapir si ha il superamento dei 40 µg/m³.

Il numero di giorni con concentrazione maggiore di 50 µg/m³ è invece da sempre piuttosto elevato e nel 2006 si è avuto un generale aumento.

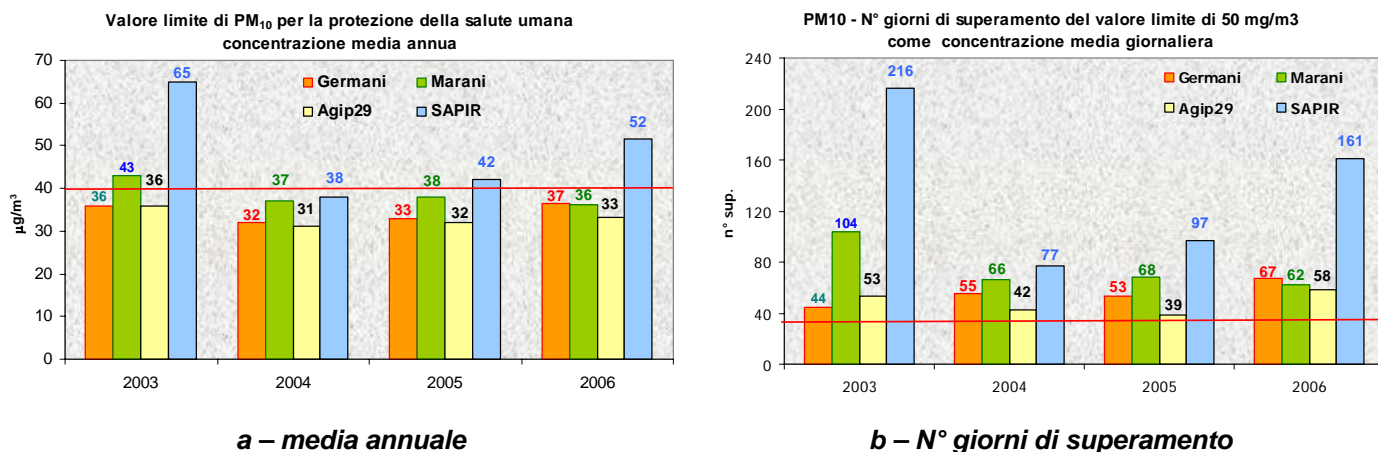


Figura 4.13 – Confronto con i valori limite del DM 60/2002 -Stazioni dell'area industriale

In Figura 4.14 sono rappresentate le concentrazioni medie mensili per l'area urbana e industriale.

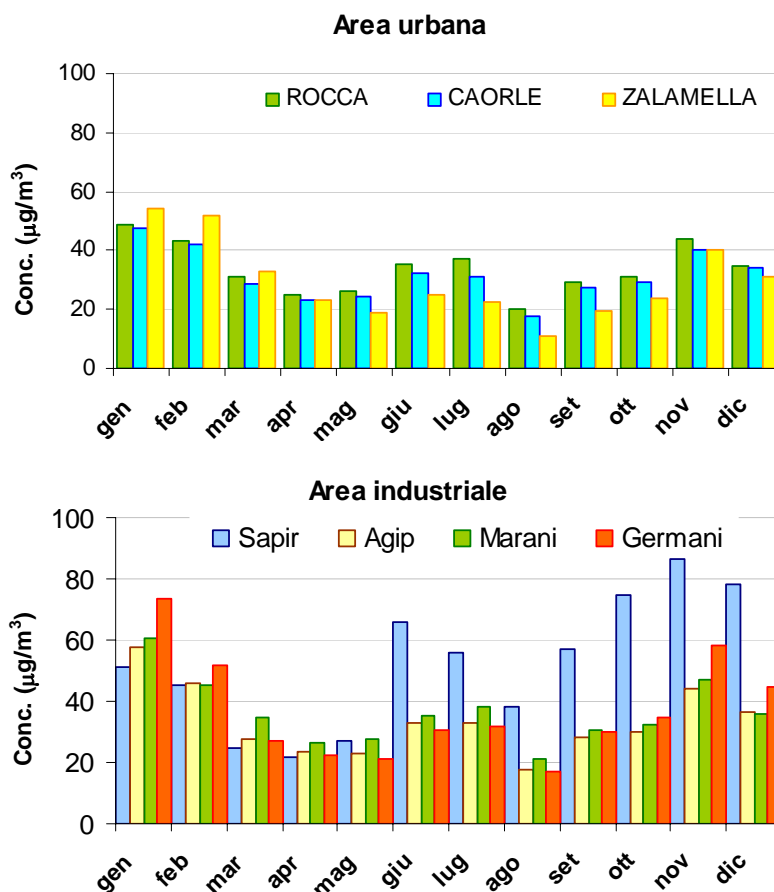


Figura 4.14 - Concentrazioni medie mensili – Anno 2006

Nelle tabelle seguenti è visualizzato l'andamento temporale a partire dal 2000.

**Tabella 4.13 - Andamento temporale PM₁₀
(dati giornalieri in µg/m³)**

Stazione: Rocca Brancaleone

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	49	51	41	50	47	36	34
50°Percentile	42	44	27	44	39	30	30
98°Percentile	140	138	175	141	129	100	73
Max	237	207	275	189	186	173	94
> 50 µg/m ³	117	125	60	131	105	60	51
% dati validi	93	93	88	98	95	97	99

Stazione: Caorle

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	-	42	39	34	23	26	31
50°Percentile	-	36	35	31	21	25	28
98°Percentile	-	117	109	81	58	63	72
Max	-	183	204	122	69	90	97
> 50 µg/m ³	-	83	72	56	17	15	41
% dati validi	-	95	100	98	99	99	100

Stazione: Zalamella

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	53	49	45	44	42	34	30
50°Percentile	43	42	36	39	35	30	26
98°Percentile	157	118	147	115	109	95	87
Max	246	163	250	137	137	130	115
> 50 µg/m ³	119	99	91	91	73	52	46
% dati validi	88	78	90	90	90	93	97

Stazione: SAPIR

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	-	-	56	65	38	42	52
50°Percentile	-	-	49	60	32	37	46
98°Percentile	-	-	143	140	102	91	127
Max	-	-	211	186	152	109	185
> 50 µg/m ³	-	-	176	216	77	97	161
% dati validi	-	-	97	93	98	91	97

Stazione: Germani

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	-	-	-	36	32	33	37
50°Percentile	-	-	-	33	26	28	29
98°Percentile	-	-	-	95	96	104	116
Max	-	-	-	122	127	135	155
> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	44	55	53	67
% dati validi	-	-	-	99	100	100	99

Stazione: Azienda Marani

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	-	-	-	43	37	38	36
50°Percentile	-	-	-	39	33	34	32
98°Percentile	-	-	-	101	103	103	90
Max	-	-	-	158	116	127	120
> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	104	66	68	62
% dati validi	-	-	-	98	100	100	98

Stazione: Agip 29

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	-	-	-	36	31	32	33
50°Percentile	-	-	-	32	27	28	28
98°Percentile	-	-	-	100	88	88	88
Max	-	-	-	146	110	116	116
> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	53	42	39	58
% dati validi	-	-	-	98	100	100	100

4.7 - Particolato PM_{2.5}

A seconda del processo di formazione, le particelle che compongono le polveri atmosferiche possono variare sia in termini dimensionali sia di composizione chimica.

Mentre le polveri PM₁₀ sono denominate inalabili, in quanto sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe), le PM_{2.5} sono definite respirabili in quanto penetrano nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).

Le polveri PM₁₀ e PM_{2.5} sono prodotte da un'ampia varietà di sorgenti sia naturali sia antropiche. Mentre le particelle più grossolane derivano principalmente dal suolo e da altri materiali, le particelle più fini sono prodotte prevalentemente dalla combustione di combustibili fossili utilizzati nei trasporti, nell'industria e nella produzione di energia.

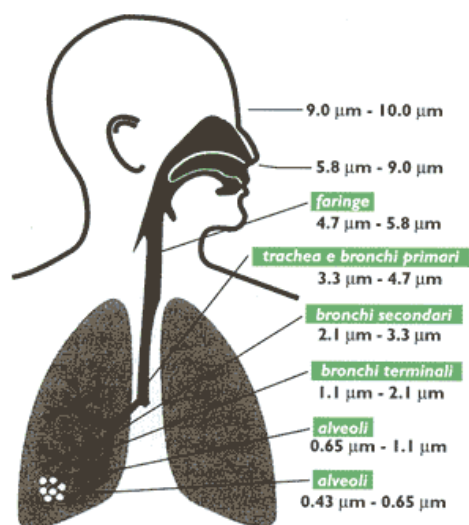


Figura 4.15 – Deposizione del particolato nell'apparato respiratorio in funzione del diametro aerodinamico

Una volta emesse le polveri possono rimanere in sospensione per tempi notevolmente diversi in funzione della loro dimensione: si passa da tempi dell'ordine della giornata per il PM₁₀ al mese per particelle con diametro inferiore ad 1 µm. Tale caratteristica rende le particelle respirabili particolarmente insidiose per la salute dell'uomo.

La Commissione delle comunità europee, sottolineando l'importanza di occuparsi della frazione respirabile del particolato anche in un atto legislativo, ha emanato una proposta di direttiva pubblicata nel settembre 2005 (COM(2005)447 – 2005/0183 (COD)).

La proposta ha un duplice scopo: rivedere e riunire in un unico atto le direttive attualmente in vigore in materia di inquinamento atmosferico (cinque direttive) ed introdurre limiti per le polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 micron, ritenendo che il PM_{2.5} rappresenti un parametro migliore per quantificare il contributo delle emissioni antropiche ai livelli di particolato presenti nell'aria ambiente, senza ignorare i rischi connessi alla frazione più pesante (compresa tra il PM_{2.5} e il PM₁₀).

La Commissione, partendo dal presupposto che rimangano in vigore gli attuali valori limite fissati per il PM₁₀ (40 µg/m³ come media annuale e 50 µg/m³ come media sulle 24 ore da non superare per più di 35 giorni in un anno), propone:

- ☞ di introdurre un obiettivo di riduzione dell'esposizione per il PM_{2.5} da mettere in atto per il 2020, che imponga di ridurre le concentrazioni medie annue di fondo urbano del PM_{2.5} di una

percentuale stabilita (20%) rispetto alla media rilevata nel periodo 2008 – 2010 (*Average Exposure Indicator - AEI*). Tale obiettivo dovrà essere raggiunto al più presto ma non sarà giuridicamente vincolante;

- ↳ di sostituire i valori limite indicativi stabiliti per il PM₁₀ per il 2010 (fase 2) con un tetto massimo giuridicamente vincolante per le concentrazioni medie annue di PM_{2,5} pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 2010.

A Ravenna il PM_{2,5} viene misurato dal 2002 in postazioni con caratteristiche diverse: nel periodo 2002 - 2004 in V.le Randi; nel 2005 in Zalamella (entrambe postazioni ad intenso traffico (TU)) e, a partire dal 2006, in una postazione di fondo urbano residenziale (FURes -Caorle).

In viale Randi ed in Caorle per il campionamento è stato utilizzato uno strumento che effettua la misura della concentrazione di polvere in modo non automatico: i filtri, sui quali si raccoglie il depositato, vengono pesati in laboratorio prima e dopo il campionamento, previo condizionamento. Noto il volume campionato, si ricava la concentrazione di polveri aerodisperse. Lo strumento è conforme alla norma EPA.

In Zalamella nel 2005 è stato sperimentato uno strumento automatico di rilevazione delle PM_{2,5}, che fornisce le concentrazioni di particolato sfruttando l'assorbimento β di una sorgente di C¹⁴ a bassa attività. Lo strumento, certificato equivalente a norma del DM 60/02, rispetta i canoni previsti dalla bozza di direttiva, in particolare è dichiarato equivalente al metodo di riferimento EN 14907:2005.

In Tabella 4.14 è riportata la percentuale di dati raccolti nei diversi anni e quindi il numero di misurazioni che concorrono alla determinazione della media annuale nelle postazioni.

Stazioni	% dati raccolti				
	2002	2003	2004	2005	2006
V.le Randi	76%	79%	80%		
Zalamella				67%	
Caorle					90%

Tabella 4.14 – Percentuale di dati PM_{2,5} raccolti nelle diverse annualità nelle due postazioni

La proposta di direttiva prevede una raccolta minima di dati pari al 90% (328 giorni) oppure, nel caso di misure indicative, un periodo minimo di copertura pari al 14% (52 giorni) con misurazioni uniformemente distribuite nell'arco dell'anno.

Nel 2006 nella postazione di Carole sono stati raccolti 330 dati, sufficienti quindi per il calcolo dello standard. Negli anni precedenti, pur non raggiungendo la percentuale di raccolta minima (90%), è stata ugualmente calcolata la media annuale al fine di fornire un dato indicativo.

Le medie rilevate nelle postazioni sono riportate in Figura 4.16.

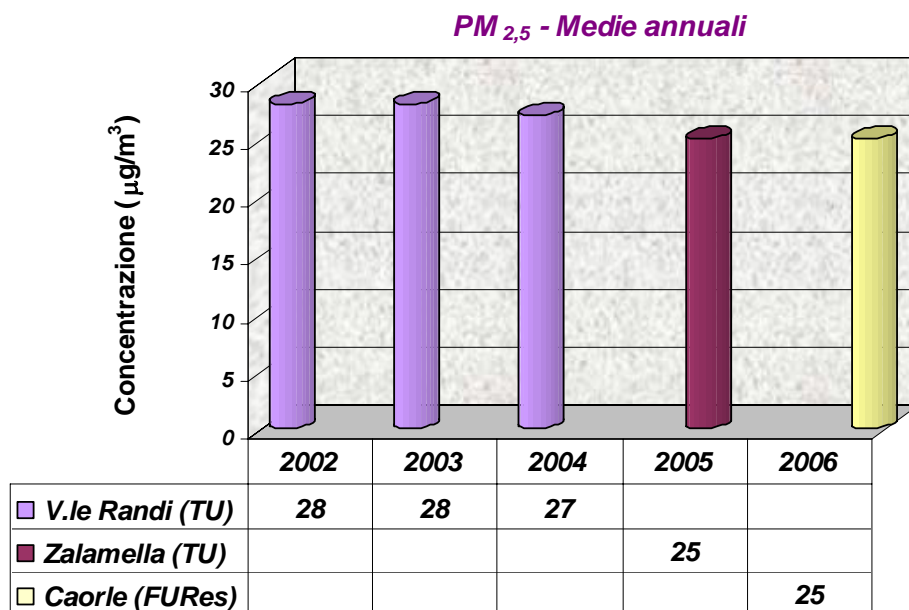


Figura 4.16 – Media annuale di PM_{2,5} in postazioni in area urbana

5. LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI FAENZA

In questo capitolo vengono presentate le elaborazioni relative ai dati raccolti dalle postazioni fisse della rete di monitoraggio installata nel comune di Faenza, la cui dislocazione nel territorio è mostrata in figura 5.1.

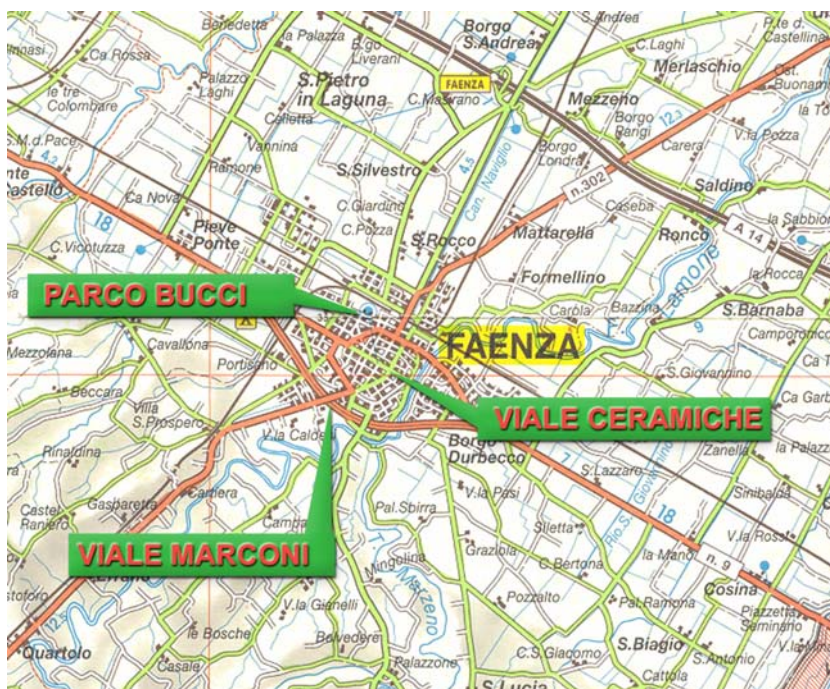


Figura 5.1 Localizzazione delle stazioni fisse di misura nel comune di Faenza

Le stazioni “Ceramiche” e “Marconi” sono classificate come stazioni di traffico urbano (TU) in quanto collocate in prossimità di strade caratterizzate da intenso traffico.

La stazione Marconi è al bordo di una importante strada di accesso al centro urbano ed in adiacenza al cavalcavia sulla via Emilia; Ceramiche si trova in corrispondenza della circonvallazione interna di Faenza, in prossimità di un incrocio, vicino ad un distributore di carburanti ed al piazzale di sosta delle corriere. La collocazione di Ceramiche – non in linea con le indicazioni normative – pregiudica la rappresentatività dei rilievi effettuati: le concentrazioni di inquinanti misurate sono peculiari dell’intorno della centralina e meno rappresentative delle generiche zone di traffico dell’abitato di Faenza.

Per questo motivo, a partire da novembre 2006, il monitoraggio del particolato PM 10 è stato spostato da Ceramiche a Marconi (la stazione Marconi non era dotata di campionatore PM 10).

In questa relazione si riportano i dati di Ceramiche; i dati mancanti di PM 10 (15 novembre – 31 dicembre) sono stati dedotti considerando le migliori correlazioni della centralina Ceramiche con le altre postazioni della rete di controllo della qualità dell’aria.

5.1 - Biossido di Zolfo

Nella rete di Faenza il biossido di zolfo viene rilevato nella postazione di V.le Ceramiche.

Le concentrazioni misurate sono molto contenute e rispettano ampiamente i limiti previsti dalla normativa (Tabella 5.1).

Questo andamento è ormai consolidato e negli ultimi sei anni anche il parametro più restrittivo introdotto dal DM 60/02 - la media invernale per la protezione degli ecosistemi che deve essere inferiore a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - non è mai stato superato.

SO₂		<i>Ceramiche</i>
DM 60/02	<i>Efficienza %</i>	100
	<i>Massimo delle medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	23
	<i>Massimo delle medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	14
	<i>Media annuale</i>	2
	Riferimenti normativi	
	N° sup giorn. di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	max 3 volte/anno
	N° sup orari di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	max 24 volte/anno
	Media anno e inverno (protezione ecosistemi)	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 5.1 – SO₂: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

Nella tabella successiva è riassunto l'andamento temporale, a partire dal 2000, della concentrazione media annua e di altri indicatori per il biossido di zolfo, con valori di concentrazione sempre abbondantemente inferiori ai limiti di legge.

Tabella 5.2 - Andamento temporale di SO₂ dal 1999 al 2005 (dati orari in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

Stazione: Viale Ceramiche

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	7	3	2	4	2	4	2
50° Percentile	6	2	1	3	2	3	2
98° Percentile	19	13	11	15	7	16	7
Max	52	46	79	38	18	57	24
> $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	94	95	96	96	95	90	100

5.2 - Biossido di Azoto e Ossidi di Azoto

NO₂		Ceramiche	Marconi	Parco Bucci	
	<i>Efficienza %</i>	100	97	96	
	<i>Massimo delle medie orarie (µg/m³)</i>	237	134	113	
	<i>Massimo delle medie giornaliere (µg/m³)</i>	98	69	66	
	<i>Media annuale (µg/m³)</i>	47	34	21	
Riferimenti normativi					
DPR 203/88	98° perc. medie di 1 h	200 µg/m ³	124	82	65
DM 60/02	Media annuale al 2006	48µg/m ³	47	34	21
	al 2010	40 µg/m ³			
	N° sup orari al 2006 240 µg/m ³	max 18 h/anno	0	0	0
	N° sup orari al 2010 200 µg/m ³	max 18 h/anno	6	0	0
OMS	Max orario	200 µg/m³	237	134	113

(in arancio i superamenti del limite relativo al 2010)

Tabella 5.3 – NO₂: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

I valori registrati per il biossido di azoto rispettano, in tutte le stazioni di Faenza, il limite del DPR 203/88.

I dati orari rilevati nelle stazioni Marconi e Bucci sono piuttosto contenuti e non si sono registrati superamenti dei limiti previsti dal DM 60/02 (sia al 2006 sia al 2010).

In Ceramiche le concentrazioni sono più elevate: anche in questa postazione non sono superati i valori di riferimento previsti dal DM 60/02 per il 2006, mentre è superato il limite a regime (2010) relativo alla media annua, così come il valore di riferimento consigliato dall'OMS.

Nel grafico di Figura 5.2 è rappresentata la concentrazione media annua per le tre stazioni di Faenza calcolata a partire dal 2000 e confrontata con il valore limite ed il valore limite maggiorato del margine di tolleranza per l'anno considerato.

Nella tre postazioni i valori sembrano abbastanza stabili nel tempo. Mentre per Parco Bucci e Marconi le medie annue sono già inferiori al limite al 2010, Ceramiche ha rispettato il valore limite più il margine di tolleranza relativo all'anno, ma ha sempre superato il valore limite al 2010 e non risulta evidente un trend in diminuzione.

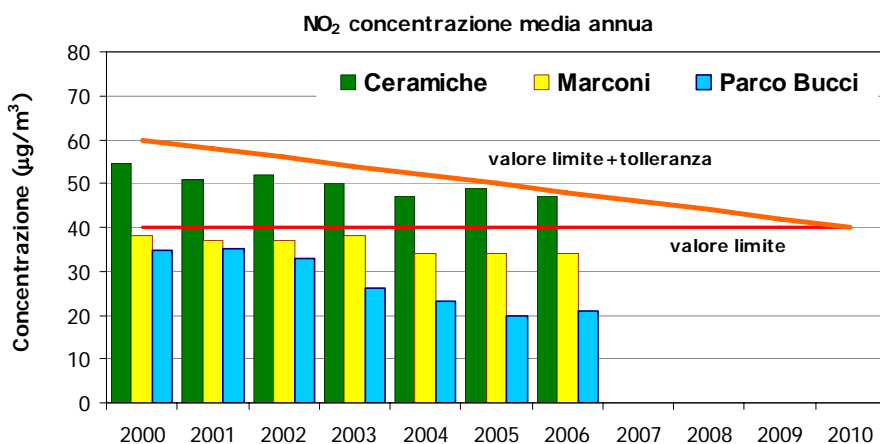


Figura 5.2 - Confronto con i valori limite e i margini di tolleranza previsti dal DM 60/02

La Figura 5.3 riporta l'andamento delle concentrazioni medie mensili: i valori più elevati si riscontrano nel mese di novembre e Ceramiche, come prevedibile, presenta valori superiori alle altre postazioni durante tutto il corso dell'anno.

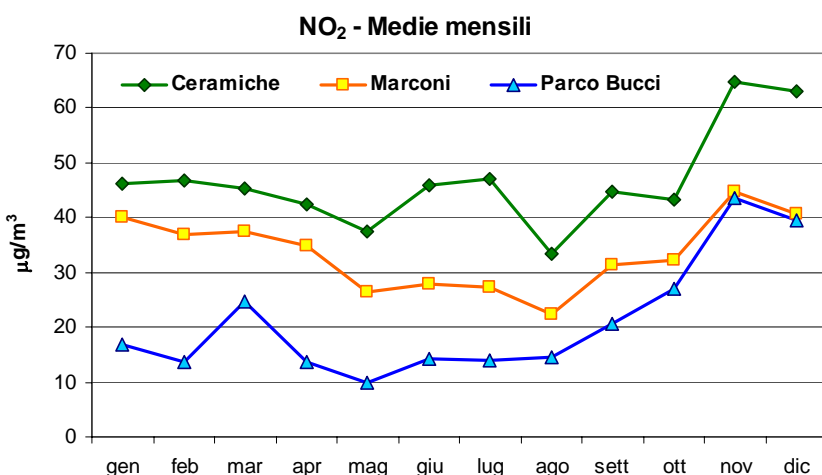


Figura 5.3 – Concentrazioni medie mensili – anno 2006

Un quadro riassuntivo dell'inquinamento da biossido di azoto negli anni 2000-2006 è mostrato in Tabella 5.4. Dal confronto con gli anni precedenti si riscontra una situazione di sostanziale stabilità.

Tabella 5.4 - Andamento temporale di NO₂ dal 2000 al 2006 (dati orari in µg/m³)

Stazione: Viale Ceramiche

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	54	51	52	50	47	49	47
50°Percentile	52	50	50	48	46	46	43
98°Percentile	121	113	122	109	101	115	124
Max	198	188	198	181	163	161	237
> 200 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	6
% dati validi	98	100	99	100	100	95	100

Stazione: Viale Marconi

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	38	37	37	38	34	34	34
50°Percentile	36	36	35	36	32	33	31
98°Percentile	94	90	95	91	84	83	82
Max	150	134	143	136	146	123	134
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	99	99	100	97	98	78	97

Stazione: Parco Bucci

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	34	35	33	26	23	20	21
50°Percentile	29	28	28	21	19	17	16
98°Percentile	96	106	91	71	59	59	65
Max	169	234	157	123	104	104	113
> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	3	0	0	0	0	0
% dati validi	100	99	92	94	99	84	96

NO_x	<i>Riferimenti normativi</i>	<i>Ceramiche</i>	<i>Marconi</i>	<i>Parco Bucci</i>
DM 60/02	<i>Prot. vegetazione Media annuale</i>	<i>30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>	<i>100</i>	<i>66</i>
			<i>39</i>	

Tabella 5.5 – NO_x: media annuale 2006

Per gli ossidi di azoto, nessuna stazione rispetta il limite di protezione degli ecosistemi. E' però da evidenziare che le stazioni di rilevamento non sono posizionate secondo i criteri previsti dal decreto per la rilevazione dell'NO_x. Per una corretta misurazione, corrispondente alle indicazioni di legge, le stazioni devono essere ad una distanza di più di 20 km dagli agglomerati o, nel caso di aree diverse dagli agglomerati, devono essere distanti più di 5 km da aree edificate, da impianti industriali e da autostrade. Requisiti non rispettati dalle stazioni in cui si misura l'NO_x a Faenza.

5.3 - Monossido di Carbonio

CO			Ceramiche	Marconi	Parco Bucci
	<i>Efficienza %</i>		<i>100</i>	<i>98</i>	<i>100</i>
	<i>Massimo delle medie orarie (mg/m³)</i>		<i>7.4</i>	<i>3.4</i>	<i>6.0</i>
	<i>Massimo delle medie giornaliere (mg/m³)</i>		<i>1.9</i>	<i>2.2</i>	<i>1.7</i>
	<i>Media annuale (mg/m³)</i>		<i>0.7</i>	<i>0.9</i>	<i>0.7</i>
Riferimenti normativi					
DM 60	Media max giornaliera di 8 ore	10 mg/m ³	2.8	2.4	2.0
OMS	Media max di 1 h	30 mg/m ³	7.4	3.4	6.0
	Media max di 8 h	10 mg/m ³	2.8	2.4	2.0

Tabella 5.6 – CO: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

L'inquinante non presenta particolari criticità: le concentrazioni sono inferiori ai limiti previsti dal DM 60/02, la cui fase a regime è cominciata dal 1° gennaio 2005 e rispettano i valori consigliati dall'OMS.

Il monossido di carbonio è considerato un buon indicatore del contributo all'inquinamento dato dal traffico veicolare.

Negli ultimi sette anni il trend della concentrazione massima media di 8 ore è in diminuzione ed è sempre stata inferiore al valore limite previsto dalla normativa vigente. Negli ultimi quattro anni la diminuzione è consistente anche a Ceramiche.

Tabella 5.7 - Andamento temporale dell'inquinamento da CO (dati orari in mg/m³)

Stazione: Viale Ceramiche

mg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	1.2	1.6	1.4	1.2	1.0	1.1	0.7
50°Percentile	1.0	1.4	1.2	1.0	0.9	0.9	0.6
98°Percentile	3.9	4.0	3.6	3.0	2.8	2.6	2.0
Max	14.1	11.8	11.7	11.3	10.0	6.8	7.4
Max media 8h	9.8	6.7	6.9	3.7	2.6	3.5	2.8
% dati validi	99	100	98	99	100	95	100

Stazione: Viale Marconi

mg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	0.8	1.0	1.3	1.2	0.8	1.0	0.9
50°Percentile	0.6	0.8	1.2	1.0	0.7	0.9	0.8
98°Percentile	2.4	2.8	2.8	3.1	2.0	2.2	2.0
Max	6.5	7.8	6.6	6.5	6.3	8.6	3.4
Max media 8h	3.2	3.8	3.7	3.7	2.4	2.6	2.4
% dati validi	99	98	100	96	97	82	98

Stazione: Parco Bucci

mg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	0.6	0.5	1.0	0.9	0.7	0.9	0.7
50°Percentile	0.4	0.4	1.0	0.8	0.7	0.8	0.6
98°Percentile	1.9	1.7	2.1	1.8	1.4	1.7	1.5
Max	4.5	5.0	5.7	3.7	1.8	4.5	6.0
Max media 8h	2.9	2.5	2.5	2.8	2.0	2.5	2.0
% dati validi	100	99	98	99	99	84	100

5.4 - Ozono

O₃			Parco Bucci
	Efficienza %		94
	Max media oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		191
	N° giorni sup soglia informazione (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)		7
	N° giorni sup soglia allarme (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per 3 ore consecutive)		0
	N° giorni sup conc. media di 8 h di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nell'anno)		49
Riferimenti normativi			
D.Lgs 183/04 (valori bersaglio per il 2010)	Numero superamenti media max giorn. su 8h (da non sup. più di 25 gg l'anno - media di 3 anni)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	44
	Protezione della vegetazione AOT40 ultimi 5 anni	18000	27347
OMS	Max Media 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	172

Tabella 5.8 – O3: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

La direttiva 02/3/CE, recepita dal DLvo 183/2004, prevede “valori bersaglio”, da conseguire entro il 2010, e “obiettivi a lungo termine” (2020) per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione, oltre a soglie di informazione e di allarme.

Si definisce “soglia di informazione” il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in casi di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione; per “soglia di allarme” si intende il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata. Raggiunti tali livelli le Regioni devono adottare misure specifiche a breve termine e fornire informazioni dettagliate al pubblico.

Il DLvo 183/04 introduce un nuovo parametro per la protezione della vegetazione, l'AOT40, espresso in ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{ora}$) e definito come “la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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”. Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione da raggiungere entro il 2010 per AOT40 è 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{ora}$ calcolato nel periodo da maggio a luglio e mediato sugli ultimi 5 anni.

L'ozono è un inquinante “secondario” che si forma a seguito di complesse reazioni fotochimiche, favorite cioè dalla radiazione solare, che coinvolgono inquinanti primari immessi direttamente in

atmosfera. Ha quindi una spiccata stagionalità: in inverno si attesta su valori molto contenuti (sempre inferiori ai riferimenti normativi) e le concentrazioni più significative si rilevano nel periodo primavera-estate (semestre aprile-settembre), come evidenziato dall'andamento delle concentrazioni medie mensili (Fig. 5.4) e dal numero di giorni in cui si è misurato un superamento di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 5.5).

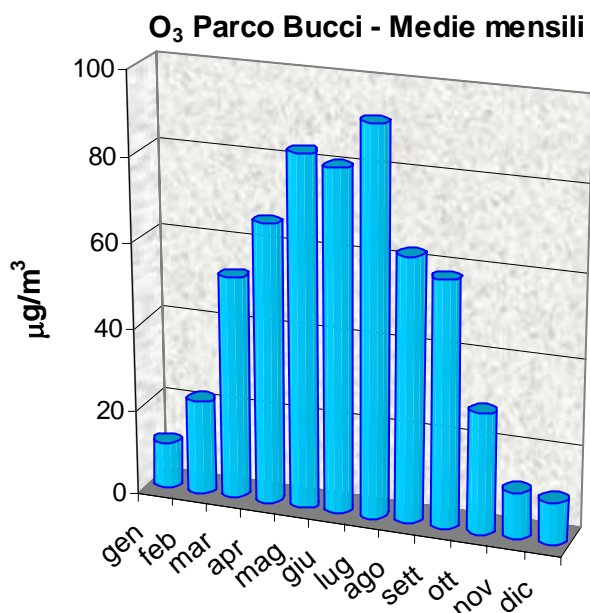


Figura 5.4 – Concentrazioni medie mensili – anno 2006

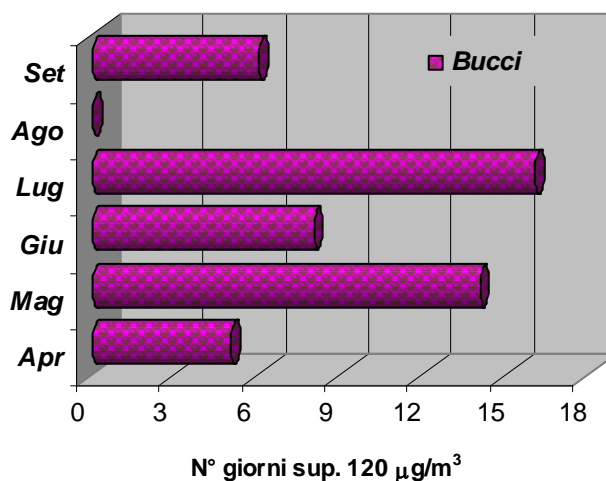


Figura 5.5 – Semestre estivo: numero di giorni in cui è stata superata la concentrazioni di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

L'elaborazione delle concentrazioni di ozono misurate in Parco Bucci indicano che i valori bersaglio previsti per il 2010 sono superati, in particolare i $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media max giornaliera di 8 ore – media degli ultimi 3 anni) sono stati superati 44 giorni rispetto ai 25 consentiti (nel corso del solo 2006 il numero di superamenti è stato 49).

Per quanto riguarda invece gli episodi acuti, non è mai stata raggiunta la soglia di allarme, mentre la soglia di informazione è stata superata nel corso di 7 giorni (Fig.5.6).

	18-lug	19-lug	20-lug	21-lug	22-lug	23-lug	24-lug	25-lug	26-lug	27-lug	28-lug			5-set		Totale
Bucci																7

Figura 5.6 – Calendario dei giorni con superamento della soglia di informazione alla popolazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Nella tabella successiva sono sintetizzati i dati storici (ultimi cinque anni) relativi all'ozono.

Tabella 5.10 - Andamento temporale dell'inquinamento da O_3 (dati orari in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Stazione: Bucci

	2002	2003	2004	2005	2006
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	172	215	196	208	191
N° giorni sup. $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	59	20	62	49
N° giorni sup. $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	7	1	2	7
N° giorni sup. $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0	0	0	0
% dati validi	92	94	94	85	94

5.5 – Particolato PM₁₀

Per le motivazioni già indicate all'inizio del capitolo, il campionatore PM 10 è stato spostato dalla postazione di Ceramiche a Marconi a metà di novembre 2006.

Per questo motivo i dati disponibili in Ceramiche sono relativi a 279 giorni, con una rappresentatività del 76%, inferiore al limite previsto dal DM 60/02 per il calcolo degli standard della qualità dell'aria (pari al 90%). Utilizzando comunque tutti i dati disponibili, la concentrazione media risultata pari a $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e 53 sono i giorni in cui si è avuto il superamento di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Poichè i dati mancanti si riferiscono ad un periodo critico per il PM 10 (novembre e dicembre), è probabile che tali valori siano però sottostimati.

Per calcolare un valore più realistico (che tenga conto anche dei dati mancanti) si è verificato quale centralina fosse meglio correlata alla stazione Ceramiche e, sfruttando tale correlazione, si sono stimate le concentrazioni di PM 10 mancanti, ottenendo così una rappresentatività dell'intero anno ed un numero di dati sufficienti a calcolare gli standard.

La stazione che meglio correla ($R = 0.91$) con Ceramiche è la stazione della rete di Forlì - Cesena denominata "Emilia" (Fig.5.7) Sfruttando tale relazione si riesce ad ottenere un numero decisamente superiore di dati (360, pari al 99%).

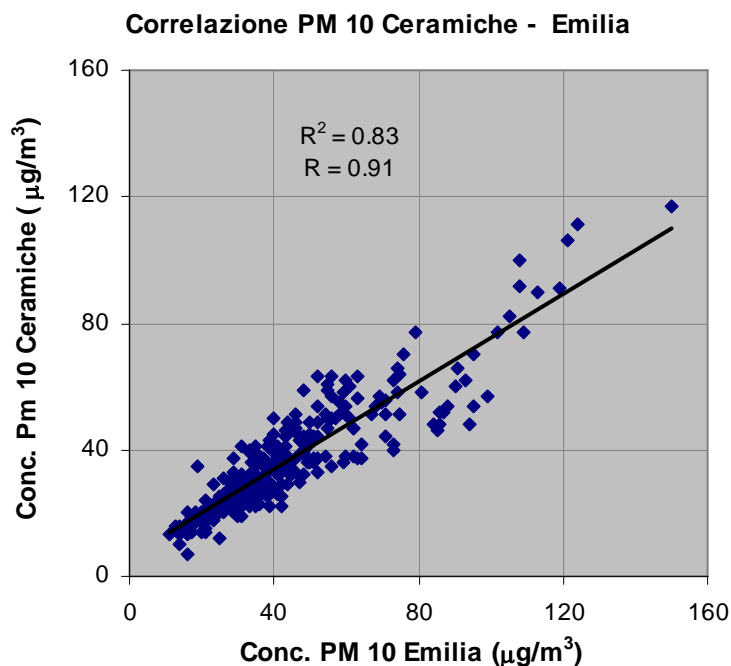


Figura 5.7 – Correlazione fra le concentrazioni di PM 10 misurate nella postazione Ceramiche e nella postazione Emilia

Elaborando le concentrazioni così ricavate la media annuale che si ottiene è $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il numero di giorni con superamento di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diventa 76. I valori decisamente più alti sono imputabili alla

manca, nei dati reali, di concentrazioni in periodo invernale quando queste risultano più significative.

Di seguito si farà riferimento alle statistiche “stimate” perché più cautelative.

PM₁₀		<i>Ceramiche</i>	<i>Ceramiche(*)</i>
	<i>Efficienza %</i>	76	99
	<i>Intervallo medie giornaliere µg/m³</i>	7 – 117	7 - 117
	<i>90.4° perc. medie giornaliere µg/m³</i>	59	60
Riferimenti normativi			
DM 60/2002	Media annuale: 40.0 µg/m³	37	39
	N° sup media giornaliera 50 µg/m³ max 35 volte/anno	53	76

(*) Elaborazione statistica considerando anche i dati ricavati dalla correlazione con la stazione Emilia

Tabella 5.11 – PM₁₀: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

La situazione relativa alle polveri sottili risulta, anche a Faenza, piuttosto critica e lo standard relativo al numero di superamenti giornalieri risulta superiore al limite previsto dal DM 60/02.

L'analisi delle figure 5.8 e 5.9 (numero dei superamenti della media giornaliera e valore medio nei diversi mesi dell'anno) conferma che il maggior numero di superamenti e le concentrazioni più elevate si hanno in periodo invernale. Nel 2006 anche nel mese di giugno il numero di giorni con concentrazioni superiori a 50 µg/m³ è stato significativo, situazione che si è verificata anche nelle altre postazioni della rete di controllo della qualità dell'aria.

N° superamenti media giornaliera

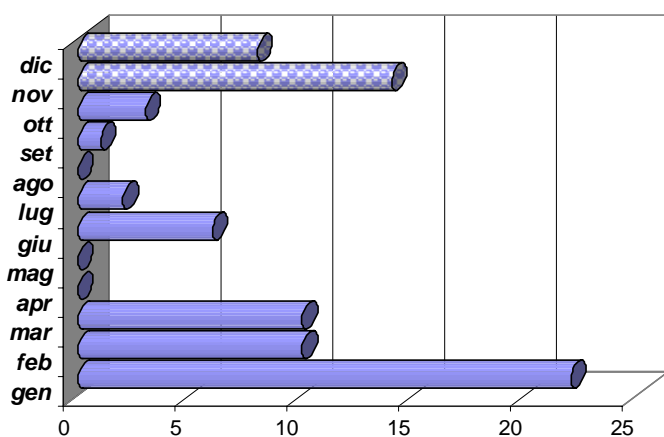


Figura 5.8 – Numero di superamenti mensili del limite giornaliero di PM 10 (50 µg/m³)

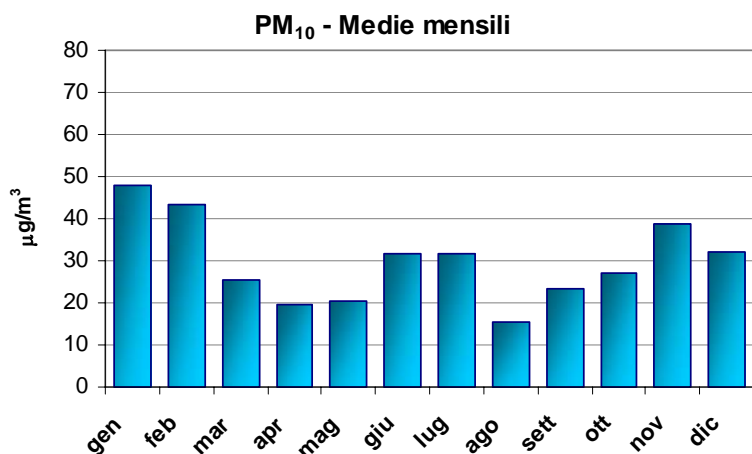


Figura 5.9 – Medie mensili – anno 2006

Considerando il trend degli ultimi anni, si riscontra una diminuzione della media annua e del numero di superamenti a partire dal 2003 (Fig.5.10).

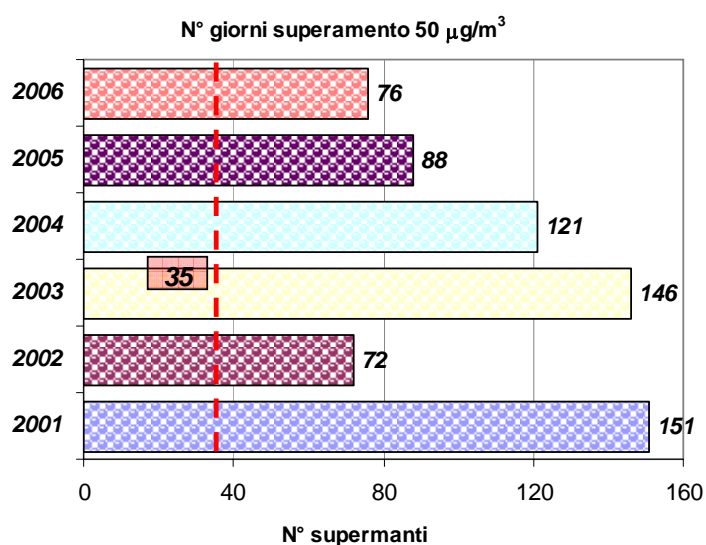
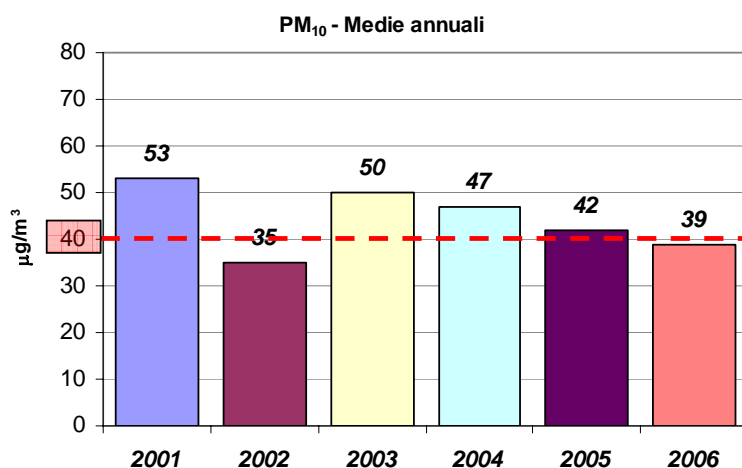


Figura 5.10 – Trend degli ultimi sei anni: confronto con i valori limite del DM 60/2002

In Tabella 5.12 sono riassunti alcuni parametri statistici significativi a partire dal 2001.

**Tabella 5.12 - Andamento temporale PM₁₀
(dati giornalieri in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)**

Stazione: Viale Ceramiche

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	53	35	50	47	42	39
50° Percentile	46	23	45	41	36	36
98° Percentile	147	133	108	116	98	90
Max	192	216	159	159	161	117
> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	151	72	146	121	88	76
% dati validi	99	97	99	100	94	99

6 - LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI COTIGNOLA

In questo capitolo viene presentata l'elaborazione dei dati raccolti dalla postazione fissa della rete di monitoraggio, la cui dislocazione nel comune di Cotignola è mostrata in figura 6.1.

Ozono, biossido di zolfo e polveri sottili (PM₁₀) sono gli inquinanti monitorati dalla postazione di Cotignola.



Figura 6.1 - Localizzazione della stazione fissa di misura del comune di Cotignola

6.1 - Biossido di Zolfo (SO₂)

SO ₂		Cotignola	
DM 60/02	<i>Efficienza %</i>		100
	<i>Massimo delle medie orarie (µg/m³)</i>		36
	<i>Massimo delle medie giornaliere (µg/m³)</i>		9
	<i>Media annuale</i>		3
	Riferimenti normativi		
	N° sup giorn. di 125 µg/m ³	max 3 volte/anno	0
	N° sup orari di 350 µg/m ³	max 24 volte/anno	0
	Media anno e inverno (protezione ecosistemi)	20 µg/m ³	3 3

Tabella 6.1 – SO₂: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

Anche a Cotignola, come nel resto del territorio ravennate, la concentrazione di biossido di zolfo è molto contenuta e si ha il rispetto di tutti i parametri previsti dalla normativa vigente.

La tabella 6.2 riporta la sintesi dell'andamento delle concentrazioni di biossido di zolfo a partire dal 2000: è dalla data di installazione del monitor (giugno 1998) che a Cotignola non si sono mai verificati superamenti dei limiti. Negli ultimi cinque anni la media invernale è stata ben al di sotto (circa 7 volte più bassa) del limite previsto di 20 µg/m³, cioè del parametro più restrittivo introdotto dal DM 60/02 per la protezione degli ecosistemi ed i valori massimi orari misurati sono circa dieci volte inferiori a quelli ammessi dalla normativa.

Tabella 6.2 - Andamento temporale SO₂ dal 2000 al 2006 (dati orari in µg/m³)

µg/m ³	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media	3	2	2	2	3	7	3
50°Percentile	2	2	1	1	2	7	2
98°Percentile	7	9	9	6	10	36	9
Max	114	51	48	18	39	43	36
> 350 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	100	93	79	96	94	83	100

6.2 - Ozono

O₃		Cotignola	
	Efficienza %	97	
	Max media oraria (µg/m³)	249	
	N° giorni sup soglia informazione (180 µg/m³)	20	
	N° giorni sup soglia allarme (240 µg/m³ per 3 ore consecutive)	0	
	N° giorni sup conc. media di 8 h di 120 µg/m³ (nell'anno)	53	
Riferimenti normativi			
D.Lgs 183/04 (valori bersaglio per il 2010)	Numero superamenti media max giorn. su 8h (da non sup. più di 25 gg l'anno - media di 3 anni)	120 µg/m³	41
	Protezione della vegetazione AOT40 ultimi 5 anni	18000	26791
OMS	Max Media 8 ore	120 µg/m³	208

Tabella 6.3 – O₃: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

La direttiva 02/3/CE, recepita dal DLvo 183/2004, prevede “valori bersaglio”, da conseguire entro il 2010, e “obiettivi a lungo termine” (2020) per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione, oltre a soglie di informazione e di allarme.

Si definisce “soglia di informazione” il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in casi di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione; per “soglia di allarme” si intende il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata. Raggiunti tali livelli le Regioni devono adottare misure specifiche a breve termine e fornire informazioni dettagliate al pubblico.

Il DLvo 183/04 introduce un nuovo parametro per la protezione della vegetazione, l'AOT40, espresso in (µg/m³·ora) e definito come “la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ 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”. Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione da raggiungere entro il 2010 per AOT40 è 18000 µg/m³ · ora calcolato nel periodo da maggio a luglio e mediato sugli ultimi 5 anni.

L'ozono è un inquinante “secondario” che si forma a seguito di complesse reazioni fotochimiche, favorite cioè dalla radiazione solare, che coinvolgono inquinanti primari immessi direttamente in atmosfera. Ha quindi una spiccata stagionalità: in inverno si attesta su valori molto contenuti (sempre inferiori ai riferimenti normativi) e le concentrazioni più significative si rilevano nel periodo

primavera-estate (semestre aprile-settembre), come evidenziato dall'andamento delle concentrazioni medie mensili (Fig. 6.1) e dal numero di giorni in cui si è misurato un superamento di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 6.2).

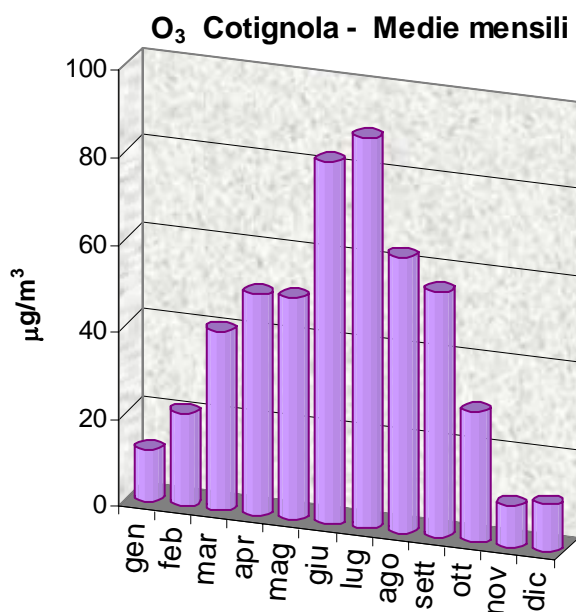


Figura 6.1 – Concentrazioni medie mensili – anno 2006

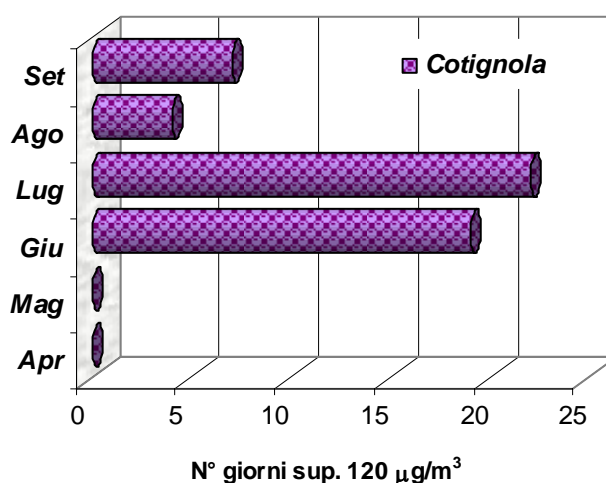


Figura 6.2 – Semestre estivo: numero di giorni in cui è stata superata la concentrazioni di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

L'elaborazione delle concentrazioni di ozono misurate in Cotignola indicano che i valori bersaglio previsti per il 2010 sono superati; in particolare i $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media max giornaliera di 8 ore – media degli ultimi 3 anni) sono stati superati 41 giorni rispetto ai 25 consentiti (nel corso del solo 2006 il numero di superamenti è stato 53).

Per quanto riguarda invece gli episodi acuti, non è mai stata raggiunta la soglia di allarme, mentre la soglia di informazione è stata superata nel corso di 20 giorni (Fig.6.3).

	14-giu	15-giu		23-giu	24-giu	25-giu	26-giu	27-giu	28-giu		12-lug		19-lug	20-lug	21-lug	22-lug	23-lug	24-lug	25-lug	26-lug	27-lug	28-lug		5-set	6-set	7-set		Totale
Ootignda	■	■		■			■	■	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■		20

Figura 6.3 – Calendario dei giorni con superamento della soglia di informazione alla popolazione (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Nella tabella successiva sono sintetizzati i dati storici (ultimi cinque anni) relativi all'ozono. Nel 2006 si rileva un incremento del numero di giorni di superamento degli standard normativi rispetto ai due anni precedenti.

Tabella 6.4 - Andamento temporale dell'inquinamento da Ozono (dati orari in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	206	227	206	209	256	220	249
N° giorni sup. 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	--	--	75	38	31	53
N° giorni sup. 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	--	--	6	8	6	20
N° giorni sup. 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	--	--	0	1	0	1
% dati validi	97	100	84	99	96	77	97

6.3 - Particolato PM₁₀

PM ₁₀		Cotignola
	Efficienza %	99
	Intervallo medie giornaliere (µg/m ³)	3 – 102
	90.4° perc. medie giornaliere (µg/m ³)	52
Riferimenti normativi		
DM 60/2002	Media annuale: 40.0 µg/m ³	30
	N° sup media giornaliera 50 µg/m ³ max 35 volte/anno	36

Tabella 6.5 – PM 10: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

La situazione relativa alle polveri sottili a Cotignola presenta una criticità per quanto riguarda il rispetto dello standard relativo al numero di superamenti giornalieri che risulta superiore (di un solo giorno) rispetto al limite previsto dal DM 60/02.

L'analisi delle figure 6.4 e 6.5 (numero dei superamenti della media giornaliera e valore medio nei diversi mesi dell'anno) conferma che il maggior numero di superamenti e le concentrazioni più elevate si hanno in periodo invernale. Nel 2006 anche nel mese di giugno e luglio ci sono stati giorni con concentrazioni superiori a 50 µg/m³, situazione che si è verificata anche in altre postazioni della rete di controllo della qualità dell'aria.

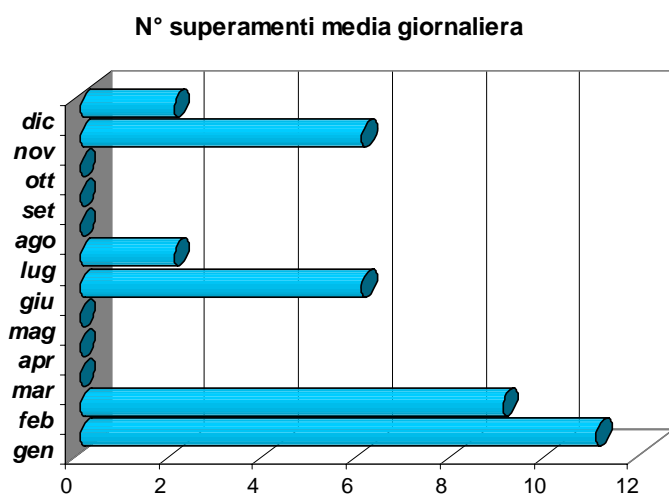


Figura 6.4 – Numero di superamenti mensili del limite giornaliero di PM 10 (50 µg/m³)

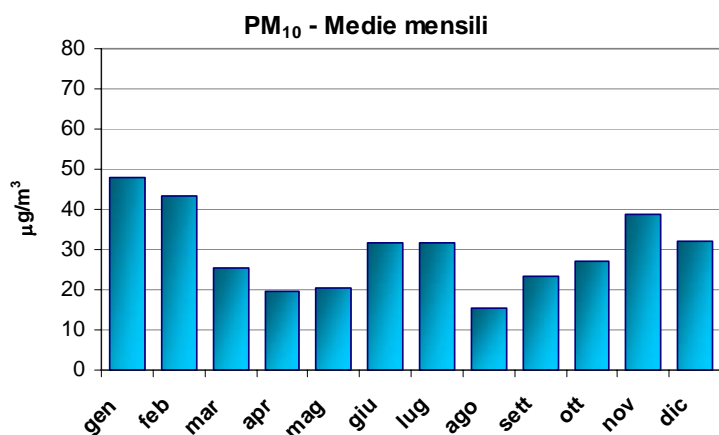


Figura 6.5 – Medie mensili Anno 2006

Se si “incrociano” i giorni di superamento a Cotignola con quelli di altre due postazioni della rete provinciale (Zalamella a Ravenna e Ceramiche a Faenza), si può notare come solo in due occasioni (11 e 23 luglio) ad un superamento a Cotignola (non molto elevato, valori rispettivamente pari a 52 e 53 µg/m³) non abbia corrisposto analogo superamento in almeno una delle due postazioni considerate (Fig.6.6).

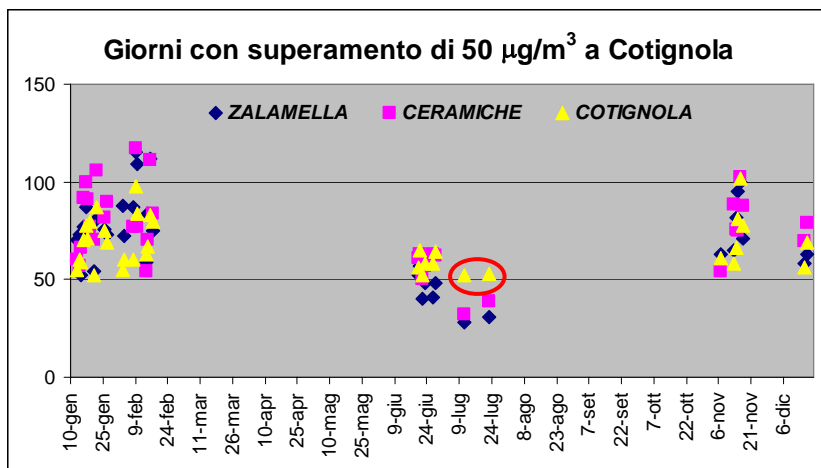


Figura 6.6 – Giornate in cui si è riscontrato il superamento del limite giornaliero a Cotignola ed in altre due postazioni della rete

Considerando il trend degli ultimi anni, si riscontrata una diminuzione della media annua e del numero di superamenti (consistente) a partire dal 2003 (Fig.6.6).

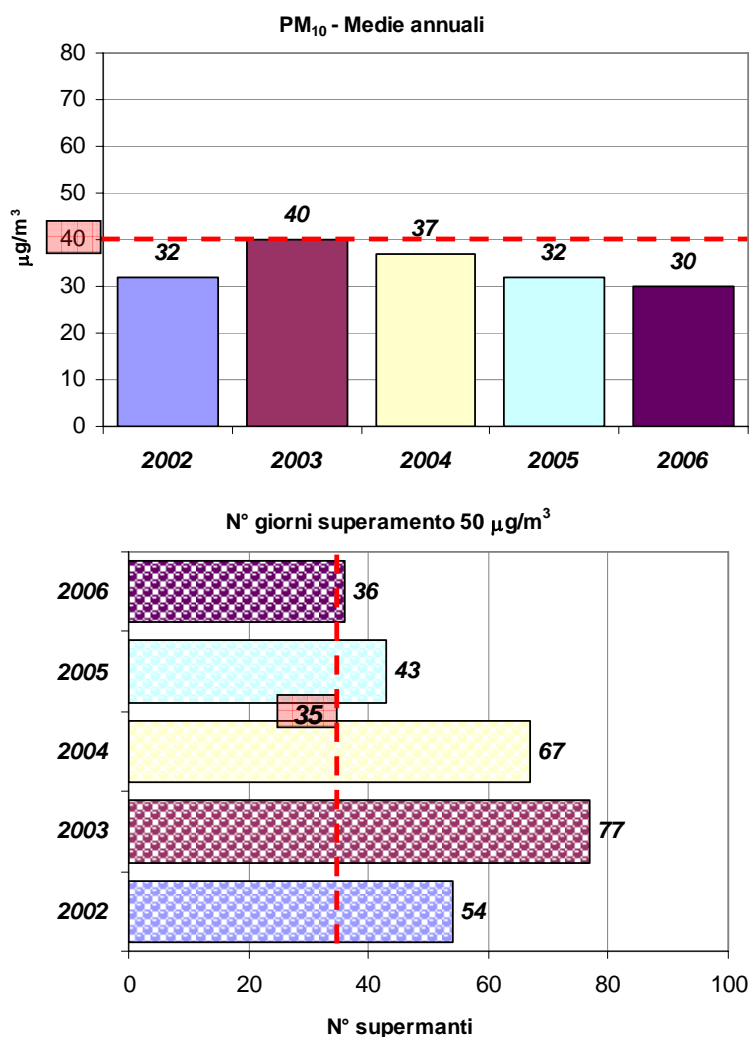


Figura 6.6 – Trend degli ultimi sei anni: confronto con i valori limite del DM 60/2002

In Tabella 6.6 sono riassunti alcuni parametri statistici significativi a partire dal 2002.

**Tabella 6.6 - Andamento temporale PM₁₀
(dati giornalieri in µg/m³)**

Stazione: Cotignola

µg/m³	2002	2003	2004	2005	2006
Media	32	40	37	32	30
50° Percentile	18	36	32	27	25
98° Percentile	138	105	97	86	80
Max	204	145	122	118	102
> 50 µg/m³	54	77	67	43	36
% dati validi	85	99	93	82	99

7 – MISURE DI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (BTX) A RAVENNA

Nel territorio della città di Ravenna l'attenzione sui composti organici volatili (COV) è particolarmente elevata anche in relazione alla presenza, non distante dall'area urbana, del polo chimico, dove vengono svolte attività proprio nel settore della chimica delle sostanze organiche. Quindi, ad integrazione dei dati rilevati in continuo ed in automatico nella postazione di Via Zalamella, vengono effettuate, utilizzando metodo di misura manuale, rilievi di benzene, toluene e xileni in altre tre postazioni: Rocca Brancaleone, Caorle e SAPIR.

7.1 – Benzene

Il benzene (C₆H₆) è un composto organico volatile capostipite del gruppo degli idrocarburi aromatici. È un liquido incolore, facilmente infiammabile, dal caratteristico odore aromatico che a temperatura ambiente volatilizza facilmente.

È impiegato per la produzione di composti chimici di base utilizzati a loro volta per la produzione di policarbonati, resine epossidiche e nylon ed è un costituente in tracce della frazione aromatica della benzina impiegata, in sostituzione dei composti del piombo, come antidetonante nella "benzina verde". La composizione delle benzine, associata al numero di veicoli circolanti, rende il traffico la principale sorgente dell'inquinamento da benzene. Infatti circa il 90% delle emissioni vengono attribuite alle produzioni legate al ciclo della benzina: raffinazione, distribuzione dei carburanti e traffico veicolare, che incide per circa l'80% sul totale.

Il benzene è una sostanza cancerogena, classificato dallo IARC nel gruppo 1, cioè tra le sostanze per le quali esiste un'evidenza accertata di induzione di tumori nell'uomo.

Può essere facilmente assorbito per inalazione, contatto cutaneo o ingestione.

Secondo l'OMS il benzene costituisce oggi un inquinante ubiquitario, con concentrazioni medie variabili fra 1 e 160 µg/m³.

Normativa di riferimento – Il DM 60/02 fissa come valore limite per la protezione della salute umana una concentrazione media annuale di 5 µg/m³, limite che dovrà essere rispettato dal 1 gennaio 2010. Nel frattempo è previsto un "trend di avvicinamento" a tale limite che, a partire dal valore di 10 µg/m³ nel 2005, prevede una riduzione annua costante di 1 µg/m³ per raggiungere 5 µg/m³ nel 2010:

	Limite + Margine di tolleranza					Limite
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Concentrazione Benzene media annua (µg/m³)	10	9	8	7	6	5

7.2 – Toluene

Il Toluene (C₇H₈) è una molecola aromatica formata da un anello benzenico in cui un atomo di idrogeno è sostituito da un gruppo metilico (CH₃). È un liquido incolore, volatile, infiammabile ed esplosivo, dall'odore simile al benzene.

Il toluene si ottiene dalla raffinazione del petrolio greggio e dal catrame e, come il benzene, è un costituente della frazione aromatica della benzina.

A livello industriale è una sostanza ampiamente utilizzata per la sintesi di altri composti chimici ed è inoltre un importante solvente per vernici, adesivi, collanti e inchiostri in cui ha sostituito il benzene per la minore pericolosità.

Il toluene è inoltre un comune contaminante indoor; la sua concentrazione nell'aria interna può essere superiore a quella dell'aria esterna.

Il toluene è attualmente inserito dall'EPA in classe D, cioè tra le sostanze non cancerogene per l'uomo. Una volta rilasciato in atmosfera si degrada molto velocemente, entra nei meccanismi di reazione dello smog fotochimico, degradandosi in svariati composti a diverso grado di tossicità, fra cui la formaldeide.

Normativa di riferimento – Per il toluene non esistono valori limite per la qualità dell'aria, ma l'OMS ha introdotto due valori guida che si riferiscono alla concentrazione al di sopra della quale si possono riscontrare effetti sulla salute della popolazione non esposta professionalmente:

- 260 µg/m³ come media settimanale;
- 1000 µg/m³ come media su 30 minuti.

7.3 – Xilene

Lo xilene (C₈H₁₀) è una molecola aromatica in cui due atomi di idrogeno dell'anello benzenico sono sostituiti da due gruppi metilici. È un liquido incolore, volatile a temperatura ambiente, con il caratteristico odore aromatico.

A livello industriale si ottiene principalmente dalla raffinazione del petrolio e circa il 90% è impiegato come additivo nella benzina; il resto viene utilizzato come solvente per vernici, inchiostri, profumi, pesticidi, prodotti farmaceutici, adesivi e prodotti per la verniciatura; inoltre può essere trasformato in pellicole per nastri audio e video.

Lo xilene è classificato dall'EPA nel gruppo D, cioè tra le sostanze non classificabili cancerogeni per l'uomo.

La maggior parte dello xilene rilasciato nell'ambiente entra direttamente in atmosfera dove viene degradato rapidamente per foto-ossidazione. Contribuisce inoltre alla formazione di O₃ troposferico.

Normativa di riferimento – Per lo xilene non esistono valori limite per la qualità dell'aria. L'OMS ha introdotto due valori guida, analogamente al toluene, che si riferiscono alla concentrazione al di sopra della quale è possibile riscontrare effetti sulla salute della popolazione non esposta professionalmente:

- 4800 µg/m³ come media sulle 24 ore;
- 870 µg/m³ come media annuale.

7.4 – Metodi di campionamento ed analisi

Nelle tre stazioni di Rocca Brancaleone, Caorle e Sapir vengono utilizzati i “campionatori passivi”, dispositivi capaci di raccogliere gas dall’atmosfera ad una velocità controllata dalla diffusione molecolare e che non richiedono movimento attivo dell’aria.

Il campionatore è costituito da un tubo contenente un adsorbente che fissa l’inquinante; quando inizia il campionamento il tubo viene liberato dal contenitore ermetico e montato su appositi supporti che permettono la diffusione degli inquinanti e contemporaneamente evitano l’azione degli agenti atmosferici. Al momento dell’installazione viene annotata la data, l’ora e la postazione. Alla fine del campionamento i tubi vengono richiusi nei contenitori, sigillati (segnando la data e l’ora) e portati in laboratorio per l’analisi. La determinazione analitica dei composti organici viene effettuata per gascromatografia dopo l’estrazione con una soluzione di solfuro di carbonio.

Dalla quantità totale di composti organici volatili rilevati, noto il volume d’aria “campionata”, possono essere determinate le concentrazioni di COV in atmosfera, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I campionatori vengono cambiati ogni settimana, per cui il dato che si ottiene è una concentrazione media settimanale. Dalle medie settimanali può essere calcolata la media annuale che, per il benzene, è il parametro di riferimento legislativo.

7.5 – Analisi dei risultati

Le misure di BTX con campionatori passivi in alcune postazioni dell’area di Ravenna vengono effettuate dal 1996, nel 2006 le postazioni sono state tre, coincidenti con le stazioni di rilevamento di Rocca Brancaleone (Traffico Urbano/Industriale), Caorle (Fondo Residenziale) e Sapir (Industriale).

Il DM 60/02 prevede in modo specifico la possibilità di affiancare alle misure in continuo rilevazioni discontinue, stabilendo per i diversi inquinanti normati un periodo minimo di copertura e di raccolta dati. Per il benzene il periodo minimo di copertura per il fondo urbano e per postazioni orientate al traffico è del 35% (circa 130 giorni l’anno) distribuito nel corso dell’anno in modo da essere rappresentativo delle diverse condizioni climatiche e di traffico.

Nelle tre postazioni monitorate, nel corso del 2006, il campionamento è stato continuo ed i giorni monitorati risultano superiori al 97% (efficienza minima per il calcolo degli standard della qualità dell’aria prevista dal Dm 60/02: 90%).

Di seguito si riportano le elaborazioni effettuate per il benzene a partire dalle medie settimanali riscontrate nel corso del 2006.

Stazione	N° giorni	Conc. MIN – MAX (*) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Rocca Brancaleone (TU)	356	0.6 – 4.5	1.9
Caorle (F-Res)	357	0.9 – 5.4	2.1
SAPIR (Ind.)	363	0.6 – 4.1	1.6

(*) Medie di 7 giorni

Tabella 7.1 – Concentrazioni di benzene rilevate nelle diverse postazioni

7.5.1 – Rocca Brancaleone

Il campionamento a Rocca Brancaleone ha avuto in totale la durata di 356 giorni.

La concentrazione media annuale rilevata, pari a $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è dello stesso ordine di grandezza di quella misurata in continuo nella postazione di Via Zalamella e risulta inferiore alla metà del limite previsto dalla normativa per la fase a regime ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2010).

Anche le concentrazioni di toluene e xileni risultano abbondantemente al di sotto dei valori guida dell'OMS.

Il profilo delle concentrazioni mensili (Figg. 7.1 e 7.2), indica come nel periodo estivo, quando le condizioni meteorologiche favoriscono la diffusione degli inquinanti e reazioni di foto-ossidazione, le concentrazioni rilevate sono decisamente inferiori, in particolare per il benzene.

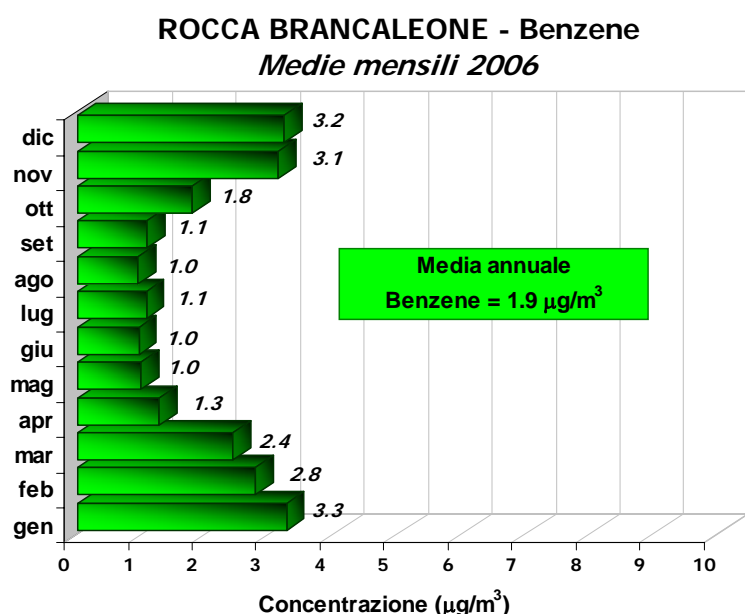


Figura 7.1 – Concentrazioni medie mensili di benzene a Rocca Brancaleone.

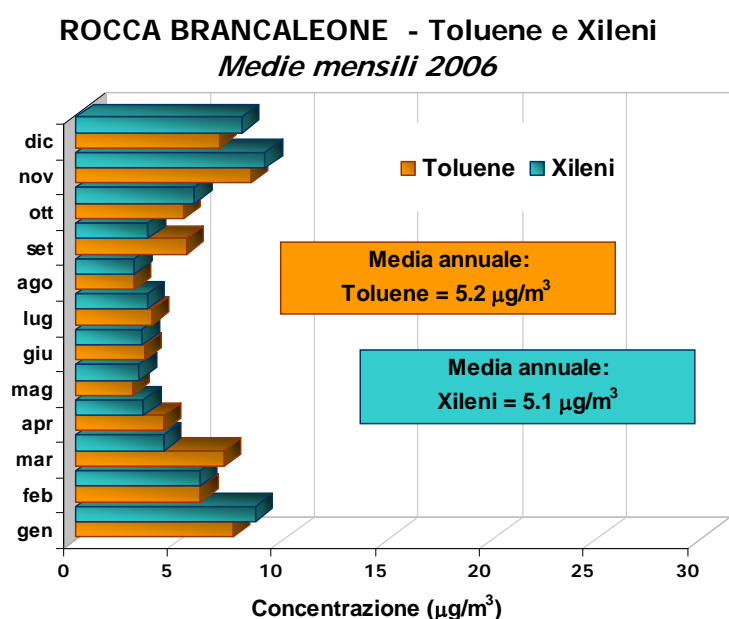


Figura 7.2 - Concentrazioni medie mensili di toluene e xileni a Rocca Brancaleone.

7.5.2 – Caorle

Anche in Via Caorle i giorni di campionamento (357 in totale) permettono un confronto con il limite annuale secondo lo standard previsto dalla normativa. La media annuale in questa postazione risulta $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nelle Fig 7.3 e 7.4 sono rappresentate le medie mensili di benzene, toluene e xileni ottenute dalla campagna annuale di misura.

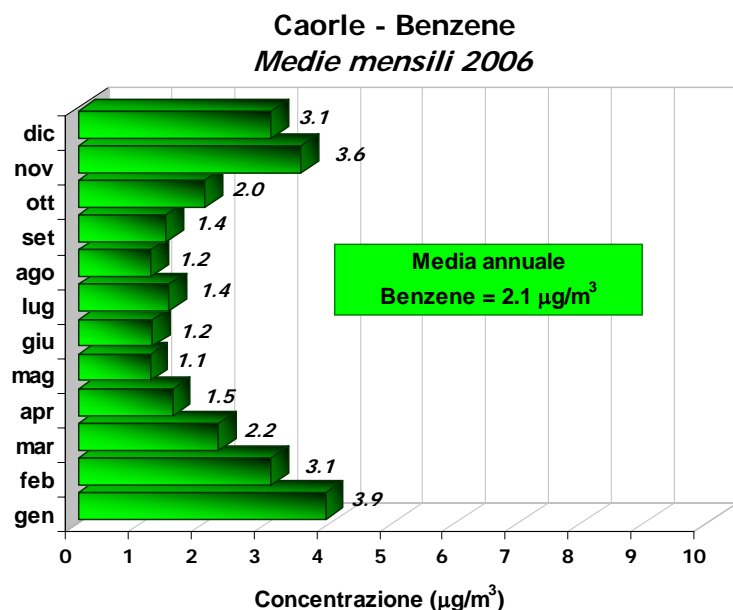


Figura 7.3 – Concentrazioni medie mensili di benzene in Caorle.

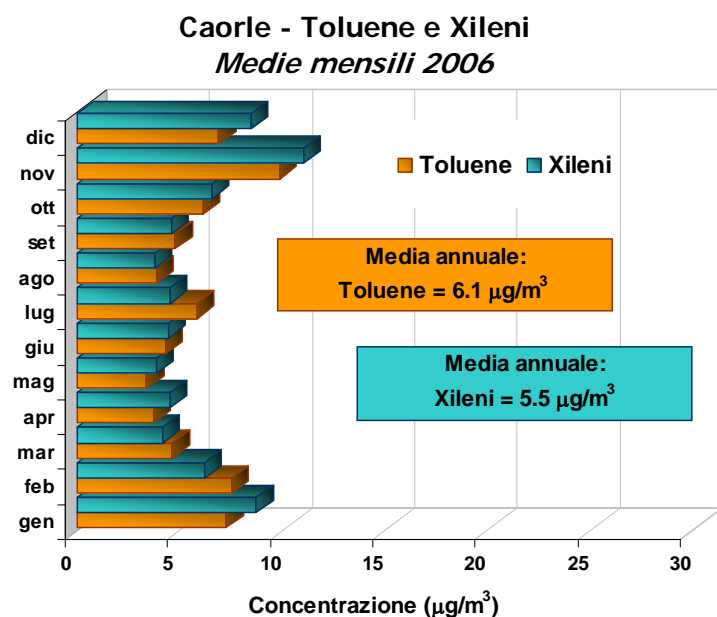


Figura 7.4 – Concentrazioni medie mensili di toluene e xileni in Caorle.

7.5.3 – SAPIR

Nella postazione SAPIR, presso l'area portuale, nel corso del 2006 sono stati effettuati campionamenti settimanali per un totale di 363 giorni.

Anche qui, nonostante la vicinanza alla zona industriale, la media annuale calcolata per i tre composti organici volatili è contenuta, del tutto in linea con le altre postazioni: $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene, $4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il toluene e $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli xileni (valori inferiori alle linee guida dell'OMS). Di seguito si riportano i grafici relativi alle medie mensili rilevate in zona SAPIR.

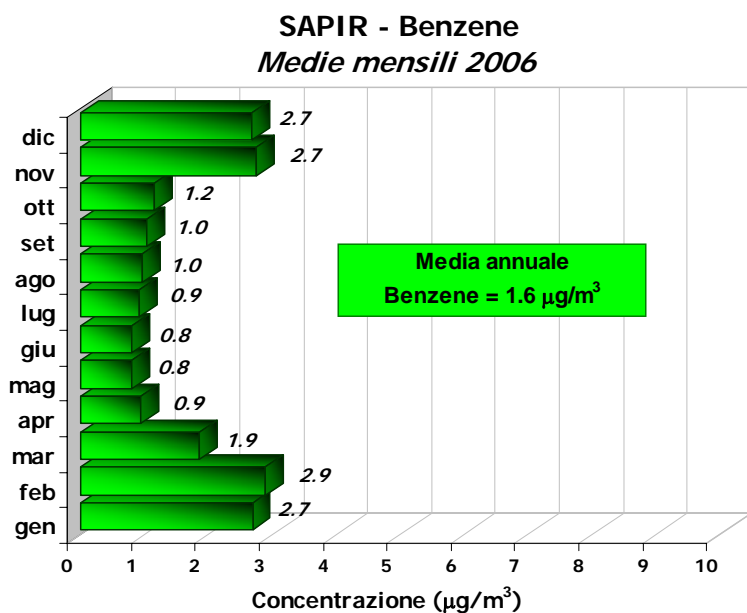


Figura 7.5 – Concentrazioni medie mensili di benzene presso SAPIR.

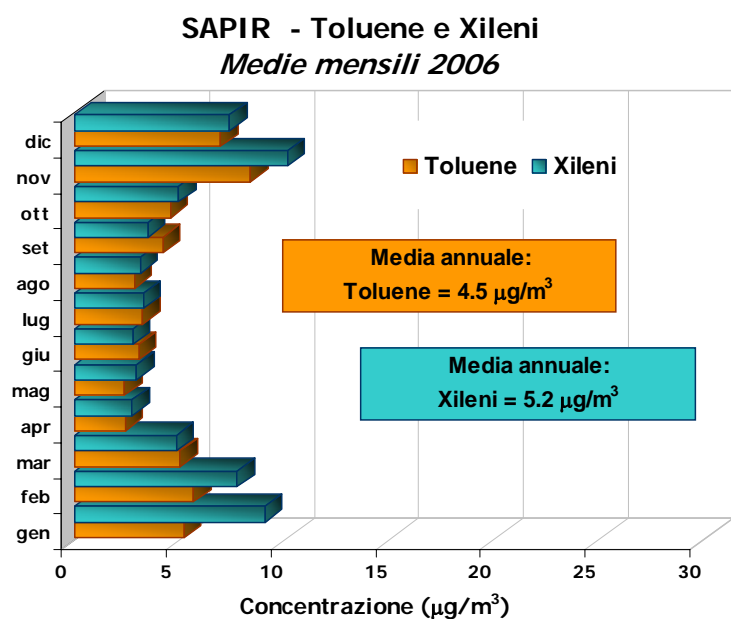


Figura 7.6 – Concentrazioni medie mensili di toluene e xileni presso SAPIR.

8 - DETERMINAZIONE DI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI E METALLI NEL PARTICOLATO PM₁₀

Il particolato atmosferico è costituito da polveri, fibre e particelle liquide di diversa dimensione e composizione: inorganica come vetro, silice, asbesto, metalli, oppure organica come le particelle carboniose derivanti da processi di combustione incompleta. L'origine del particolato può essere naturale oppure antropica; nel secondo caso le sorgenti più rilevanti sono riconducibili ad alcune tipologie: trasporti, industria, produzione di energia e calore.

Il materiale particellare, comunque si origini, a seconda delle dimensioni, può depositarsi a vari livelli nell'apparato respiratorio.

Le particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM₁₀) ed in particolare quelle con diametro inferiore a 2,5 micron (PM_{2,5}) hanno un impatto sanitario più significativo poiché, potendo superare le barriere protettive presenti nel primo tratto dell'apparato respiratorio, riescono a raggiungere le zone più profonde (alveoli) depositandovisi. Gli effetti del particolato fine sono proporzionali alle concentrazioni e non sono noti meccanismi di "soglia", cioè valori al di sotto dei quali non si verifichi danno alla salute. Ciò è soprattutto dovuto alla presenza di eventuali composti cancerogeni inglobati nel particolato stesso, come appunto IPA ed alcuni metalli pesanti.

Il Parlamento europeo ed il Consiglio dell'Unione Europea ha emanato una direttiva (2004/107/CE) concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente (che dovrà essere recepita entro febbraio 2007), in cui espressamente viene richiesto che tali elementi e composti vengano ricercati nella frazione PM 10. La stessa direttiva individua i *valori obiettivo*, cioè "la concentrazione nell'aria ambiente fissata onde evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e l'ambiente nel suo complesso che dovrà essere raggiunta per quanto possibile nel corso di un dato periodo (31 dicembre 2012)":

<i>Inquinante</i>	<i>Valore obiettivo^(*) (ng/m³)</i>
Arsenico	6
Cadmio	5
Nichel	20
Benzo(a)pirene	1

(*) Per il tenore totale della frazione PM 10 calcolata in media su un anno di calendario

Tabella 8.1 – Valori obiettivo direttiva 2004/107/CE

8.1 - Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono idrocarburi aromatici ad elevato peso molecolare, la cui molecola è formata da due o più anelli benzenici, saldati in modo da avere in comune due o più atomi di carbonio. La pericolosità di alcuni IPA deriva principalmente dalla loro semi-volatilità che li rende particolarmente mobili attraverso le varie matrici ambientali.

In Europa, negli anni novanta, è stata stimata una concentrazione atmosferica media annua di Benzo(a)Pirene (BaP) compresa fra 0.1 e 1 ng/m³ in area rurale e fra 0.5 e 3 ng/m³ in area urbana. In particolari aree geografiche, le principali sorgenti naturali di IPA nell'ambiente sono costituite da incendi boschivi e vulcani.

Per quanto riguarda le sorgenti antropiche, la maggior parte delle immissioni di IPA nell'ambiente deriva dalla combustione incompleta di composti organici durante processi industriali ed altre attività antropiche, come: trasformazione di combustibili fossili, produzione di alluminio e acciaio, incenerimento di rifiuti, produzione di energia termoelettrica, materiali bituminosi, traffico veicolare, riscaldamento domestico, fumo di tabacco.

Nome	Classificazione IARC ¹
benzo[a]pirene	2A
benzo[a]antracene	2A
dibenzo[a,h]antracene	2A
benzo[b]fluorantene	2B
benzo[j]fluorantene	2B
benzo[k]fluorantene	2B
indeno[1,2,3-cd]pirene	2B
5-metil-crisene	2B
dibenzo[a,h]acridine	2B
dibenzo[a,i]pirene	2B
benzo[g,h,i]perilene	3
metilfenantrene	3
crisene	3
antracene	3
fluorene	3

- ¹
2A Probabile cancerogeno per l'uomo
2B Possibile cancerogeno per l'uomo
3 Non classificabile come cancerogeno per l'uomo

Tabella 8.2 – Cancerogenicità dei principali IPA.

Gli IPA con più di quattro anelli benzenici permangono solo per breve tempo nell'atmosfera come molecole gassose e, a causa della loro bassa tensione di vapore, tendono rapidamente a condensarsi e ad essere adsorbite dalle particelle sospese, soprattutto carboniose, o da goccioline

oleose. Il particolato atmosferico, per la sua elevata superficie specifica presenta alta capacità di adsorbimento per gli IPA.

In atmosfera l'esposizione agli IPA non è mai legata ad un singolo composto, ma ad una miscela generalmente adsorbita al particolato atmosferico.

L'Agenzia per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato, fino ad ora, 48 IPA; di questi è riportata in tabella 8.2 la classificazione dei composti che più frequentemente si ritrovano nell'aria.

Normativa di riferimento - Per la concentrazione di IPA il DM 25.11.94 fissava un obiettivo di qualità di 1 ng/m^3 con riferimento alla concentrazione del benzo[a]pirene.

Anche la direttiva 2004/107/CE adotta il benzo(a)pirene [BaP] come marker per il rischio cancerogeno degli idrocarburi policiclici aromatici (valore obiettivo della concentrazione media annua di BaP rilevato nelle polveri fini (PM₁₀) = 1 ng/m^3) e viene raccomandato il monitoraggio di altri sei IPA significativi, generalmente presenti in atmosfera e considerati potenzialmente pericolosi per la salute:

- benzo(a)antracene [BaA],
- benzo(b)fluorantene [BbF],
- benzo(j)fluorantene [BjF],
- benzo(k)fluorantene [BkF],
- indeno(1,2,3-cd)pirene [I1,2,3,cdP] e
- dibenzo(a,h)antracene [Da,hA].

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) propone un rischio unitario di circa $10^{-6} (\text{ng/m}^3)^{-1}$ per il BaP.

A Ravenna già dal 2001 vengono monitorati sistematicamente sul particolato PM₁₀ ventuno IPA (Protocollo EPA-AIR TOXICS T013), fra cui tutti quelli richiamati dalla direttiva europea.

8.2 - Metalli pesanti

I metalli pesanti rientrano nella categoria dei contaminanti in traccia, così definiti poiché si trovano generalmente in bassissime concentrazioni nell'ambiente.

Alcuni sono micronutrienti essenziali per le specie viventi e risultano tossici solo quando le loro concentrazioni superano di molto i valori naturali. Altri, come Pb, Cd e Ni, non solo non svolgono alcun ruolo specifico nei processi vitali, ma possono causare danni gravi e irreversibili se presenti ad alte concentrazioni nelle matrici naturali. Effetti apprezzabili sulla salute si possono avere anche a seguito di esposizioni protratte a basse concentrazioni, data l'elevata tendenza di tali elementi ad accumularsi e persistere nei tessuti animali e vegetali.

I metalli pesanti vengono rilasciati sia da sorgenti naturali, quali i suoli e le eruzioni vulcaniche, che antropogeniche, tra le quali le più importanti sono le lavorazioni industriali, i processi di combustione di petrolio e carbone e le emissioni veicolari. Questi in atmosfera tendono ad inglobarsi nel particolato atmosferico e vengono trasportati al suolo attraverso deposizioni secche, deposizioni umide, le acque meteoriche che dilavano le deposizioni secche dalla vegetazione e dal particolato atmosferico.

Normativa di riferimento – Il Decreto n. 60/2002 fissa per il piombo un limite di 0.5 µg/m³. Per quanto riguarda Arsenico, Cadmio e Nichel la direttiva 2004/107/CE stabilisce i seguenti valori obiettivo:

<i>Inquinante</i>	<i>Limite DM 60/02</i>
Pb	0.5 µg/m³
<i>Inquinante</i>	<i>Valore obiettivo (*) Dir.2004/107/CE</i>
Arsenico	6 ng/m³
Cadmio	5 ng/m³
Nichel	20 ng/m³

(*) Per il tenore totale della frazione PM 10 calcolata in media su un anno di calendario

Tabella 8.3 – Metalli: limite per il Pb (DM60/02) e valori obiettivo direttiva 2004/107/CE

Sul particolato PM 10, oltre a piombo, cadmio e nichel, vengono ricercati anche cromo e vanadio non considerati nella direttiva europea ma per i quali esiste ormai una serie storica che parte dal 2001.

Per questi metalli l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) riporta valori di riferimento (linee guida) ed intervalli tipici delle concentrazioni in aria in funzione della tipologia di area (Tab.8.4):

Linee Guida	Valori tipici in:		
	aree urbane (ng/m ³)	aree industriali (ng/m ³)	aree remote (ng/m ³)
Cadmio (!)	1 – 50	1 - 100	0.1- 10
Cromo (!)	4 – 70	5 - 200	0 - 3
Nichel (!)	3 – 100	8 - 200	0.1 - 0.7
Vanadio 1 ng/m ³ (*)	7 – 200	10 - 70	0 - 3
	(µg/m ³)		(µg/m ³)
Piombo 0.5 -1 µg/m ³ (*)	0.5 - 3		0.1-0.3

(!): cancerogeno o sospetto cancerogeno

(*): media di 24 ore

Tabella 8.4 - Linee guida O.M.S. e concentrazioni tipiche di alcuni metalli in atmosfera

8.3 – Campionamento e analisi del particolato atmosferico

Nella provincia di Ravenna il particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm viene campionato in 6 postazioni della rete pubblica: una a Cotignola, una a Faenza, quattro a Ravenna. Di queste ultime, tre si trovano all'interno dell'area urbana ed una in zona industriale (SAPIR).

Gli strumenti installati nelle postazioni effettuano il campionamento durante le 24 ore ad una portata di 1 m³/h e sono in grado di determinare il quantitativo di polvere raccolta su filtro attraverso la misura di attenuazione di un fascio di radiazione β (sorgente di C₁₄). Noto il volume d'aria prelevato, si determina la concentrazione di polvere in aria (Tabella 8.5).

Postazione	Frazione misurata	Metodo di campionamento	Metodo di misura conc. particolato	Strumentazione
Caorle	PM 10	Automatico	Assorbimento β	Environmental
Rocca Brancaleone	PM 10	Automatico	Assorbimento β	Environmental
Zalamella	PM 10	Automatico	Assorbimento β	ADAM
SAPIR	PM 10	Automatico	Assorbimento β	Environmental
Ceramiche	PM 10	Automatico	Assorbimento β	Environmental
Cotignola	PM 10	Automatico	Assorbimento β	Environmental

Tabella 8.5 – Strumentazione utilizzata per il prelievo di particolato.

Da gennaio 2001 i filtri raccolti nelle postazioni vengono utilizzati per la determinazione degli IPA e dei metalli (nella postazione di Rocca Brancaleone non si sono determinati i metalli fino al 2005, poiché la porzione di filtro veniva utilizzata per il test di mutagenesi).

Per quanto riguarda il metodo per il campionamento e l'analisi dei metalli e degli IPA, la direttiva europea 2004/107/CE prevede che, in attesa del metodo di riferimento normalizzato CEN che si baserà sul campionamento manuale PM 10 equivalente alla norma EN 12341, gli stati membri siano autorizzati ad impiegare metodi nazionali standard o metodi ISO standard.

Nel nostro caso vengono analizzati i filtri raccolti nel corso di un mese sui quali è stato campionato, giornalmente, il particolato PM₁₀ secondo lo standard EPA (teste PM 10 certificate EPA - portata di campionamento = 1 m³/h).

Il metodo analitico utilizzato prevede, per l'estrazione dei metalli pesanti, la mineralizzazione con acido nitrico e la determinazione analitica finale mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico.

Per l'analisi degli IPA un'aliquota proveniente dall'estrazione del materiale particellare con solvente è sottoposta a purificazione su colonna di gel di silice e l'eluato così raccolto viene ripreso con un volume noto di toluene. La determinazione analitica finale viene effettuata per gascromatografia ad alta risoluzione interfacciata ad un rivelatore costituito da uno spettrometro di massa a bassa risoluzione.

8.3.1 – IPA - Risultati

In Figura 8.1 sono riportate le concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene (in ng/m³) rilevate nelle postazioni della provincia a partire dal 2002.

Nel 2006 la concentrazione più bassa è stata riscontrata nelle due postazioni di traffico urbano (TU), Zalamella e Ceramiche (0.3 ng/m³), ma anche nelle altre postazioni i valori di BaP sono circa la metà del valore bersaglio di 1 ng/m³ previsto dalla direttiva europea. Il valore più alto è stato registrato a Cotignola (0.6 ng/m³).

BaP - Medie annuali 2002 - 2006

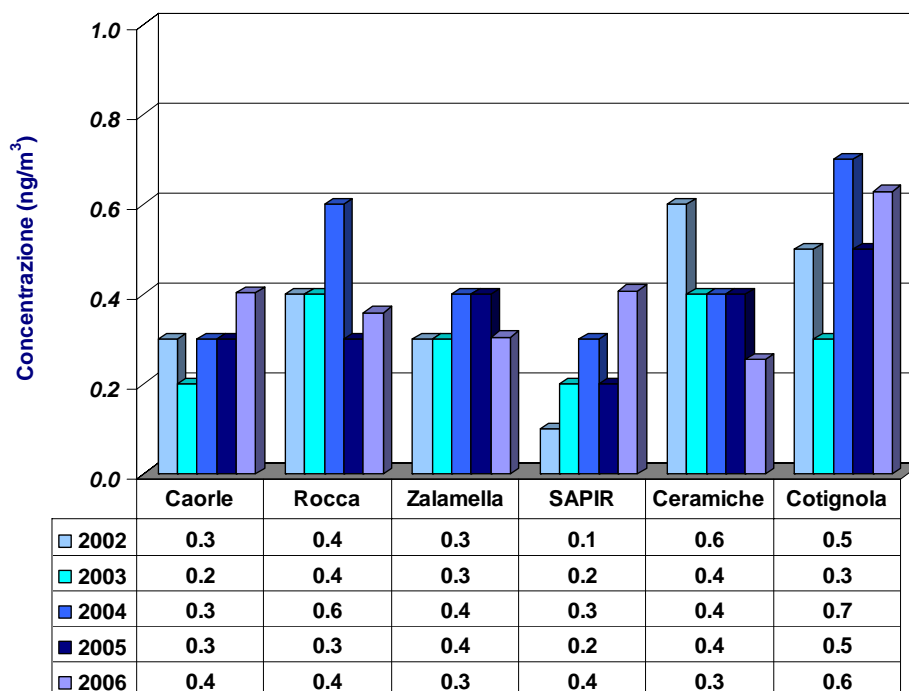


Figura 8.1 – Concentrazioni medie annuali BaP – anni 2002 - 2006

Le concentrazioni di IPA presentano un marcato andamento stagionale e nei mesi primaverili ed estivi si hanno in genere concentrazioni al di sotto della sensibilità di analisi (ad esempio in Figura 8.2 è riportato l'andamento temporale del BaP). In parte questo è riconducibile ad una diminuzione delle sorgenti presenti, a condizioni meteorologiche che favoriscono la diffusione degli inquinanti ed ad una maggiore insolazione, in grado di attivare reazioni di degradazione degli IPA.

BaP - Andamento nel corso dell'anno 2006

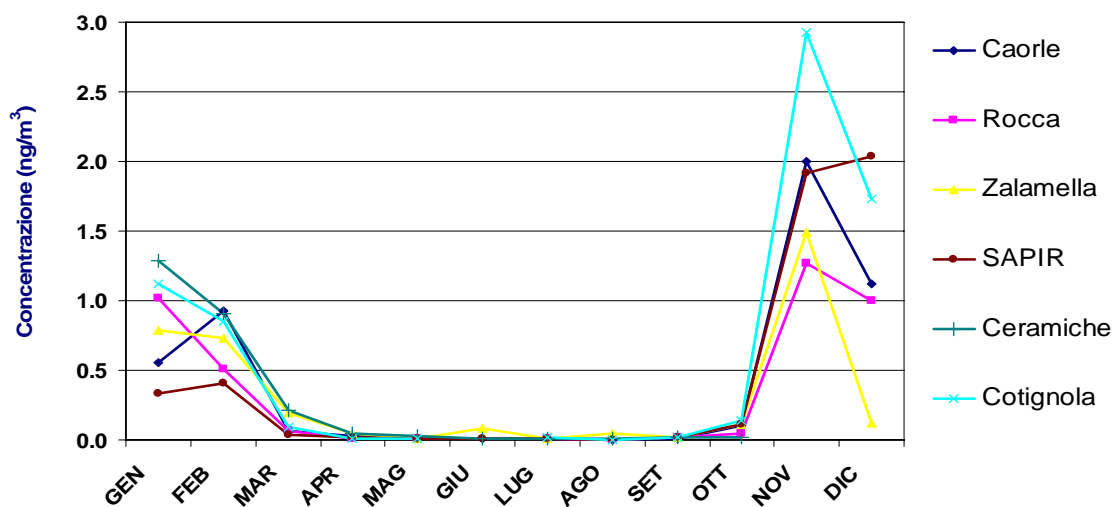


Figura 8.2 – Andamento temporale delle concentrazioni di BaP nel corso del 2006

Le concentrazioni medie mensili degli IPA indicati dalla Direttiva 2004/107/CE e del BaP sono ben correlate (ad esclusione del dibenzo-a,h-antracene, che presenta bassi coefficienti di correlazione con tutti gli IPA indicati – Tab.8.6), pertanto l'andamento temporale sopra riportato relativo al BaP (Fig.8.2) si riscontra anche per gli altri IPA della serie.

	BaP	BaA	BbF	Bj,kF	I1,2,3,cdP	Da,hA
BaP	1	0.82	0.96	0.92	0.94	0.40
BaA		1	0.81	0.80	0.75	0.29
BbF			1	0.96	0.97	0.44
Bj,kF				1	0.91	0.47
I1,2,3,cdP					1	0.34
Da,hA						1

Tabella 8.6 – Tabella di correlazione delle concentrazioni medie mensili degli IPA indicati dalla Direttiva 2004/107/CE

Infine il grafico di Figura 8.3 riporta le concentrazioni medie annuali degli IPA della direttiva misurate nelle diverse postazioni della rete di controllo della qualità dell'aria: concentrazioni leggermente più elevate si riscontrano per benzo[b]fluorantene classificato dallo IARC in 2B.

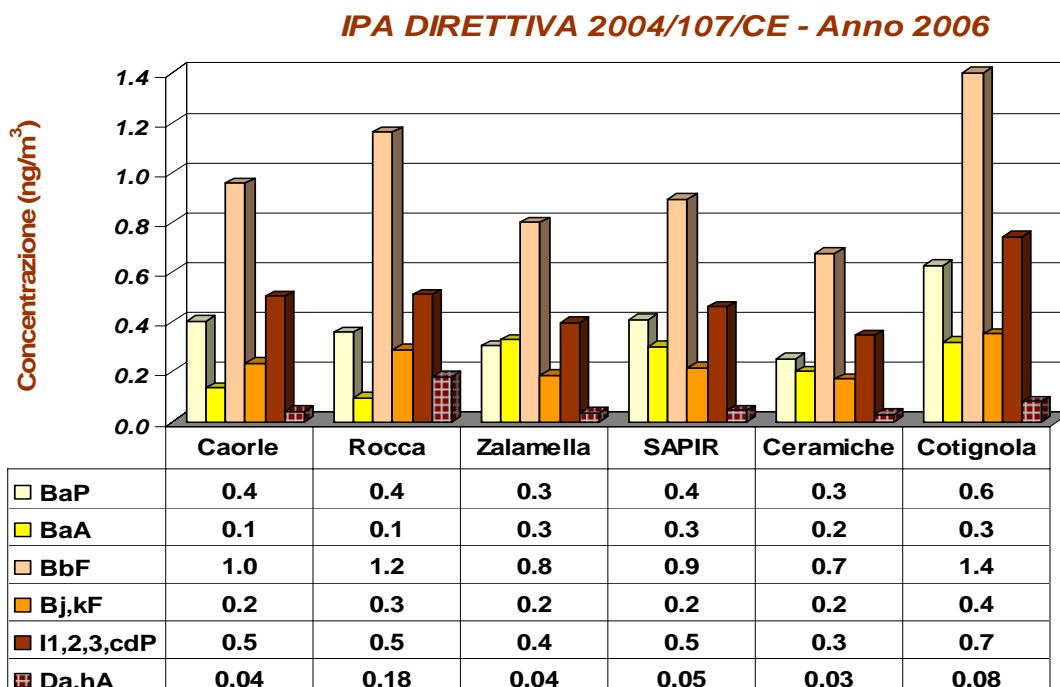


Figura 8.3 – Media annuale (2006) degli IPA indicati dalla direttiva nelle postazioni della rete di controllo della qualità dell'aria

8.3.2 – Metalli pesanti - Risultati

Nei grafici seguenti sono riportate le concentrazioni medie annuali, a partire dal 2003, dei metalli pesanti ricercati nelle sei stazioni della provincia.

Le concentrazioni relative al 2006 sono, per alcuni metalli in alcune postazioni, superiori a quelle degli anni precedenti.

Il Piombo (Fig. 8.4), pur rimando ovunque ben al di sotto del limite di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($500 \text{ ng}/\text{m}^3$) del DM 60/02, ha subito un incremento rispetto al 2005 in tutte le postazioni ad esclusione di Rocca Brancaleone.

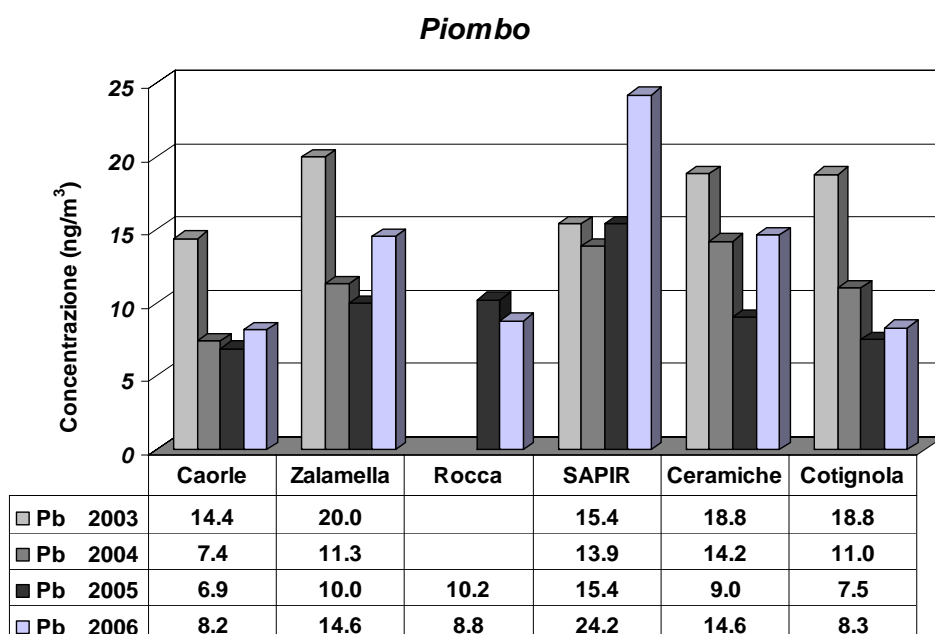
Anche il Cadmio (Fig. 8.5) nel 2006 è risultato ovunque più elevato e nelle postazioni di traffico dell'area urbana di Ravenna (Zalamella e Rocca) si è avvicinato o ha superato il valore obiettivo della Dir.2004/107/CE per il 2012.

Il Nichel (Fig. 8.6) ha subito in generale una lieve flessione; le concentrazioni risultano circa un decimo del valore obiettivo della direttiva ($20 \text{ ng}/\text{m}^3$).

Il Cromo (Fig. 8.7) è incrementato - rispetto al 2005 - nella stazione industriale (Sapir) e nelle stazioni Ceramiche e Cotignola, progressione che non si riscontra se si confronta il dato 2006 con gli anni precedenti.

Il Vanadio (Fig. 8.8) si è mantenuto pressoché stabile.

Relativamente a Cromo e Vanadio, per i quali non esistono riferimenti normativi, si può rilevare che le concentrazioni sono in linea con quelle minime indicate dall'OMS come tipiche di grandi aree urbane (rispettivamente $4 \text{ ng}/\text{m}^3$ per il Cromo e $7 \text{ ng}/\text{m}^3$ per il Vanadio).



**Figura 8.4 –
Concentrazioni medie
annuali Pb
Anni 2003 - 2006**

Cadmio

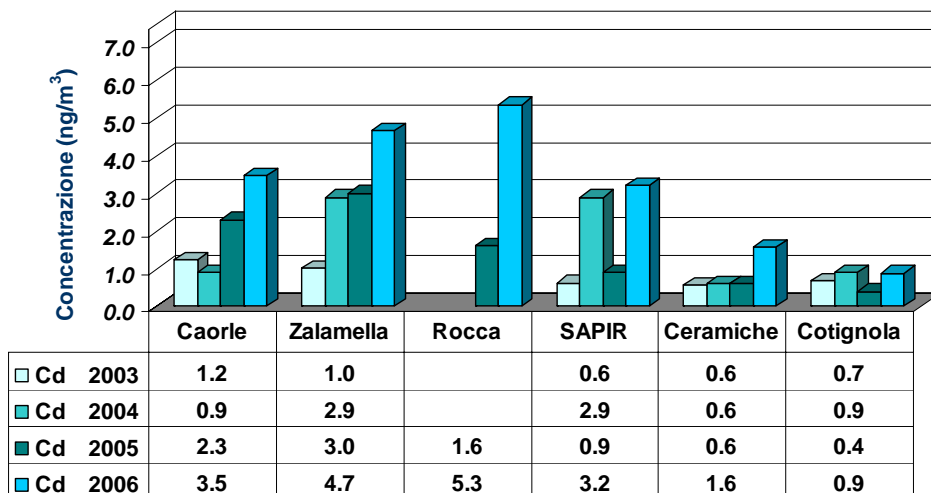


Figura 8.5 –
Concentrazioni medie
annuali Cd
Anni 2003 - 2006

Nichel

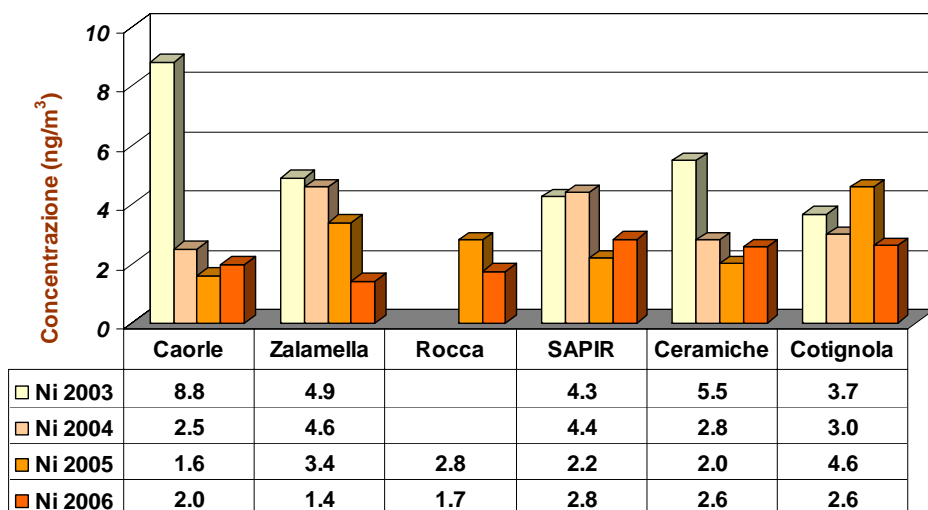
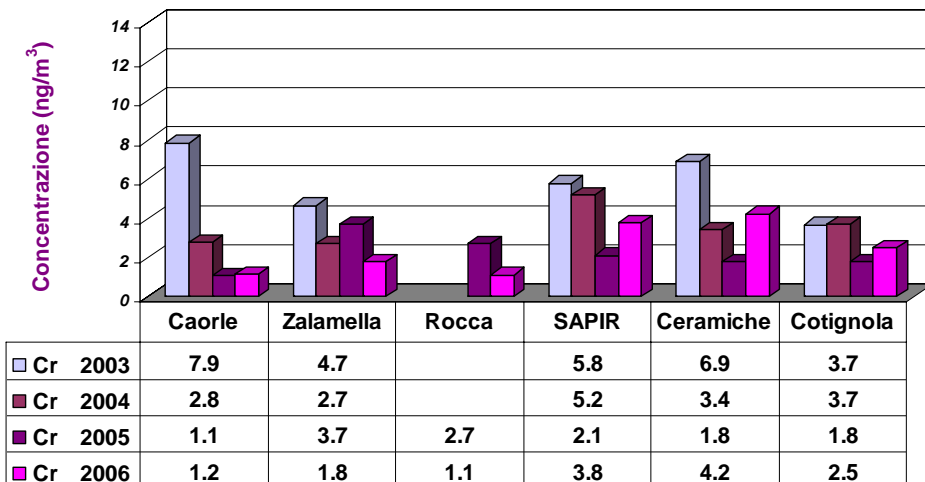


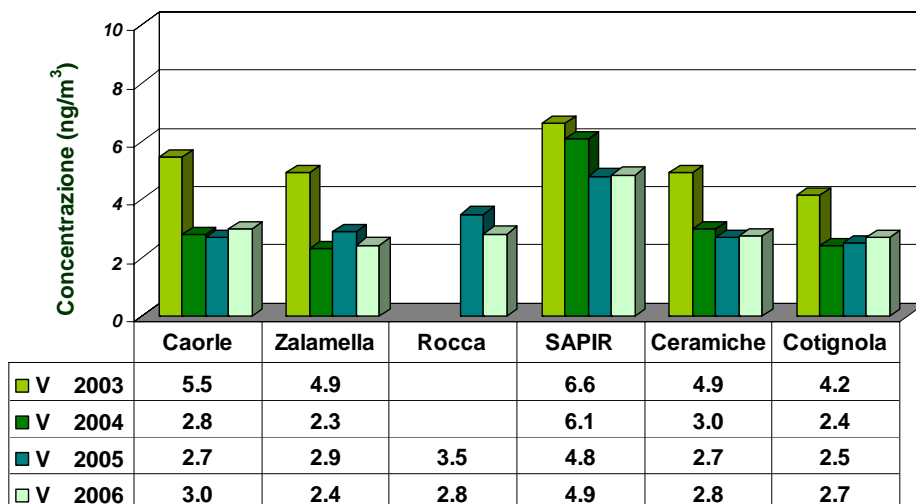
Figura 8.6 –
Concentrazioni medie
annuali Ni
Anni 2003 - 2006

Cromo



**Figura 8.7 –
Concentrazioni medie
annuali Cr
Anni 2003 - 2006**

Vanadio



**Figura 8.8 –
Concentrazioni medie
annuali V
Anni 2003 - 2006**