



Provincia di Modena

Area Ambiente e Sviluppo Sostenibile



Comitato di Gestione Rete di Monitoraggio Qualità
dell'Aria della provincia di Modena



15° Relazione Annuale 2005 LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI MODENA

MODENA / OTTOBRE 2006



Arpa
Sezione Provinciale di Modena

PROVINCIA DI MODENA
ASSESSORATO TUTELA AMBIENTE
DIFESA DEL SUOLO
E PROTEZIONE CIVILE

AGENZIA REGIONALE PER LA
PREVENZIONE E L'AMBIENTE
EMILIA ROMAGNA
SEZIONE PROVINCIALE DI MODENA

LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI MODENA

**15^a Relazione annuale
2005**

Comitato di Gestione Rete di Monitoraggio Qualità dell'Aria della Provincia di Modena:
Provincia di Modena, ARPA, Comuni di Modena, Carpi, Campogalliano, Mirandola,
Castelfranco, Sassuolo, Fiorano, Maranello, Pavullo e Castelvetro,
HERA S.p.a., SAT S.p.a.

Coordinamento:

Sesti Daniela

Responsabile Servizio Sistemi Ambientali - Arpa Emilia Romagna Sezione Provinciale di Modena

Giovanni Rompianesi

Dirigente Servizio Gestione integrata Sistemi Ambientali - Provincia di Modena

Relazione a cura di: Luisa Guerra

Servizio Sistemi Ambientali - Arpa Emilia Romagna Sezione Provinciale di Modena

Testi ed elaborazione dati:

Antonella Anceschi, Carla Barbieri
Leonardo Bettelli, Laura Mislei

Servizio Sistemi Ambientali - Arpa Emilia Romagna Sezione Provinciale di Modena

Realizzato da:

Artestampa srl - Modena
su carta patinata ecologica non sbiancata al cloro



Azienda Ecoprofit
Provincia di Modena 2005

INDICE

PRESENTAZIONE

1.	INTRODUZIONE	1
2.	LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	3
3.	SINTESI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA NEGLI AGGLOMERATI.....	5
3.1.	Ossidi di Azoto.....	5
3.2.	Polveri inalabili - PM10	8
3.3.	Polveri Totali Sospese	11
3.4.	Monossido di Carbonio.....	13
3.5.	Benzene	15
3.6.	Ozono.....	17
4.	ANALISI DEI DATI RILEVATI NEL 2005 DALLE STAZIONI DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	21
4.1.	Comune di Modena	23
4.2.	Comune di Carpi.....	35
4.3.	Distretto Ceramico	45
4.4.	Rilocabile SAT.....	57
4.5.	Comuni di Campogalliano, Castelfranco e Mirandola	67
4.6.	Comune di Pavullo	75
5.	VALUTAZIONE DEI DATI DELLA RETE RIDEP.....	79
6.	MUTAGENESI AMBIENTALE	81
7.	POLLINI E SPORE AERODISPERSE.....	87
8.	BIOMONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	95

PRESENTAZIONE

Il rapporto tra qualità della vita e qualità dell'aria costituisce uno dei nodi fondamentali da affrontare per migliorare davvero il benessere e la salute, soprattutto nei centri urbani.

I nostri stili di vita sono ormai aspetti ineludibili nel cammino di analisi critica utile a portare cambiamenti positivi sostanziali, riducendo rischi e danni per l'ambiente e la salute.

Certo, occorrono nuove tecnologie, nuove fonti di energia, ma anche un rinnovato approccio a tanti aspetti della nostra vita quotidiana, primo fra tutti il sistema della mobilità e dell'uso dell'energia.

La Provincia di Modena ha adottato nel luglio scorso, il Piano di Risanamento della qualità dell'aria ove sono ben illustrati i programmi e i progetti che il territorio modenese può e deve mettere in campo per raggiungere i severi obiettivi di qualità posti dalla Comunità Europea.

Impresa che non dipende, come è ovvio immaginare, solamente dal livello locale, ma che deve trovare gli esempi concreti che rendano tangibile da parte di tutti i cittadini la reale fattibilità e la positività dei cambiamenti richiesti.

Accanto a questi impegni, deve rinnovarsi l'impegno ad approfondire la conoscenza dei fenomeni in atto e degli andamenti tendenziali: a questo scopo la presente 15ª Relazione annuale, riportante i dati relativi all'anno 2005, viene diffusa tra gli amministratori e decisori e posta all'attenzione della pubblica opinione.

Infine, ricordo che è in corso la ristrutturazione della Rete di monitoraggio allo scopo di adeguarla alle più recenti Direttive Europee, garantendo così dati sempre più affidabili e confrontabili con tutte le altre analoghe strutture funzionanti in Europa. La Provincia di Modena, gli Enti Locali modenese e ARPA termineranno, entro la fine del 2006, tale ristrutturazione, che consentirà l'ottimizzazione delle attuali funzioni di rilevazione ed elaborazione dati.

Alberto Caldana

Assessore alla Tutela dell'Ambiente, Difesa del
Suolo, Protezione Civile e Politiche Faunistiche
della Provincia di Modena

1. INTRODUZIONE

L'inquinamento atmosferico è causato principalmente dall'immissione in atmosfera di sostanze chimiche di ogni tipo generate dalle attività umane: produzione di energia elettrica, attività industriali, riscaldamento e trasporto su gomma costituiscono le sorgenti più rilevanti di inquinamento atmosferico.

Queste emissioni sono responsabili di ben cinque dei dodici problemi ambientali prioritari individuati dall'Agencia Europea per l'ambiente: cambiamenti climatici, riduzione dell'Ozono stratosferico, acidificazione ed eutrofizzazione, Ozono troposferico e qualità dell'aria in ambiente urbano. Alcuni di questi interessano l'intero pianeta e costituiscono quindi l'inquinamento su scala globale (cambiamenti climatici e Ozono stratosferico), altri invece hanno influenza su scale più limitate che vanno da centinaia di km, per l'inquinamento regionale e transfrontaliero, (acidificazione e eutrofizzazione) a decine di km per quello locale (ambiente urbano).

In ambito urbano, la scala di cui ci occupiamo nel presente lavoro, la rete di monitoraggio, rappresenta un anello importante nella catena della conoscenza del destino degli inquinanti emessi in atmosfera. L'analisi dei dati di monitoraggio consente infatti di conoscere gli andamenti temporali degli inquinanti, le loro concentrazioni e le tendenze in atto, oltre a contribuire alla valutazione della loro distribuzione.

Questi dati unitamente all'utilizzo della modellistica sono un supporto essenziale alle politiche di gestione della qualità dell'aria che, così come previsto dalla normativa in vigore, devono essere differenziate a seconda dello stato di qualità dell'aria che caratterizza le diverse aree del territorio. Per questa ragione la normativa prevede la suddivisione del territorio in zone e agglomerati in base al rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, secondo lo schema seguente:

- **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**.

In Emilia Romagna, con l'emanazione della L.R. 3 del 21/4/99, la zonizzazione del territorio è di competenza delle Province.

La Provincia di Modena con delibera n. 23 del 11/02/2004 ha quindi suddiviso il territorio come riportato in Figura 1.1.

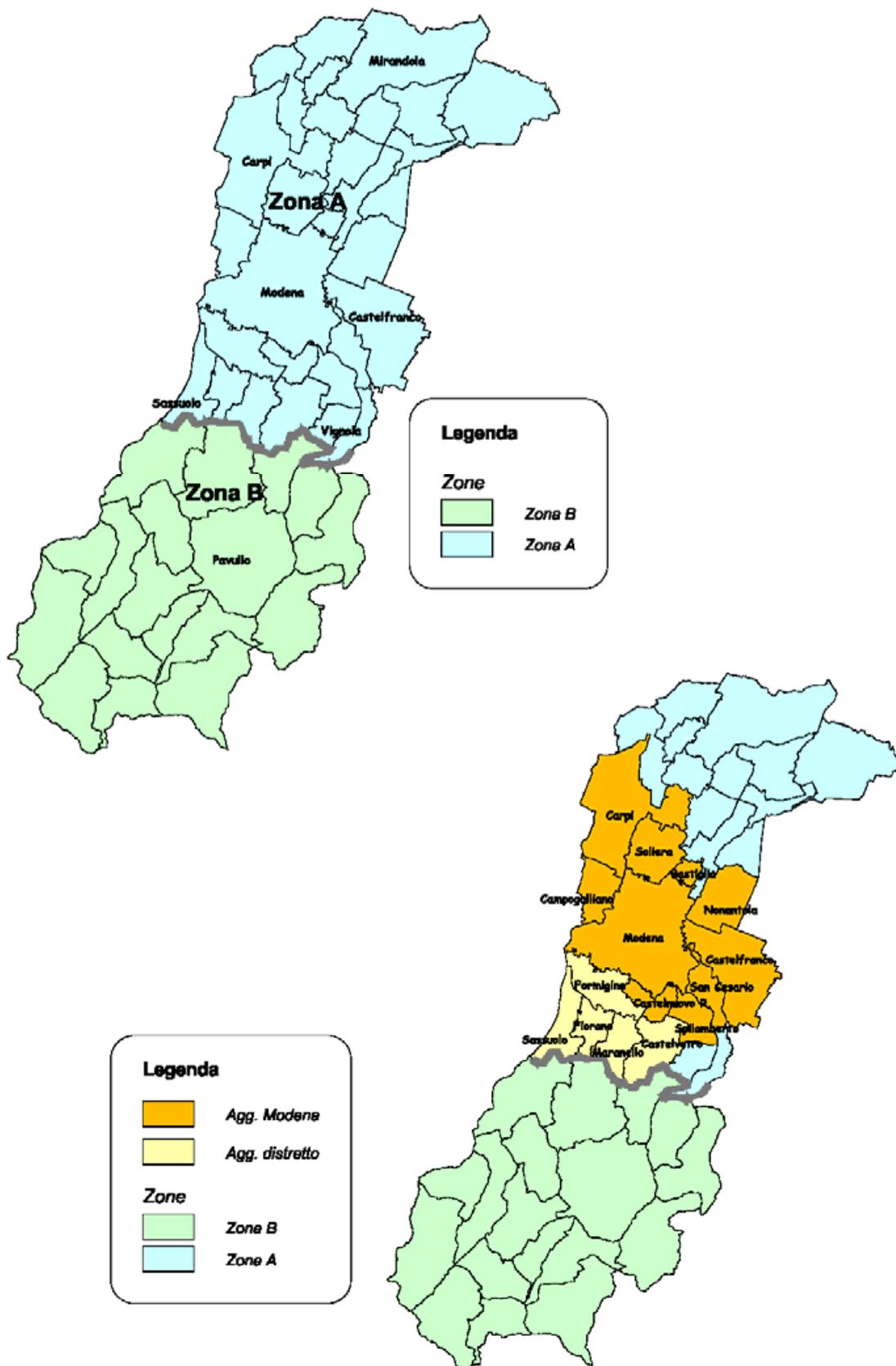


Figura 1.1: Zonizzazione Provinciale

2. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il sistema di rilevazione automatico della qualità dell'aria nella Provincia di Modena ha seguito nel corso degli anni l'evoluzione tecnologica degli apparati di misura, l'approfondimento delle conoscenze sulle sorgenti di emissione, nonché lo sviluppo normativo.

Storicamente, il monitoraggio in continuo è iniziato nel 1973 con la rilevazione del biossido di zolfo nella città di Modena; tale inquinante, oggi non più significativo, era, con le polveri totali sospese, l'unico considerato in bibliografia e con serie storiche di dati tali da permettere confronti.

Successivamente, la rete è stata estesa al comprensorio di Sassuolo per la rilevazione dell'inquinamento determinato dal comparto produttivo ceramico nonché ampliata, interessando anche i maggiori centri abitati della Provincia e prevedendo un maggior numero di parametri da monitorare (CO, NO, NO₂, O₃, Polveri, ecc.). La normativa ha poi imposto il monitoraggio di altri inquinanti, quali PM₁₀ e benzene che sono stati aggiunti nelle rete a partire dal 1998, per arrivare quindi alla configurazione attuale.

Ad oggi sono operative 15 stazioni fisse, una rilocabile e un mezzo mobile dotati nell'insieme degli analizzatori riportati in Tab. n° 2.1, dove viene riassunta la struttura complessiva della rete suddivisa in base alla zonizzazione vigente in Provincia di Modena. La collocazione delle stazioni fisse è riportata in Figura 2.1.

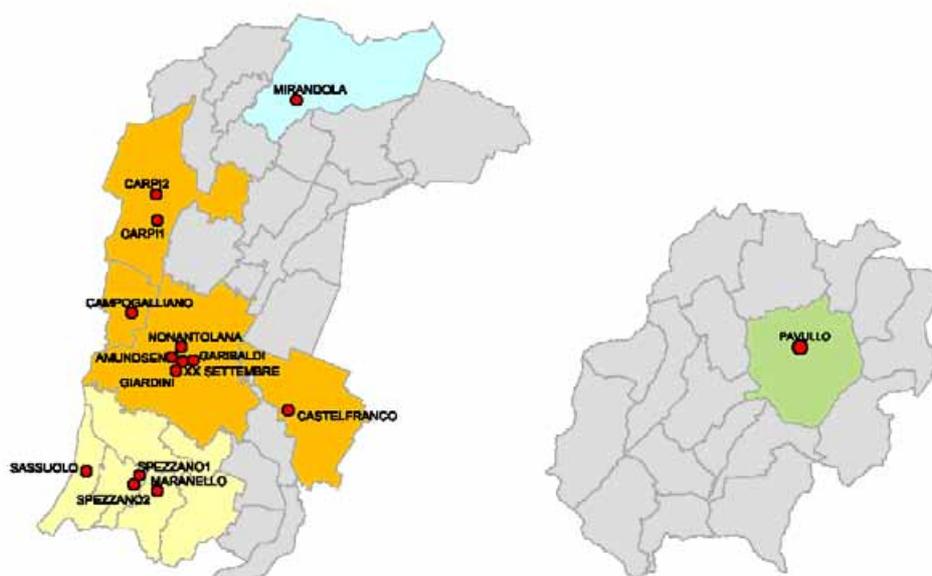


Figura 2.1: Stazioni di monitoraggio nelle zone e negli agglomerati

	Stazione	Indirizzo	Tipologia dell'Area	Parametri monitorati
Zona A				
Agg. Modena	Mo-Garibaldi	Modena, Largo Garibaldi	Urbana/traffico	SO ₂ , NO _x , CO, O ₃
	Mo-Giardini	Modena, Via Giardini	Urbana/traffico	NO _x , CO, PM ₁₀ , PTS
	Mo-Amundsen	Modena, via Amundsen	Urbana di fondo	NO _x , CO, meteo
	Mo-Nonantolana	Modena, Via Cimone	Urbana di fondo	NO _x , CO, O ₃ , PTS, PM ₁₀ , BTX
	Mo-XX Settembre	Modena, P.zza XX Settembre	Urbana di fondo	NO _x , CO, O ₃ , PM ₁₀ , BTX
	Campogalliano	Via di Vittorio	Suburbana fondo	NO _x , CO
	Carpi 1	V.le C. Marx	Urbana/traffico	NO _x , CO, BTX
	Carpi 2	Via Remesina	Suburbana di fondo	NO _x , CO, PM ₁₀ , meteo
	Castelfranco	C.so Martiri	Urbana/ traffico	NO _x , CO,
Agg. Distretto Ceramico	Sassuolo	Via Radici in Piano	Urbana/ traffico	NO _x , CO, PTS, BTX
	Spezzano 1	Via Canaletto Località Borgo	Zona rurale con presenza di industrie	O ₃ , meteo
	Spezzano 2	Via Molino	Urbana	NO _x , CO, PM ₁₀
	Maranello	Area Parco 2	Urbana	NO _x , CO, O ₃ , BTX, PM ₁₀
	Staz.Riloc.SAT S.p.a.		Urbana/traffico/industriale	NO _x , CO, O ₃ , PM ₁₀ , meteo
Mirandola	S. S. 12 / Via Alighieri	Suburbana di fondo	NO _x , CO, O ₃ , meteo	
Zona B				
	Pavullo	Pavullo, Via Marchiani	Urbana/traffico	SO ₂ , NO _x
	Mezzo Mobile META S.p.a.		Urbana/traffico/industriale	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ meteo

Tab. n° 2.1: la struttura della rete provinciale (2005)

Nel corso del 2005 sono state effettuate alcune modifiche della configurazione della rete di monitoraggio; queste vengono riassunte di seguito:

- **Stazione MO - Amundsen:** a partire da dicembre 2005 la stazione è stata ricollocata all'interno del Parco Ferrari in base al Progetto di Ristrutturazione della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria promosso dalla Regione Emilia Romagna, Arpa e Provincia di Modena;
- **Stazione MO - Giardini:** la stazione, nel corso del 2005, è stata equipaggiata con un nuovo analizzatore di PM₁₀, attivo dal 23 maggio 2005. Nelle valutazioni successive, sebbene l'efficienza dello strumento sia stata del 90%, occorre tener presente che non si ha disponibilità di dati nei primi mesi dell'anno, periodo normalmente più critico per gli inquinanti in atmosfera ed in particolare per il PM₁₀.
- **Stazione MO - XX Settembre:** l'analizzatore BTX ha avuto nel corso dell'anno diverse anomalie tecniche a cui sono seguiti numerosi interventi, tra cui un intervento in campo della ditta costruttrice. Le criticità emerse si sono particolarmente concentrate nel periodo estivo con conseguente invalidazione di dati; a partire da ottobre 2005 l'analizzatore ha ripreso a funzionare correttamente. Di seguito si riportano comunque le elaborazioni relative al Benzene, anche se l'efficienza dell'analizzatore si è attestata al 76.4%.

3. SINTESI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA NEGLI AGGLOMERATI

In questo capitolo viene proposta una sintesi dei dati di qualità dell'aria rilevati negli agglomerati nel 2005 e una analisi delle tendenze evolutive in atto.

Poiché le stazioni presenti in questi due ambiti territoriali sono numerose, per favorire una migliore lettura dei grafici, si è scelto di rappresentare gli andamenti medi rilevati nelle due aree mediando i dati orari di tutte le stazioni ivi presenti. Questo ad eccezione della valutazione del rispetto della normativa per cui vengono considerati i dati delle singole stazioni. Per quanto riguarda l'analisi dei trend negli anni, oltre alle concentrazioni medie, si è inserito nei grafici anche il valore minimo e massimo dell'Agglomerato, ossia la stazione che ha rilevato il dato più basso e quella invece con il dato più alto.

Si è ritenuto di non rappresentare in questo capitolo i dati relativi alla Zona A in quanto sostanzialmente caratterizzata dalle stesse stazioni presenti negli agglomerati ad eccezione di Mirandola, che si aggiunge alla precedenti, ma che non modifica sostanzialmente gli andamenti rappresentati.

3.1. Ossidi di Azoto

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 9 nell'agglomerato di Modena, (Giardini, Nonantolana, XX Settembre, Garibaldi, Amundsen, Castelfranco, Campogalliano, Carpi 1 e Carpi 2) e 3 in quello del Distretto Ceramico (Spezzano 2, Maranello, Sassuolo). La tipologia delle stazioni presenti nel primo agglomerato risulta caratterizzata da un maggior numero di postazioni di monitoraggio influenzate direttamente dal traffico veicolare: queste risultano infatti più del 50%, contro il 33% delle stazioni collocate nel distretto ceramico.

Caratteristiche principali: Esistono numerosi specie chimiche di ossidi di azoto (NO_x), ma quella di maggior interesse dal punto di vista della salute umana e dell'ambiente è il biossido di azoto (NO₂). Il biossido di azoto è un inquinante secondario che viene prodotto da una complessa serie di reazioni chimiche che coinvolgono anche l'ozono (O₃).

Dal punto di vista ambientale, assorbe la radiazione solare influenzando la trasparenza e la visibilità atmosferica, determina il potere ossidante dell'atmosfera, infine, gioca una funzione chiave nel determinare le concentrazioni di O₃.

Le concentrazioni di NO₂ in atmosfera dipendono dalla velocità di immissione di NO₂ e del reagente NO, dalle velocità di conversione di NO in NO₂ e di NO₂ in NO₃⁻ e dalla meteorologia.

NO si forma sempre quando viene usata l'aria come comburente ad alta temperatura; l'ulteriore ossidazione di NO durante la combustione produce NO₂ (di solito in quantità non superiore al 5% degli NO_x primari emessi). NO₂ è presente nei gas di scarico delle automobili ed in particolare negli autoveicoli diesel. La concentrazione di NO_x negli scarichi è più elevata in condizioni di traffico veloce e motore ad alto numero di giri, rispetto alle condizioni di decelerazione e motore al minimo.

Obiettivi imposti dalla Normativa per la protezione della salute umana:

NO2	Periodo di mediazione	Entrata in vigore (19/7/99)	Dal 01/01/03	Dal 01/01/04	Dal 01/01/05	Dal 01/01/06	Dal 1/1/2010
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)					VALORE LIMITE
Valore limite orario	1 ora	300	270	260	250	240	200
		Max 18 ore in un anno					
Valore limite annuale	Anno civile	60	54	52	50	48	40

Tab. n° 3.1 - Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2005:

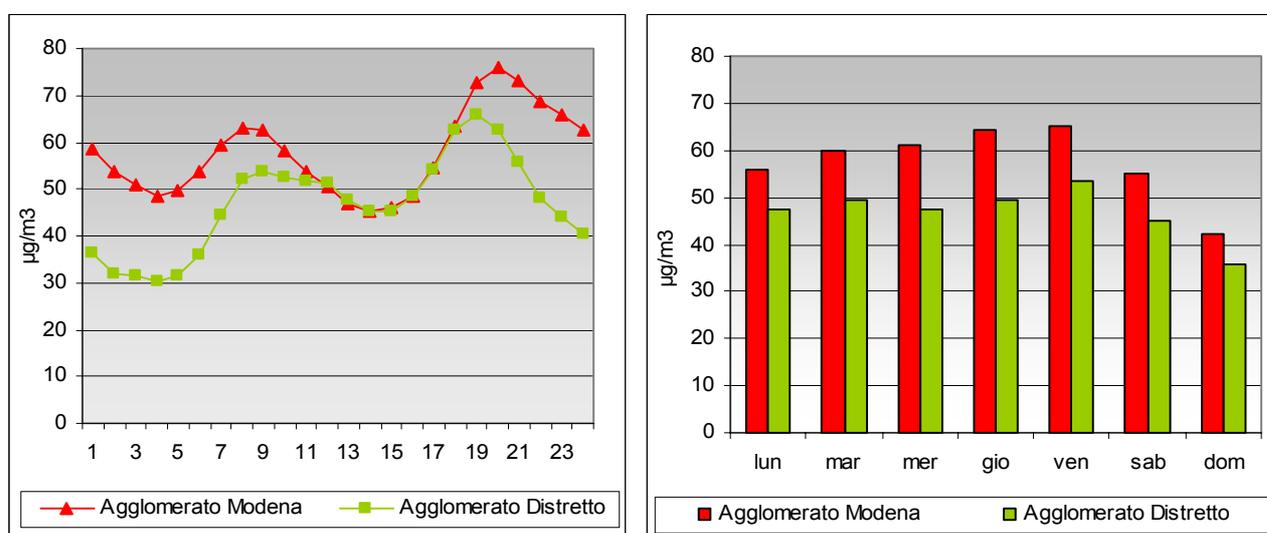


Figura 3.1: NO₂ - giorno tipico e settimana tipica annuale

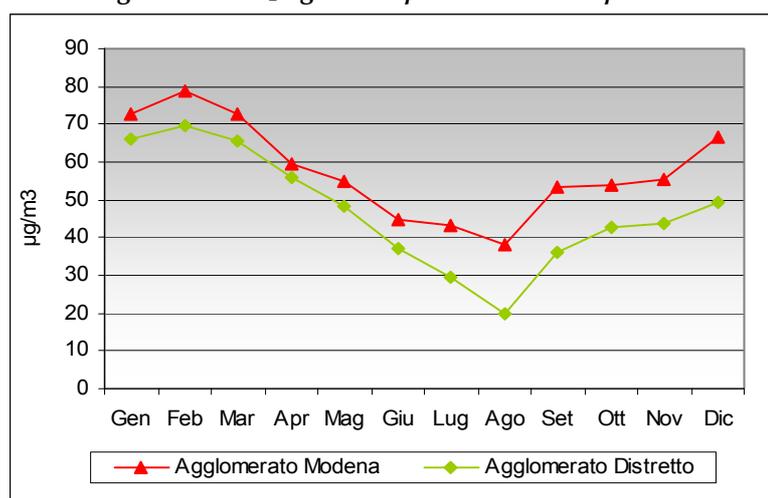


Figura 3.2: NO₂ - concentrazioni medie mensili

Gli andamenti temporali mostrano concentrazioni superiori nell'Agglomerato di Modena, rispetto a quelle del Distretto. A questa differenza concorrono diversi fattori tra i quali sicuramente la diversa tipologia delle stazioni, già evidenziata in precedenza, oltre che il maggior rimescolamento dell'atmosfera che caratterizza la meteorologia dell'area pedecollinare.

Le medie mensili evidenziano la variabilità stagionale di questo inquinante: i mesi invernali, caratterizzati da condizioni meteorologiche più stabili, sono quelli più critici, mentre risulta evidente la riduzione delle concentrazioni che si registra nel mese di Agosto, determinata dal calo di tutte le attività. Analoga riduzione è visibile nei giorni festivi e prefestivi rappresentati nel grafico della settimana tipica annuale. Per quanto riguarda il giorno tipico, sono evidenti i due picchi, al mattino e alla sera, corrispondenti alle ore di maggior flusso veicolare e alle condizioni di maggior stabilità atmosferica.

I superamenti nel 2005

NO2	Agglomerato di Modena		
	Media oraria (n° superamenti)		Media annuale (µg/m3)
	VL	di cui >VL+MDT	
Garibaldi	14	2	61
Giardini	12	1	66
Nonantolana	2	0	49
XX settembre	0	0	46
Amundsen	11	0	52
Carpi 1	10	3	62
Carpi 2	13	1	49
Castelfranco	11	0	73
Campegalliano	1	0	61

NO2	Agglomerato del Distretto Ceramico		
	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale (µg/m3)
	VL	di cui >VL+MDT	
Sassuolo	34	2	65
Maranello	0	0	48
Spezzano2	0	0	38

■ ≤ VL
■ > VL
■ > VL+MDT

Tab. n° 3.2: Verifica rispetto dei valori limite e dei valori limite aumentati del margine di tolleranza

Dall'esame della Tab. n° 3.2 emerge la criticità di questo inquinante relativamente al rispetto della media annuale, che risulta superiore al VL in tutte le stazioni dell'Agglomerato di Modena e in due stazioni del Distretto. Non si registrano superamenti del limite orario (che si considera superato qualora vi siano più di 18 valori superiori a 200 µg/m3), ad eccezione della stazione di Sassuolo, in cui i valori orari sono risultati per 34 volte superiori al VL.

Il trend delle concentrazioni

Dall'esame dei grafici di Figura 3.3 emerge un lieve calo delle concentrazioni medie annuali nell'Agglomerato di Modena, che si mantengono invece costanti nei valori minimo e massimo; per quanto riguarda l'Agglomerato di Distretto i valori si confermano nel 2005 stazionari ed inferiori rispetto a quanto rilevato nell'Agglomerato di Modena.

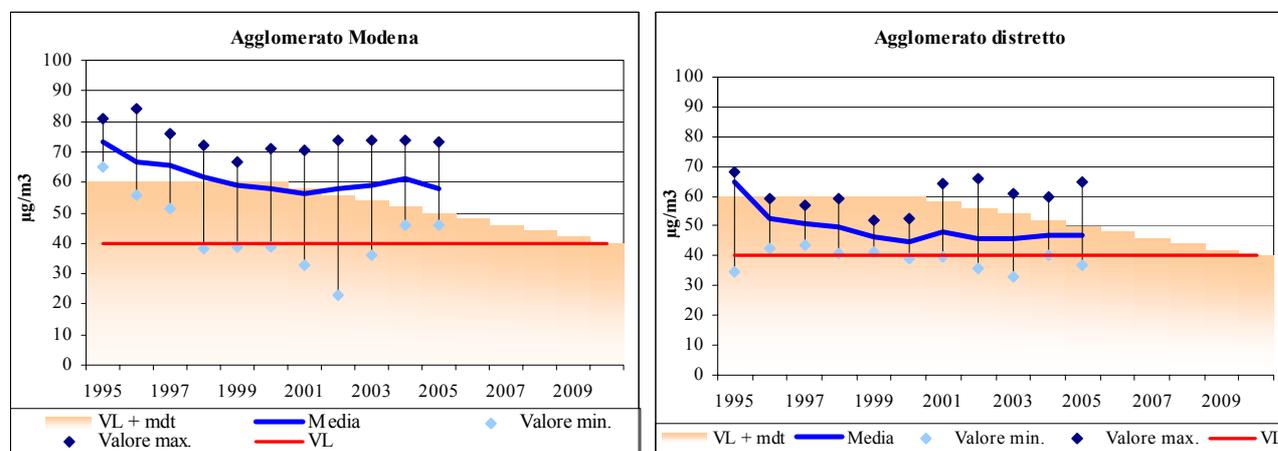


Figura 3.3: NO₂ - trend della media annuale - confronto con VL e VL + MDT

3.2. Polveri inalabili - PM10

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 4 nell'Agglomerato di Modena, (Nonantolana, Giardini, XX Settembre e Carpi 2) e 2 nel Distretto Ceramico (Spezzano 2 e Maranello). Le stazioni del distretto sono tutte classificate di fondo urbano, mentre tra quelle dell'agglomerato è presente la stazioni di Giardini, classificata da traffico, e la stazione di Nonantolana, che sebbene sia classificata di fondo urbano risulta, rispetto alle altre di uguale tipologia, maggiormente influenzata dal traffico veicolare.

L'analizzatore di polveri della stazione di Giardini è stato attivato a maggio 2005, quindi pur concorrendo al dato dell'agglomerato, i dati non sono stati utilizzati per il confronto normativo, in quanto insufficienti per le elaborazioni annuali.

Caratteristiche principali:

Il materiale particolato sospeso è una miscela complessa di sostanze organiche ed inorganiche che si presentano in fase liquida e solida con composizione chimica variabile in funzione della granulometria e della sorgente che le ha prodotte. Le dimensioni delle particelle variano in un intervallo che va da qualche nanometro a decine di micrometri. Le differenze chimico-fisiche più importanti rendono possibile una prima classificazione fra la frazione "grossolana" (particelle con diametro aerodinamico superiore a 2,5 µm) e quella "fine" (particelle con diametro aerodinamico uguale o inferiore a 2,5 µm (PM2,5)). Questa differenziazione dipende sostanzialmente dalla diversa genesi delle polveri.

La classe di particelle "fini" è formata in massima parte da particelle secondarie (che sono i prodotti di alcune reazioni chimiche atmosferiche), e da particelle primarie prodotte dalle reazioni di combustione e dalla condensazione di sostanze altobollenti che derivano da svariati processi chimici di origine naturale o antropica.

La classe di particelle più grandi (con diametro superiore a 2.5 µm) è costituita da materiali cristallini, materiale polverulento prodotto e/o risollevato da terra dal traffico, materiali in polvere prodotti da industrie. Le particelle con diametro superiore a 2.5 µm a loro volta vengono ulteriormente classificate in una frazione inalabile, con diametro inferiore a 10µm, di cui fanno parte quelle particelle che hanno capacità di penetrare nelle vie respiratorie, e quelle di diametro superiore.

Le diverse origini delle particelle si riflettono nella composizione chimica delle stesse: le polveri fini, ricche di particelle secondarie, sono composte sostanzialmente da ioni nitrato, solfato, ammonio, carbonio organico ed elementare; di contro questi composti costituiscono solo il 10-20% della frazione grossolana la quale comprende, per un 50% della sua massa, alluminio, silicio, zolfo, potassio, calcio e ferro. È interessante notare come sia stata dimostrata sperimentalmente una più forte dipendenza della composizione chimica della frazione grossolana relativamente al sito di prelievo rispetto alla composizione della frazione fine; questo dato sperimentale è una conferma della diversa genesi delle frazioni particellari.

Obiettivi imposti dalla Normativa per la protezione della salute umana:

PM10	Periodo di mediazione	In vigore dal 19/7/99	Dal 01/01/01	Dal 01/01/02	Dal 01/01/03	Dal 01/01/04	Dal 1/1/2005
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)					VALORE LIMITE
Valore limite 24 ore	24 ore	75	70	65	60	55	50
		Massimo 35 giorni in un anno					
Valore limite annuale	Anno civile	48	46,4	44,8	43,2	41,6	40

Tab. n° 3.3- Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2005

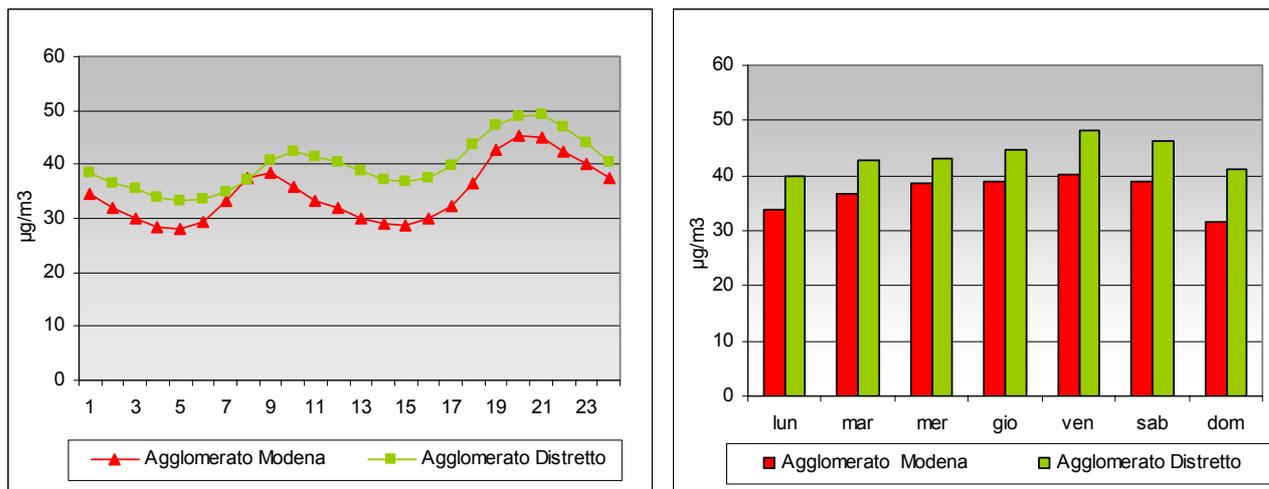


Figura 3.4: PM10 - giorno tipico e settimana tipica annuale

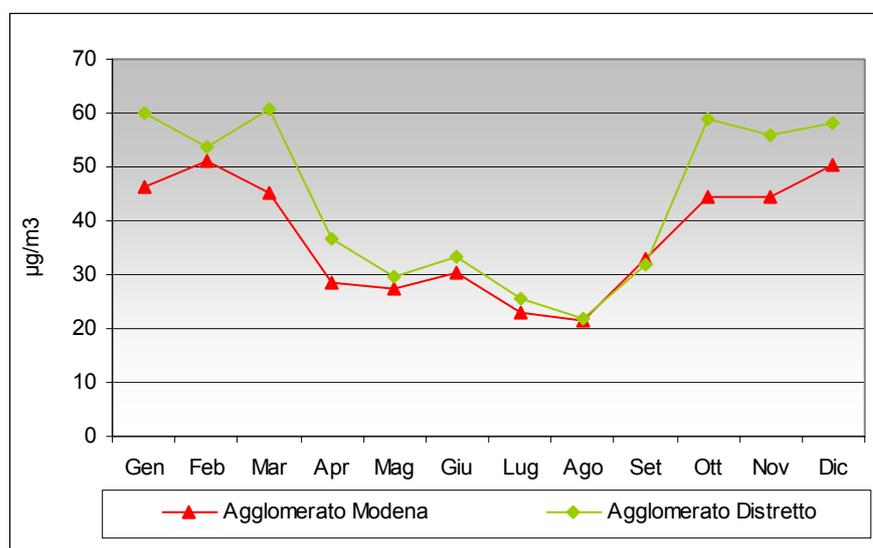


Figura 3.5: PM10 - concentrazioni medie mensili

L'esame degli andamenti temporali evidenzia concentrazioni leggermente superiori nel Distretto Ceramico rispetto all'Agglomerato di Modena con andamenti pressoché simili; tali differenze sono più evidenti nei mesi invernali.

Nella settimana tipica, si nota un leggero aumento delle concentrazioni che raggiungono il valore massimo nella giornata di venerdì, e la sensibile diminuzione nella giornata di domenica dovuta al calo generalizzato delle attività. Le concentrazioni medie mensili seguono l'andamento tipico di un inquinante invernale, con valori contenuti già a partire dal mese aprile.

I superamenti nel 2005

PM10	Agglomerato di Modena	
	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	
Nonantolana	108	44
XX Settembre	49	35
Carpi 2	43	32

PM10	Agglomerato del Distretto Ceramico	
	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	
Maranello	96	42
Spezzano2	88	40

■ \leq VL ■ $>$ VL

Tab. n° 3.4: Verifica rispetto dei valori limite

La criticità a carico di questo inquinante emerge in particolare negli eventi acuti legati ai superamenti delle medie giornaliere, piuttosto che nei valori delle medie annuali. La Tab. n° 3.4 evidenzia infatti il superamento del valore limite definito sulla media giornaliera in tutte le stazioni, mentre la media annuale solo in due casi risulta di poco superiore al limite.

Il trend delle concentrazioni

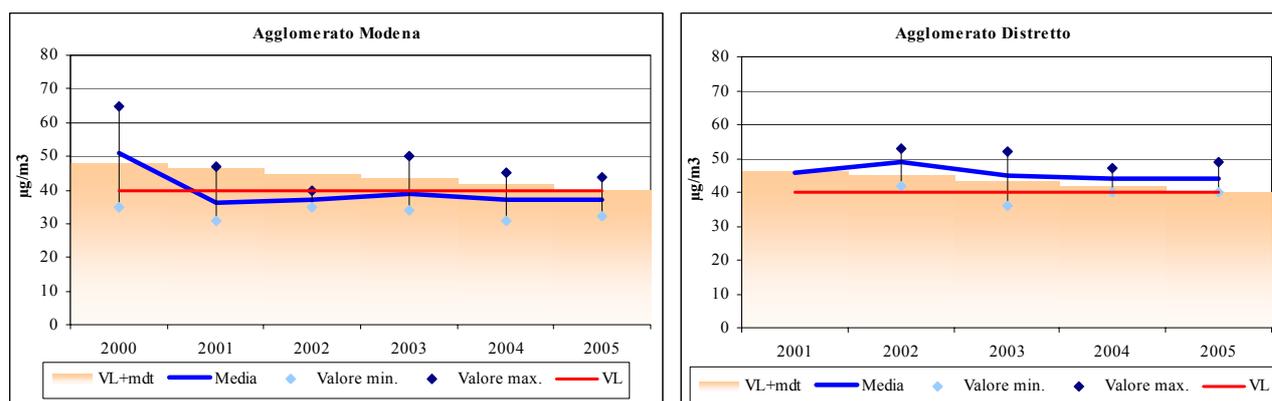


Figura 3.6: PM10 - trend della media annuale - confronto con VL e VL+MDT

Le concentrazioni rilevate nel 2005 si mantengono stazionarie rispetto al 2004 in entrambi gli agglomerati. Dal 2001, non si registrano sostanziali variazioni nei livelli medi di PM10 misurati.

3.3. Polveri Totali Sospese

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 3 di cui 2 nell'Agglomerato di Modena, (Giardini e Nonantolana) e 1 in quello del Distretto Ceramico (Sassuolo). La tipologia delle stazioni è simile per Giardini e Sassuolo, definite urbane da traffico, mentre Nonantolana è classificata di fondo urbano, anche se comunque risulta influenzata dal traffico veicolare della omonima strada da cui è posta a circa 90 m.

Caratteristiche principali:

Per quanto riguarda le caratteristiche delle Polveri Totali Sospese si rimanda a quanto precedentemente descritto per il PM10.

Obiettivi imposti dalla Normativa:

Con l'entrata in vigore nel 2005 del limite previsto dal DM 60/02 per il PM10, risultano abrogati contestualmente gli standard di qualità previsti dal DPCM/83 per le PTS. Il monitoraggio è volto quindi al mantenimento delle conoscenze su questo inquinante in relazione al suo rapporto con la frazione PM10.

Andamenti temporali nel 2005

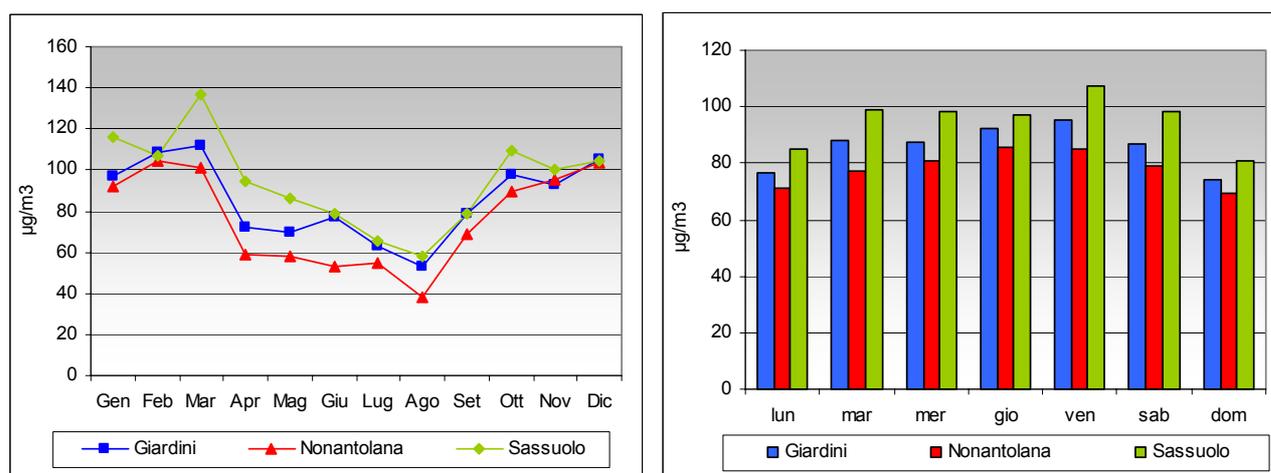


Figura 3.7: PTS - medie mensili e settimana tipica annuale

Gli andamenti temporali seguono quanto già evidenziato precedentemente per il PM10 sia relativamente alle medie mensili, sia rispetto al dato settimanale; le concentrazioni sono superiori nella stazione di Sassuolo rispetto a quelle dell'Agglomerato di Modena.

Non è stato riportato il giorno tipico in quanto gli analizzatori di polveri totali forniscono solo un dato giornaliero.

Il trend delle concentrazioni

L'andamento delle concentrazioni conferma il calo dei livelli di polveri totali registrato dalla metà degli anni 90; a partire dal 2002/2003, le concentrazioni si mantengono sostanzialmente stazionarie.

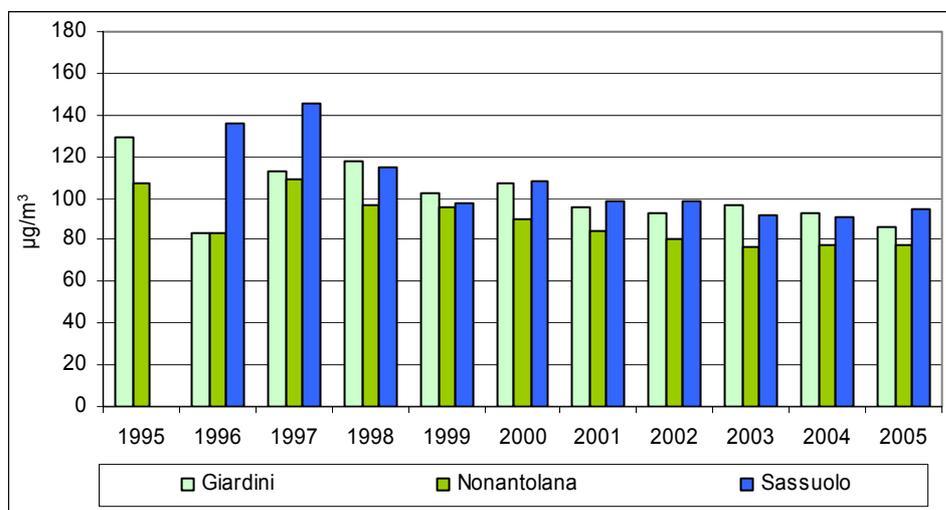


Figura 3.8: PTS - trend delle concentrazioni medie annuali

3.4. Monossido di Carbonio

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 9 nell'Agglomerato di Modena, (Giardini, Nonantolana, XX Settembre, Garibaldi, Amundsen, Castelfranco, Campogalliano, Carpi1 e Carpi2) e 3 nel Distretto Ceramico (Spezzano 2, Maranello, Sassuolo). La tipologia delle stazioni presenti nel primo agglomerato risulta caratterizzata da un maggior numero di postazioni influenzate direttamente dal traffico veicolare: queste sono infatti più del 50% contro il 33% delle stazioni collocate nel distretto ceramico.

Caratteristiche principali: Il monossido di carbonio è un gas inodore, insapore ed incolore, poco solubile in acqua, che si produce nelle reazioni di combustione in difetto di ossigeno dei composti contenenti carbonio. In eccesso di ossigeno la combustione procede invece con la formazione di biossido di carbonio, composto non velenoso. La principale sorgente antropogenica di questo inquinante in ambito urbano è la combustione della benzina nel motore a scoppio, nel quale non si riesce ad ottenere la condizione ottimale per la completa ossidazione del carbonio. A differenza degli ossidi di azoto, per il CO le massime emissioni dal motore si verificano in condizioni di motore al minimo, in decelerazione e in fase di avviamento a freddo.

Nelle aree urbane in prossimità delle strade la concentrazione di CO varia in funzione della distanza dal ciglio stradale, mantenendosi più alta dal lato sottovento del "canyon stradale" e smorzandosi velocemente dal suolo verso gli strati più alti.

Le concentrazioni di questo inquinante sono notevolmente diminuite dai primi anni 90 grazie al rinnovo del parco autoveicolare e all'introduzione delle marmitte catalitiche

Obiettivi imposti dalla Normativa per la protezione della salute umana:

CO	Periodo di mediazione	Entrata in vigore (13/12/00)	Dal 01/01/03	Dal 01/01/04	Dal 1/1/2005
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)			VALORE LIMITE
Valore limite	Media massima* giornaliera su 8 ore	16	14	12	10

* individuata esaminando le medie mobili su 8 ore calcolate in base ai dati orari e aggiornate ogni ora

Tab. n° 3.5: Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2005

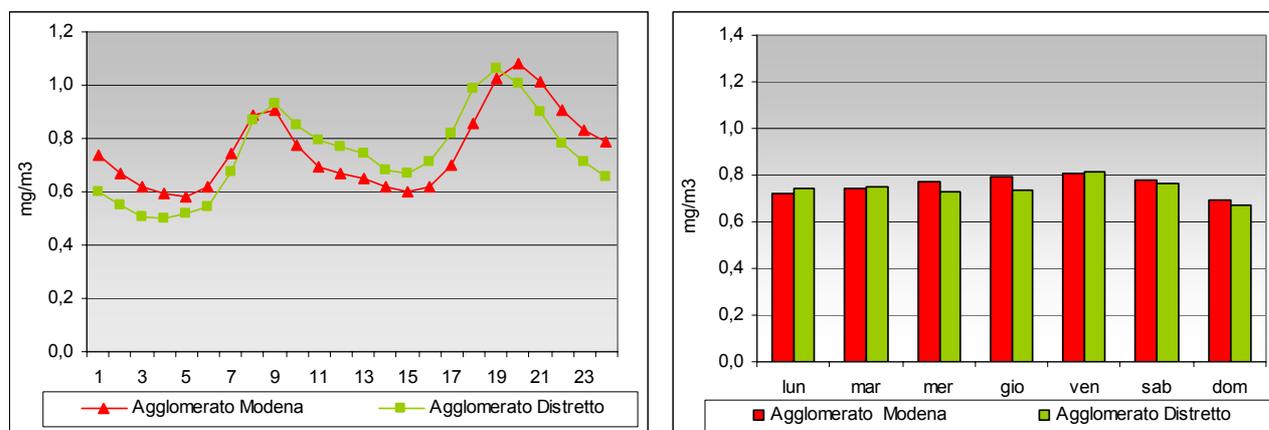


Figura 3.9: CO - giorno tipico e settimana tipica annuale

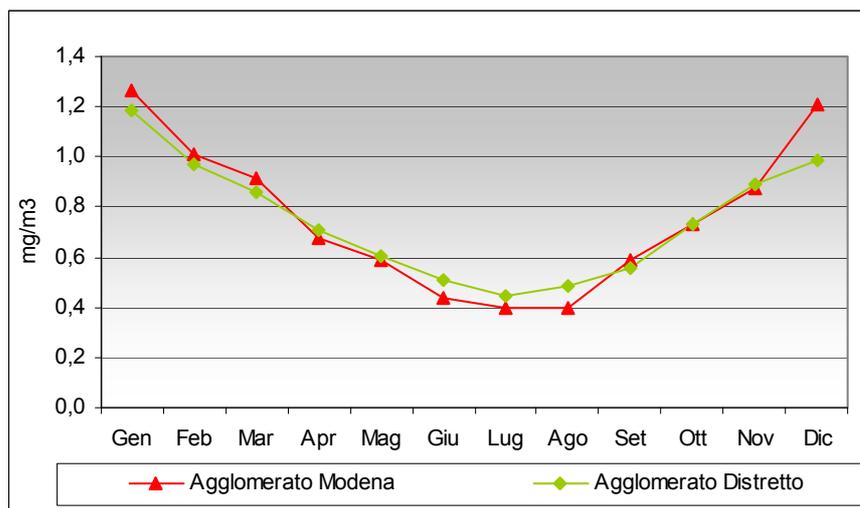


Figura 3.10: CO - concentrazioni medie mensili

Gli andamenti temporali mostrano concentrazioni simili nelle realtà esaminate, con variabilità stagionali, giornaliere e settimanali analoghe agli altri inquinanti esaminati.

I superamenti nel 2005

CO	Agglomerato di Modena
	Max Media su 8 ore (mg/m3)
Amundsen	2.7
Garibaldi	4.3
Giardini	2.9
Nonantolana	4.2
XX Settembre	2.1
Carpi 1	4.4
Carpi2	3.9

CO	Agglomerato Distretto
	Max Media su 8 ore (mg/m3)
Sassuolo	3.7
Maranello	2.4
Spezzano2	2.3

<= VL
 > VL

Nel 2005 non si sono registrati superamenti del valore limite.

Il trend delle concentrazioni

I livelli ambientali registrati per questo inquinante risultano ormai molto contenuti e prossimi al limite di rilevabilità strumentale.

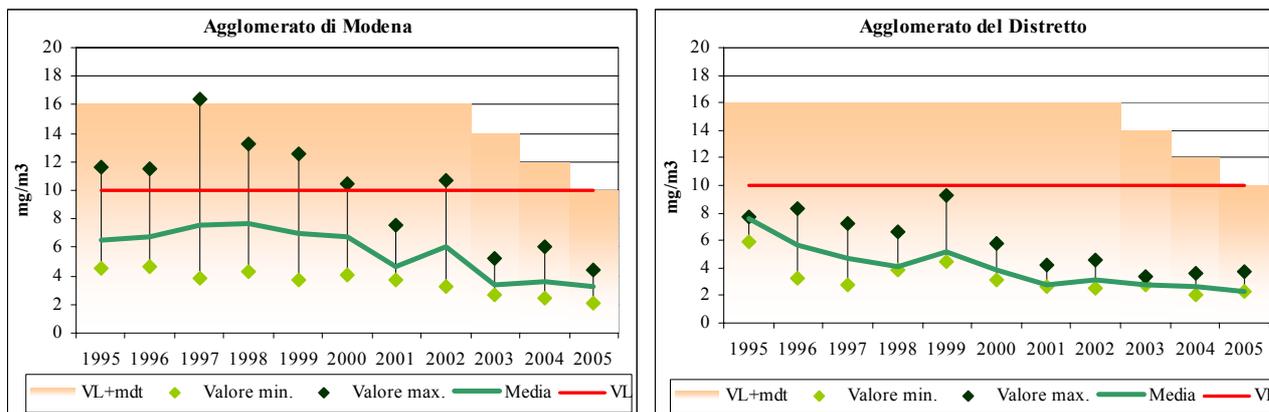


Figura 3.11: CO - trend della massima media mobile su 8 ore - confronto con il VL e il VL+MDT

3.5. Benzene

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 3 nell'agglomerato di Modena, (Nonantolana, XX Settembre e Carpi 1) e 2 in quello del distretto Ceramico (Maranello, Sassuolo). La tipologia delle stazioni presenti nei due agglomerati è simile; in entrambi i casi infatti ho una sola stazione influenzata direttamente dal traffico, mentre le altre sono classificabili di fondo urbano, anche se con alcune differenze (Nonantolana risulta più esposta al traffico rispetto alle altre due).

Caratteristiche principali: Il benzene (C₆H₆) è il composto organico aromatico più semplice. Si presenta come liquido incolore, volatile anche a temperatura ambiente, dal caratteristico odore pungente. La presenza di questo inquinante in atmosfera è dovuta quasi esclusivamente alle attività umane. La sorgente più importante in ambito urbano è senza dubbio il traffico cittadino, in quanto i motori a scoppio utilizzano benzina che contiene benzene come antidetonante, al posto del piombo tetraetile utilizzato in precedenza. In Italia la benzina contiene benzene in una frazione non superiore all' 1% in volume (dal 1/7/98); per ridurre le emissioni non è sufficiente impiegare benzina con basso tenore di benzene, ma occorre anche l'uso di marmitte catalitiche, in quanto questo inquinante si può formare anche durante la combustione incompleta degli altri composti organici presenti nel carburante.

Obiettivi imposti dalla Normativa:

Benzene	Periodo di mediazione	Entrata in vigore (13/12/00)	Dal 01/01/06	Dal 01/01/07	Dal 01/01/08	Dal 01/01/09	Dal 1/1/2010
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)					VALORE LIMITE
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	10	9	8	7	6	5

Tab. n° 3.6: Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2005

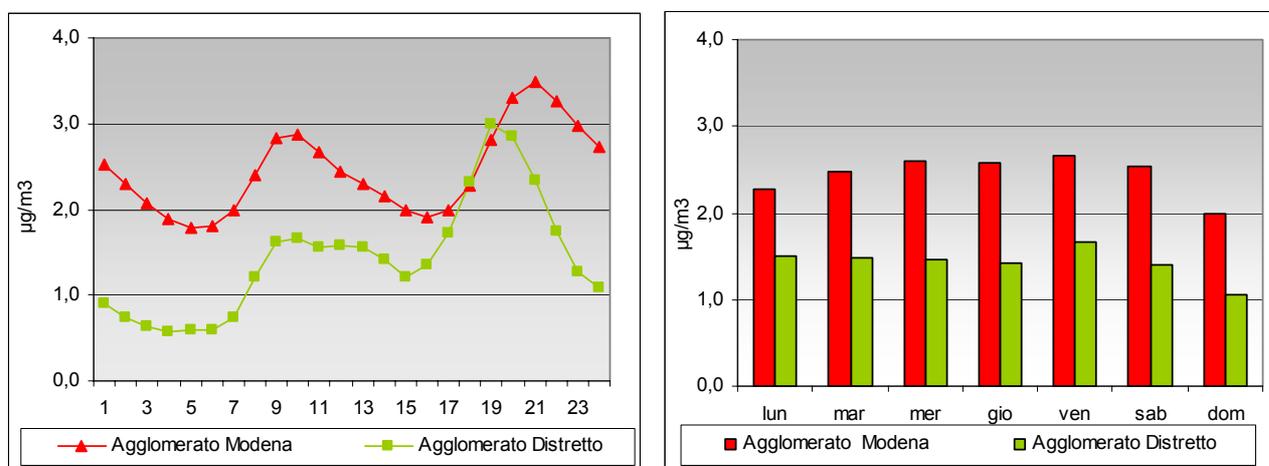


Figura 3.12: Benzene - giorno tipico e settimana tipica annuale

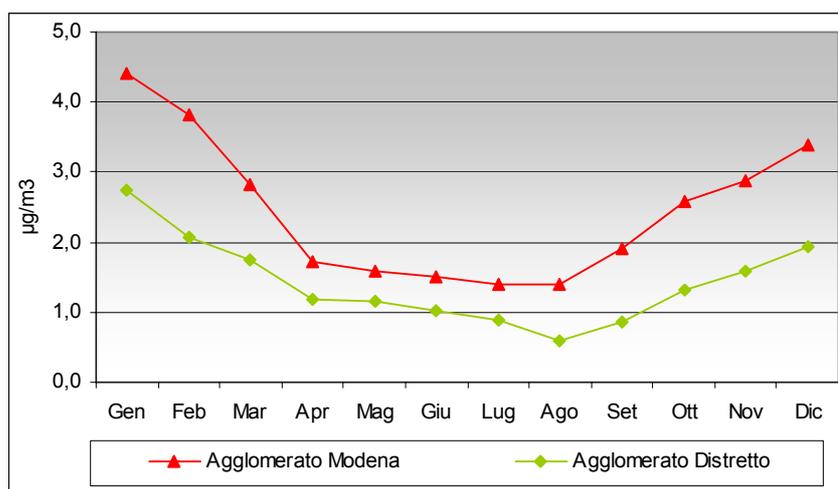


Figura 3.13: Benzene - concentrazioni medie mensili

Il giorno tipico segue andamenti parzialmente diversi nei due Agglomerati: nel Distretto dopo l'aumento delle concentrazioni che avviene attorno alle 9, i livelli rilevati rimangono pressoché costanti per tutta la mattina, per poi aumentare nuovamente dalle ore 17 fino alle ore 19, mentre nell'Agglomerato di Modena, che presenta concentrazioni maggiori, la presenza di due picchi è più marcata, con due massimi ben evidenti alle ore 9 e alle ore 21. Questo diverso andamento può essere determinato sia da una diversa meteorologia, sia dalla diversa tipologia di traffico che caratterizza le due aree.

I livelli più elevati di benzene in area urbana rispetto al distretto sono attribuibili al maggior numero di veicoli a benzina circolanti, che risultano i principali responsabili delle emissioni di questo inquinante.

I superamenti nel 2005

Benzene	Agglomerato di Modena
	Media annuale (µg/m³)
Nonantolana	2.8
Carpì	2.7

Benzene	Agglomerato Distretto
	Media annuale (µg/m³)
Sassuolo	2.8
Maranello	2.7

≤ VL
 > VL
 > VL+MDT

Il trend delle concentrazioni:

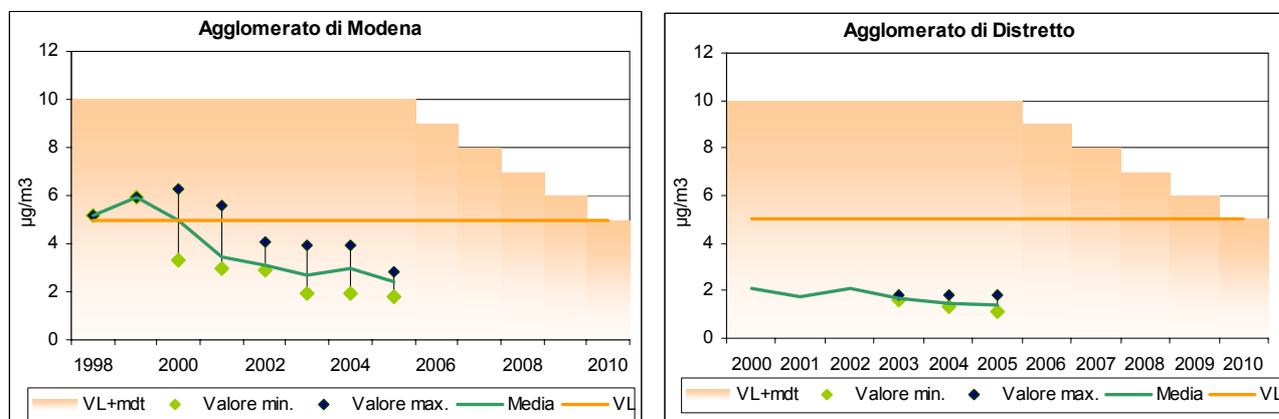


Figura 3.14: Benzene - trend della media annuale -confronto con VL e VL + MDT

L'esame dei grafici di Figura 3.14 conferma il trend in calo, particolarmente evidente nell'Agglomerato di Modena; tutte le stazioni hanno rispettato l'obiettivo previsto per il 2010.

3.6. Ozono

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 3 nell'Agglomerato di Modena, (Nonantolana, XX Settembre, Garibaldi) e 2 in quello del Distretto Ceramico (Spezzano 1, Maranello). Tra le stazioni presenti nell'Agglomerato di Modena, quella più rappresentativa per questo inquinante è XX Settembre che non risulta direttamente influenzata da sorgenti di inquinanti primari; nel Distretto Ceramico invece entrambe le stazioni risultano significative per il monitoraggio dell'ozono.

Caratteristiche principali: L'ozono troposferico è un inquinante secondario di tipo fotochimico, ossia non viene emesso direttamente da una sorgente, ma si produce in atmosfera a partire da precursori primari e dall'azione della radiazione solare.

I principali precursori dell'ozono di origine antropica sono gli ossidi di azoto e le molecole incombuste di idrocarburi emessi dagli scarichi dei veicoli a combustione interna. Anche i solventi e altri composti organici volatili (COV) partecipano alla produzione di ozono.

Affinché questo composto si formi a livello del suolo con velocità apprezzabili, devono essere soddisfatte alcune condizioni:

- le sorgenti dei precursori devono emettere alte quantità di ossido di azoto, idrocarburi ed altri COV (ad esempio una situazione di alto traffico cittadino);
- alta temperatura e irraggiamento solare;
- l'aria deve rimanere relativamente poco rimescolata affinché i reagenti non siano diluiti.

Le più alte concentrazioni di ozono si registrano nelle ore di massimo irraggiamento solare dei mesi estivi, proprio perché alcune delle reazioni per la produzione di questo inquinante hanno la radiazione come ingrediente fondamentale.

L'ozono è un composto altamente ossidante ed aggressivo e per questa sua natura chimica non permane a lungo in atmosfera, sebbene possa essere trasportato anche a grande distanza dalle masse d'aria in movimento. In effetti, nelle aree urbane, dove è maggiore l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e reagisce con elevata rapidità (i composti primari che partecipano alla sua formazione sono gli stessi che possono causarne una rapida distruzione). Se l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, dove acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento da NO, può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani. C'è inoltre da aggiungere che nelle aree caratterizzate da forte presenza di vegetazione vi è la produzione naturale di alcheni (pinene, limonene, isoprene) che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

Obiettivi imposti dalla Normativa (DL n° 183/04):

Soglie di informazione e di allarme

	parametro	Soglia
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 µg/m ³
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 µg/m ³

Tab. n° 3.7: Soglie di informazione e di allarme

Valori di riferimento per la protezione della salute umana

	Parametro	Valore bersaglio per il 2010
Valore bersaglio	Media su 8 ore - massima giornaliera	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
Obiettivo a lungo termine	Media su 8 ore - massima giornaliera	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare nell'arco di un anno civile

Tab. n° 3.8: Salute Umana - Valore bersaglio (VB) e obiettivo a lungo termine (OLT)

Valori di riferimento per la protezione della vegetazione

	Parametro	Obiettivo a lungo termine
Valore bersaglio	AOT40 calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ come media su 5 anni
Obiettivo a lungo termine	AOT40 calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

Tab. n° 3.9: Vegetazione - Valore bersaglio (VB) e obiettivo a lungo termine (OLT)

Andamenti temporali nel 2005

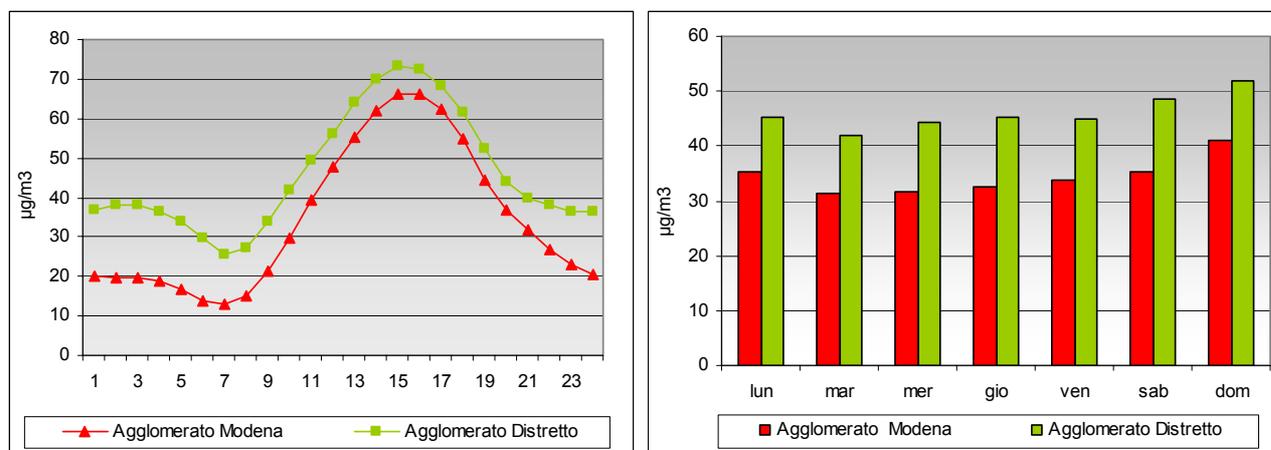


Figura 3.15: O₃ - giorno tipico e settimana tipica annuale

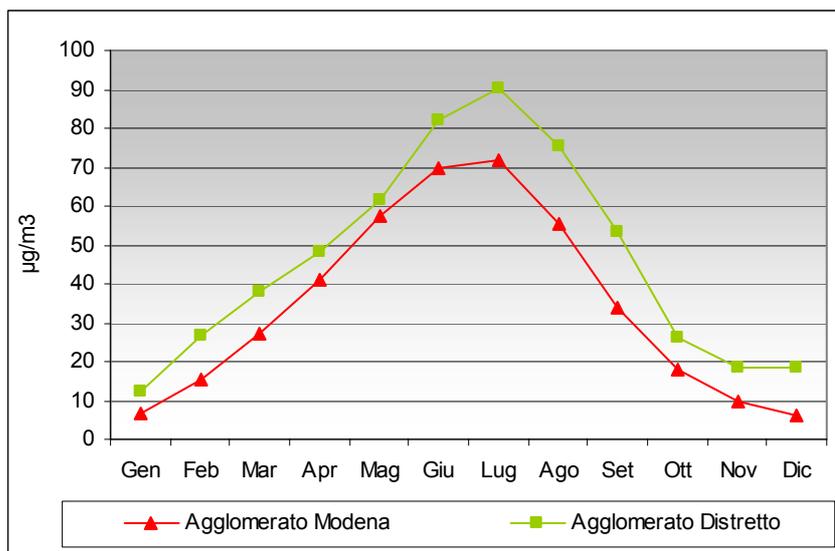


Figura 3.16: O3 . concentrazioni medie mensili

Gli andamenti temporali sono quelli tipici di un inquinante di origine fotochimica, con valori più elevati nelle stagioni e nelle ore di massimo irraggiamento solare. In entrambi i casi, si osserva un leggero aumento dei valori nelle giornate di sabato e domenica, determinato dalla minor presenza in atmosfera d'inquinanti primari.

I superamenti nel 2005

I superamenti registrati nell'anno in esame sono stati valutati solo nelle stazioni più significative per il monitoraggio di questo inquinante, quindi per l'Agglomerato di Modena è stata considerata solo la stazione di XX Settembre.

O3	Agglomerato di Modena			O3	Agglomerato del Distretto Ceramico		
	N°superamenti soglia di informazione (180 µg/m3)		N°superamenti soglia di allarme (240 µg/m3)		N°superamenti soglia di informazione (180 µg/m3)		N°superamenti soglia di allarme (240 µg/m3)
	N° giorni	N° ore			N°giorni	N°ore	
XX Settembre	3	17	0	Maranello	9	34	0
				Spezzano1	8	37	0

	Max media mobile 8 h (µg/m3)		AOT40 (µg/m3*h)	
	N°superamenti anno 2005 (OLT = 120 µg/m3)	N°superamenti media anni 03/04/05 (VB=120µg/m3 max 25 superamenti)	anno 2005 (OLT = 6000 µg/m3)	AOT40 media su 5 anni 2001 - 2005 (VB = 18000 µg/m3)
XX Settembre	61	69	32059	35690
Maranello	51	64	31011	29492
Spezzano	53	53	29161	23472
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione	

Tab. n° 3.10: verifica del rispetto dei limiti normativi

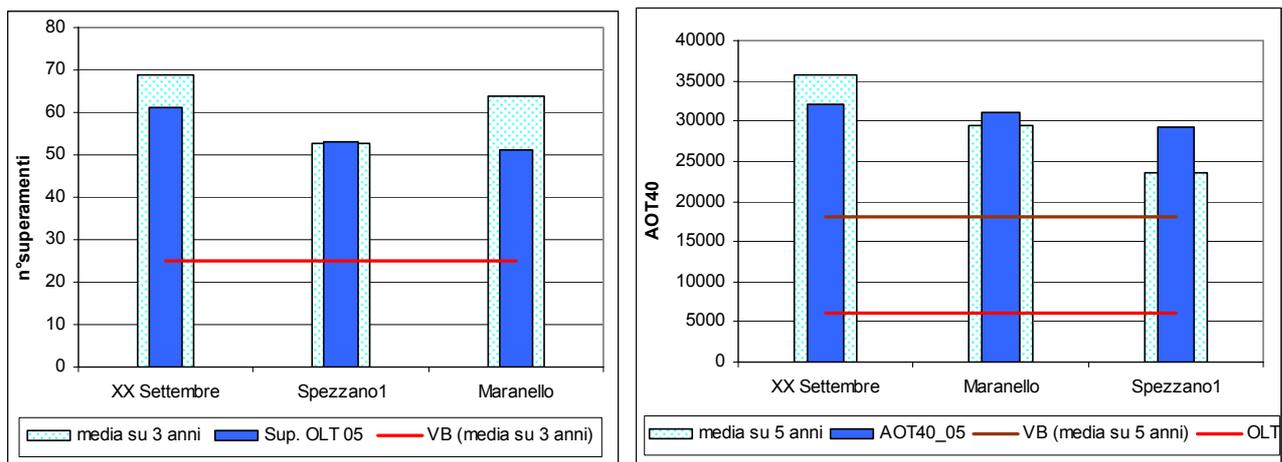


Figura 3.17: O3 - n° superamenti dei valori medi su 8 ore definiti per la protezione della salute umana e AOT40 per la protezione della vegetazione

L'analisi dei dati, non evidenzia superamenti della soglia di allarme, ma risultano critici i livelli in relazione al valore bersaglio e all'obiettivo a lungo termine, sia per la protezione della salute umana, che per la protezione della vegetazione.

Il trend delle concentrazioni

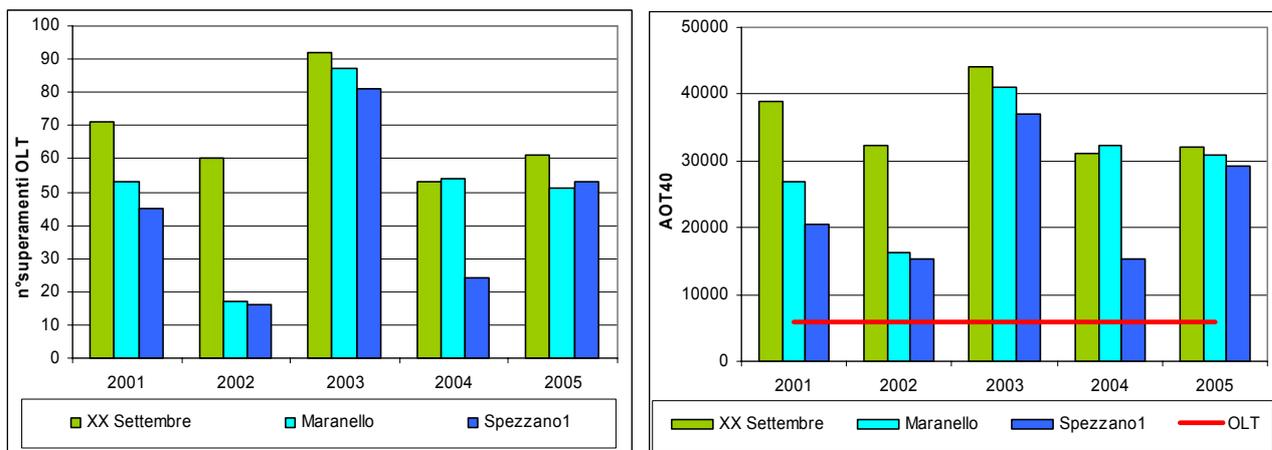


Figura 3.18: O3 - trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

La valutazione dei trend delle concentrazioni è stata effettuata considerando l'AOT40 e il numero dei superamenti della massima media mobile delle 8 ore, calcolati ogni anno a partire dal 2000. La variabilità negli anni dell'AOT40 e del numero dei superamenti appare principalmente legata alla meteorologia che ha caratterizzato la stagione estiva; nel 2002 i mesi di luglio e agosto, sono stati particolarmente piovosi, mentre nel 2003 l'estate è stata estremamente afosa con temperature particolarmente elevate. Questo andamento meteorologico è evidente nei grafici precedentemente riportati.

Allo stato attuale i grafici evidenziano livelli di ozono ancora troppo elevati rispetto agli obiettivi fissati dalla normativa e tali livelli non mostrano trend in atto tali da far presupporre un avvicinamento a tali valori.

4. ANALISI DEI DATI RILEVATI NEL 2005 DALLE STAZIONI DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

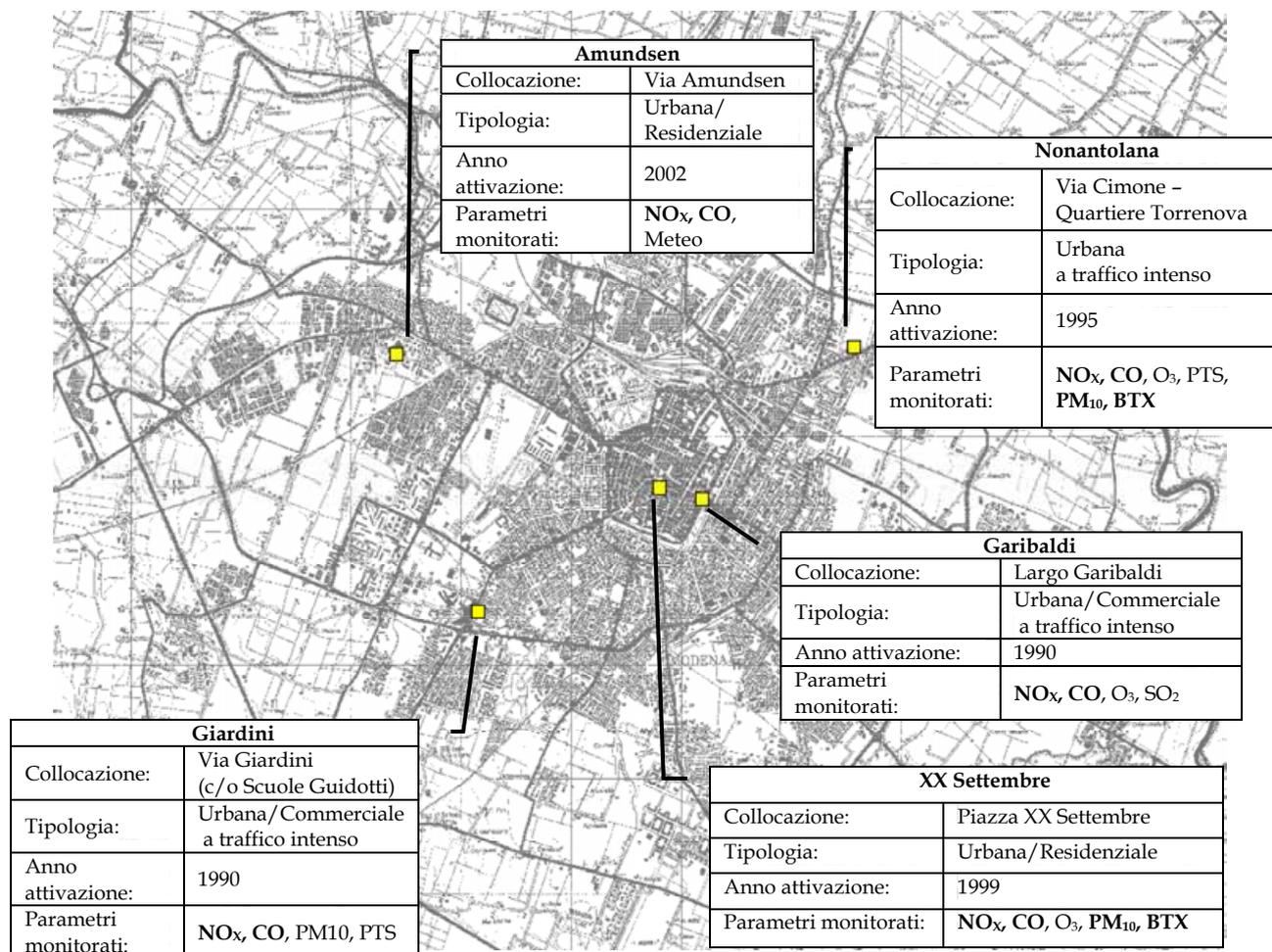
In questo capitolo, dedicato all'analisi dei dati raccolti dalla rete di monitoraggio nel 2005, verranno elaborati e confrontati i dati delle singole stazioni presenti in ambiti territoriali omogenei. Si è quindi scelto di effettuare elaborazioni specifiche per il Comune Capoluogo e per il Comune di Carpi, data la loro incidenza nel contesto provinciale, mentre si sono accorpati in un unico capitolo i Comuni del Distretto Ceramico, per la realtà produttiva che li caratterizza, e i Comuni di Campogalliano, Castelfranco e Mirandola, che sebbene con caratteristiche diverse, appartengono alla cintura del Comune Capoluogo. L'analisi sulla qualità dell'aria nel Distretto Ceramico è stata integrata valutando i dati della stazione Rilocabile SAT, a cui è stato dedicato un capitolo a parte.

Si è infine sviluppato uno specifico capitolo per il Comune di Pavullo, data la sua collocazione territoriale che lo differenzia da tutti gli altri sedi di stazioni di monitoraggio.

Nell'analisi dei dati, si sono valutati, come per gli agglomerati, gli andamenti temporali ed il rispetto dei limiti normativi in ogni singola stazione presente nell'area considerata; a compendio di questa valutazione si è inoltre riportato l'andamento dal 1995 al 2005 delle concentrazioni rilevate nelle stazioni. Sia gli andamenti temporali, che il trend negli anni relativi alle singole stazioni sono stati confrontati con il dato medio della città, della zona o dell'agglomerato.

4.1. Comune di Modena

Le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nel 2005 sul territorio comunale sono cinque, collocate rispettivamente in L.go Garibaldi, Via Giardini, P.zza XX Settembre, Via Nonantolana e via Amundsen. Di seguito, si riporta la mappa dettagliata della loro collocazione e gli inquinanti monitorati in ogni punto.



4.1.1. Biossido di zolfo

Le concentrazioni di SO₂ già da diversi anni sono estremamente contenute rispetto ai limiti fissati dalla normativa, come si evince dalla tabella seguente.

Garibaldi	Concentrazioni (µg/m ³)	VL (µg/m ³)	Tipo di limite
Media anno	6	20	Protezione degli ecosistemi
Massima media giornaliera	16	125 (non più di 3 volte/anno)	Protezione della Salute Umana
Massimo orario	22	350 (non più di 24 volte/anno)	Protezione della Salute Umana

4.1.2. Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2005

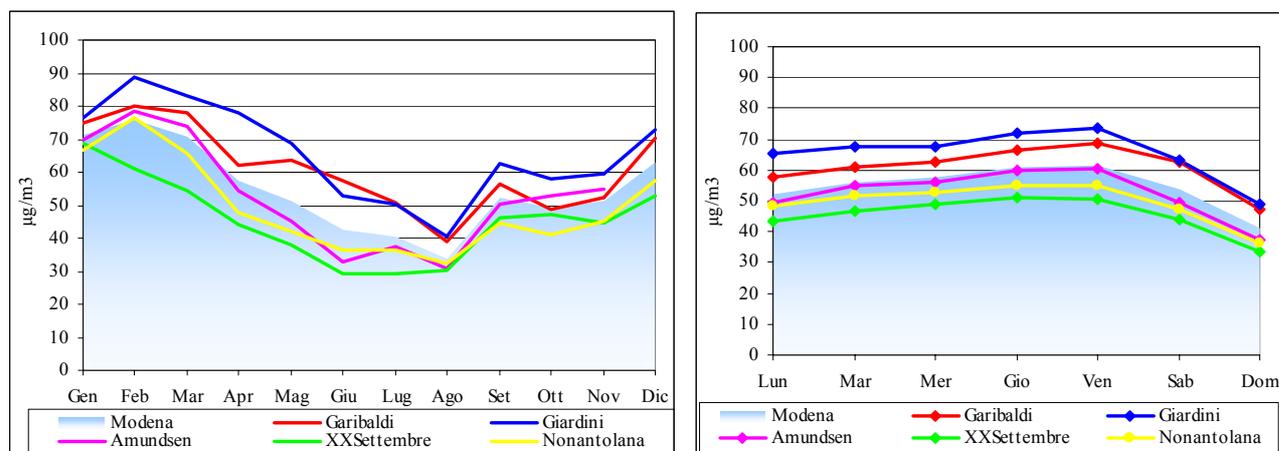


Figura 4.1: NO₂ - medie mensili e settimana tipica annuale

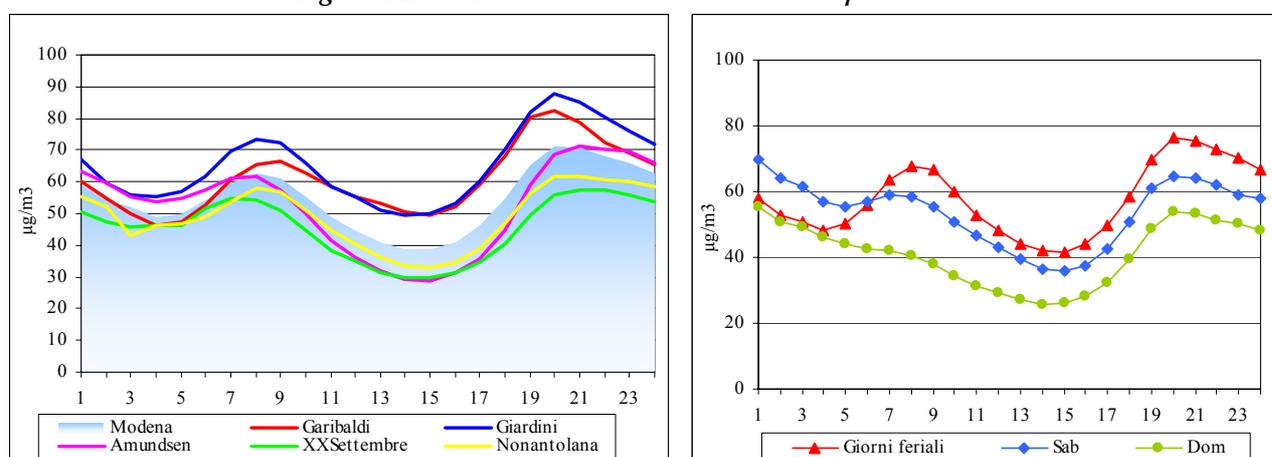


Figura 4.2: NO₂ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio della città)

Gli andamenti temporali del Biossido d'Azoto, analoghi per tutte le stazioni, mostrano concentrazioni superiori nelle stazioni più esposte al traffico veicolare, quali Garibaldi e Giardini. Rispetto ai valori rilevati nei giorni feriali, si nota inoltre un calo consistente delle concentrazioni nella giornata di domenica, in particolare nelle ore mattutine, e un incremento nelle prime ore del sabato.

I superamenti nel 2005

	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale (µg/m ³)
	VL	di cui >VL+MDT	
Amundsen	11	0	52
Garibaldi	14	2	61
Giardini	12	1	66
Nonantolana	2	0	49
XX Settembre	0	0	46

■ ≤ VL ■ > VL ■ > VL+MDT

Tab. n° 4.1.: NO₂ -verifica del rispetto dei limiti normativi

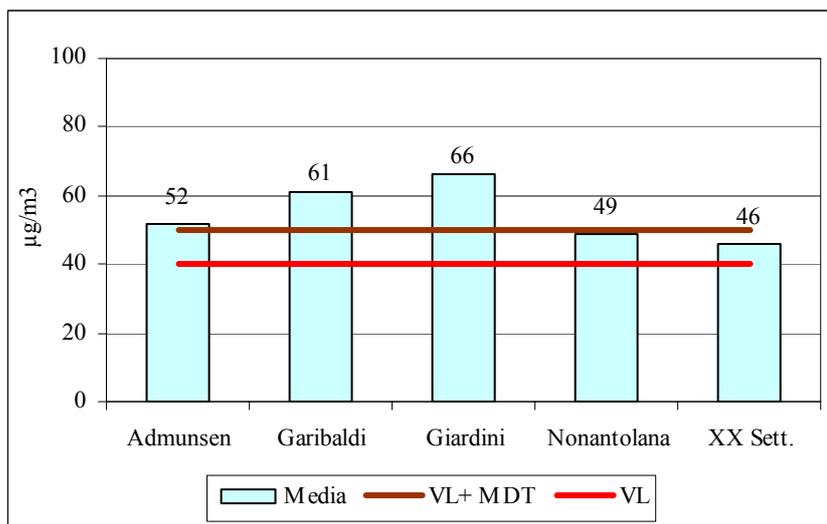


Figura 4.3: NO₂ - Medie annuali 2005

Le concentrazioni rilevate nel 2005, riportate nella Tab. n° 4.1 e nella Figura 4.3, evidenziano una criticità a carico di questo inquinante, in particolare sulle medie annuali. Infatti, tutte le stazioni hanno superato il valore limite in vigore a partire dal 2010 e solo Nonantolana e XX Settembre hanno rispettato l'obiettivo previsto per il 2005 (50 µg/m³).

Il trend delle concentrazioni:

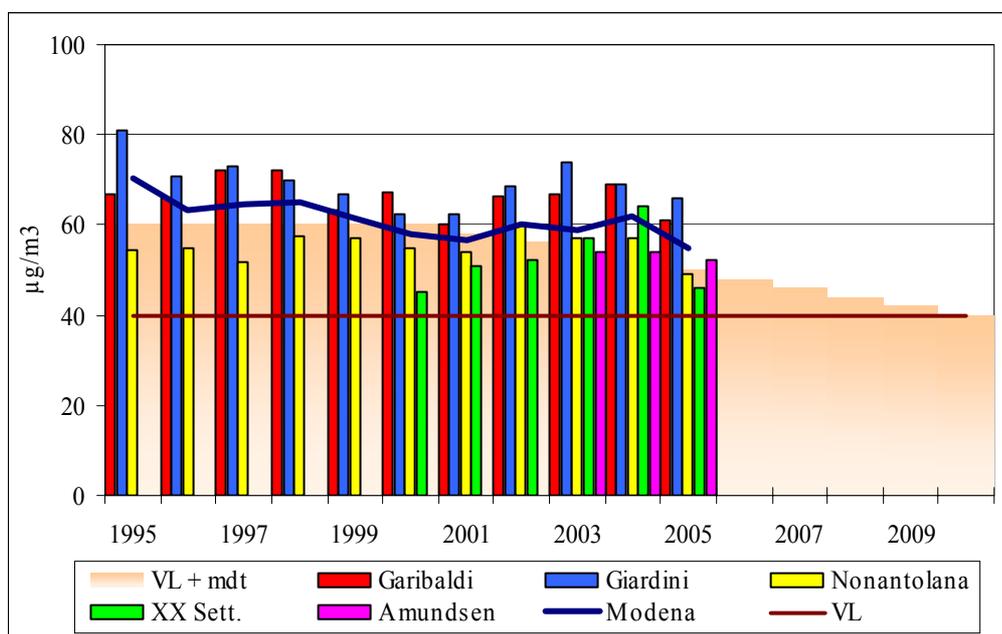


Figura 4.4: NO₂ - trend delle medie annuali e dei superamenti del VL definito sulla media oraria

Le medie annuali di biossido d'azoto evidenziano un lieve calo rispetto agli anni precedenti, in controtendenza con il peggioramento registrato in diverse stazioni dal 2001; questa inversione di tendenza dovrà essere verificata nei prossimi anni.

4.1.3. Polveri inalabili - PM10

L'analizzatore di polveri PM10 installato nella stazione di Giardini è stato attivato a maggio 2005, pertanto i dati raccolti non sono sufficienti per una valutazione dei parametri normativi (media annuale e superamenti); questi verranno elaborati solo per la determinazione degli andamenti mensili e per la compilazione della mappa dei superamenti, dove non è necessario disporre di un numero minimo di dati nell'anno.

Andamenti temporali nel 2005

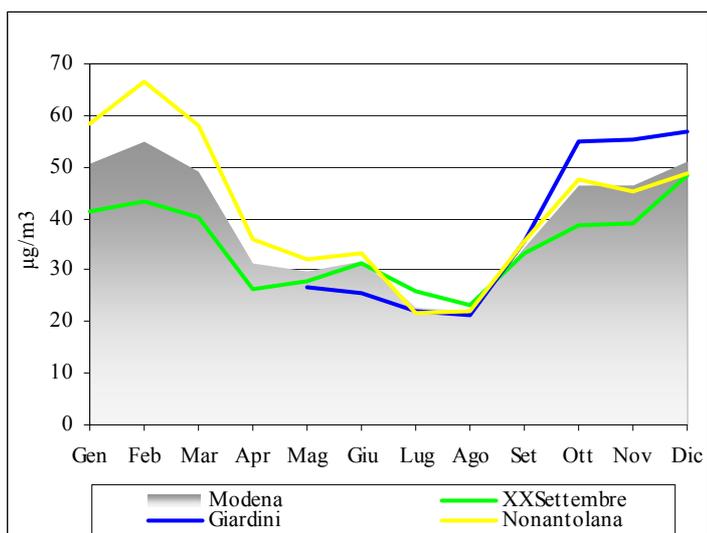


Figura 4.5: PM10 - concentrazioni medie mensili

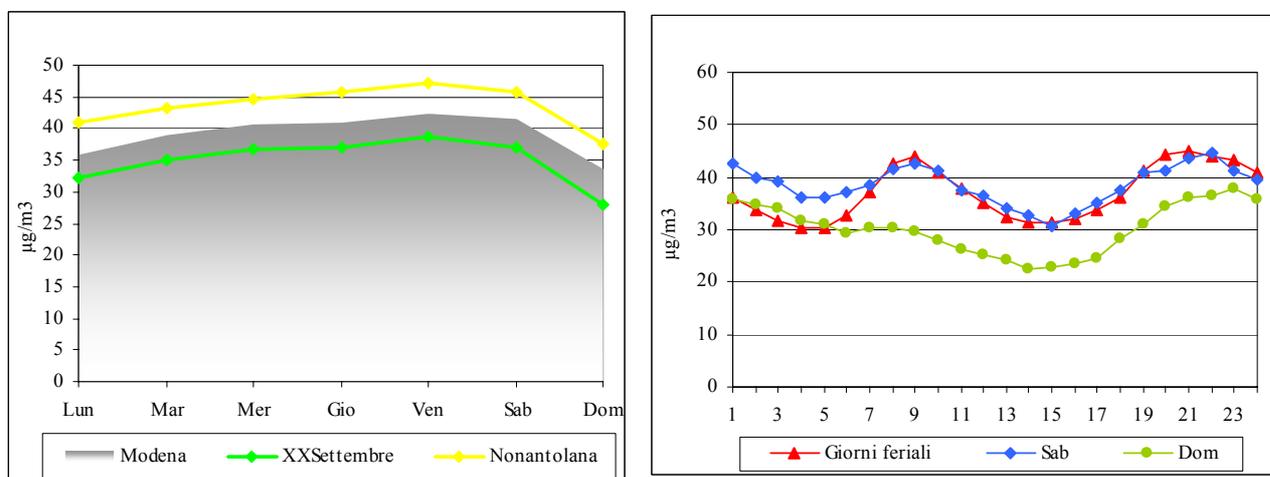


Figura 4.6: PM10 - settimana tipica annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio della città)

Gli andamenti temporali risultano simili a quelli rilevati per biossido di azoto. Anche per questo inquinante, si nota la differenza tra i giorni feriali e festivi, in particolare la diminuzione delle concentrazioni nella giornata di domenica e il loro incremento nelle prime ore del sabato.

I superamenti nel 2005

	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale (µg/m3)
Nonantolana	108	44
XX Settembre	49	35
	≤ VL	> VL

Tab. n° 4.2: PM10 - verifica del rispetto dei valori limite

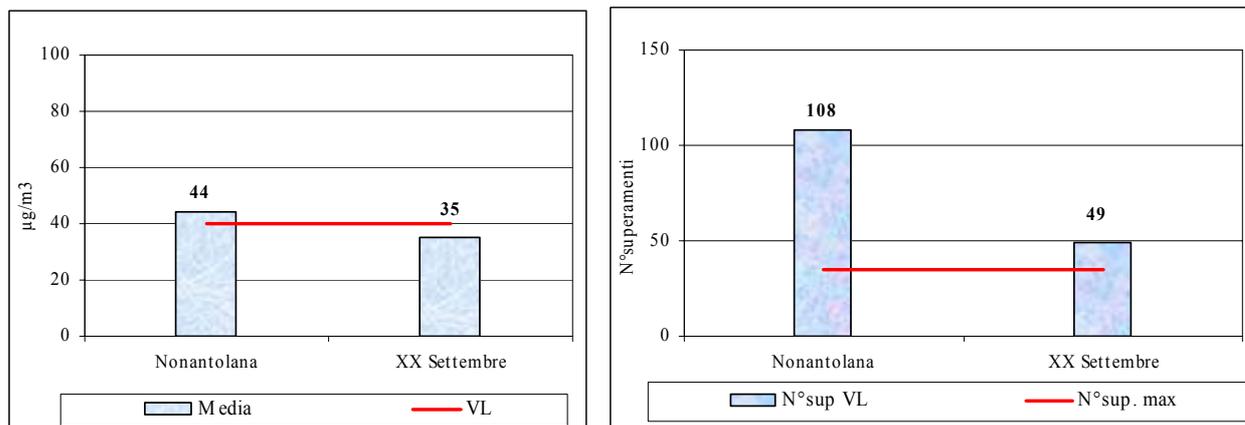


Figura 4.7: PM10 - Medie annuali e numero di superamenti della media giornaliera

La media annuale si attesta a valori prossimi al limite nella stazione di XX Settembre e appena superiori nella stazione di Nonantolana, che risente maggiormente del traffico stradale della via omonima. Gli eventi acuti, risultano invece superiori al limite in entrambe le stazioni, con differenze evidenti tra i due siti. Questi si distribuiscono in prevalenza nei mesi da gennaio a marzo e tra ottobre e dicembre, con una diffusione spaziale che spesso coinvolge tutte le stazioni sebbene con intensità diverse, come si evince dalla tabella che segue rappresentate i singoli episodi registrati. Questa tabella consente anche di valutare la persistenza nel tempo degli episodi critici che in media durano tra i 4 e i 5 gg con punte che superano i 10 gg consecutivi.

		Mappa dei superamenti																																
Mese	Staz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Gen	Nona	59				67	54	56		57	121	106	65	63				58	61		60	68	106	53	55			73	53		53			
	XXSet						54				86	71										64												
Feb	Nona	108	78	94	52		69	62	57	118	133	105	121	68	63	53		67	73	65					63	52	64	53						
	XXSet	71		53							76	65	60	72																				
Mar	Nona		55	52	58	83	93			67			53		58	77	78	102	107	61			78	86	56	65								
	XXSet														56	59	74	72	54				57	60										
Apr	Nona		54			52	54	66																										
	XXSet																																	
Mag	Nona		53													53															56			
	XXSet																																	
Giu	Nona															57									55	51			54	67				
	XXSet															66															51			
Lug	Nona																																	
	XXSet																														51			
Ago	Nona																																	
	XXSet																																	
Sett	Nona																														63	61		
	XXSet									55																		51	56	57	61			
Ott	Nona											53		53	66	77	70							54	61	51	69	73	75	71	64	52		
	XXSet										54	70	71	58	76	91	76	55		54				52	64		73	88	95	90	82	54		
Nov	Nona	58	65	66		63						57					52		59	53	51		51							55	51			
	XXSet		53	54													66																	
Dic	Nona	51						55								52	53					71	95	88	107	88	77	92						
	XXSet		53													52	59	71				56	67	75	83	115	97	76	70					58

Il trend delle concentrazioni

Le medie annuali e i superamenti registrati nel 2005 risultano stazionari rispetto al 2004; questi ultimi in particolare risultano critici in entrambe le stazioni.

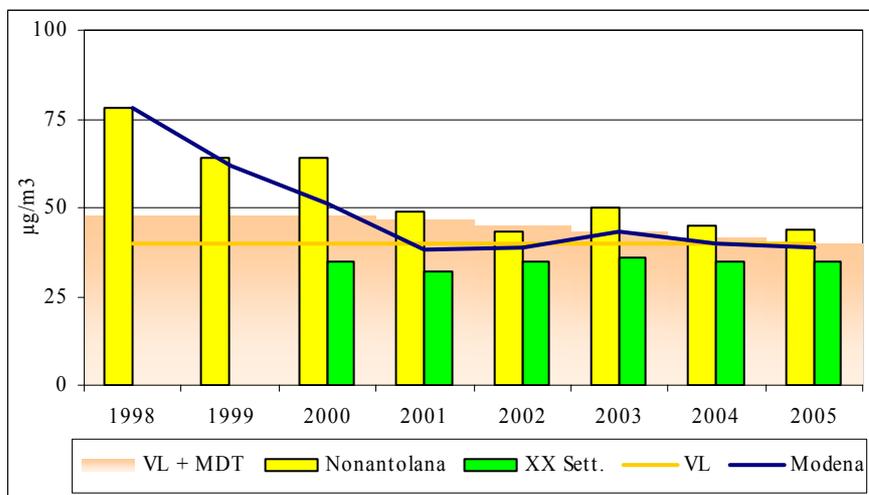


Figura 4.8: PM10 - trend delle concentrazioni medie annuali

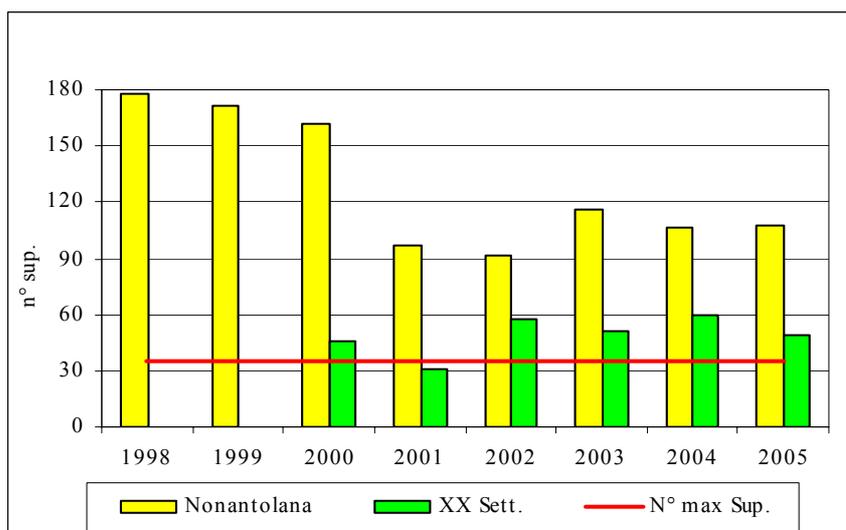


Figura 4.9: PM10 - trend dei superamenti del VL

4.1.4. Monossido di carbonio

Andamenti temporali nel 2005

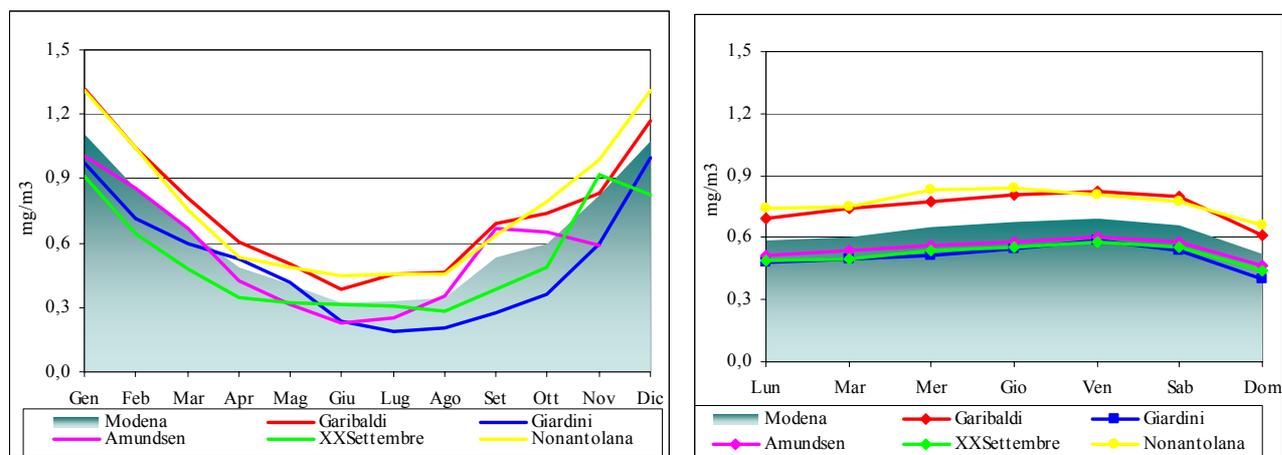


Figura 4.10: CO - concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

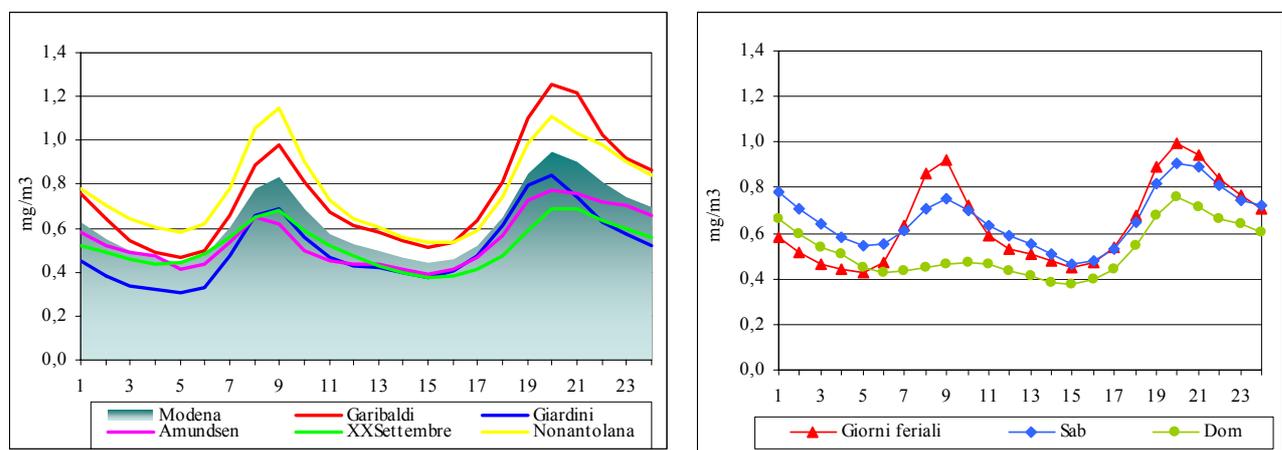


Figura 4.11: CO - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio della città)

L'andamento settimanale, analogo in tutte le stazioni, evidenzia un aumento delle concentrazioni dal lunedì al venerdì, a cui segue un calo consistente nelle giornate di sabato e domenica. Questo calo è confermato anche dall'andamento del giorno tipico feriale e festivo riportato in Figura 4.11 e relativo alle concentrazioni medie della città di Modena.

I superamenti nel 2005:

	Massima media mobile su 8 ore (mg/m ³)
Amundsen	2.7
Garibaldi	4.3
Giardini	2.9
Nonantolana	4.2
XX Settembre	2.1
	 ≤ VL > VL

Tab. n° 4.3: CO - Verifica del rispetto del valore limite

Il valore limite previsto dalla normativa è ampiamente rispettato in tutte le stazioni.

Il trend delle concentrazioni

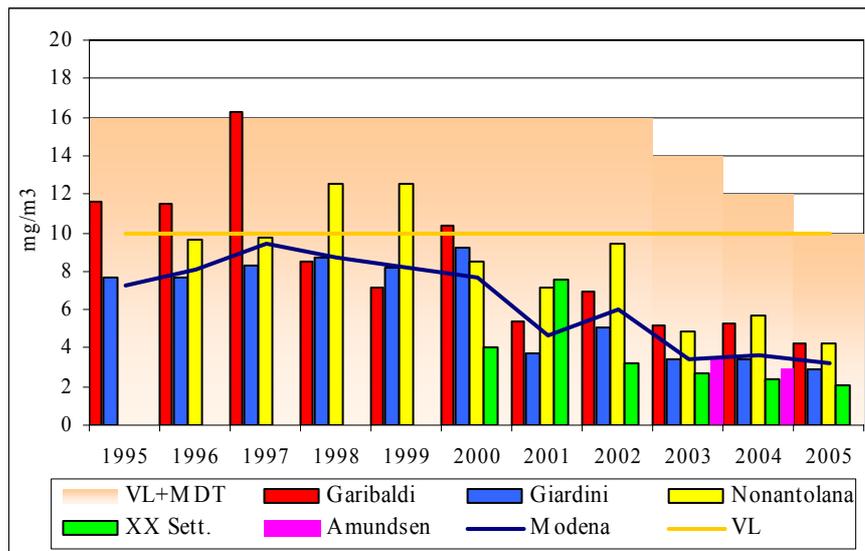


Figura 4.12: CO - trend della massima media mobile su 8 ore

Le concentrazioni di monossido di carbonio, vedi Figura 4.12 in cui è riportata la massima media mobile delle 8 ore registrata dal 1995 al 2005, confermano anche per il 2005 la riduzione dei livelli ambientali di questo inquinante, riduzione che risulta consolidata già dal 2003.

4.1.5. Benzene

Andamenti temporali nel 2005

L'analizzatore BTX di XX Settembre, causa problemi tecnici concentrati nel periodo estivo che hanno comportato l'invalidazione di dati, ha registrato un'efficienza pari al 76.4%, inferiore quindi a quanto previsto della normativa. Nelle elaborazioni successive si riporta comunque il dato di questa stazione, anche tenuto conto che la carenza di dati riguarda un periodo meno significativo per i livelli ambientali di questo inquinante.

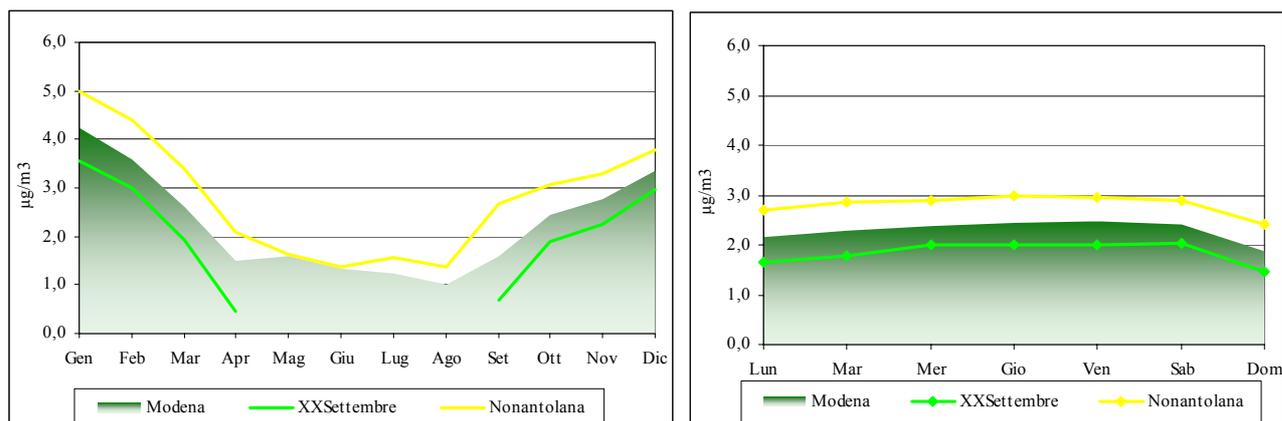


Figura 4.13: Benzene - concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

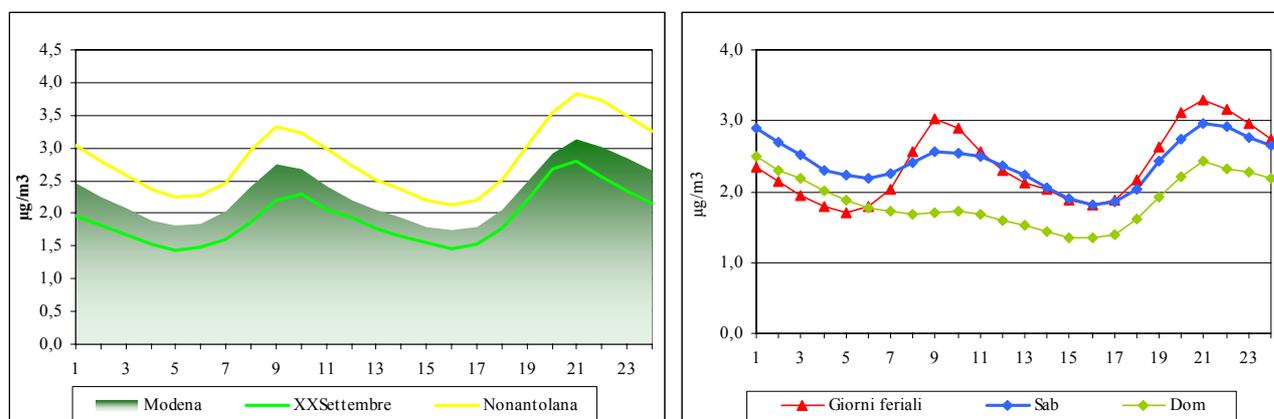


Figura 4.14: Benzene - giorno tipico annuale e giorno tipico ferial e festivo (dato medio della città)

Gli andamenti temporali del benzene sono analoghi a quanto già descritto precedentemente per gli altri inquinanti.

I superamenti nel 2005:

	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Nonantolana	2.8	
\leq VL	> VL	> VL+MDT

Tab. n° 4.4: Benzene - verifica del rispetto dei valori limite

Le concentrazioni rilevate nel 2005 nella stazione di Nonantolana (Tab. n° 4.4) non evidenziano alcuna criticità a carico di questo inquinante. I dati della stazione di XX Settembre non risultano sufficienti per questa elaborazione.

Il trend delle concentrazioni

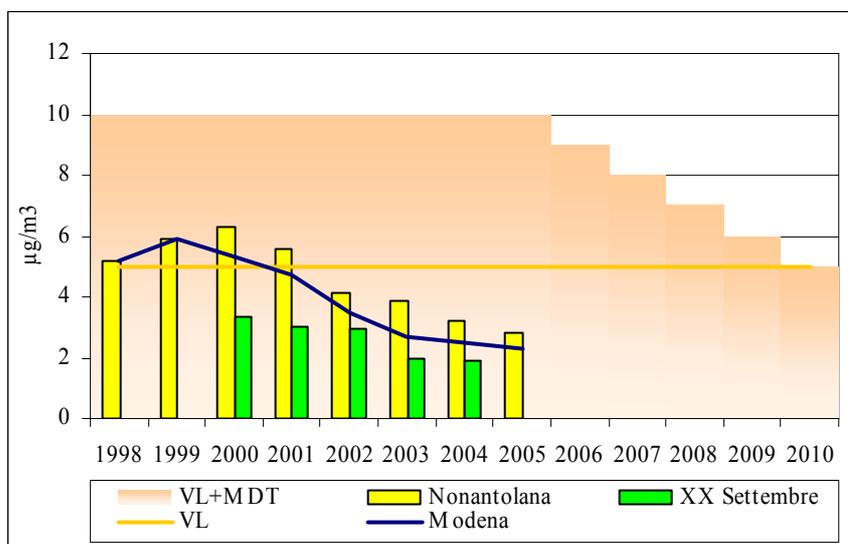


Figura 4.15: Benzene- trend delle medie annuali- confronto con il VL e il VL + MDT

Il trend delle medie annuali mostra, anche per il 2005, un leggero calo, in linea con quanto rilevato negli anni precedenti; i valori sono già da alcuni anni inferiori al valore limite.

4.1.6. Ozono

Andamenti temporali nel 2005:

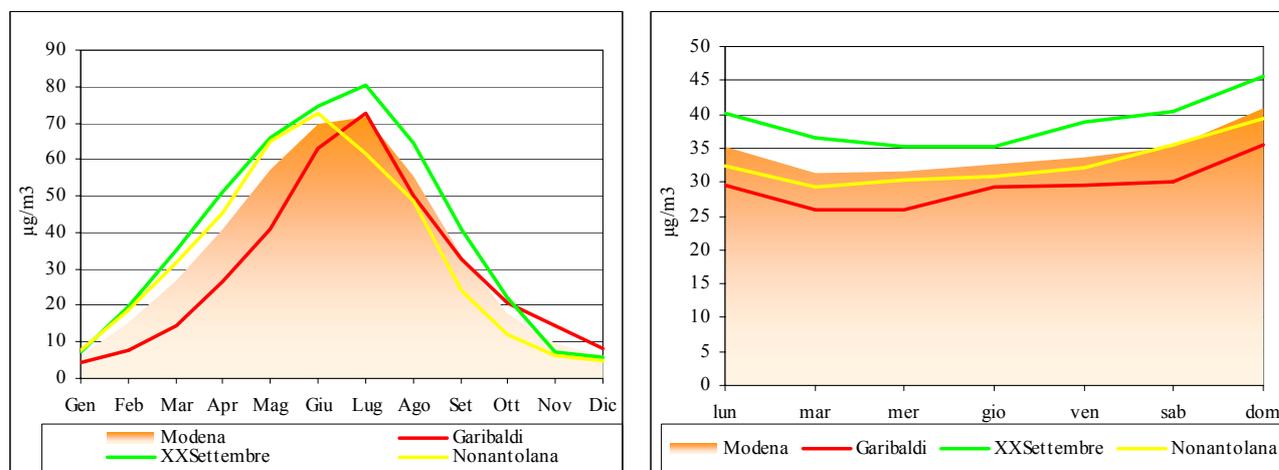


Figura 4.16: O₃ -medie mensili settimana tipica annuale

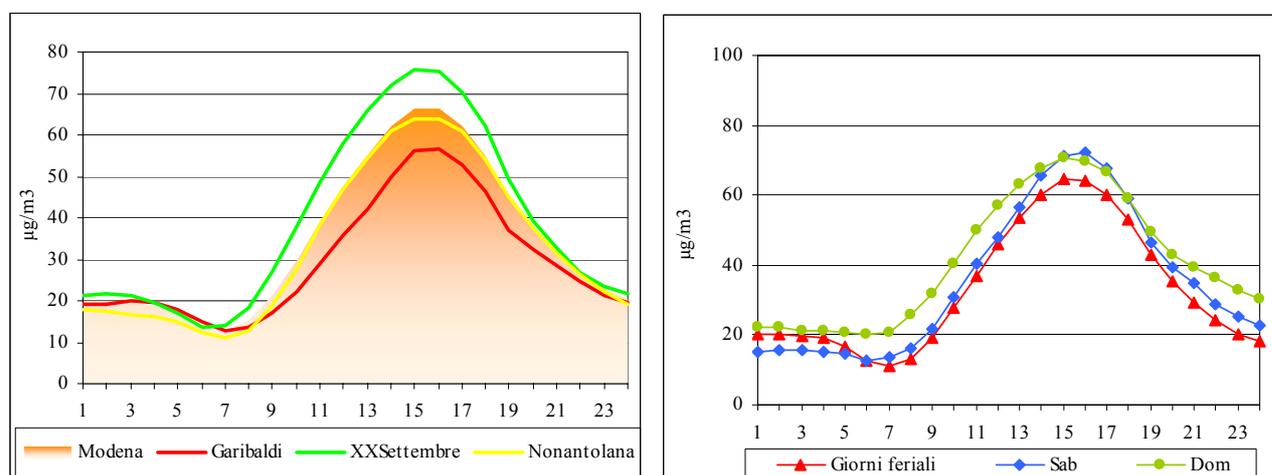


Figura 4.17: O₃ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo

I grafici precedentemente riportati rispecchiano l'andamento tipico di questo inquinante, le cui concentrazioni risultano più elevate nei mesi più caldi e nelle ore di massimo irraggiamento solare.

Si nota inoltre un innalzamento delle concentrazioni in corrispondenza delle giornate di sabato e domenica probabilmente determinato da una riduzione dei livelli in atmosfera di inquinanti primari che reagendo con l'ozono ne determinano la sua rimozione.

I superamenti nel 2005:

	Media oraria (µg/m ³)		
	N°superamenti soglia di informazione (180 µg/m ³)		N°superamenti soglia di allarme (240 µg/m ³)
	N°giorni	N°ore	
Garibaldi	3	6	0
Nonantolana	2	8	0
XX Settembre	3	17	0

	Max media mobile 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	
	N°superamenti anno 2005 (OLT = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N°superamenti media anni 03/04/05 (VB=120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max 25 superamenti)	anno 2005 (OLT = 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 media su 5 anni 2001 - 2005 (VB = 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Garibaldi	27	30	17944	16238
Nonantolana	61	50	24447	25260
XX Settembre	31	69	32059	35690
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione	

Tab. n° 4.5: O3 - verifica del rispetto dei limiti normativi

I superamenti della soglia di informazione sono complessivamente contenuti, mentre risulta più critico il rispetto del valore bersaglio e dell'obiettivo a lungo termine definiti sulla media mobile, per la protezione della salute umana, e sul parametro AOT40, per la vegetazione. I valori più elevati si riscontrano nella stazione di XX Settembre, meno influenzata da sorgenti primarie.

Il trend delle concentrazioni

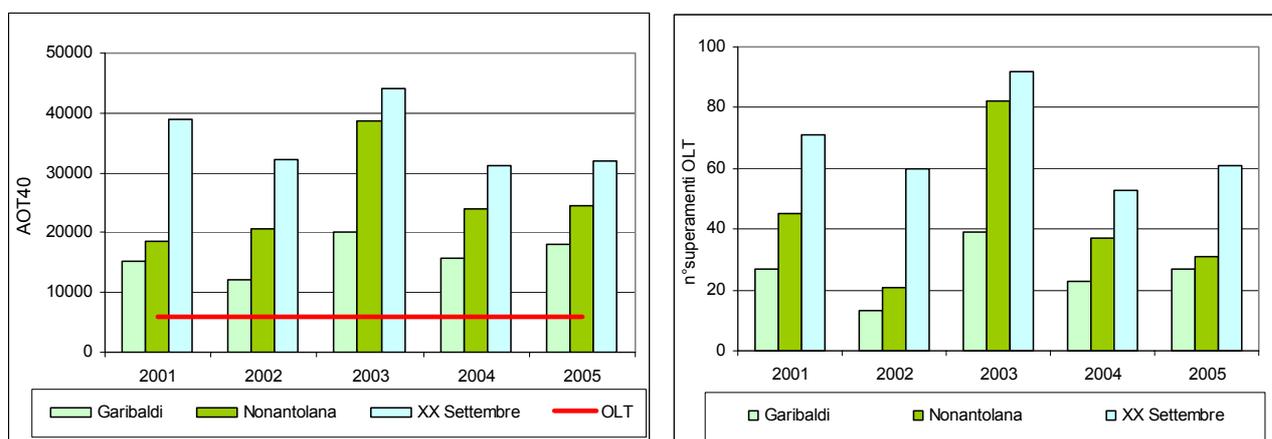
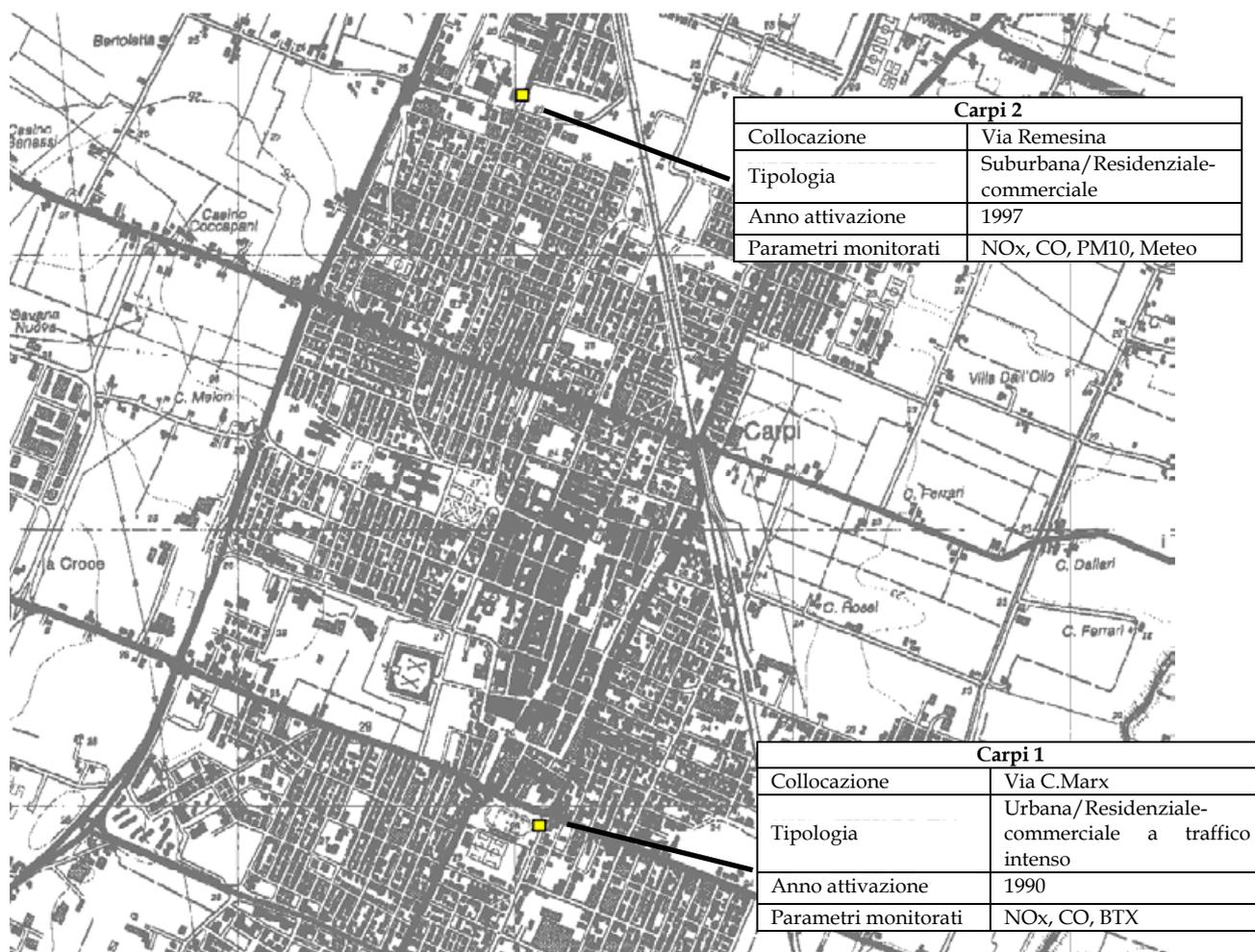


Figura 4.18: O3 - trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

I grafici riportati non mostrano evidenti trend in atto; la variazione temporale riscontrata è principalmente legata alla meteorologia che ha contraddistinto gli anni di rilevamento.

4.2. Comune di Carpi

Nel 2005, il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Carpi è stato effettuato tramite due postazioni della rete fissa collocate in via Carlo Marx (Carpi 1) e in via Remesina (Carpi 2). La prima, è una stazione classificata "da traffico" ed è situata all'interno dell'area cortiliva dello Stadio Comunale in zona urbana di tipo residenziale/commerciale; la seconda, è una stazione di "fondo suburbano" posta anch'essa in zona residenziale/commerciale. Di seguito si riporta la mappa dettagliata della loro collocazione e gli inquinanti monitorati in ogni punto.



4.2.1. Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2005

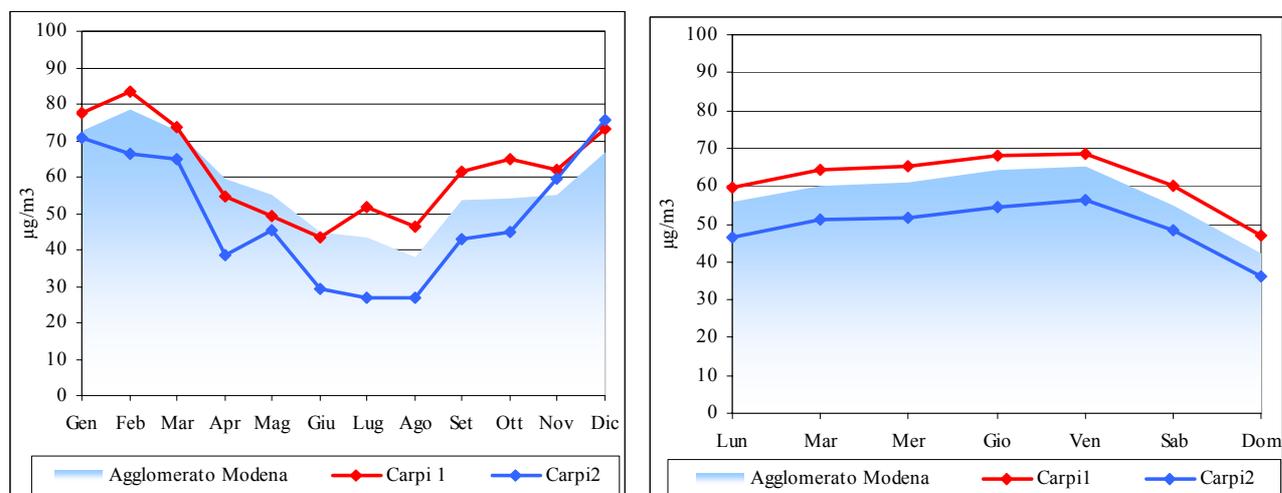


Figura 4.19: NO₂ - concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

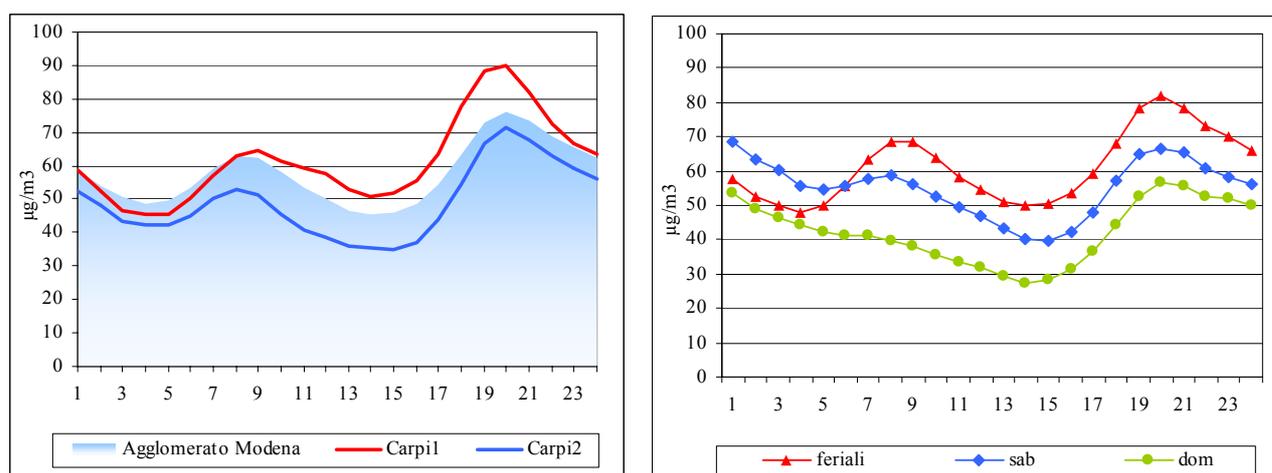


Figura 4.20.: NO₂ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (media dell'aggl. di Modena)

Carpi1 presenta concentrazioni più elevate rispetto alla stazione di Carpi2, pur mantenendo andamenti simili; tale differenza è legata alla diversa collocazione delle due stazioni, la prima, posta in prossimità di una strada a intenso traffico (veicoli/giorno >10000 unità), la seconda, ubicata invece in area suburbana, nelle vicinanze di un parco.

In entrambe le stazioni, si nota un calo consistente delle concentrazioni nelle giornate di sabato e domenica; questo calo è evidente sia nel grafico rappresentante la settimana tipica annuale, sia nel giorno tipico feriale e festivo, dove si nota in particolare la diminuzione delle concentrazioni nella mattinata di domenica e il loro incremento nelle prime ore del sabato, rispetto a quanto rilevato nelle corrispondenti ore dei giorni feriali.

I superamenti nel 2005

	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Carpi 1 - Via Marx	10	3	62
Carpi 2 - Via Remesina	13	1	49

■ \leq VL ■ > VL ■ > VL+MDT

Tab. n° 4.6: NO₂ - verifica del rispetto dei valori limite

La tabella evidenzia valori medi annuali superiori al limite in entrambe le stazioni, con un dato più critico nella stazione di Carpi1 dove si registra il superamento del margine di tolleranza; entrambe le stazioni non hanno invece superato il limite fissato sulla media oraria, che prevede un massimo di 18 ore di superamento del valore di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il trend delle concentrazioni

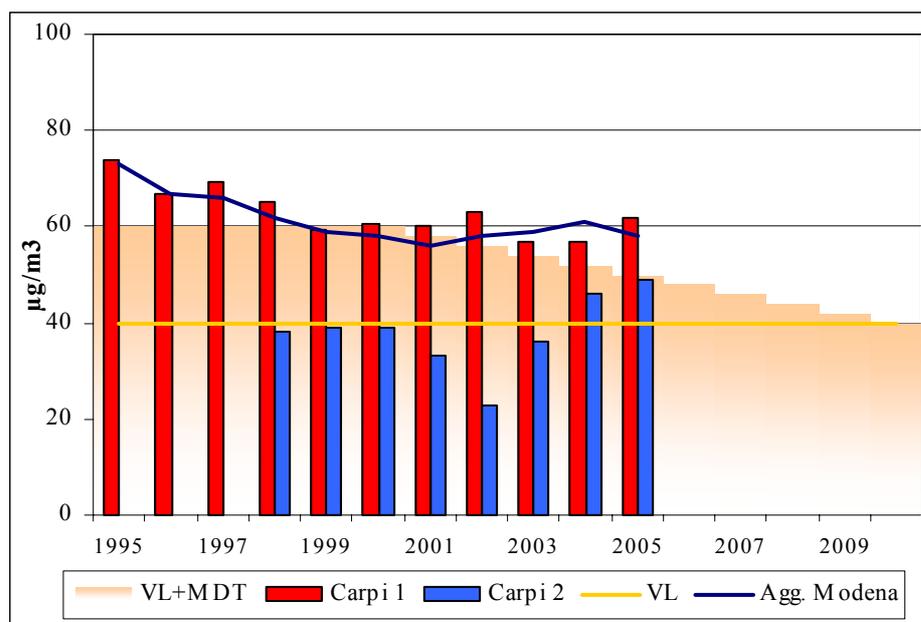


Fig. 4.21: NO₂ - trend delle medie annuali

Il trend delle medie annuali evidenzia nel 2005 un aumento delle concentrazioni in entrambe le stazioni, aumento che risulta più evidente nella stazione di Carpi2.

4.2.2. Polveri inalabili - PM10

Andamenti temporali nel 2005

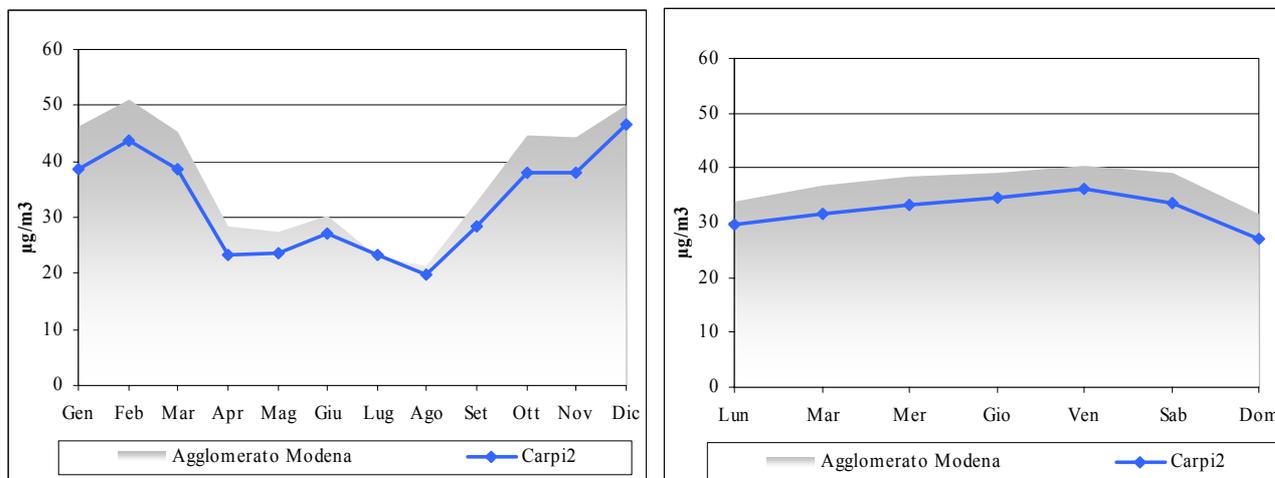


Figura 4.22: PM10 - concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

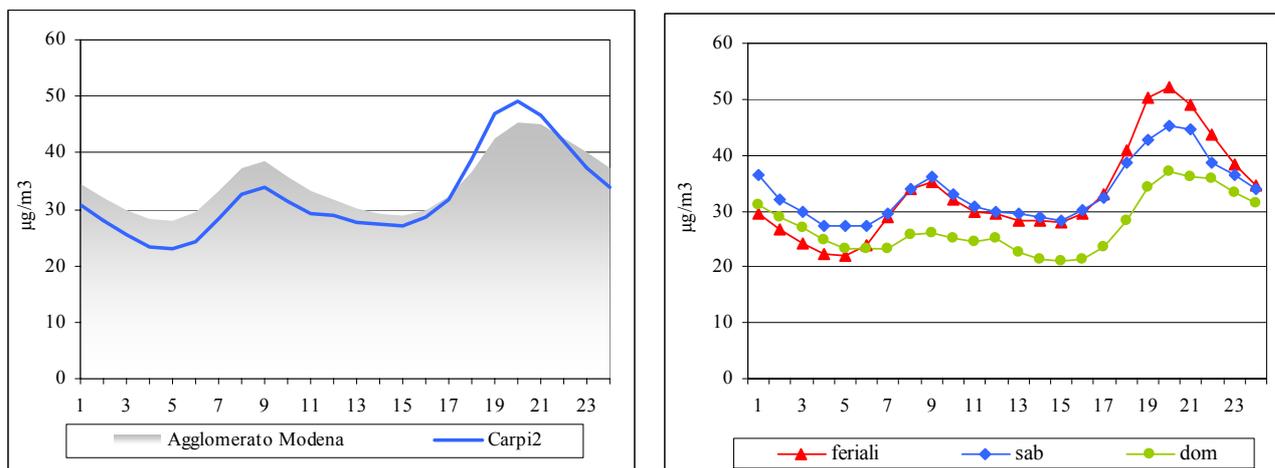


Figura 4.23.: PM10 - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (media dell'Aggl. di Modena)

Gli andamenti temporali registrati nella stazione di Carpi2 seguono quelli dell'agglomerato di Modena, sebbene le concentrazioni misurate siano leggermente inferiori. Anche per questo inquinante, si notano le differenti concentrazioni registrate nelle giornate festive e prefestive rispetto a quelle feriali.

I superamenti nel 2005

	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Carpi 2 - Via Remesina	43	32
■ \leq VL ■ $>$ VL		

Tab. n° 4.7: PM10 -verifica del rispetto dei limiti normativi

La tabella di seguito riportata, in cui sono rappresentati i singoli episodi di superamento del valore limite giornaliero, mette in evidenza i mesi più critici e la persistenza dei fenomeni registrati.

Mappa dei Superamenti																																		
Mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31		
Gen										64	62											62						58	51					
Feb	70							57	75	76	70	82							70	53														
Mar					53											62	82	68	55			59	52											
Apr																																		
Mag																																		
Giu																																		
Lug																																		
Ago																																		
Set																																	52	
Ott										53	57	64	60	70	60	56												54						
Nov																	62	62				52												
Dic	51	57																				61	100	74	123	85	74	62					51	

Il trend delle concentrazioni

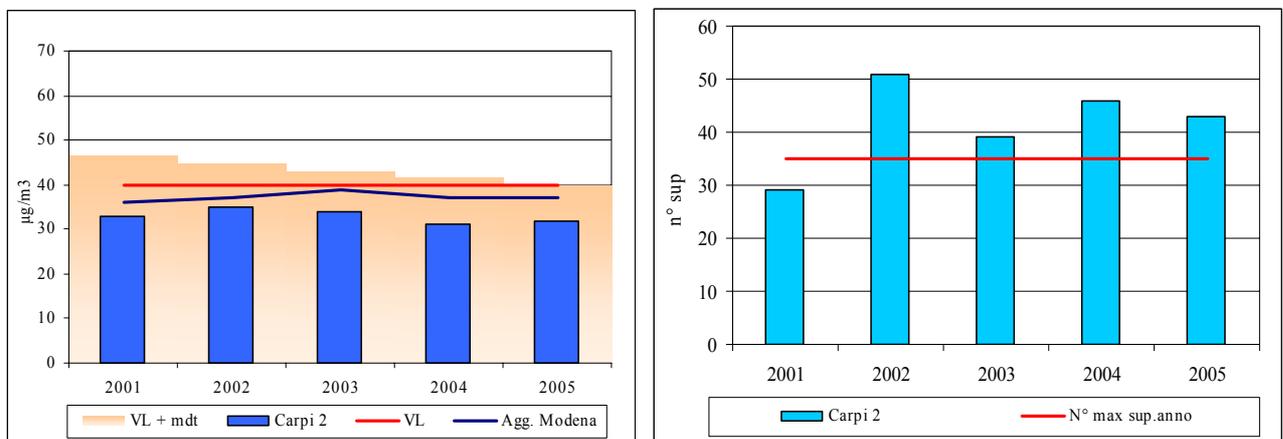


Fig. 4.24: PM10 -trend delle medie annuali e del n° di superamenti del valore limite definito sulla media giornaliera

Le medie annuali registrate nella stazione di Carpi2 risultano stazionarie negli anni e inferiori al limite normativo. Anche nel 2005, i superamenti del valore limite riferito alla media giornaliera sono superiori a quanto consentito, senza un evidente trend in atto.

4.2.3. Monossido di carbonio

Andamenti temporali nel 2005:

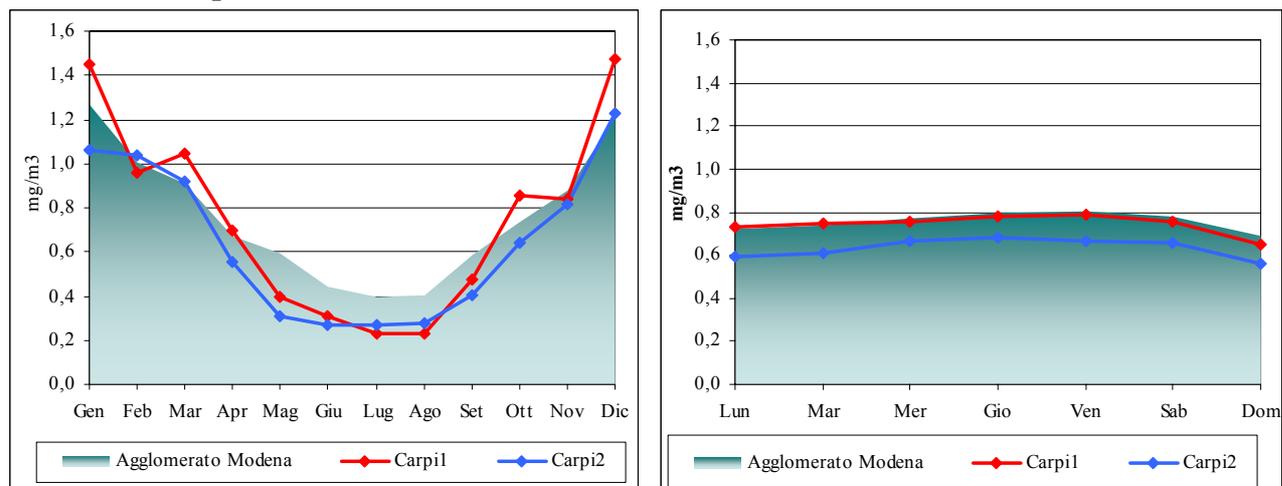


Figura 4.25: CO - concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

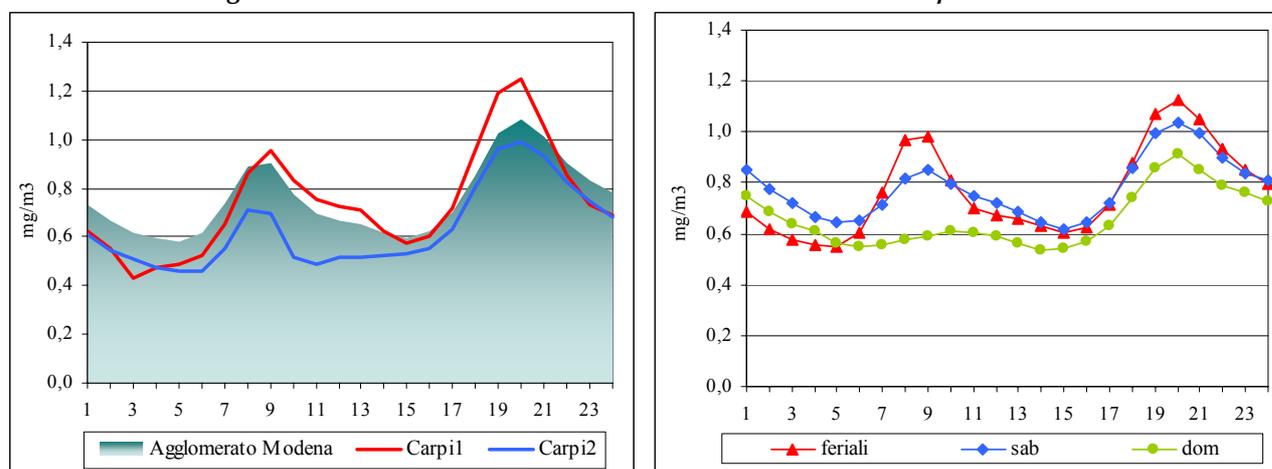


Figura 4.26: CO - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (media dell'aggl. di Modena)

Gli andamenti del monossido di carbonio confermano quanto già evidenziato per gli inquinanti precedentemente trattati.

I superamenti nel 2005:

	Max media mobile su 8 ore (mg/m ³)
Carpi 1 – Via C. Marx	4.4
Carpi2 – Via Remesina	3.9
■ ≤ VL	■ > VL

Tab. n° 4.8: CO - Verifica del rispetto del valore limite

Il massimo valore delle medie mobili (8 h) rilevate nel 2005 è ampiamente inferiore al limite imposto dalla normativa in entrambe le stazioni.

Il trend delle concentrazioni

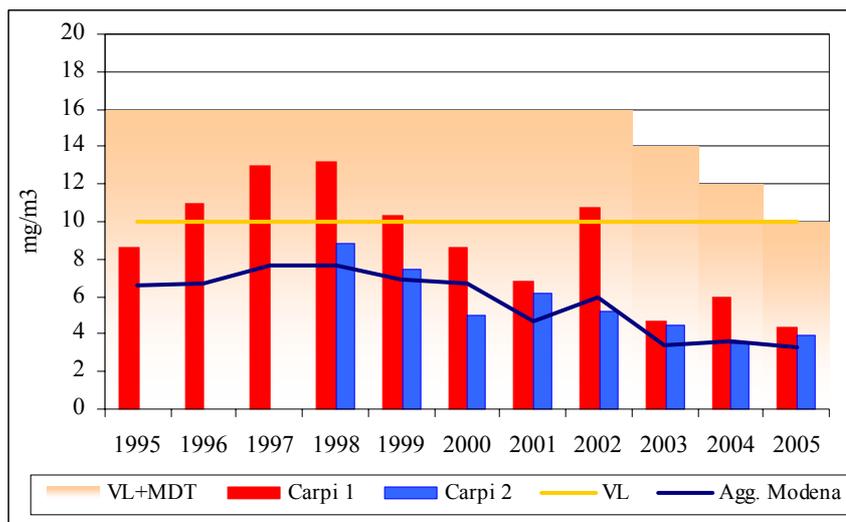


Figura 4.27: CO- trend della massima media mobile 8 ore

Le concentrazioni si mantengono in entrambe le stazioni ampiamente al di sotto dei limiti normativi ed in linea con quanto rilevato per l'Agglomerato di Modena, ad esclusione del dato di Carpi1 nel 2002, peraltro non confermato negli anni successivi

4.2.4. Benzene

Andamenti temporali nel 2005

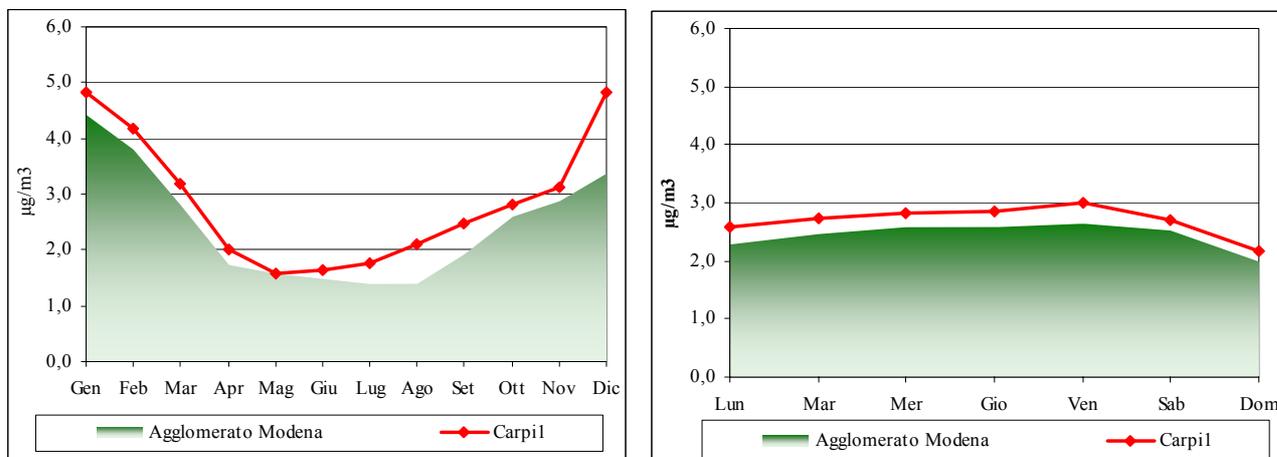


Figura 4.28: Benzene - concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

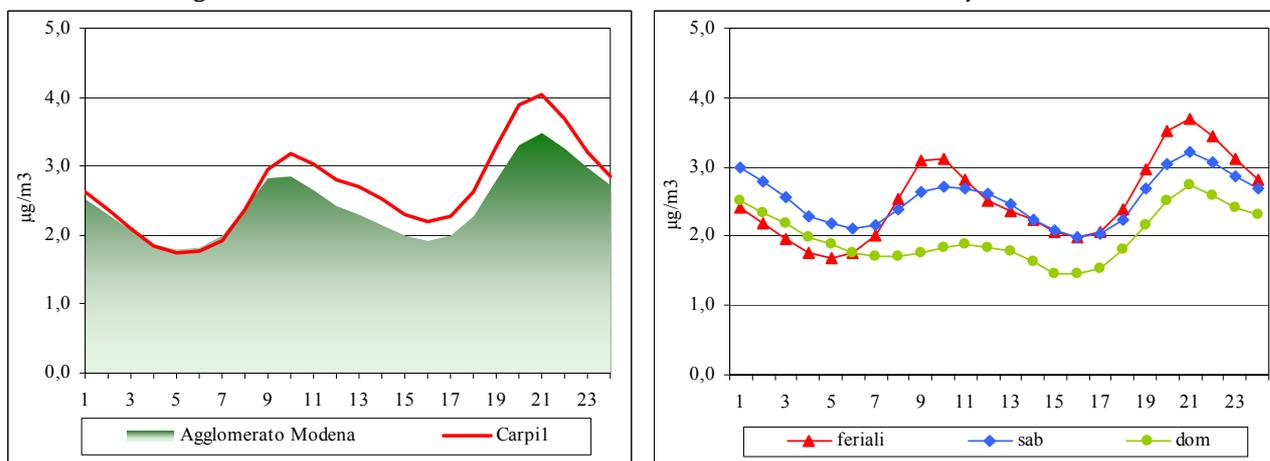


Figura 4.29: Benzene - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (media dell'Aggl. di Modena)

Gli andamenti temporali sono simili a quanto rilevato nell'Agglomerato di Modena e a quanto evidenziato per gli altri inquinanti, anche se le concentrazioni misurate a Carpi1 sono sempre superiori a causa della sua vicinanza alla strada.

I superamenti nel 2005:

	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Carpi1 – Via C. Marx	2.7
 \leq VL	 $>$ VL
	 $>$ VL+MDT

Tab. n° 4.9: Benzene - verifica del rispetto dei valori limite

La media annuale rilevata nel 2005 rispetta i limiti normativi.

Il trend delle concentrazioni

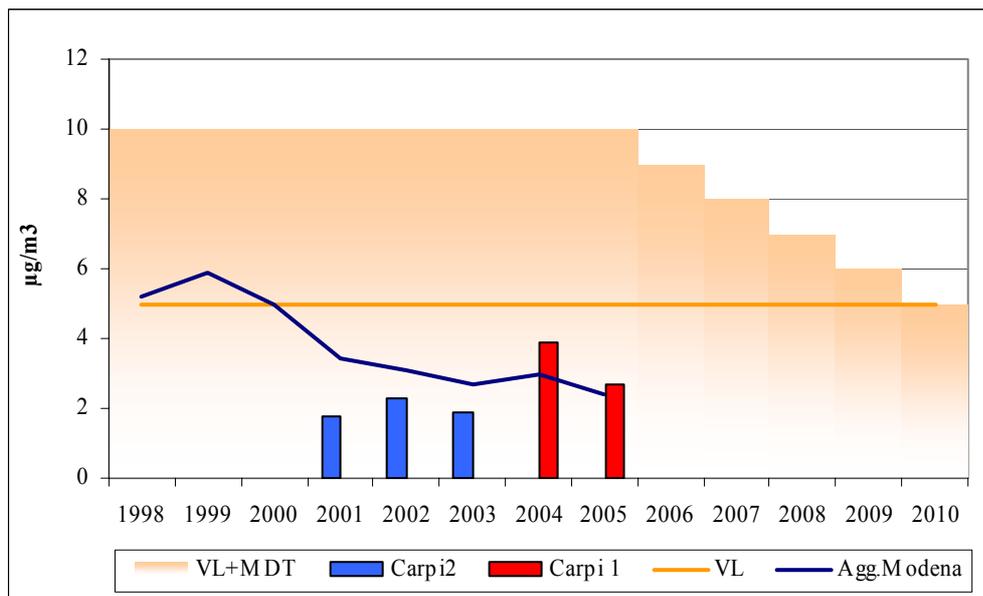


Figura 4.30: Benzene - trend della media annuale

Nel 2004, lo strumento di rilevazione del benzene è stato spostato da Carpi 2 a Carpi1, stazione più significativa per il monitoraggio di questo inquinante. I dati a disposizione non permettono quindi la valutazione dell'evoluzione temporale delle concentrazioni rilevate. Nel grafico sono comunque riportate le medie annuali rilevate nelle due stazioni e il dato relativo all'agglomerato.

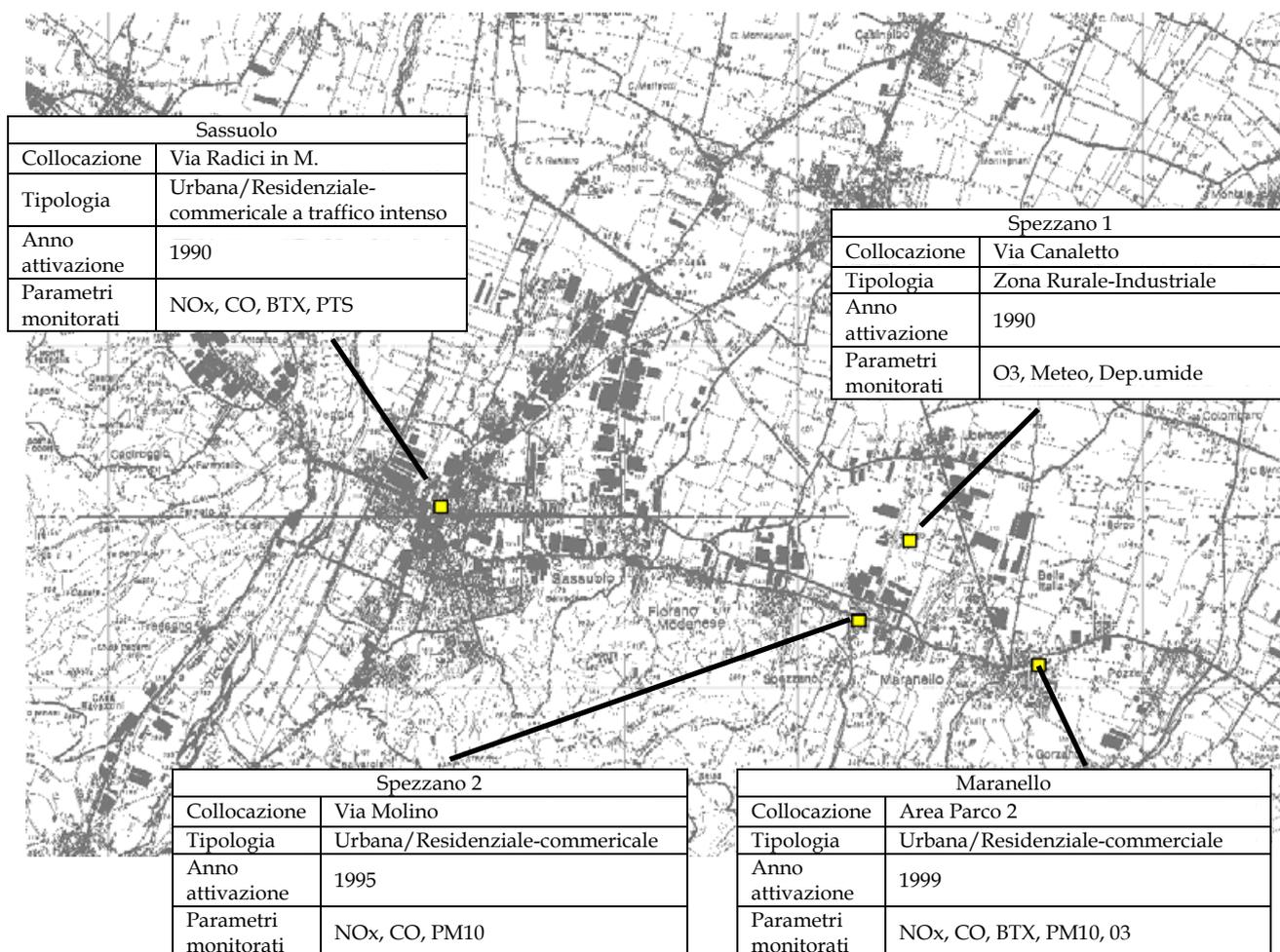
4.3. Distretto Ceramico

Le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nel Distretto Ceramico sono quattro e sono collocate a:

- Sassuolo, all'incrocio di via Radici in Monte, c/o Stazione Ferroviaria ATCM;
- a Fiorano nelle postazioni di Spezzano1 (via Canaletto c/o il civico n°80) e Spezzano2 (via Molino c/o la Scuola Elementare C. Menotti);
- Maranello (nell'area del Parco 2).

Ad integrazione del monitoraggio con stazioni fisse, nel comprensorio ceramico è operativo un mezzo rilocabile di proprietà di SAT, per il quale esistono già alcuni siti predisposti per la sua collocazione. I dati di questa stazione, che rimane in ogni punto per più di due mesi, concorrono alla valutazione del dato medio dell'agglomerato. Il dettaglio dei dati rilevati è riportato invece in un paragrafo dedicato a queste campagne.

La mappa di seguito riportata rappresenta l'ubicazione delle stazioni di misura.



4.3.1. Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2005:

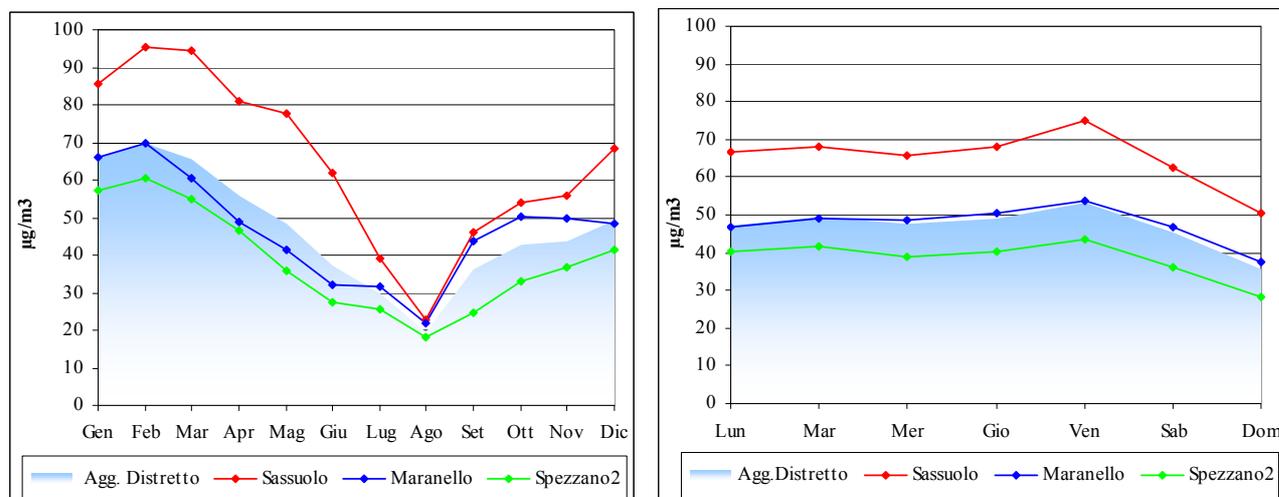


Figura 4.31: NO₂ - medie mensili e settimana tipica annuale

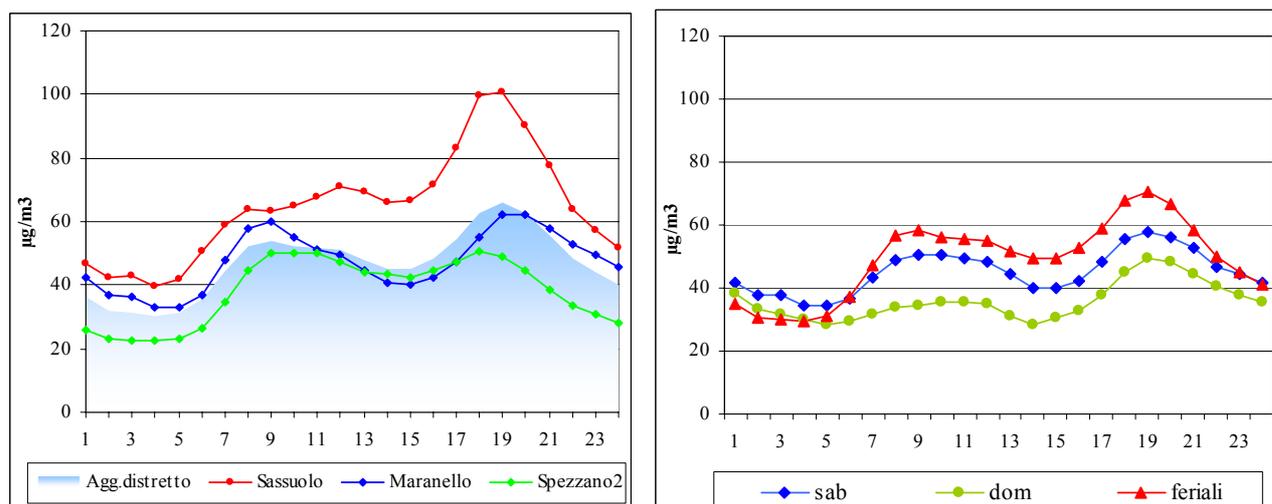


Figura 4.32: NO₂ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio dell'agglomerato)

Gli andamenti temporali sono simili in tutte le postazioni ad eccezione del giorno tipico di Sassuolo, caratterizzato da un aumento continuo delle concentrazioni che si manifesta dalle prime ore del giorno fino all'evidente picco serale. Rispetto agli andamenti fino ad ora riportati, si nota quindi l'assenza del calo delle concentrazioni che si osserva nelle altre stazioni nelle ore centrali della giornata (vedi anche quelle della città di Modena). Questo diverso comportamento è probabilmente determinato da un differente andamento dei flussi veicolari.

Rispetto a quanto rilevato nelle stazioni dell'agglomerato di Modena, risulta inoltre più evidente il calo delle concentrazioni registrato nel mese di Agosto, corrispondente alla sospensione delle attività produttive e del relativo traffico indotto.

I superamenti nel 2005:

	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Sassuolo	34	2	65
Maranello	0	0	48
Spezzano2	0	0	38

 \leq VL
 > VL
 > VL+MDT

Tab. n° 4.10: NO₂ - Verifica del rispetto dei valori limite e dei valori limite aumentati del margine di tolleranza

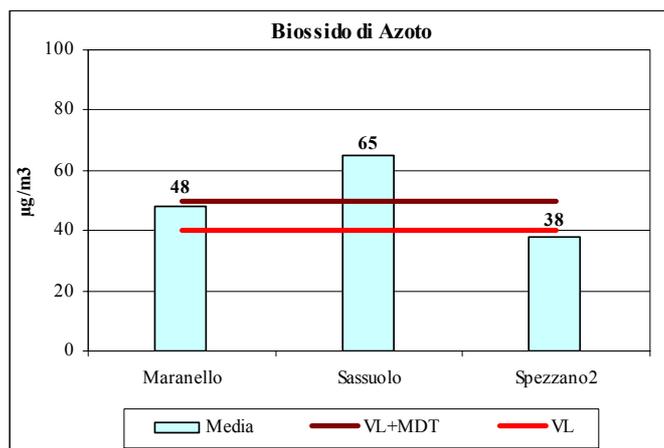


Figura 4.33: NO₂ -medie annuali

Le concentrazioni medie annuali risultano superiori al limite nelle stazioni di Sassuolo e Maranello; nella stazione di Sassuolo viene superato anche il margine di tolleranza previsto per il 2005. La maggiore criticità della stazione di Sassuolo, si evidenzia anche dal numero di superamenti della media oraria, quasi doppio rispetto a quanto consentito (massimo 18 superamenti).

Il trend delle concentrazioni:

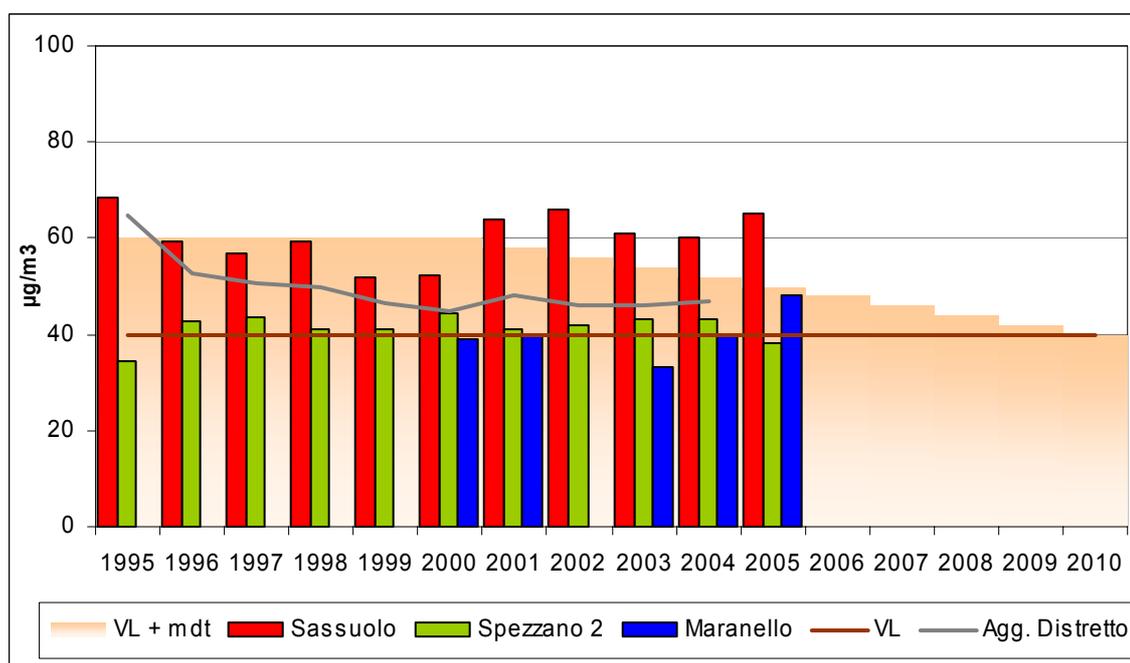


Figura 4.34: NO₂ - trend delle medie annuali

Le concentrazioni medie annuali rilevate nel 2005 evidenziano un aumento dei livelli di NO₂ nella stazione di Maranello dove, rispetto agli anni scorsi, si registra il superamento del valore limite (in vigore dal 2010); le altre stazioni rilevano valori pressoché costanti negli ultimi anni.

4.3.2. Polveri inalabili - PM10

Andamenti temporali nel 2005

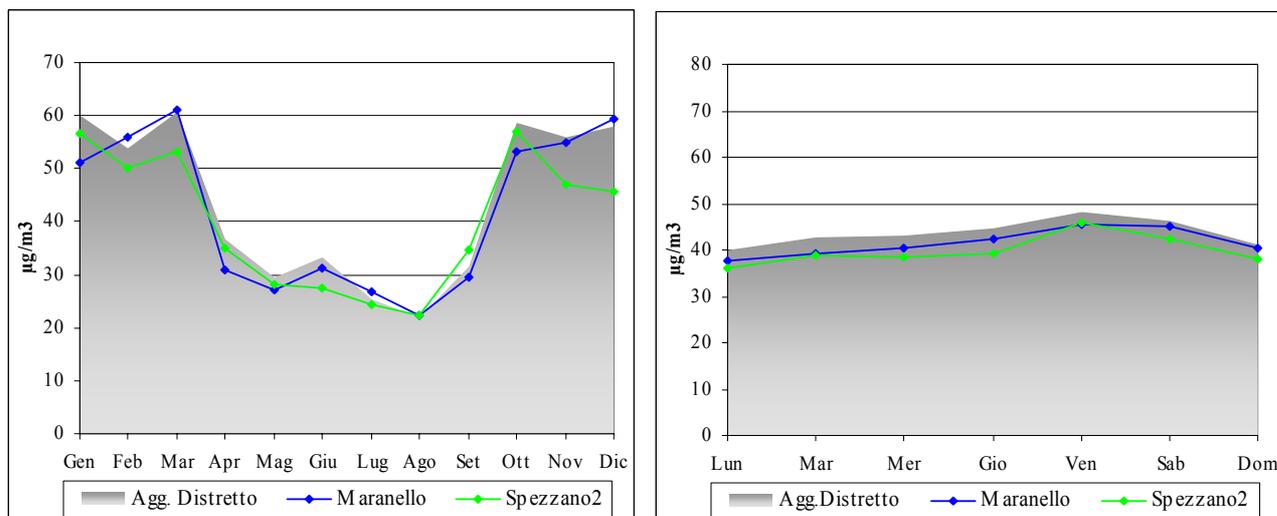


Figura 4.35: PM10 - medie mensili e settimana tipica annuale

I grafici degli andamenti temporali, analoghi per le due postazioni, evidenziano la stagionalità tipica di questo inquinante con concentrazioni più elevate nei mesi invernali; l'andamento settimanale conferma il calo dei valori nel fine settimana, già evidenziato per il biossido di azoto.

Il dato dell'agglomerato è stato ottenuto mediando i dati rilevati nelle due stazioni sopra riportate e dalla Rilocabile SAT; per questo motivo in alcuni mesi dell'anno e nella settimana tipica le concentrazioni dell'Agglomerato risultano superiore a quello delle singole stazioni riportate.

I superamenti nel 2005

	Media giornaliera (n° superamenti VL)	Media annuale (µg/m ³)
Maranello	96	42
Spezzano2	88	40

≤ VL
 > VL

Tab. n° 4.11: PM10 - verifica del rispetto dei limiti normativi

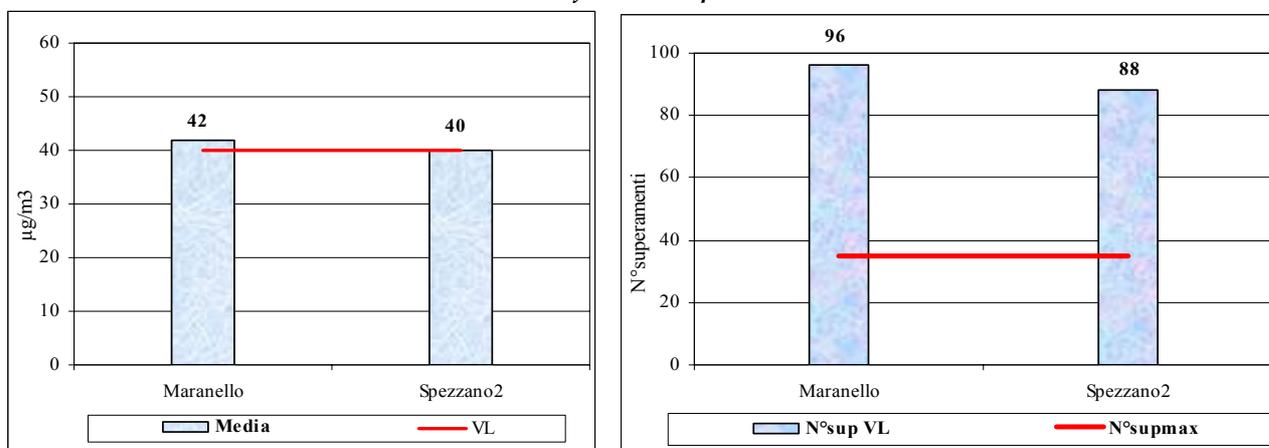


Figura 4.36: PM10 - Concentrazione media annua e numero di superamenti del valore limite definito sulla media giornaliera

4.3.3. Monossido di carbonio

Andamenti temporali nel 2005:

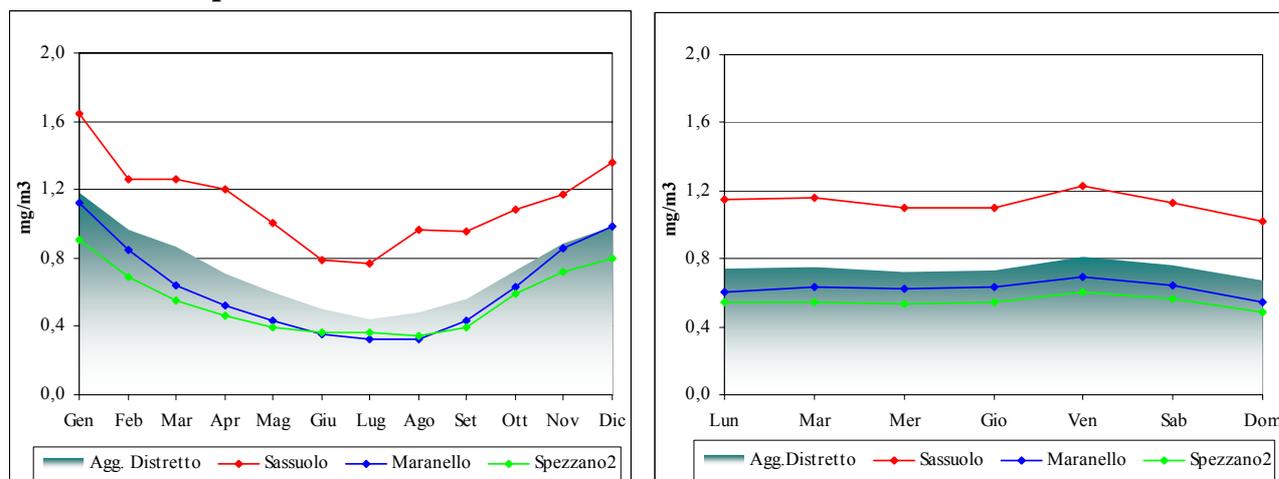


Figura 4.38: CO - medie mensili e settimana tipica annuale

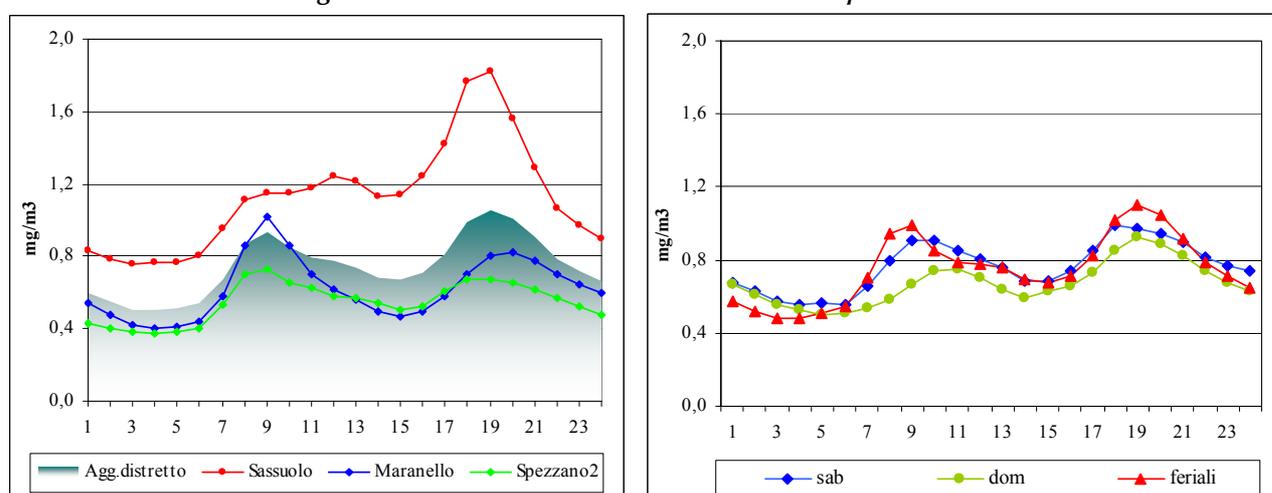


Figura 4.39: CO - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio dell'agglomerato)

L'andamento del giorno tipico evidenzia la presenza di due picchi nelle ore di maggior flusso veicolare, più evidenti a Maranello rispetto Spezzano2; andamento diverso a Sassuolo, come già osservato per il Biossido d'Azoto.

I superamenti nel 2005

Non si sono registrati superamenti del limite imposto dalla normativa sulla massima media mobile giornaliera calcolata su 8 ore (VL= 10 mg/m3)

	Max media mobile su 8 ore (mg/m3)
Sassuolo	3.7
Maranello	2.4
Spezzano2	2.3
	 <= VL > VL

Tab. n° 4.12: CO - verifica del rispetto del valore limite

Il trend delle concentrazioni

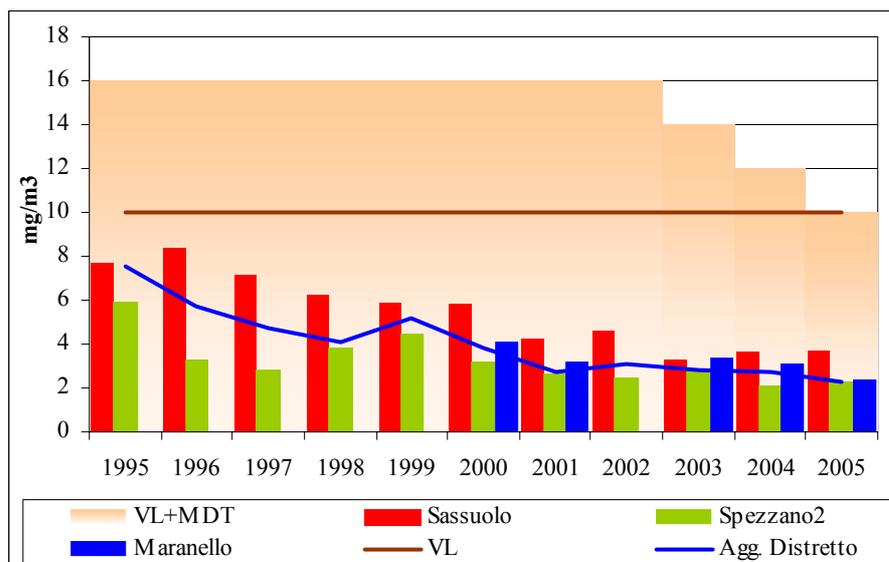


Figura 4.40: CO - trend della massima media mobile su 8 ore

Il trend del valore massimo delle medie mobili registrato nei diversi anni di rilevamento conferma, anche per il 2005, la diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante, in accordo con quanto rilevato nelle altre realtà esaminate.

4.3.4. Benzene

Andamenti temporali nel 2005:

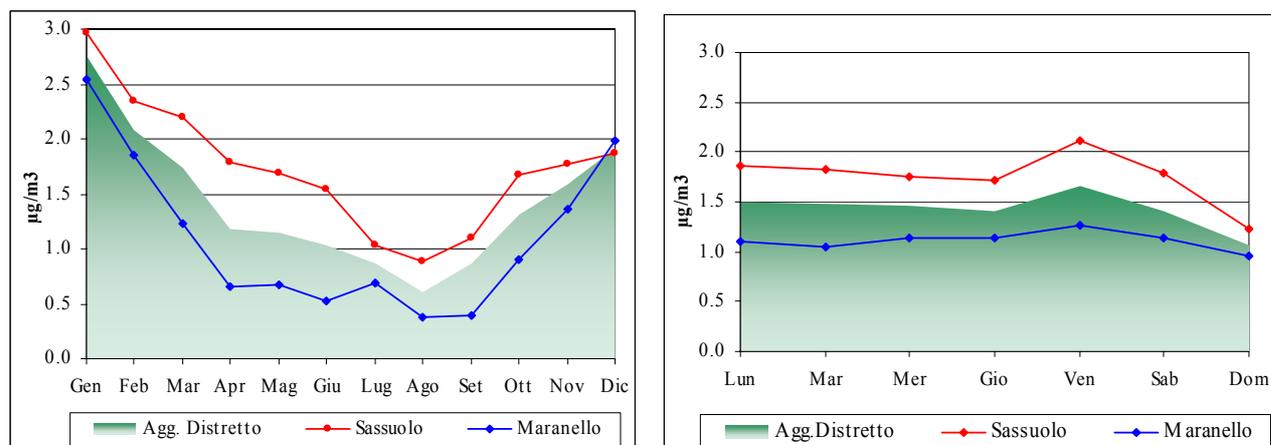


Figura 4.41: Benzene - medie mensili e settimana tipica annuale

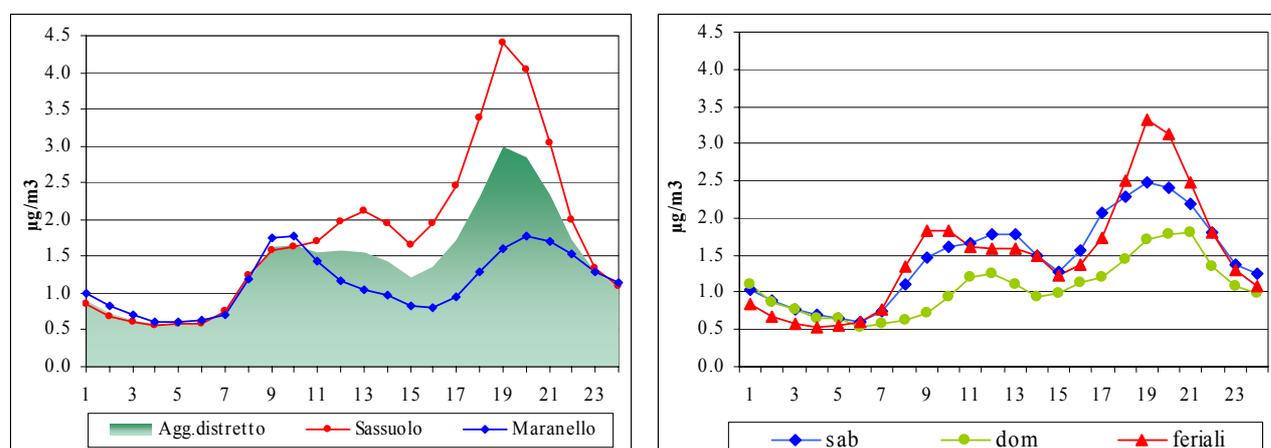


Figura 4.42: Benzene - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio dell'agglomerato)

Gli andamenti registrati sono coerenti con quanto rilevato per gli altri inquinanti tipicamente invernali; anche il giorno tipico feriale e festivo sottolinea la diminuzione delle concentrazioni di benzene nel fine settimana, con una riduzione dei picchi nelle ore di maggior flusso veicolare rispetto ai giorni feriali.

I superamenti nel 2005

	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Sassuolo	1,8
Maranello	1,1

\leq VL
 > VL
 > VL+MDT

Tab. n° 4.13: Benzene - verifica del rispetto dei limiti normativi

Le concentrazioni rilevate nel 2005 rispettano ampiamente il limite annuale previsto dalla normativa vigente in entrambe le stazioni.

Il trend delle concentrazioni

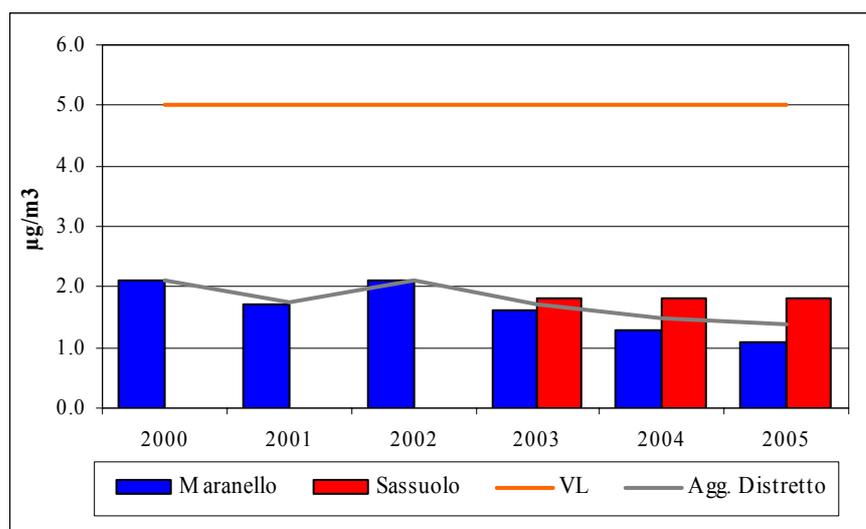


Figura 4.43: Benzene- trend delle medie annuali

Le medie annuali rilevate nel 2005 sono stazionarie rispetto al 2004 nella stazione di Sassuolo; mentre calano leggermente in quella di Maranello. L'obiettivo di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in vigore a partire dal 2010, risulta già ampiamente rispettato.

4.3.5. Ozono

Andamenti temporali nel 2005:

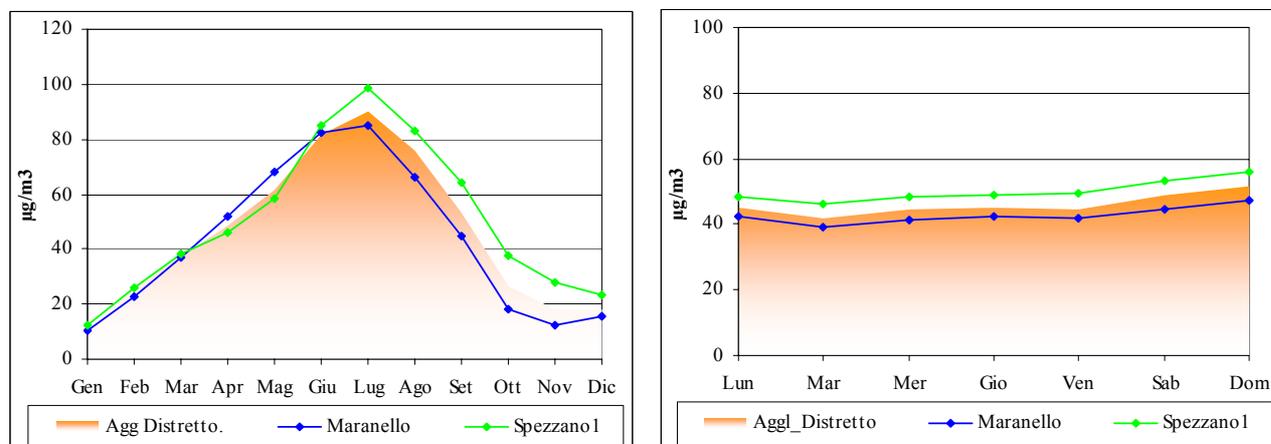


Figura 4.44: O₃ - medie mensili e settimana tipica annuale

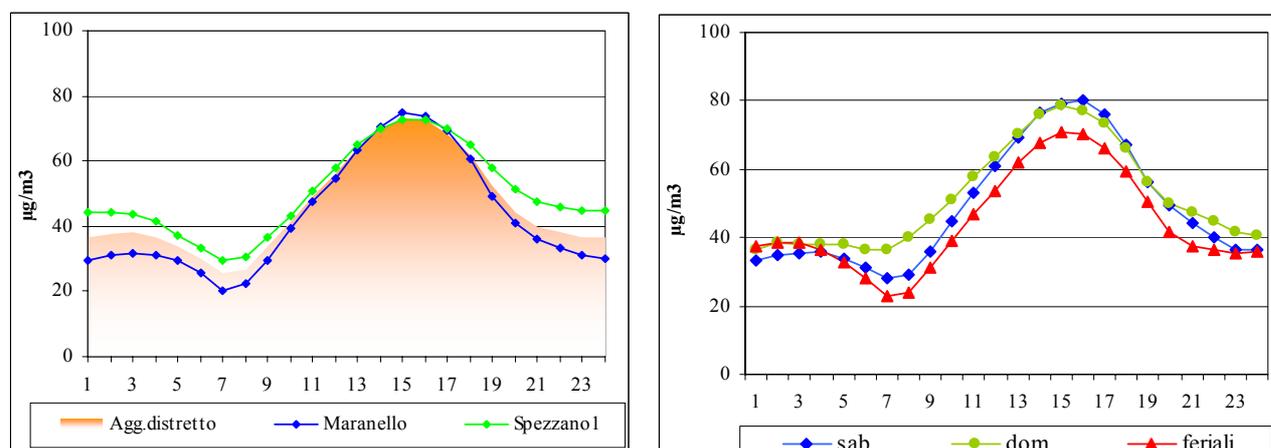


Figura 4.45: O₃ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio dell'agglomerato)

Le concentrazioni di ozono risultano più elevate nei mesi estivi e nelle ore centrali della giornata quando la radiazione solare favorisce le reazioni chimiche in atmosfera che generano questo inquinante. A differenza di quanto accade per gli inquinanti primari, i livelli di ozono sono più elevati nei giorni festivi rispetto a quelli feriali a causa della diminuzione in atmosfera degli inquinanti primari che, reagendo con l'ozono, ne limitano le concentrazioni.

I superamenti nel 2005

	Media oraria (µg/m ³)		
	N°superamenti soglia di informazione (180 µg/m ³)		N°superamenti soglia di allarme (240 µg/m ³)
	N° giorni	N° ore	
Maranello	9	34	0
Spezzano1	8	37	0

	Max media mobile 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	
	N°superamenti anno 2005 (OLT = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N°superamenti media anni 03/04/05 (VB = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max. 25 superamenti)	anno 2005 (OLT = 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 media su 5 anni 2001 al 2005 (VB= 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Maranello	51	64	31011	29492
Spezzano1	53	53	29161	23472
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione	

Tab. n° 4.14: O3 - verifica del rispetto dei limiti normativi

L'esame dei superamenti evidenzia una maggior criticità nel rispetto dei limiti definiti per le esposizioni a lungo termine, mentre la soglia di allarme, definita per gli eventi acuti, non è mai stata superata in nessuna stazione.

Il trend delle concentrazioni

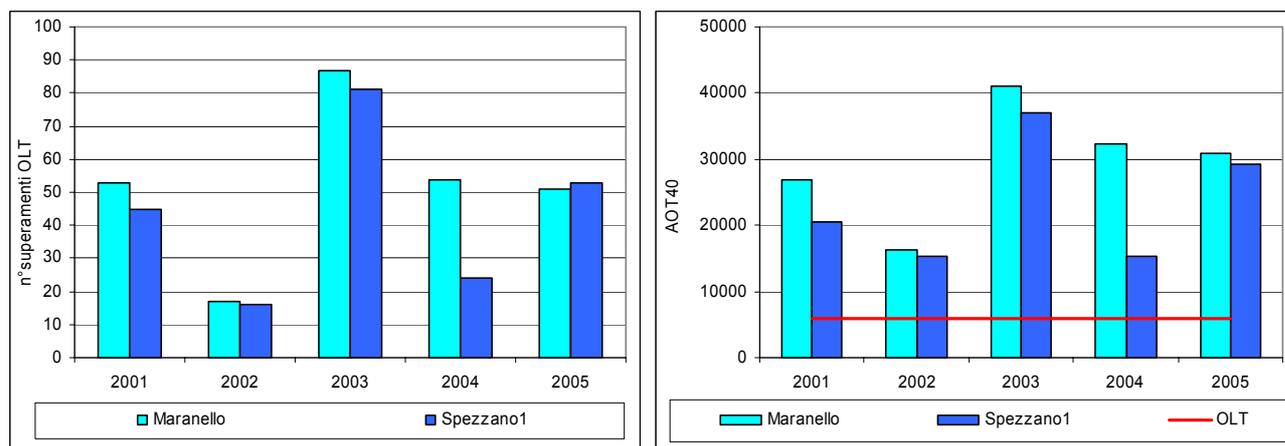


Figura 4.46: O3 - trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

Dai valori registrati, non si evidenziano trend in atto; l'andamento è prevalentemente legato alle condizioni meteorologiche della stagione estiva, stagione in cui si rilevano le concentrazioni più elevate di questo inquinante.

4.4. Rilocabile SAT

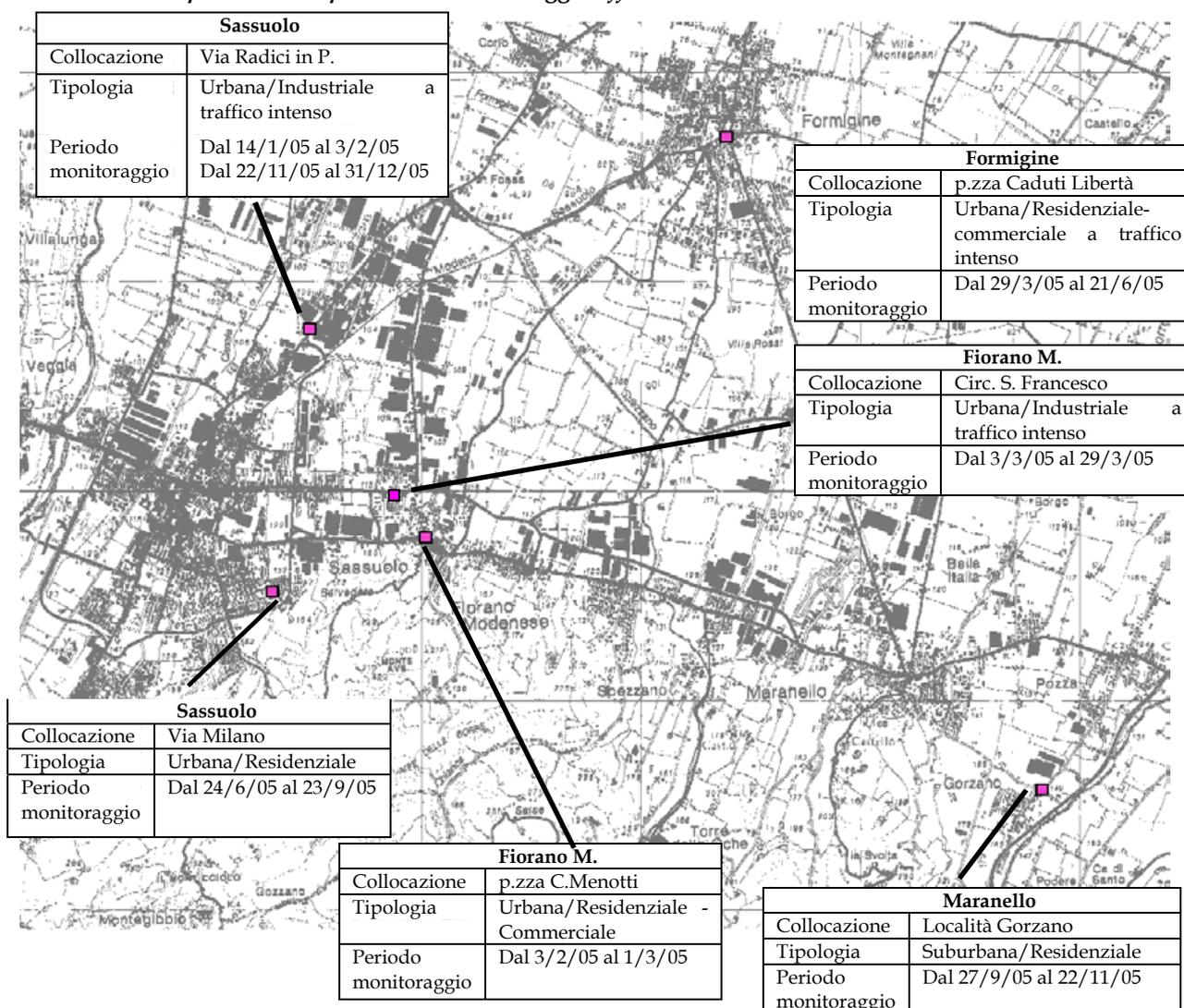
Ad integrazione delle centraline fisse adibite al monitoraggio della qualità dell'aria, nel Distretto Ceramico è attiva una stazione rilocabile di proprietà della SAT di Sassuolo, equipaggiata con analizzatori di Ossidi d'Azoto, Monossido di Carbonio, Ozono, PM10; la stazione è dotata inoltre di sensori meteorologici e di un contatraffico. I punti di monitoraggio sono costituiti da postazioni già predisposte alla sua collocazione (Tab. n° 4.15); la figura rappresenta la mappa con la dislocazione dei siti. Nel 2005 è stata inserita una nuova postazione a Fiorano destinata a monitorare l'area circostante via Circonvallazione San Francesco, strada ad elevato traffico (circa 20000 unità/giorno).

Le elaborazioni successive sono relative ai singoli periodi di monitoraggio, pertanto sono influenzate dalla minore durata del rilevamento rispetto alle postazioni fisse per le quali si ha disponibilità di dati sull'intero arco dell'anno. I dati delle diverse postazioni sono altresì riferiti a periodi meteorologici molto differenti perciò difficilmente confrontabili.

Postazione	Periodo di monitoraggio
Sassuolo – V. Radici in Piano	14 gen–3 feb. 22 nov–31 dic
Fiorano – P.zza Menotti	3 feb – 1 mar
Fiorano – Circ.. S. Francesco	3 mar– 29 mar

Postazione	Periodo di monitoraggio
Formigine – P.zza Caduti per la Libertà	29 mar – 21 giu
Sassuolo – Via Milano	24 giu – 23 set
Maranello – loc. Gorzano	27 set – 22 nov

Tab. n° 4.15: postazioni e periodi di monitoraggio effettuati con la Rilocabile SAT nell'anno 2005.



4.4.1. Ossidi di Azoto

Le concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

Postazione	Periodo di monitoraggio	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Sassuolo – Via Radici in Piano	14 gen. – 3 feb / 22 nov – 31 dic	44	192	49 - 77	150 - 249
Fiorano – P.zza Menotti	3 feb. – 1 mar.	51	137	59 - 95	146 - 237
Fiorano – via Circ.San Francesco	3 mar. – 29 mar.	60	165	56 - 96	143 - 275
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	29 mar. – 21 giu.	41	135	38 - 77	135 - 238
Sassuolo – Via Milano	24 giu. – 23 set.	21	81	23 - 35	88 - 192
Maranello – loc. Gorzano	27 set. – 22 nov.	32	205	33 - 53	106 - 157

Tab. n° 4.16: NO₂ -concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

I valori medi rilevati con il mezzo rilocabile risultano nella maggior parte dei casi prossimi a quelli minimi rilevati nei medesimi periodi dalle stazioni fisse del distretto; i valori massimi, invece, in alcuni casi risultano inferiori (Fiorano - Piazza Matteotti, Formigine, e Sassuolo- V. Milano), in altri si collocano in posizione intermedia (Sassuolo - Via Radici in Piano e Fiorano Circ. S. Francesco).

La postazione di Maranello è l'unica che presenta un valore superiore a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevato il 1 ottobre alle ore 18 e dovuto presumibilmente ad un evento di breve durata; la media del periodo si mantiene infatti inferiore alle medie rilevate dalle stazioni fisse.

Andamenti temporali rilevati nelle campagne di monitoraggio

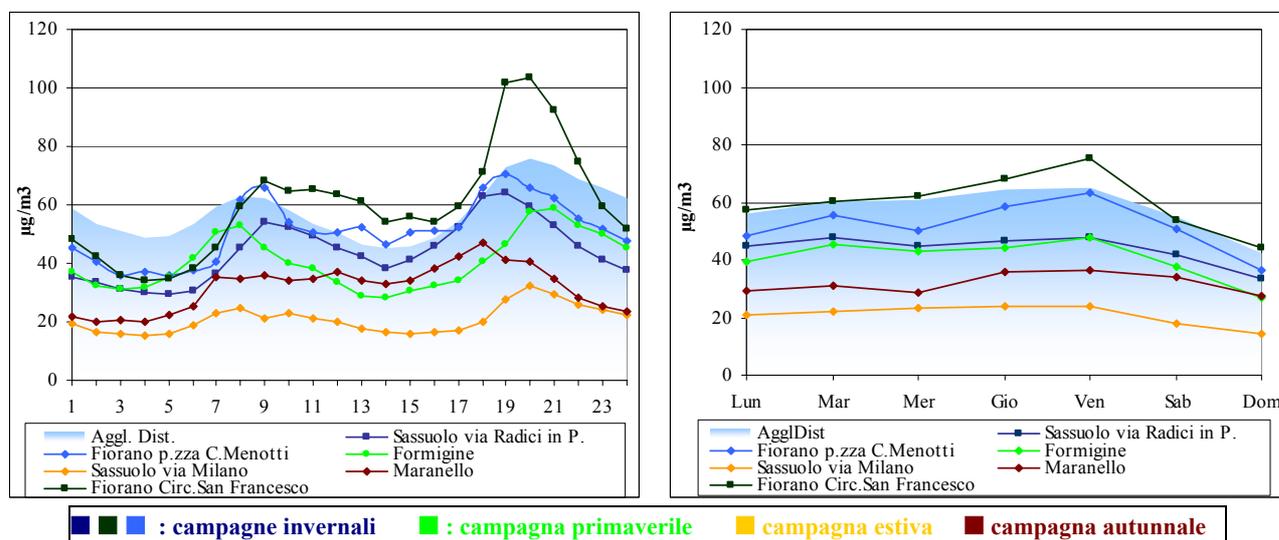


Figura 4.47: NO₂ - giorno tipico e settimana tipica nei diversi periodi di monitoraggio

Gli andamenti risultano influenzati dal diverso periodo di monitoraggio oltre che dalla tipologia del sito. Si nota, in particolare nel sito di Fiorano, via Circonvallazione San Francesco, un picco nelle ore serali, con dati elevati rispetto alle altre campagne condotte nei mesi invernali.

Il trend delle concentrazioni

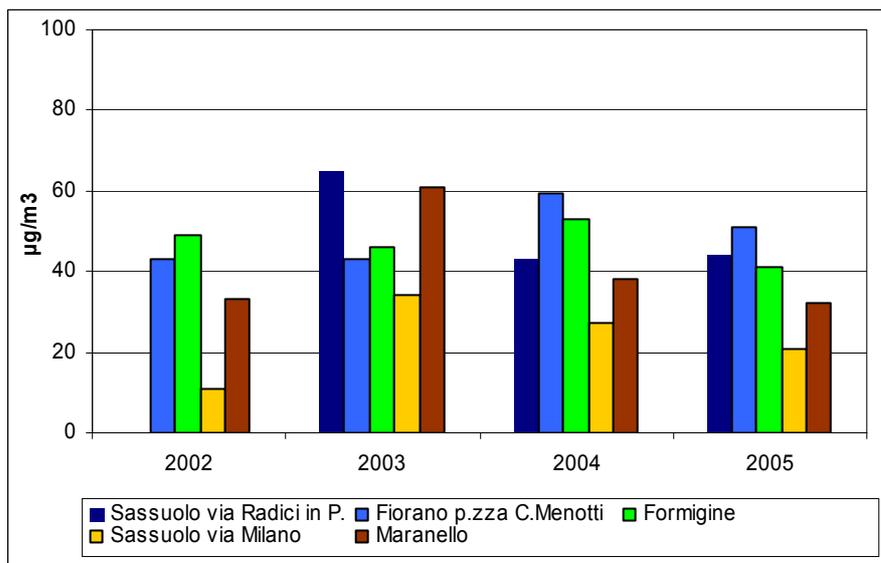


Figura 4.48: NO2 - medie del periodo di monitoraggio

Nel grafico sono rappresentate le medie rilevate in ogni postazione in periodi di monitoraggio analoghi effettuati dal 2002 al 2005. L'influenza della meteorologia su campagne di breve durata, anche se effettuate in periodi dell'anno analoghi, impone una certa cautela nel valutare la variabilità tra i diversi anni; è comunque possibile notare un lieve calo delle concentrazioni rispetto al 2004 in tutte le stazioni ad esclusione di Sassuolo - via Radici in Piano.

4.4.2. Polveri inalabili - PM10

Le concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

Postazione	Periodo di monitoraggio	Media (µg/m ³)	N° sup. media giorno	Media Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto (µg/m ³)	N° sup. Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto
Sassuolo – Via Radici in Piano	14 gen. – 3 feb / 22 nov – 31 dic	68	52	50 - 58	24 - 29
Fiorano – P.zza Menotti	3 feb. – 1 mar.	52	12	49 - 55	11 - 15
Fiorano – via Circ.San Francesco	3 mar. – 29 mar.	74	22	58 - 67	15 - 20
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	29 mar. – 21 giu.	38	13	28 - 30	1 - 8
Sassuolo – Via Milano	24 giu. – 23 set.	26	1	26 - 26	0 - 2
Maranello – loc. Gorzano	27 set. – 22 nov.	64	36	51 - 53	22 - 31

Tab. n° 4.17: PM10 -concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

I valori rilevati nelle campagne con il mezzo rilocabile risultano in quasi tutti i casi superiori a quelli del Distretto osservati nei medesimi periodi dalle stazioni della rete di monitoraggio. Queste ultime, la cui posizione è meglio descritta nel capitolo dedicato all'Agglomerato, rilevano le polveri PM10 in aree non direttamente influenzate dal traffico veicolare a differenza di alcune postazioni monitorate con il mezzo rilocabile, poste a pochi metri da strade ad elevato transito veicolare.

Andamenti temporali rilevati nelle campagne di monitoraggio

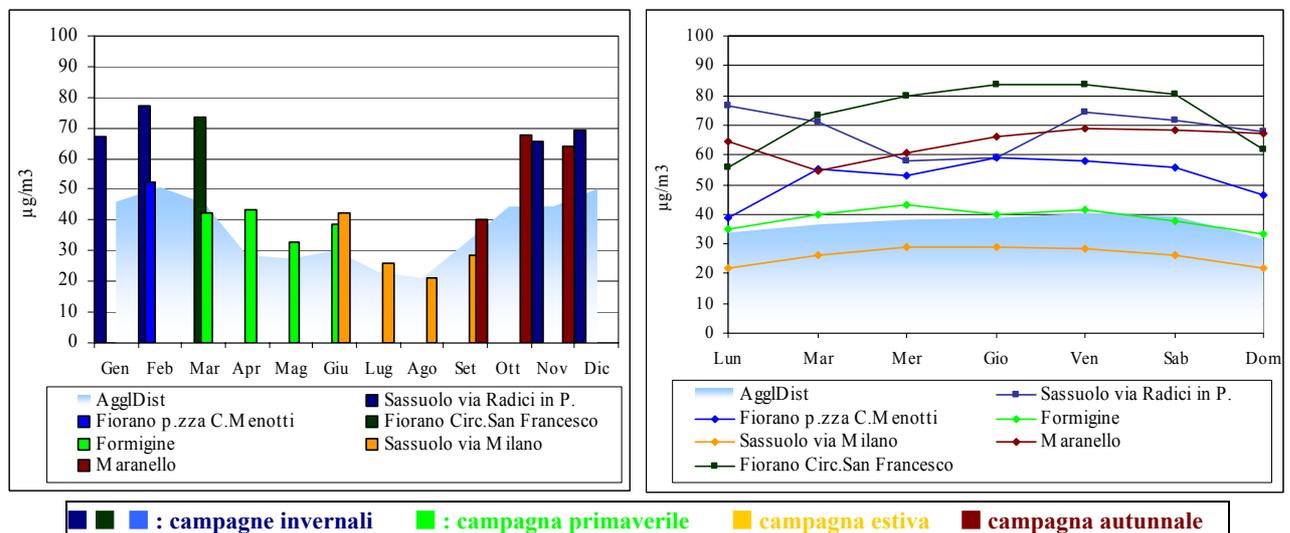


Figura 4.49: PM10 - medie mensili e settimana tipica nei diversi periodi di monitoraggio

Nel primo grafico di Figura 4.49 sono riportate le medie mensili dei diversi periodi di monitoraggio; in questo caso le barre sovrapposte indicano che nello stesso mese il mezzo rilocabile ha effettuato campagne in due diverse postazioni: l'andamento complessivo segue la stagionalità di questo inquinante rappresentata dal dato medio dell'agglomerato. Nei mesi invernali, le postazioni monitorate rilevano concentrazioni sensibilmente superiori rispetto i dati medi dell'Agglomerato, a causa della collocazione del punto di misura che si trova in genere più esposto al traffico veicolare.

Gli andamenti settimanali risultano influenzati dal diverso periodo di monitoraggio oltre che dalla tipologia del sito; si nota, inoltre, nei siti di Sassuolo - via Radici in Piano e Maranello, un calo delle concentrazioni nei primi giorni della settimana, non presente nelle altre stazioni, nonché un calo meno evidente delle concentrazioni nei giorni di sabato e domenica.

Il trend delle concentrazioni

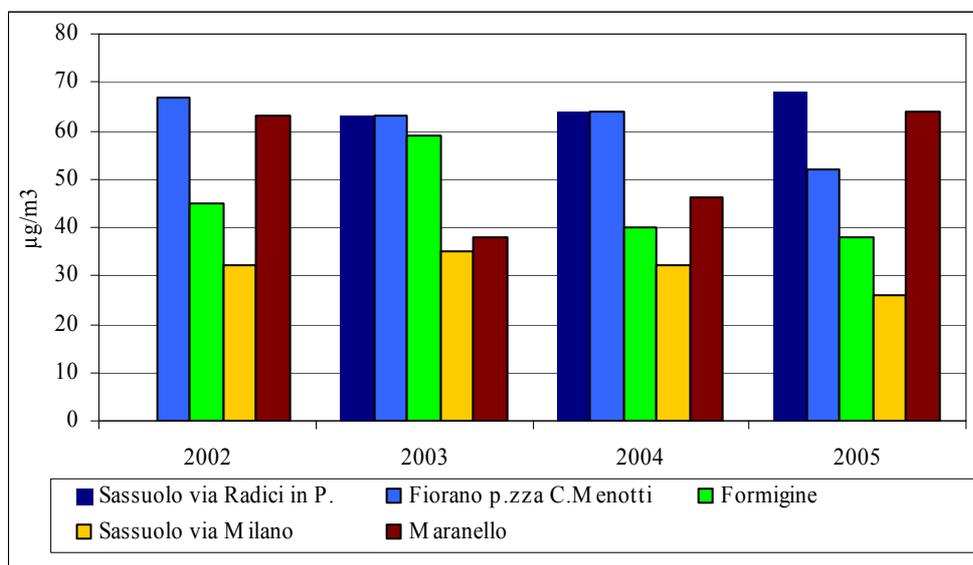


Figura 4.50: PM10 - medie del periodo di monitoraggio

Nel grafico sono rappresentate le medie rilevate in ogni postazione in periodi di monitoraggio analoghi effettuati a partire dal 2002. Diverse stazioni non mostrano variazioni di rilievo tra gli anni analizzati, mentre, in alcune, i dati rilevati sembrano indicare un peggioramento, come nella stazione di Maranello che nel 2005 si riporta agli stessi livelli del 2002, o un miglioramento, come per la stazione di Formigine.

L'influenza della meteorologia su campagne di breve durata, anche se effettuate in periodi dell'anno analoghi, impone però una certa cautela nel valutare la variabilità tra gli anni considerati.

4.4.3. Monossido di carbonio

Le concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

Postazione	Periodo di monitoraggio	Media (mg/m ³)	Max media Mobile su 8 h (mg/m ³)	Media Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto (mg/m ³)	Max media mobile su 8 h Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto (mg/m ³)
Sassuolo – Via Radici in Piano	14 gen. – 3 feb / 22 nov – 31 dic	0.8	2.0	0.8 – 1.4	2.3 – 3.7
Fiorano – P.zza Menotti	3 feb. – 1 mar.	1.1	2.1	0.7 – 1.2	1.2 – 2.6
Fiorano – via Circ.San Francesco	3 mar. – 29 mar.	1.0	2.8	0.6 – 1.3	1.3 – 3.6
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	29 mar. – 21 giu.	0.6	1.1	0.4 – 1.0	0.8 – 2.4
Sassuolo – Via Milano	24 giu. – 23 set.	0.4	1.2	0.3 – 0.9	0.7 – 1.8
Maranello – loc. Gorzano	27 set. – 22 nov.	0.7	1.4	0.6 – 1.1	1.2 – 2.5

Tab. n° 4.18: CO -concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

I valori rilevati nelle campagne di monitoraggio risultano di entità simile a quelli osservati nei medesimi periodi dalle stazioni fisse dell'agglomerato. La massima media mobile risulta nella maggior parte dei casi inferiore al valore più critico rilevato in queste stazioni; non è mai stato superato il valore limite previsto dalla normativa vigente.

Andamenti temporali rilevati nelle campagne di monitoraggio

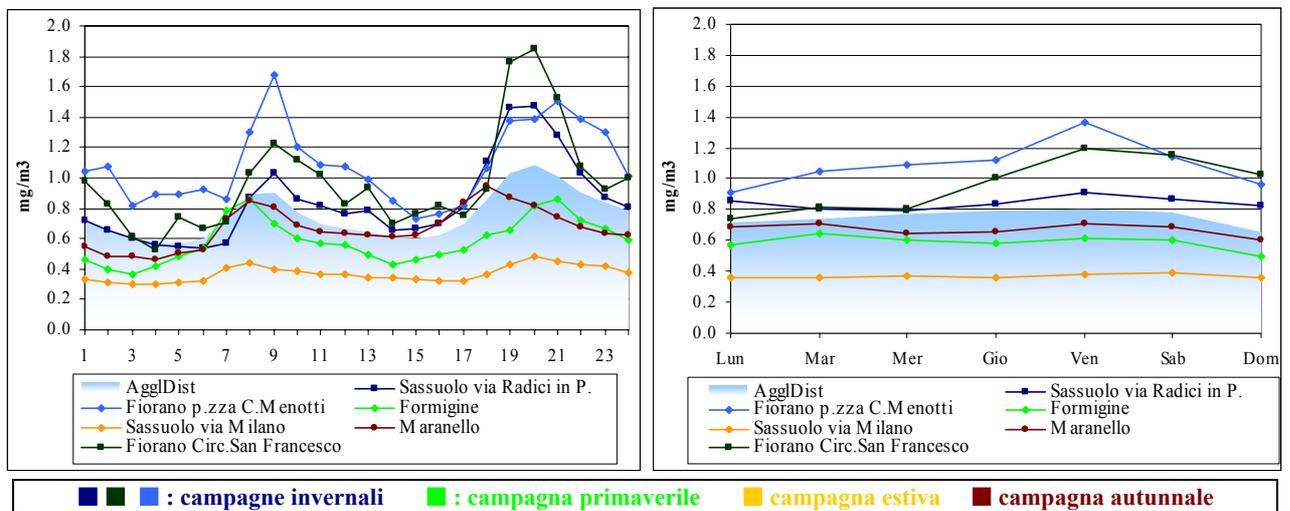


Figura 4.51:CO - giorno tipico e settimana tipica nei diversi periodi di monitoraggio

Gli andamenti risultano influenzati dal diverso periodo di monitoraggio, oltre che dalla tipologia del sito.

Il trend delle concentrazioni

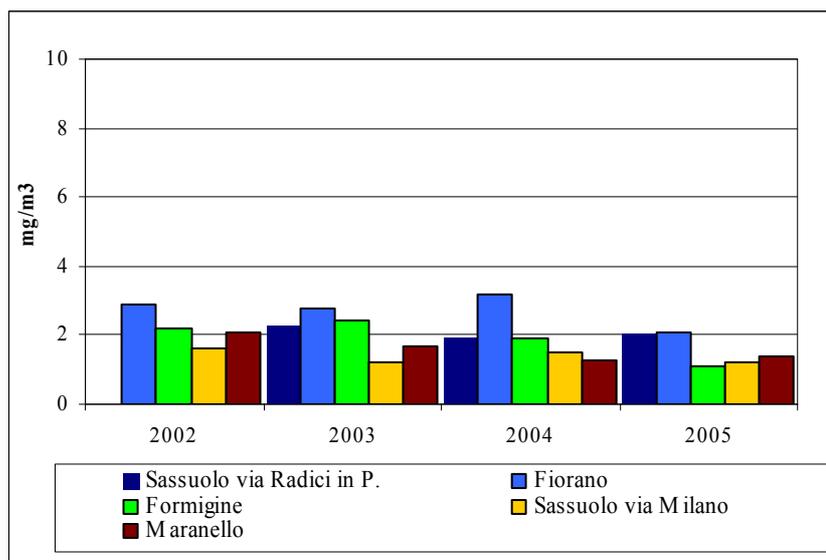


Figura 4.52: CO - Massima media mobile su 8 ore

Nel grafico è rappresentato il massimo delle medie mobili su 8 ore, rilevate in ogni postazione in periodi di monitoraggio analoghi effettuati dal 2002 al 2005. I dati rilevati nell'ultimo anno di monitoraggio evidenziano un leggero calo delle concentrazioni in tutte le postazione rispetto agli anni precedenti.

L'influenza della meteorologia su campagne di breve durata, anche se effettuate in periodi dell'anno analoghi, impone però una certa cautela nel valutare la variabilità tra gli anni considerati.

Il valore limite fissato per il 2005 (10 mg/ m³) risulta ampiamente rispettato.

4.4.4. Ozono

Le elaborazioni per questo inquinante sono relative alle due postazioni monitorate nei mesi primaverili/estivi nei quali l'Ozono, essendo un inquinante di origine fotochimica, registra le concentrazioni maggiori. A testimonianza di questo comportamento si riportano invece gli andamenti temporali (in particolare il giorno tipico) per tutti i siti monitorati.

Le concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio:

Postazione	Periodo di monitoraggio	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° superamenti della soglia di informazione	Max media mobile 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° giorni di superamento del limite definito sulla media mobile 8 ore
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	29 mar. – 21 giu.	55	0	159	7
Sassuolo – Via Milano	24 giu. – 23 set.	75	19	196	29
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione		

Tab. n° 4.19: O3 – concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

Le concentrazioni rilevate sono più elevate nel sito di Via Milano, dove la campagna ha interessato i mesi in cui le concentrazioni risultano più critiche, in particolare giugno, luglio agosto. Il sito di Sassuolo – Via Milano, infatti, è stato scelto proprio per la sua collocazione che risulta idonea alla misura di questo inquinante, in quanto non direttamente influenzata da sorgenti primarie.

Nell'elaborazione dei dati non è stato valutato il parametro AOT40, definito per la vegetazione, in quanto il periodo di calcolo previsto dalla normativa comprende i mesi compresi tra maggio e fine luglio e nessuna campagna ha avuto tale durata.

Andamenti temporali rilevati nelle campagne di monitoraggio

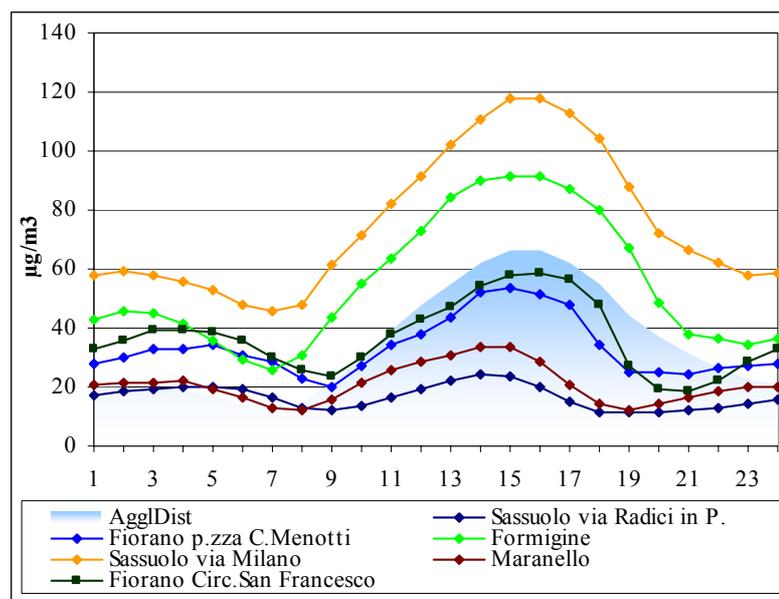


Figura 4.53: O3 - giorno tipico nei diversi periodi di monitoraggio

Il grafico di Figura 4.53 mostra in modo evidente l'aumento delle concentrazioni di ozono passando dalla stagione invernale a quella estiva.

Il trend delle concentrazioni

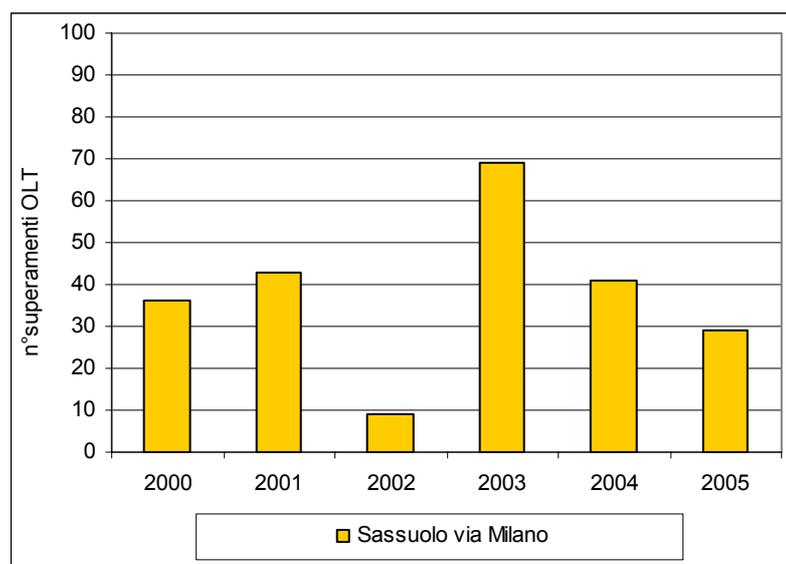


Figura 4.54: Ozono - n° superamenti OLT

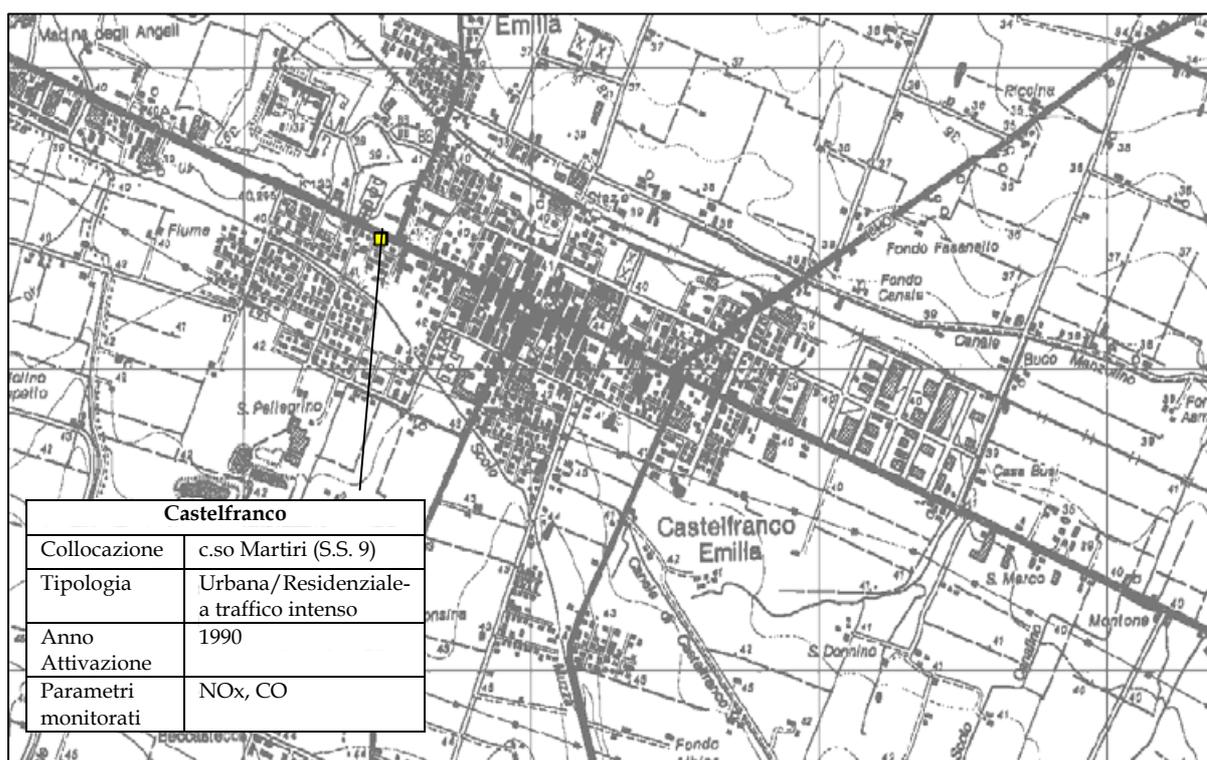
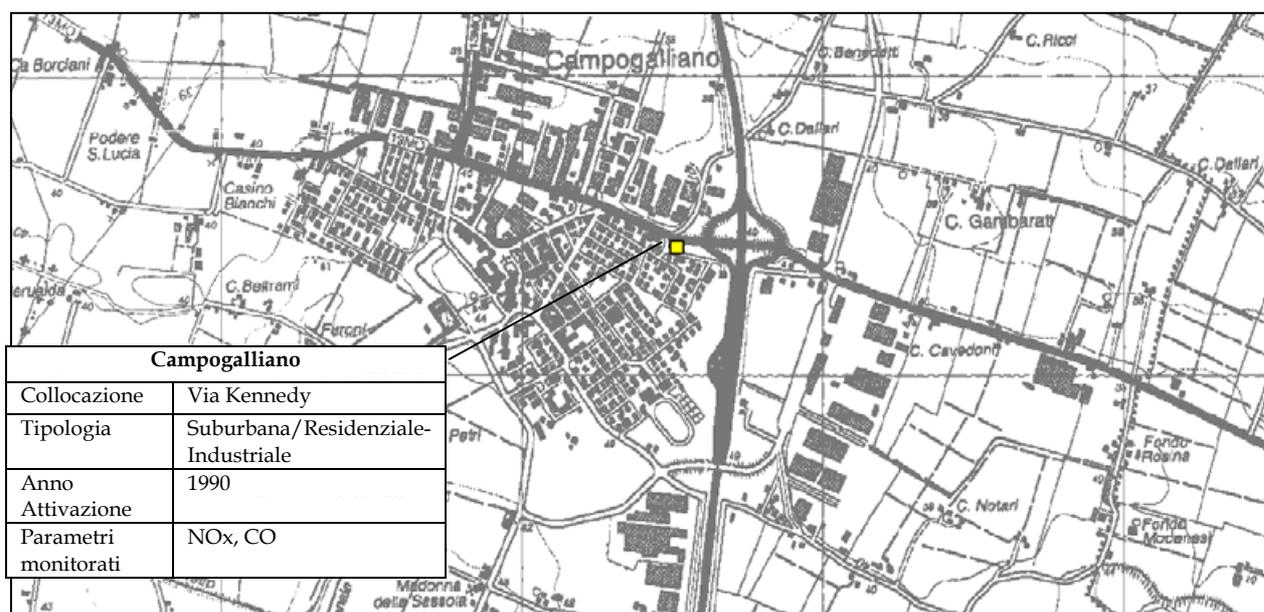
Il confronto con le campagne effettuate negli anni passati è stato effettuato solo per il sito di Via Milano, che è il più significativo per questo inquinante e inoltre ha il maggior numero di campagne disponibili. L'andamento, come già evidenziato relativamente ai dati delle stazioni fisse, segue prevalentemente l'andamento meteorologico della corrispondente stagione estiva.

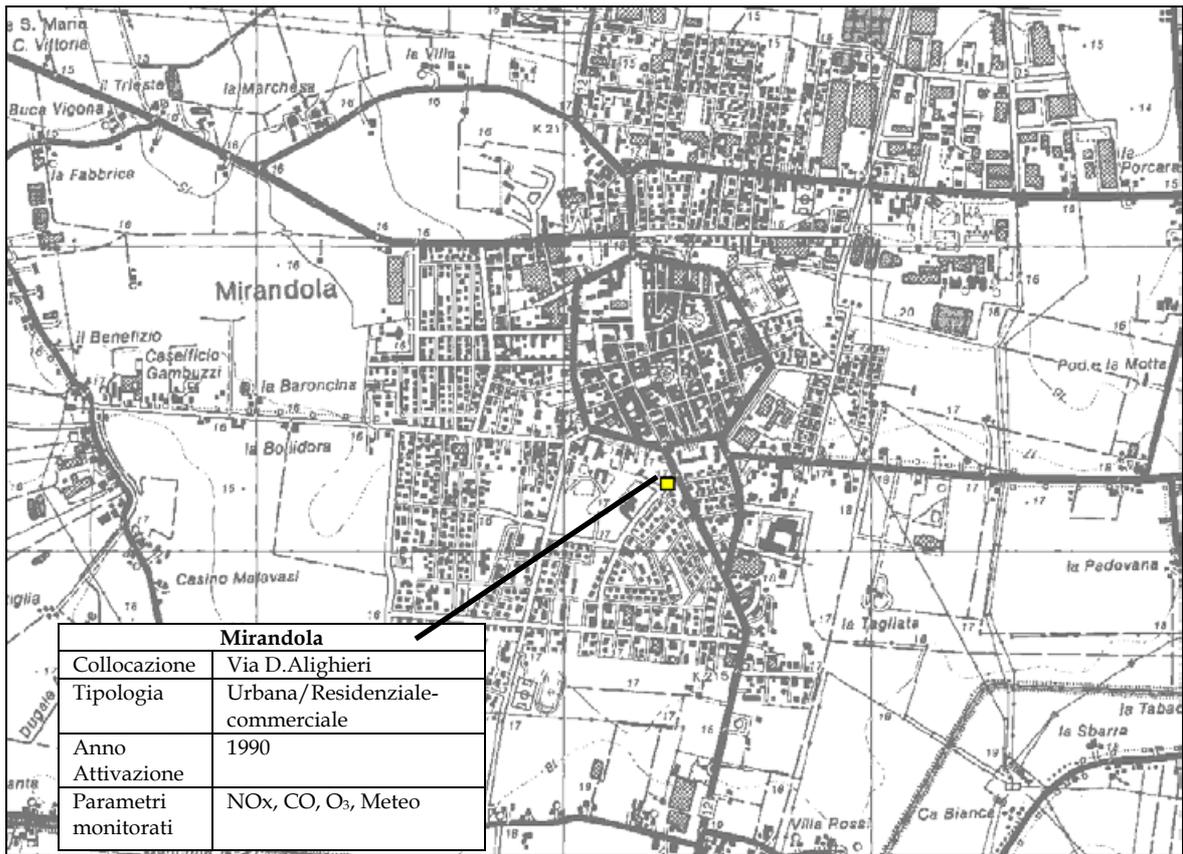
4.5. Comuni di Campogalliano, Castelfranco e Mirandola

Le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nella Zona A, oltre a quelle già esaminate nei Comuni di Modena e Carpi e nel Distretto Ceramico, sono collocate a:

1. Campogalliano: stazione di fondo suburbano posta in via Kennedy in zona residenziale / industriale;
2. Castelfranco: stazione urbana da traffico posta in C.so Martiri in zona residenziale/commerciale;
3. Mirandola: stazione di fondo urbano posta in via D. Alighieri in zona residenziale/commerciale.

Di seguito si riportano le mappe dettagliate della loro collocazione e gli inquinanti monitorati in ogni punto.





4.5.1. Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2005:

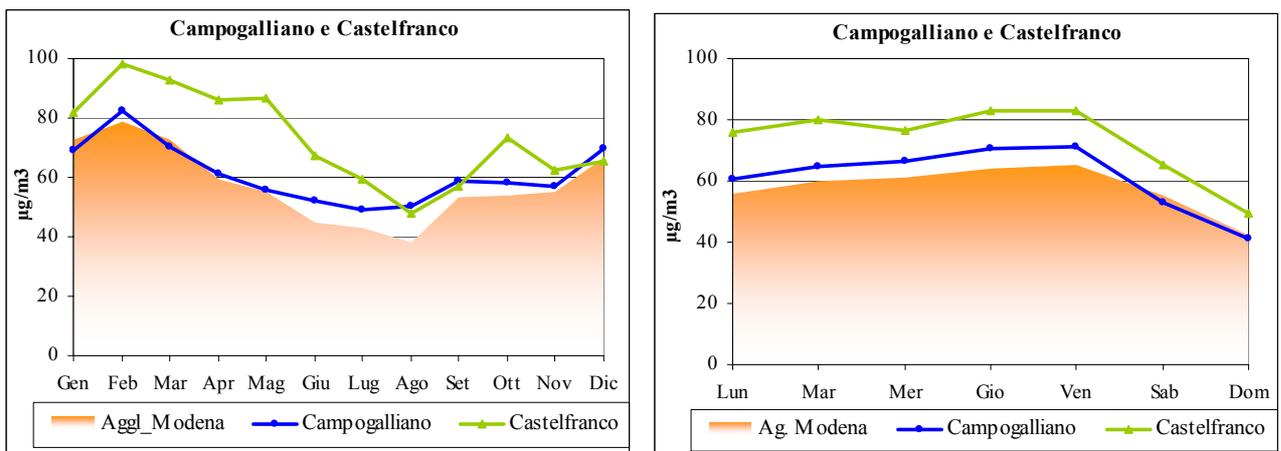


Figura 4.55: NO₂ - medie mensili e settimana tipica annuale

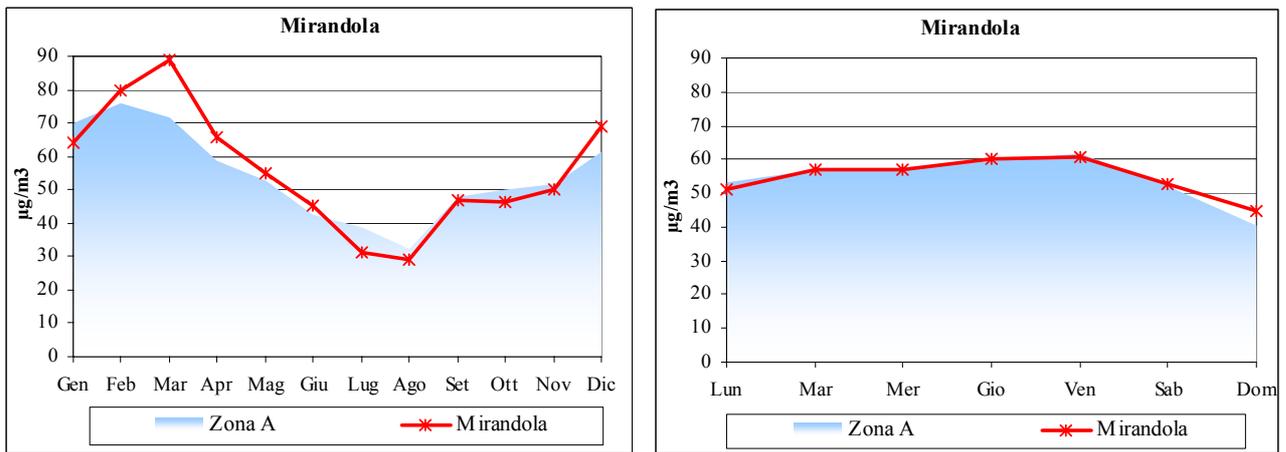


Figura 4.56: NO2 - medie mensili e settimana tipica annuale

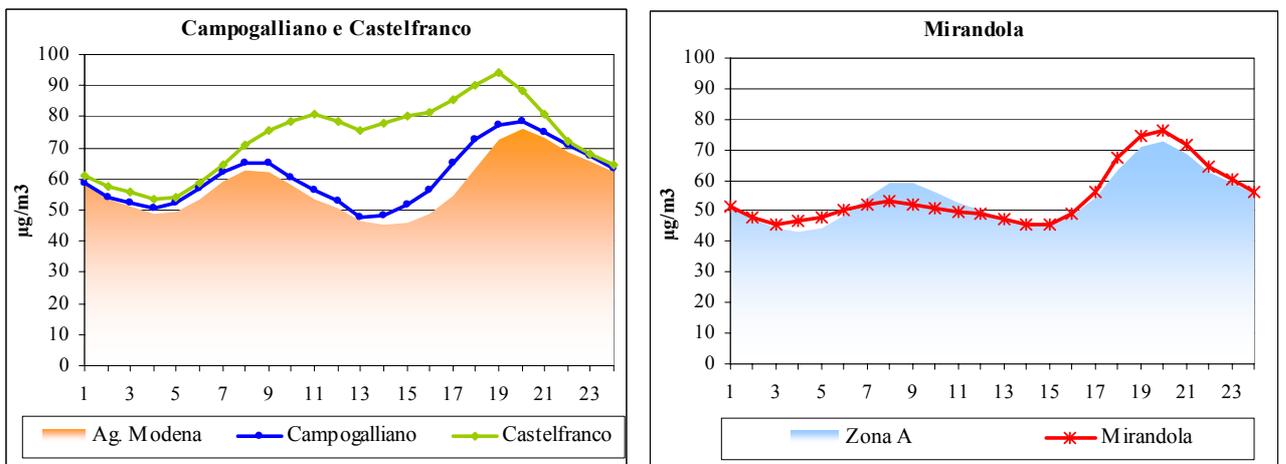


Figura 4.57: NO2 - giorno tipico annuale

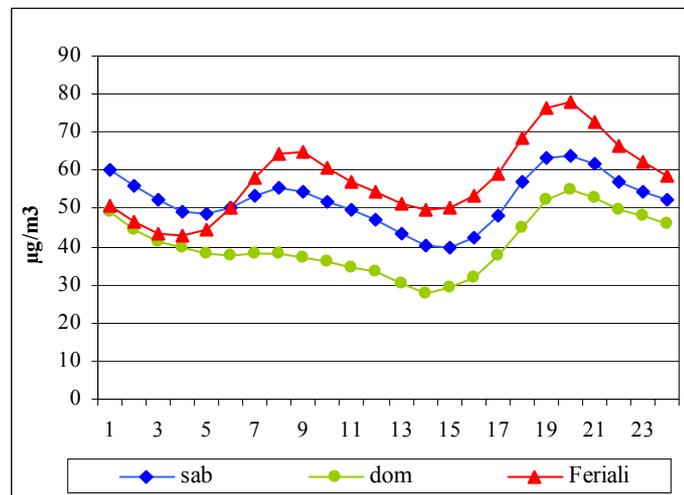


Figura 4.58: NO2 - Giorno tipico feriale e festivo - Zona A

Gli andamenti temporali del Biossido d'Azoto sono analoghi per tutte le stazioni, pur con livelli di diversa entità: la stazione di Castelfranco, infatti, essendo collocata in prossimità di un'arteria stradale ad intenso traffico (SS n° 9), evidenzia concentrazioni più elevate rispetto alle altre realtà esaminate. In questa stazione, si nota inoltre una diminuzione delle concentrazioni nei mesi di novembre e dicembre, dovuta probabilmente alla deviazione del traffico sulla nuova tangenziale avvenuta proprio in quel periodo.

I superamenti nel 2005

	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Castelfranco	11	0	73
Campogalliano	1	0	61
Mirandola	7	1	55

■ \leq VL ■ > VL ■ > VL+MDT

Tab. n° 4.20: NO₂ - verifica del rispetto dei limiti normativi

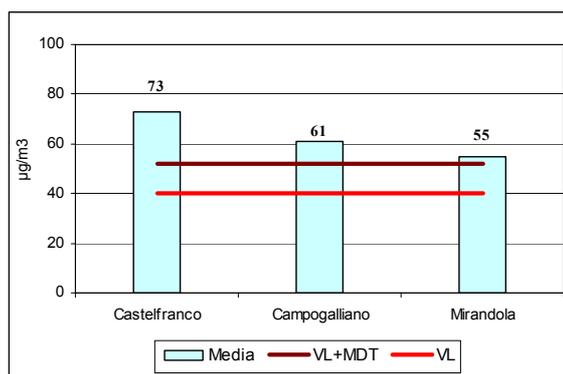


Figura 4.59: NO₂ - Medie annuali

Le concentrazioni rilevate nel 2005 e riportate in Tab. n° 4.20, evidenziano il superamento del limite annuale in tutte le stazioni, analogamente a quanto avviene nelle altre stazioni dell'agglomerato. Gli episodi critici legati al superamento della media oraria rimangono invece contenuti e inferiori al massimo consentito (non più di 18 superamenti).

Il trend delle concentrazioni

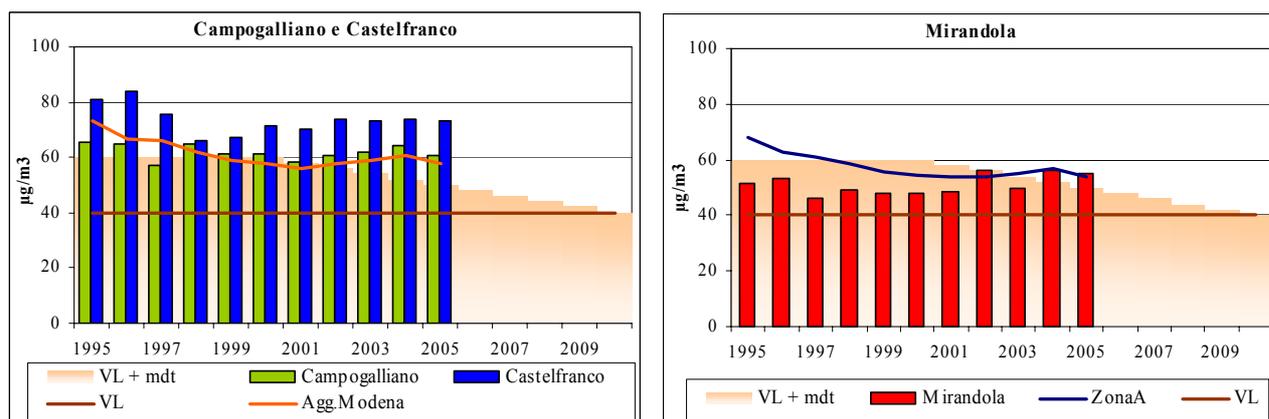


Figura 4.60: NO₂ - trend delle medie annuali

Le medie annuali di biossido d'azoto si mantengono agli stessi livelli rilevati nel 2004 in tutte le stazioni esaminate.

4.5.2. Monossido di carbonio

Andamenti temporali nel 2005:

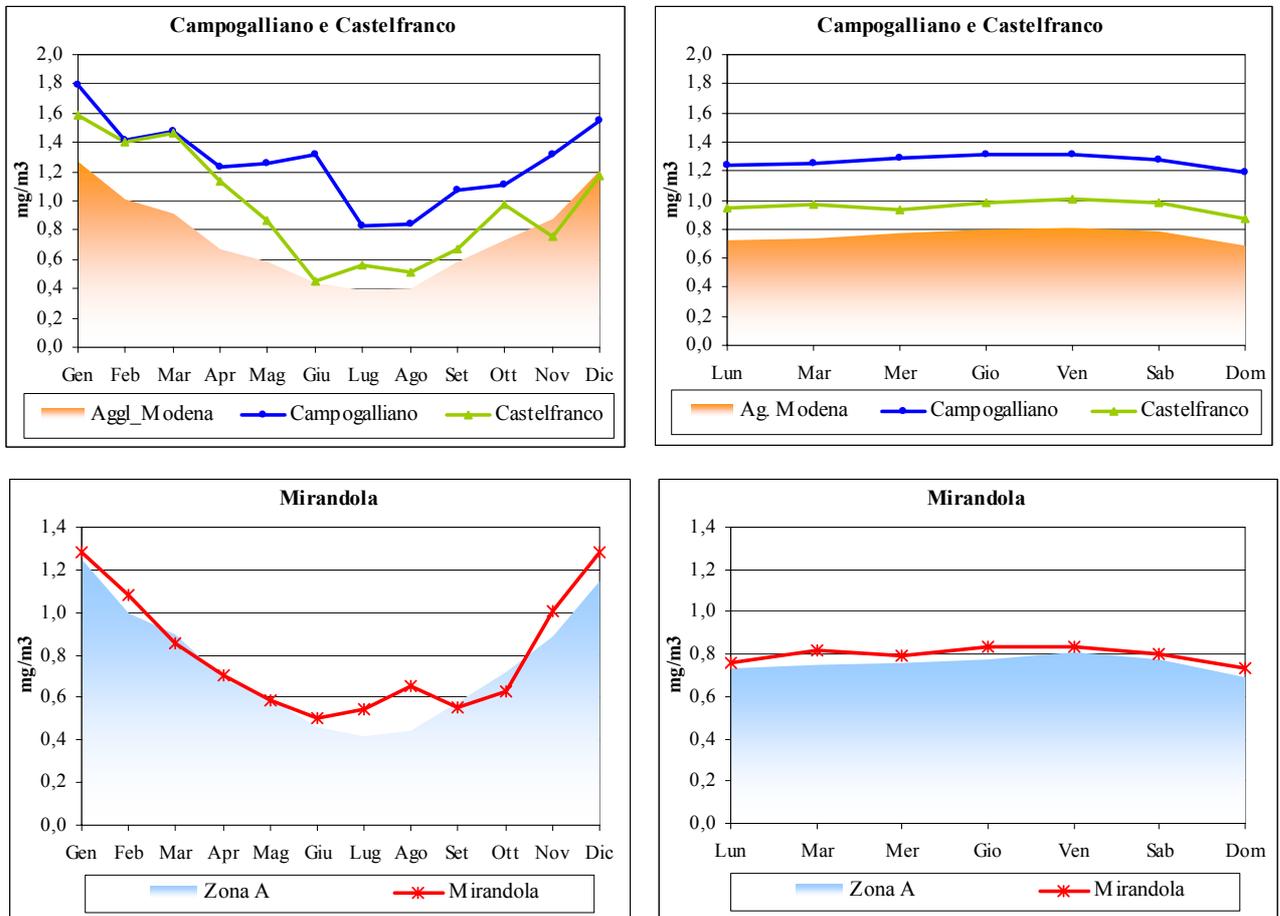


Figura 4.61: CO - medie mensili e settimana tipica annuale

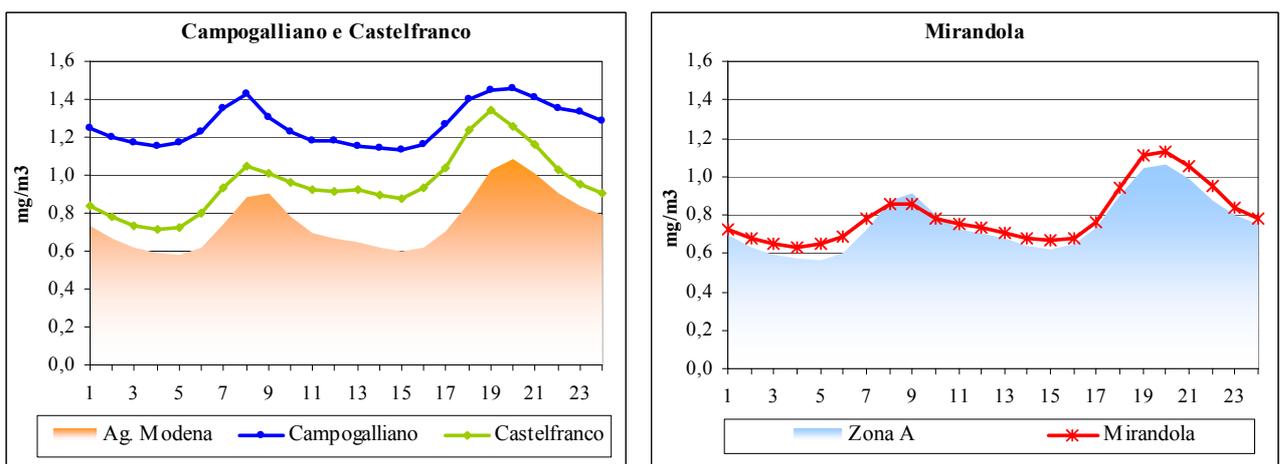


Figura 4.62: CO - Giorno tipico annuale

Gli andamenti temporali si mantengono simili nelle stazioni in esame rispetto alla zona o all'agglomerato di appartenenza, pur mostrando, nel caso di Campogalliano e Castelfranco, concentrazioni più elevate. Anche per questo inquinante, si nota per Castelfranco la diminuzione delle concentrazioni in corrispondenza della deviazione del traffico sulla nuova tangenziale.

Le concentrazioni calano nel fine settimana a causa della riduzione di tutte le attività, come evidenziano il grafico dell'andamento settimanale e quello del giorno tipico feriale e festivo.

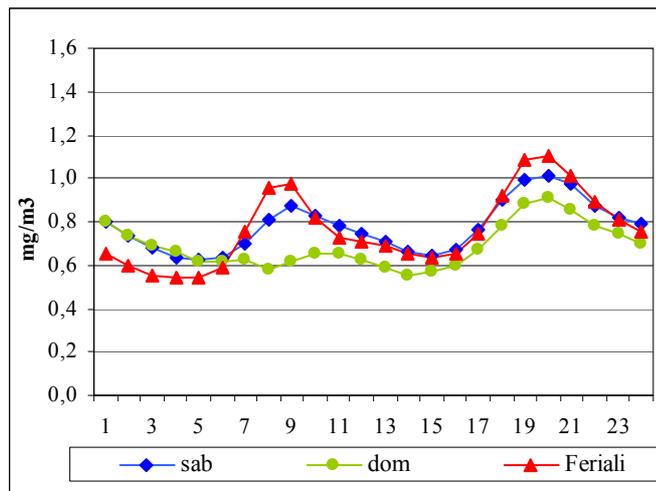


Figura 4.63: CO - Giorno tipico feriale e festivo - Zona A

I superamenti nel 2005

Non si sono registrati superamenti del limite imposto dalla normativa (VL= 10 mg/m³)

	Max media mobile su 8 ore (mg/m ³)
Castelfranco	3.1
Campogalliano	3.4
Mirandola	3.5

≤ VL
 > VL

Tab. n° 4.21: CO - Verifica del rispetto del valore limite

Il trend delle concentrazioni

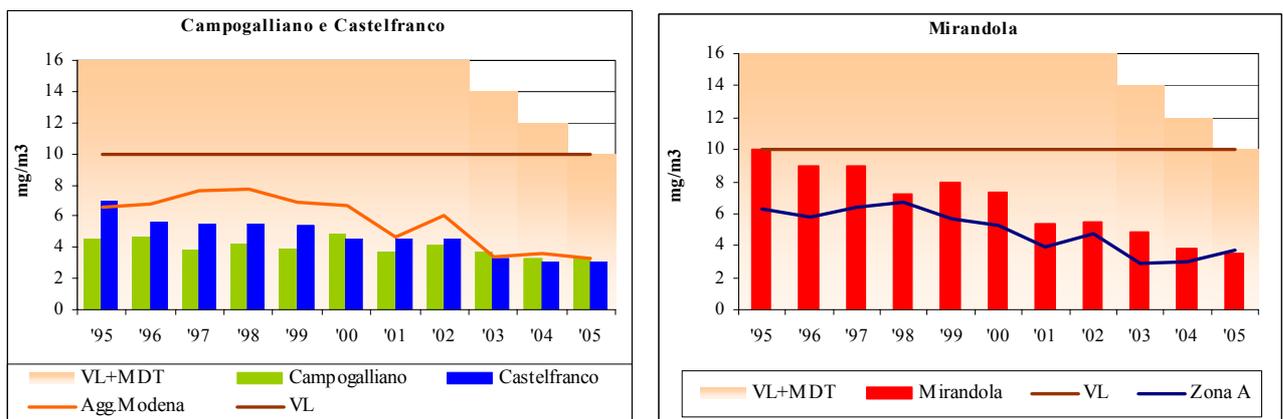


Figura 4.64: CO - trend della massima media mobile su 8 ore - confronto con il VL fissato dal DM 60

I livelli ambientali di monossido di carbonio sono notevolmente diminuiti e attualmente risultano ampiamente inferiori ai limiti normativi.

4.5.3. Ozono

Andamenti temporali nel 2005:

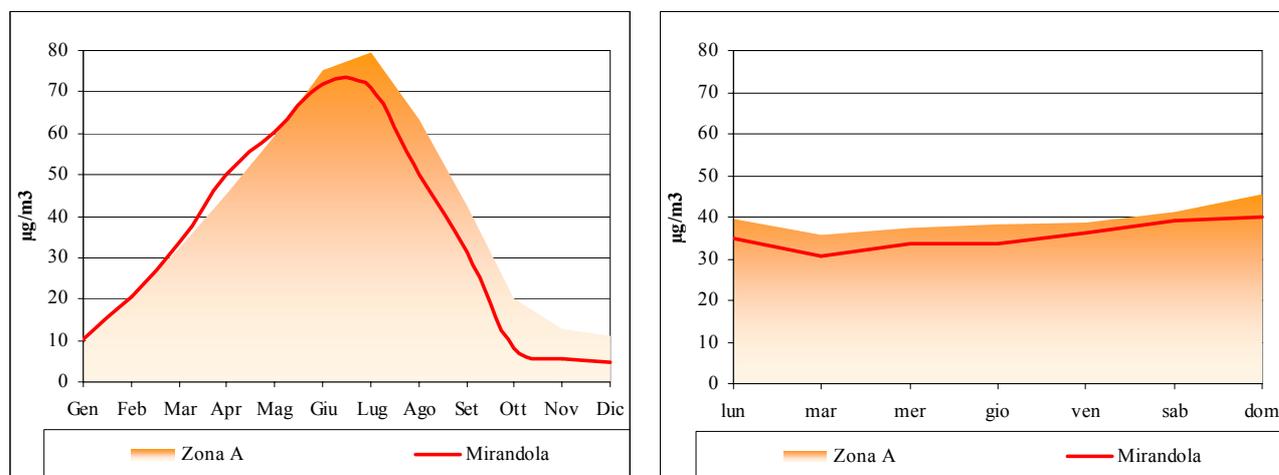


Figura 4.65: O3 - medie mensili e settimana tipica annuale

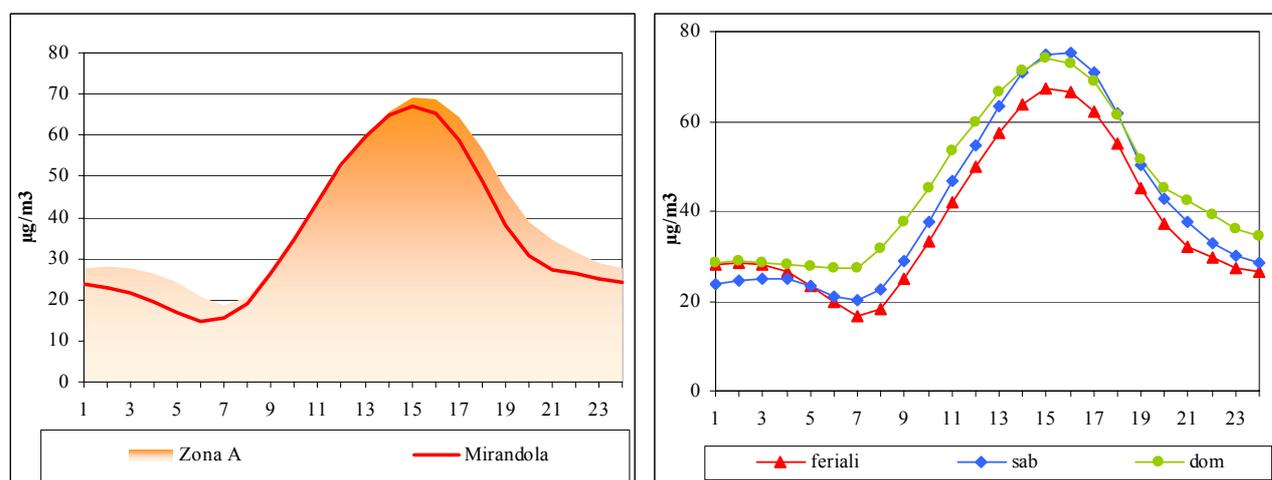


Figura 4.66: O3 giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (zona A)

I grafici precedentemente riportati mostrano l'andamento tipico di questo inquinante monitorato solo nella stazione di Mirandola. Le concentrazioni più elevate, come già visto nei capitoli precedenti, si riscontrano nei mesi più caldi e nelle ore di massimo irraggiamento solare. Si nota un aumento delle concentrazioni nel fine settimana, dovuto alla diminuzione in atmosfera degli inquinanti primari.

I superamenti nel 2005

	Media oraria (µg/m3)		
	N°superamenti soglia di informazione (180 µg/m3)		
	N° ore	N° giorni	
Mirandola	11	4	0

	Max media mobile 8 h		AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	
	N°superamenti anno 2005 (OLT = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N°superamenti media anni 03/04/05 (VB = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max. 25 superamenti)	anno 2005 (OLT = 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 media su 5 anni dal 2001 al 2005 (VB= 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mirandola	27	47	24410	21063
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione	

Tab. n° 4.22: O3 - verifica del rispetto dei limiti normativi

Nel 2005 si sono registrati solo 4 giorni in cui è stata superata la soglia di informazione, mentre i superamenti sono più consistenti se si analizzano gli obiettivi a lungo termine fissati per la protezione della salute umana e della vegetazione.

Il trend delle concentrazioni

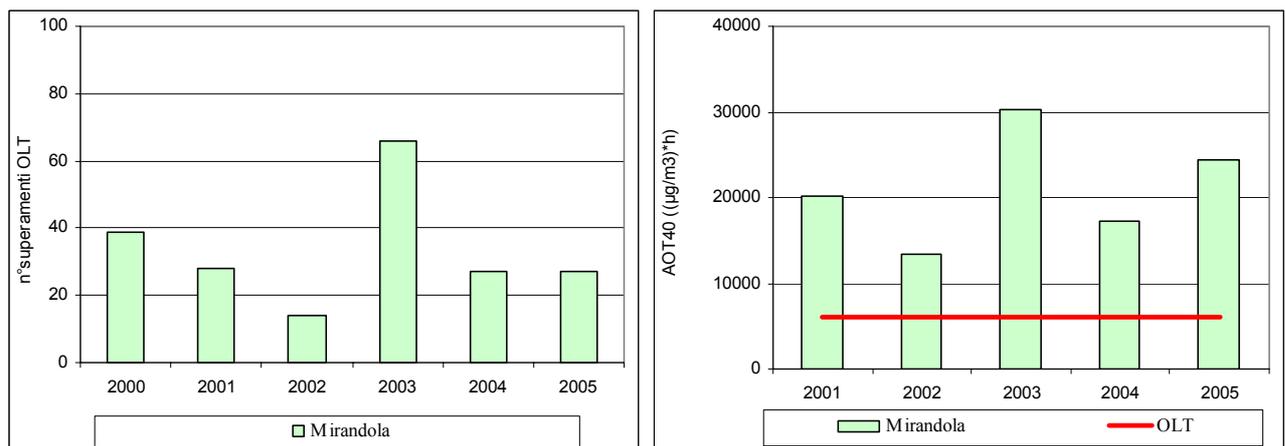
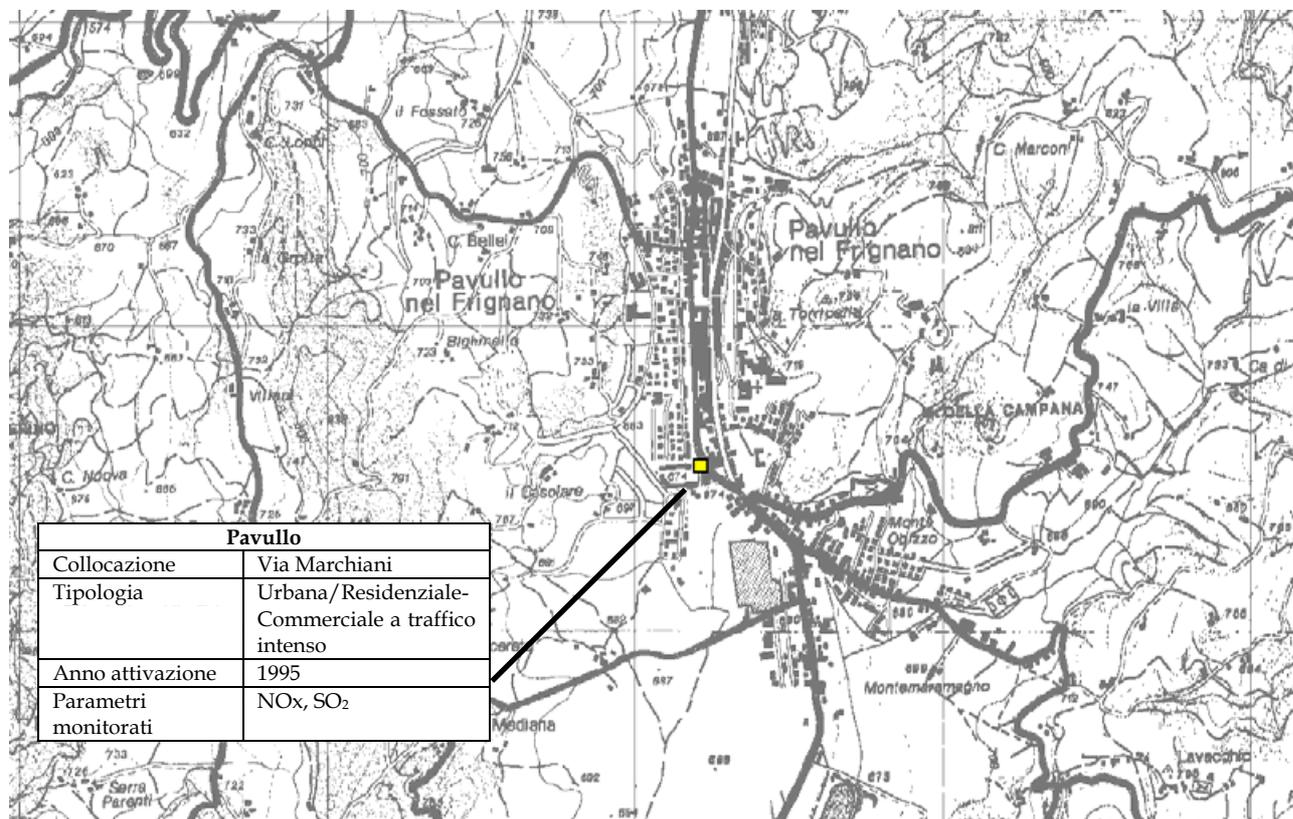


Figura 4.67: O3 - trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

I grafici non mostrano tendenze in atto; le concentrazioni risultano governate prevalentemente dalla meteorologia della stagione estiva.

4.6. Comune di Pavullo

Nella Zona B è presente una sola stazione ubicata a Pavullo, via Marchiani, dotata degli analizzatori di Biossido d'Azoto e Biossido di Zolfo. La stazione, posizionata a lato di una strada a intenso traffico, è posta in area urbana di tipo commerciale/residenziale densamente popolata.



4.6.1. Biossido di Zolfo

Le concentrazioni di SO₂ già da diversi anni sono estremamente contenute rispetto ai limiti fissati dalla normativa, come si evince dalla tabella seguente.

Pavullo	Concentrazioni (µg/m ³)	VL (µg/m ³)	Tipo di limite
Media anno	9	20	Protezione degli ecosistemi
Massima media giornaliera	16	125 (non più di 3 volte/anno)	Protezione della Salute Umana
Massimo orario	30	350 (non più di 24 volte/anno)	Protezione della Salute Umana

4.6.2. Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2005:

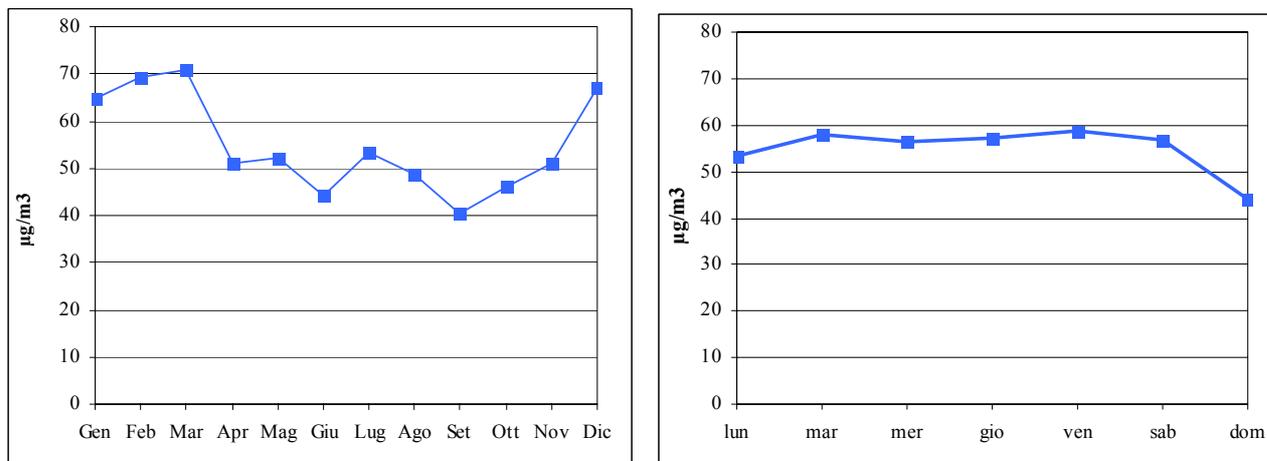


Figura 4.68: NO2 - medie mensili e settimana tipica annuale

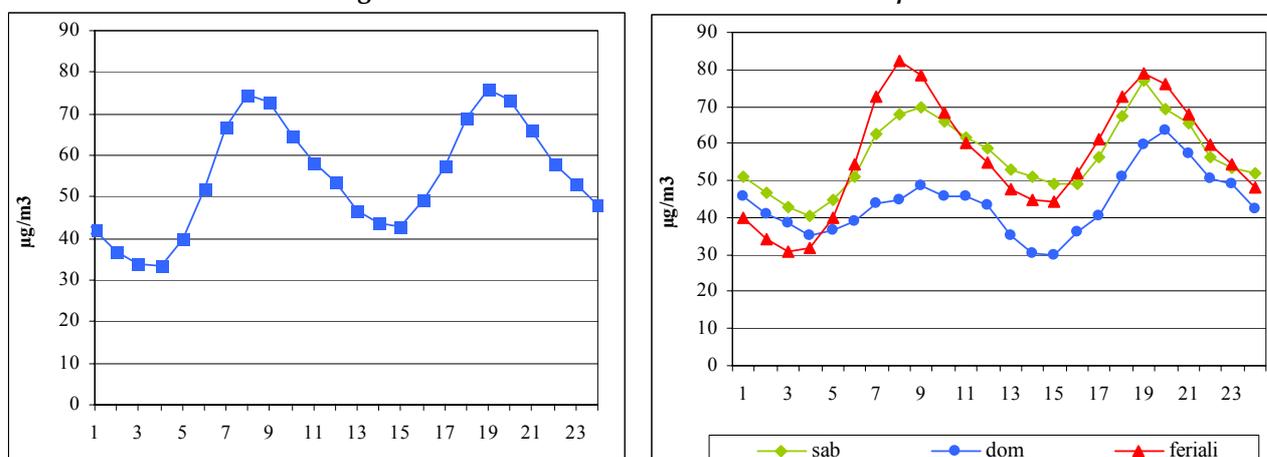


Figura 4.69: NO2 - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo

Gli andamenti temporali registrati a Pavullo risultano simili a quelli rilevati nelle stazioni appartenenti alla Zona A, ad eccezione dell'andamento delle medie mensili in cui si nota un aumento delle concentrazioni nei mesi di luglio e agosto, causato dall'afflusso turistico che caratterizza le zone montane della nostra provincia.

I superamenti nel 2005

Nel 2005, la media annuale registrata a Pavullo ha superato il valore limite che entrerà in vigore dal 2010 (40 µg/m³) e anche l'obiettivo previsto per l'anno in esame (50 µg/m³); il numero dei superamenti del valore limite orario risulta invece ampiamente rispettato.

	Media Oraria n° superamenti		Media annuale (µg/m³)
	VL	di cui >VL+MDT	
Pavullo	4	0	55
	≤ VL	> VL	> VL+MDT

Tab. n° 4.23: NO2 - verifica del rispetto dei limiti normativi

Il trend delle concentrazioni

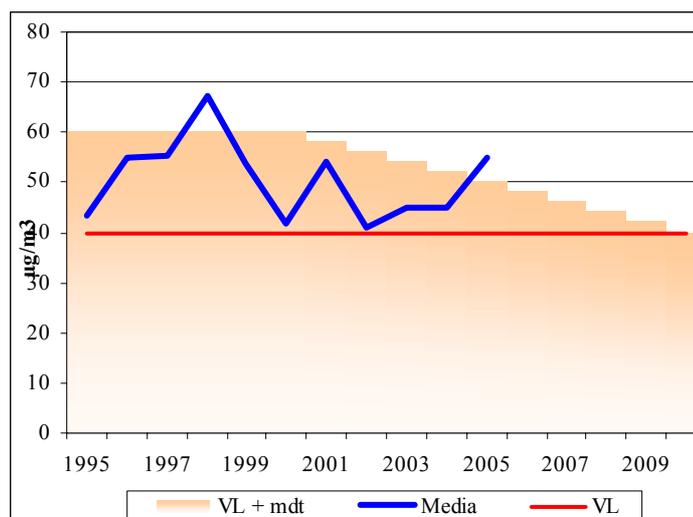


Figura 4.70:NO2 - trend delle medie annuali

L'analisi delle medie annuali mostra un andamento incerto con concentrazioni che si mantengono sempre superiori al limite. Il 2005 in particolare è stato caratterizzato da un aumento abbastanza evidente delle concentrazioni.

5. VALUTAZIONE DEI DATI DELLA RETE RIDEP

Le deposizioni atmosferiche, definite anche deposizioni acide secche o deposizioni acide umide, sono l'insieme dei fenomeni attraverso i quali gli inquinanti allo stato gassoso o particellare vengono trasferiti sulla superficie terrestre. Sono **deposizioni secche** quando gli inquinanti si depositano come tali; quando invece essi vengono sciolti dalle goccioline di pioggia, da neve o grandine, si parla di **deposizioni acide umide**.

Le deposizioni acide sono dovute prevalentemente all'emissione di tre inquinanti gassosi di origine antropica: il biossido di zolfo (SO_2), gli ossidi di azoto (NO_x) e l'ammoniaca (NH_3). Questi inquinanti, una volta immessi e diffusi in atmosfera, vengono successivamente depositati subendo alcune trasformazioni chimiche. In particolare gli Ossidi d'Azoto e Biossido di Zolfo si trasformano rispettivamente in acido nitrico e solforico, con tempi di permanenza in atmosfera diversi, dipendenti dalle caratteristiche chimico-fisiche dei composti nonché dalle interazioni fra di essi. Anche l'Ammoniaca, che di norma si deposita rapidamente, ha un comportamento opposto se combinata con Acido Solforico o Nitrico.

La complessità dei fenomeni precedentemente descritti determina processi di deposizione a lunga distanza e pertanto con effetti a carattere transfrontaliero. Le problematiche ambientali originate dalle deposizioni atmosferiche sono riconducibili alla defoliazione o ridotta vitalità delle piante, difficoltà per la vita di animali acquatici in fiumi, laghi ecc. nonché, legato alla deposizione di Nitrati, fenomeni di eutrofizzazione delle acque superficiali costiere e interne.

In quest'ottica il Ministero dell'Ambiente ha coordinato la realizzazione della Rete Italiana per lo studio delle Deposizioni Atmosferiche Umide (RIDEP) che rappresenta la principale fonte di informazioni per lo studio di questo fenomeno a livello nazionale garantendo una accettabile confrontabilità dei dati (raccolta e elaborazione con metodologie unificate); in particolare la Regione Emilia-Romagna, a partire dal 1987, si è dotata di una rete regionale che a tutt'oggi conta 31 stazioni di cui due nel territorio della Provincia di Modena.

- 1) Modena area urbana presso sede ARPA in Via Fontanelli (43 m s.l.m.)
- 2) Fiorano area verde in zona industriale (107 m s.l.m.)

I campionamenti sono effettuati a cadenza settimanale: di norma la raccolta si effettua il lunedì mattina. I campionatori utilizzati sono automatici, tipo wet and dry e sono costituiti essenzialmente da una struttura metallica supportante due contenitori per la raccolta rispettivamente della deposizione umida e di quella secca (quest'ultima non viene analizzata per la scarsa rappresentatività e l'assenza di una valida metodologia di analisi). Sul contenitore di raccolta dell'acqua è posto un pannello mobile (dotato di sensore) che si apre automaticamente al cadere delle prime gocce di pioggia per poi richiudersi al termine dell'evento atmosferico.

I dati rilevati nelle due stazioni delle rete sono riportati nei grafici seguenti dove sono rappresentati i trend di solfati, fluoro, ammoniaca e nitrati dal 1992 al 2005; nei grafici sono rappresentati anche i dati storici delle stazioni di Carpi, Pievepelago e Vignola attualmente non più attive.

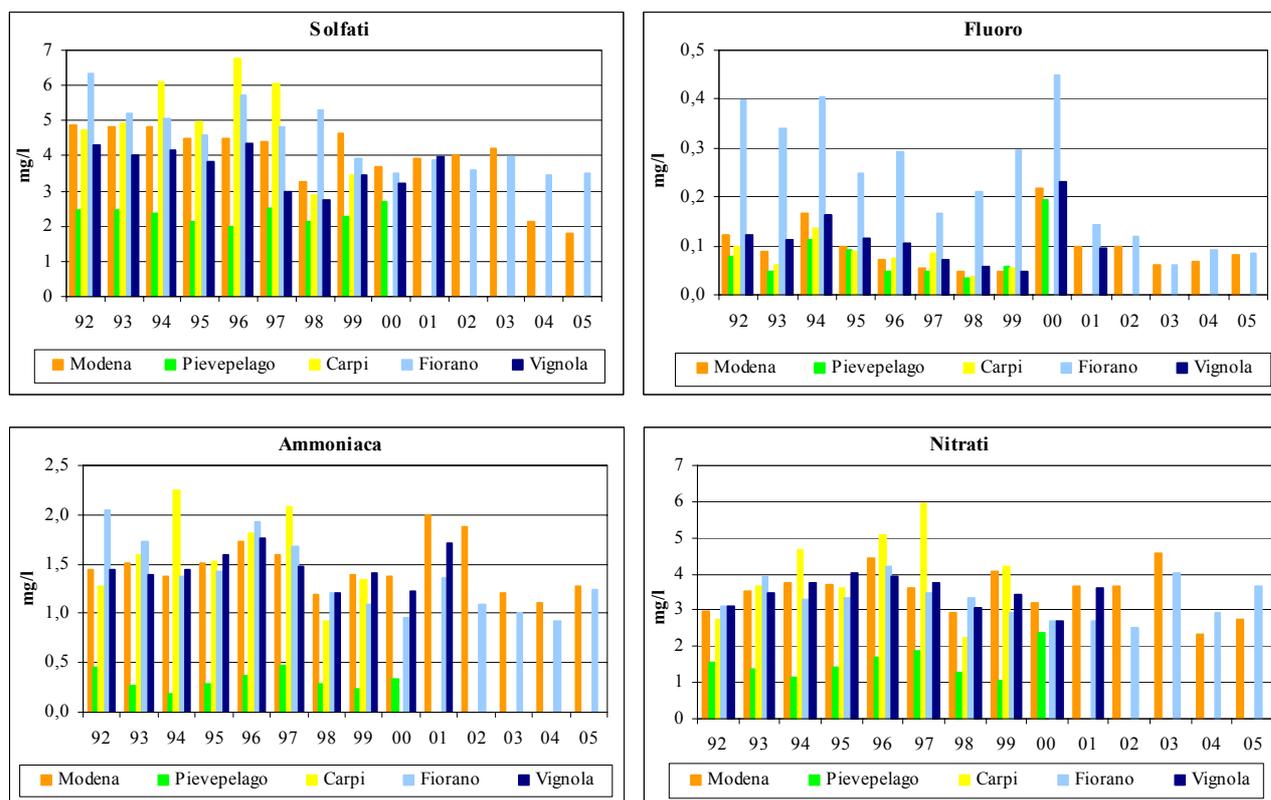


Figura 5.1: trend delle concentrazioni medie annue

I **solfati**, la cui origine è attribuibile all'emissione di SO_2 , sono andati progressivamente riducendosi nel tempo rispetto ai livelli registrati negli anni 90 (5 - 6 mg/l), a seguito della diminuzione del contenuto di zolfo nei combustibili. Per l'anno 2005 si rileva una sostanziale costanza delle concentrazioni rispetto all'anno precedente.

I **floruri**, la cui fonte di emissione è riconducibile nella nostra Provincia all'attività ceramica, ha confermato anche per il 2005 il trend in diminuzione già riscontrato negli anni precedenti attestandosi a valori medi di concentrazione prossimi al limite di rilevabilità strumentale.

I **nitrati e l'ammoniaca**, la cui presenza è tipica in aree fortemente antropizzate, nel 2005 hanno registrato un lieve aumento rispetto all'anno precedente.

6. MUTAGENESI AMBIENTALE

Per una migliore definizione della Qualità Ambientale è significativa la valutazione della genotossicità del particolato atmosferico. Questo permette di stimare il “carico genotossico ambientale” e il conseguente rischio a cui è sottoposta la popolazione in area urbana derivante dall’esposizione cronica a miscele complesse di sostanze presenti in atmosfera in grado di agire anche a basse concentrazioni.

Queste sostanze si associano alle polveri sospese; in particolare, il maggior rischio per la salute umana è associato alle polveri fini in quanto meglio in grado di penetrare in profondità nell'albero bronchiale, eludendo anche i meccanismi di difesa umani.

ARPA - Emilia Romagna si è fatta promotrice nel 1997 della costituzione di una rete regionale di monitoraggio della mutagenicità del particolato aereo in ambiente urbano (unico esempio in Italia), a cui partecipano le Sezioni di Piacenza, Parma, Modena, Bologna, Ferrara, Forlì, Cesena, Ravenna e Rimini, coordinata dalla Sezione di Parma.

Da settembre 2000, presso la stazione di Nonantolana, nel quartiere Torrenova, in zona residenziale in prossimità della tangenziale ad elevato traffico veicolare, è iniziato il campionamento in continuo della frazione PM_{2,5} (particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 µm) che si è rivelata la più interessante dal punto di vista sanitario.

Dal 2004 i test di mutagenesi vengono effettuati solo sul particolato campionato nei mesi più significativi nell’ambito di ogni stagione, valutati in base alla serie storica dei dati e più precisamente:

- gennaio e febbraio, come mesi rappresentativi dell’inverno;
- aprile, come mese rappresentativo della primavera;
- luglio, come mese rappresentativo dell’estate;
- novembre e dicembre, come mesi rappresentativi dell’autunno.

6.1 Test di mutagenesi

Il test di *Ames* è il test di mutagenesi più utilizzato al mondo per screening genotossicologici ed ha evidenziato una correlazione tra mutageni e cancerogeni pari a circa il 60-80%.

Preparazione del campione

Il prelievo viene effettuato con un campionatore sequenziale, dove il particolato viene raccolto su filtri di fibra di vetro mediante pompa a basso volume, in continuo per 24 ore al giorno. Nello specifico, la portata di campionamento è di 16,67 litri di aria al minuto, volume comparabile a quello inspirato normalmente da una persona in condizioni di movimento blando, che equivale a circa 24 m³ al giorno.

Il campione mensile è dato dall’insieme dei filtri giornalieri; tale campione viene estratto con opportuni solventi, portato a secco e quindi risospeso al fine di ottenere una concentrazione di 0.05 Nm³/µl. Si cimenta quindi la sospensione con gli organismi test. Negli stessi estratti, sottoposti a test di mutagenesi, è stata effettuata la determinazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici presso la Sezione Provinciale di Ravenna.

Principio del metodo

I test per la valutazione dell'attività sul DNA indotta dagli xenobiotici sono test a breve termine, che vengono effettuati su due ceppi di *Salmonella typhimurium* TA98 e TA100 con (+) e senza attivazione metabolica esogena (Metodo Standard: Maron DM, Ames BN. Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. Mutat Res 1983; 113: 173-215).

L'utilizzo di due ceppi diversi di Salmonella permette di evidenziare la presenza di sostanze che agiscono con meccanismi differenti: TA98 rileva mutazioni per inserzione o delezione di basi mentre il ceppo TA100 rileva mutazioni per sostituzione di basi.

Mentre la scelta di eseguire i test sia in presenza di sistemi enzimatici epatici (attivazione metabolica esogena) che non, permette di rilevare la presenza sia di sostanze che agiscono sul DNA dopo essere state metabolizzate (mutageni indiretti o promutageni) sia di sostanze con attività mutagena diretta simulando in questo modo l'intervento dell'organismo che può trasformare sostanze potenzialmente innocue in metaboliti mutageni e viceversa.

Il principio del test di Ames si basa sulla retromutazione in quanto utilizza ceppi di batteri (*Salmonella typhimurium*) recanti ognuno un diverso tipo di mutazione nel gene che codifica per la biosintesi dell'istidina, quindi incapaci di crescere in assenza di questo aminoacido. La positività al test viene valutata sul numero dei batteri che riacquistano la capacità di crescere in assenza di istidina in seguito ad una seconda mutazione dovuta all'esposizione a sostanze mutagene (retromutazioni). I batteri che riacquistano tale capacità sono detti revertenti.

6.2 Valutazione dei dati

I test di mutagenesi e l'elaborazione dei dati vengono effettuati presso la Sezione Provinciale di Parma, nell'ambito delle attività dell'Eccellenza "Mutagenesi Ambientale".

I dati relativi alla mutagenicità del particolato atmosferico urbano campionato a Modena e del particolato campionato negli altri nodi della rete regionale sono pubblicati nel sito Internet: www.arpa.emr.it/parma/mutagenesi/.

Osservando l'evoluzione temporale della mutagenicità del particolato atmosferico, espressa come Fattore di Genotossicità totale (Figura 6.1) si riscontrano nell'anno 2005, oltre al tipico andamento stagionale, valori più bassi per i mesi di febbraio e novembre e leggermente più alto il valore relativo al mese di gennaio, rispetto ai corrispondenti periodi del 2004.

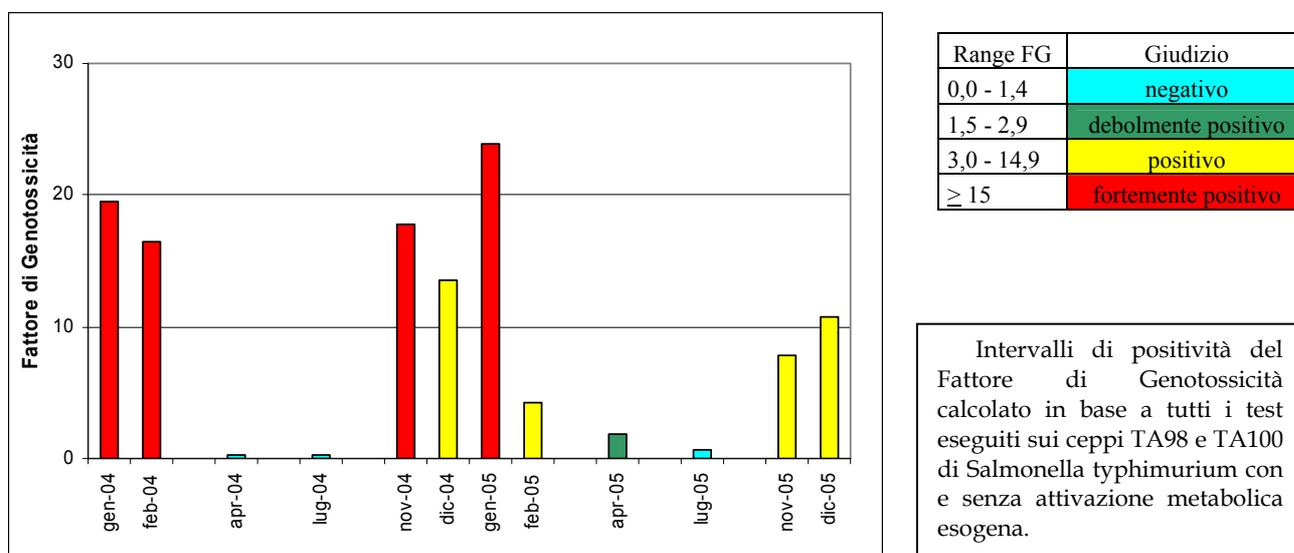


Figura 6.1: Evoluzione temporale della genotossicità del particolato atmosferico urbano (PM_{2,5}) rilevata come Fattore di Genotossicità su tutti i test in *Salmonella typhimurium*.

Per quanto riguarda l'andamento nel tempo dei revertenti/ Nm^3 di aria e dei revertenti/ μg di polveri (Figura 6.2) si nota, nella maggior parte dei mesi monitorati, una maggiore sensibilità nei test condotti in assenza di attivazione metabolica esogena: questo indica una presenza prevalente di molecole ad azione mutageno diretta (quali sono ad es. i nitroderivati degli IPA),.

Altra osservazione, relativa in particolare ai mesi di gennaio e dicembre 2005, riguarda i valori elevati soprattutto nei test condotti con il ceppo TA100: questo indica una prevalenza di sostanze che inducono mutazioni per sostituzione di basi.

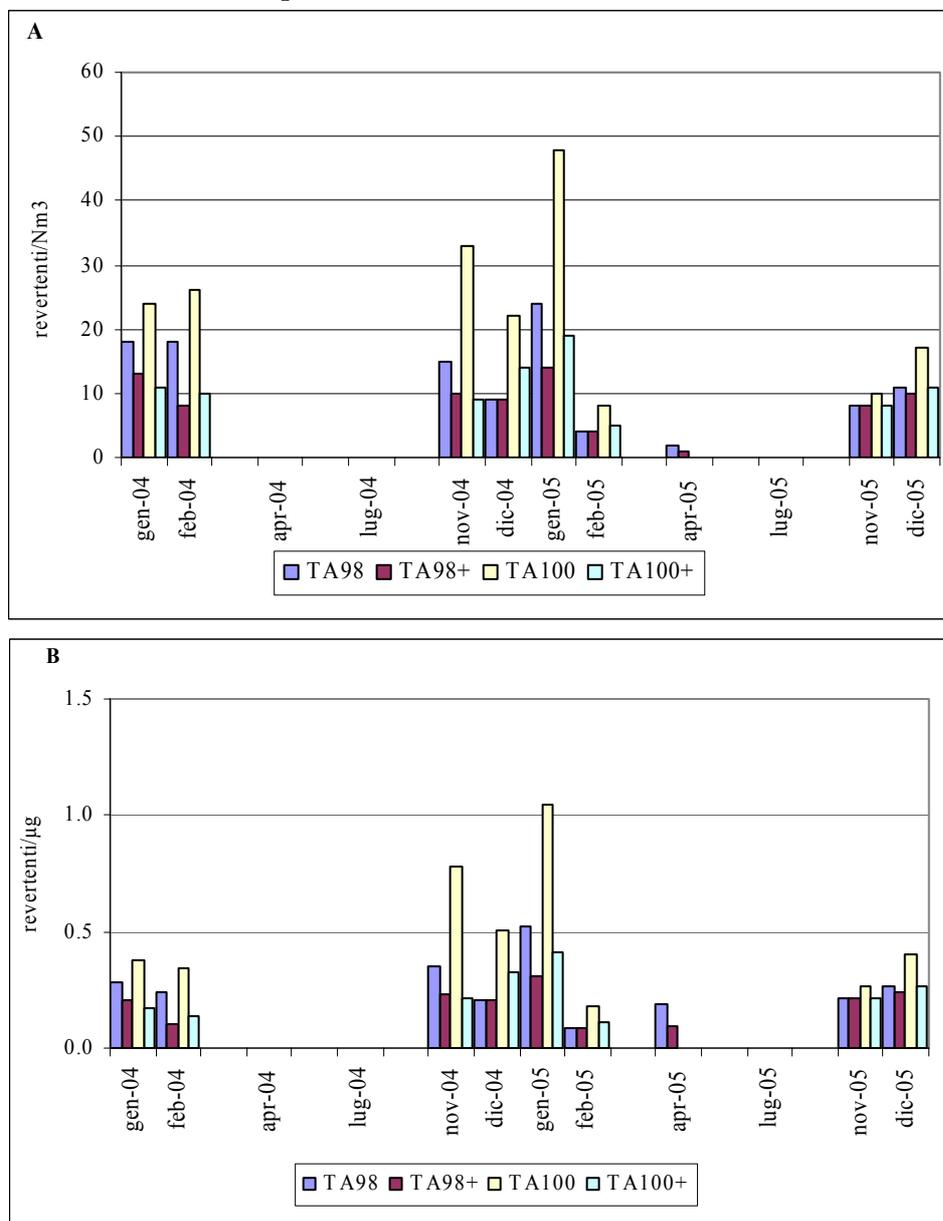


Figura 6.2: Evoluzione temporale della genotossicità del particolato atmosferico urbano ($\text{PM}_{2,5}$) rilevata attraverso l'induzione di revertenti/ Nm^3 (A) e revertenti/ μg polveri (B) in *Salmonella typhimurium* ceppi TA98 e TA100 con (+) e senza attivazione metabolica esogena.

Confrontando l'andamento nel tempo della mutagenicità del particolato atmosferico urbano, espressa come sommatoria dei revertenti/ Nm^3 e l'andamento delle concentrazioni (medie mensili) delle polveri (Figura 6.3), si può constatare che, in linea di massima, nel 2005 i due andamenti sono leggermente più sovrapponibili rispetto al 2004 con, comunque una certa dispersione dei punti intorno alla retta di regressione ottenuta mettendo in relazione i dati del periodo 2004-2005 (Figura 6.4). Questo conferma quanto già affermato in precedenza, che per l'effetto mutageno, non è determinante la "quantità" ma soprattutto la "qualità" del particolato aerodisperso.

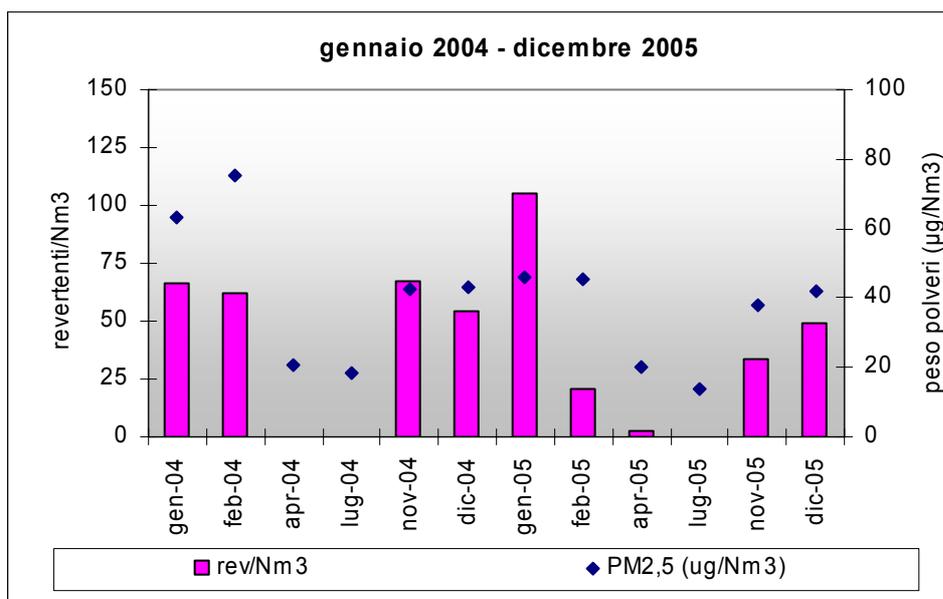


Figura 6.3: Andamenti comparati della mutagenicità del particolato atmosferico urbano (PM2,5) espressa come sommatoria dei revertenti/Nm3 indotti da estratti di campioni mensili e delle concentrazioni (medie mensili) delle polveri, nei periodi indicati.

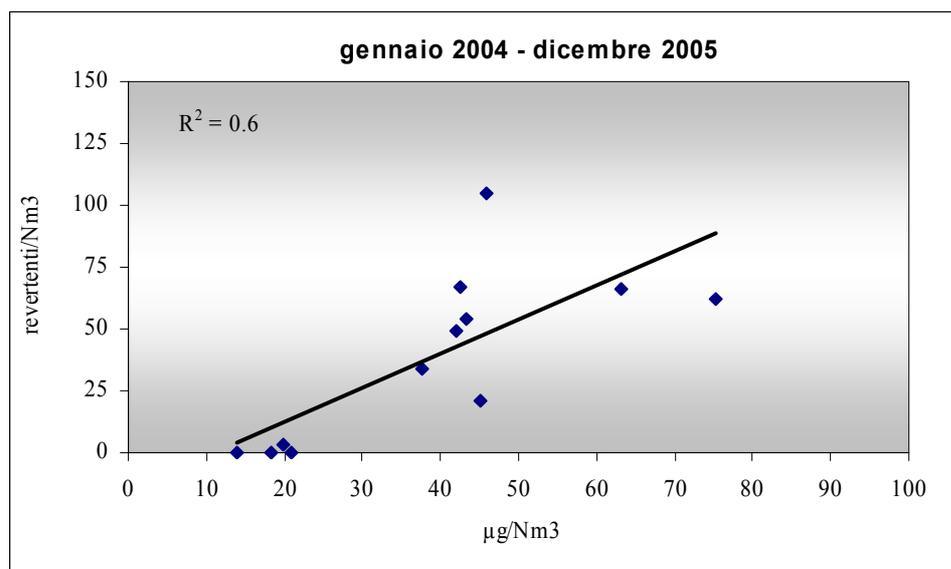


Figura 6.4 Regressione lineare tra concentrazione di polveri (PM2,5) e numero di revertenti/Nm3 totali rilevati nel periodo indicato

Nei grafici di seguenti, si riportano le concentrazioni degli IPA con attività biologica (fluorantene, pirene, benzo(a)antracene, crisene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(e)pirene, benzo(a)pirene, indeno(1,2,3-cd)pirene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(ghi)perilene, dibenzo(a,l)pirene, dibenzo(a,e)pirene, dibenzo(a,i)pirene, dibenzo(a,h)pirene), rilevate negli stessi estratti che sono stati sottoposti a test di mutagenesi, espresse sia come ng/mg di particolato (Figura 6.5) che come ng/Nm³ di aria (Figura 6.6).

Dall'osservazione dell'andamento risulta evidente che i valori più elevati sono quelli riscontrati nei mesi più freddi con concentrazioni maggiori nel 2005 rispetto al 2004 soprattutto per i mesi di gennaio e febbraio.

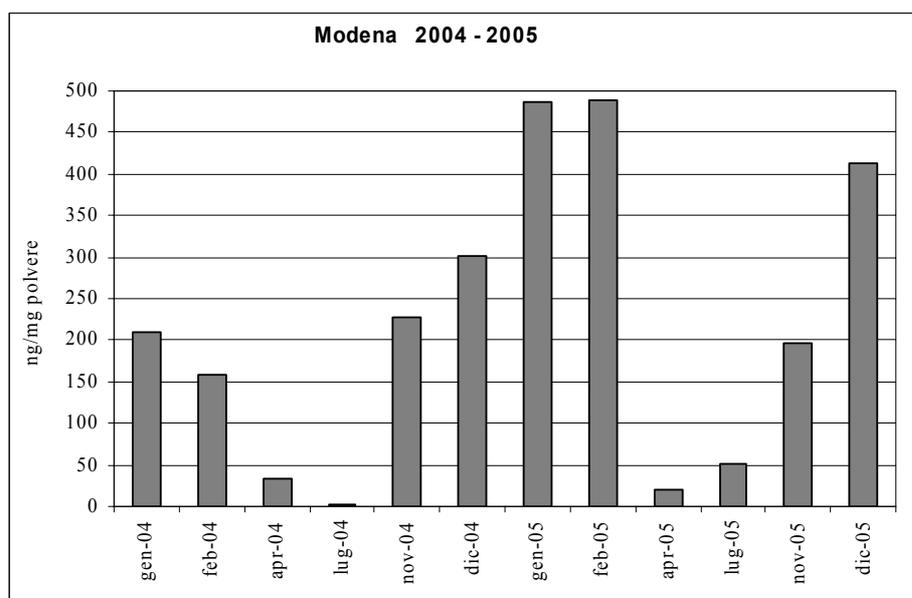


Figura 6.5: concentrazioni di IPA con attività biologica determinate negli stessi estratti di particolato atmosferico sottoposti a test di mutagenesi, espresse come ng/mg di particolato

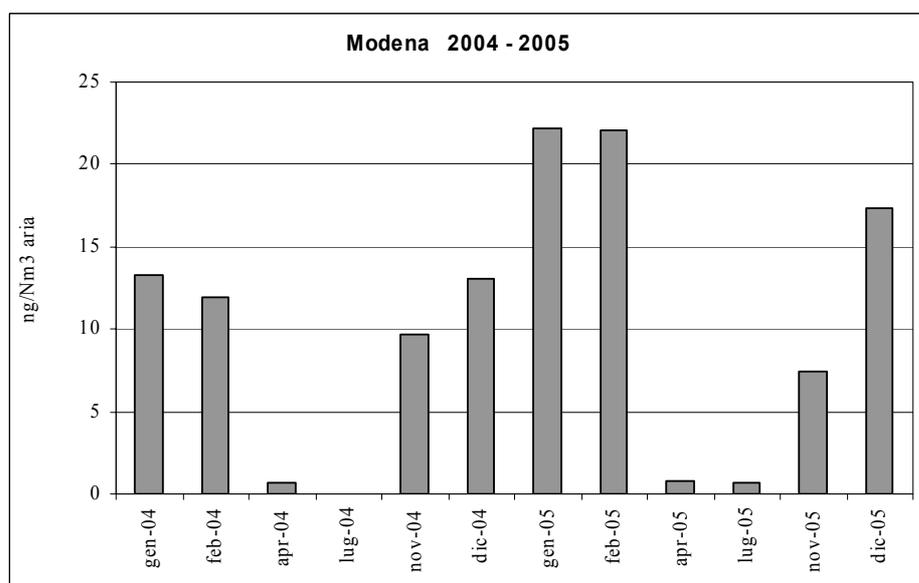


Figura 6.6: concentrazioni di IPA con attività biologica determinate negli stessi estratti di particolato atmosferico sottoposti a test di mutagenesi espresse come ng/Nm3 di aria

Per quanto riguarda il confronto tra concentrazione di IPA e attività mutagena del particolato, si può ipotizzare che gli IPA non siano le sole molecole responsabili della mutagenicità associata alle polveri, ma che un forte contributo sia dato anche da sostanze ad azione mutagena diretta.

A questo proposito in Figura 6.7 si riporta il grafico, aggiornato al 2005, del confronto tra i livelli medi di IPA con attività biologica e i livelli medi di attività genotossica, determinata sia con i test condotti su Salmonella in assenza di attivazione metabolica esogena, che con i test sensibili alla loro presenza. Si nota che il livello di genotossicità rilevato con i test sensibili alla presenza di IPA (+S9) è generalmente più basso di quello rilevato con gli altri test, inoltre è evidente come a concentrazioni simili di IPA corrispondano valori di mutagenicità piuttosto differenti.

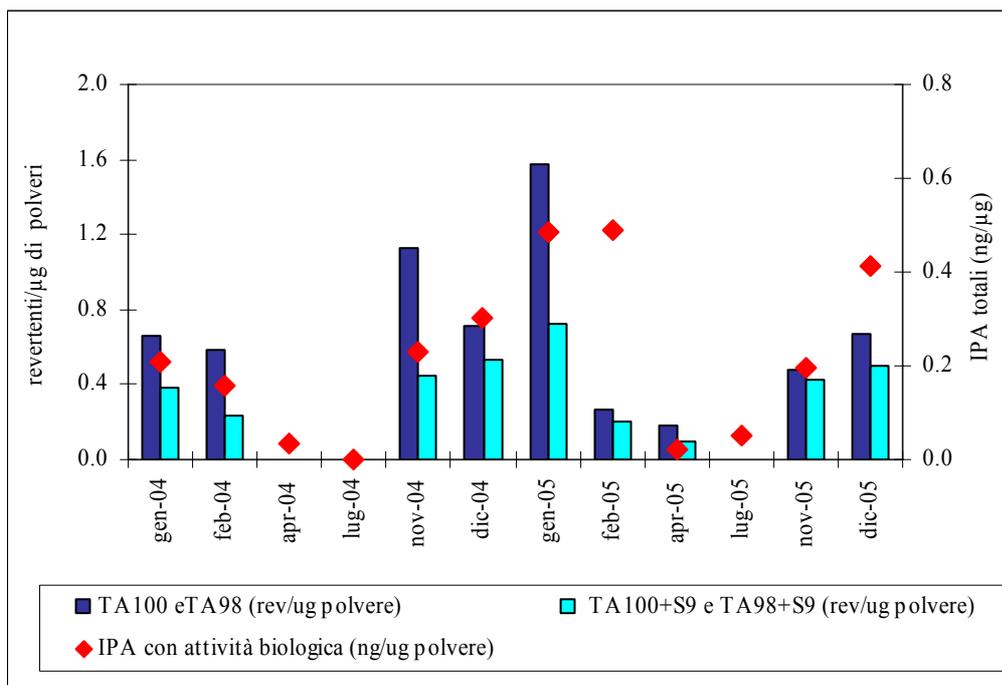


Figura 6.7: *Comparazione dei livelli di IPA con attività biologica e attività genotossica determinata con i test sui ceppi TA98 e TA100 di Salmonella typhimurium con e senza e attivazione metabolica (+S9)*

Si può concludere con la considerazione che, per quanto riguarda l'attività mutagenica del particolato atmosferico campionato a Modena, si riscontrano, nei mesi più freddi, valori "positivi" o "fortemente positivi" senza un trend evidente. Inoltre si conferma la difficoltà di attribuire ad una sola classe di contaminanti la mutagenicità del PM_{2,5}.

7. POLLINI E SPORE AERODISPERSE

La rete regionale di monitoraggio dei pollini allergenici gestita da ARPA è costituita da 10 stazioni localizzate nei capoluoghi di Provincia (da Piacenza a Rimini, con l'aggiunta di Cesena), situate in corrispondenza di aree densamente popolate, dove l'incidenza delle pollinosi è in costante aumento.

Le stazioni di monitoraggio di ARPA Emilia Romagna sono attive tutto l'anno, dal 1 gennaio al 31 dicembre: vengono allestiti campioni giornalieri sottoposti ad analisi in microscopia ottica per il riconoscimento ed il conteggio dei granuli pollinici e delle spore fungine. Questo servizio si è consolidato e perfezionato nel corso degli anni divenendo un riferimento ormai insostituibile sia per pazienti allergici che per medici allergologi.

Il bollettino regionale **"Bollettino Pollini Allergenici"** è settimanale (viene aggiornato ogni martedì), copre l'intero periodo dell'anno, si trova nel sito di Arpa www.arpa.emr.it, oppure su **Televideo di RAI TRE Emilia Romagna alla pag. 537, televideo di Rete 7, Antenna1, Tele Tricolore pag. 180**, inoltre viene inviato un bollettino personalizzato sulla situazione pollinica a Modena direttamente a chi lo richiama.

Dalla home page del sito di Arpa si può accedere ad informazioni relative a ciascuna provincia, oppure ad informazioni su scala regionale, quali concentrazioni osservate e previste delle principali famiglie, concentrazioni medie e massime rilevate in regione, informazioni meteorologiche.

The image shows a screenshot of the ARPA Emilia-Romagna website. At the top, there is a green banner with the text "AGENZIA REGIONALE PREVENZIONE E AMBIENTE DELL'EMILIA-ROMAGNA" and the logo "arpa SVR Servizio Meteo Regionale". Below this, there is a navigation menu with the following items: "POLLINI/ALLERGIE", "MONITORAGGIO POLLINI", "BOLLETTINO POLLINI", "BolleTTino regionale", "Piacenza", "Parma", "Reggio Emilia", "Modena", "Bologna", "Ravenna", "Forlì-Cesena", "Forlì", "Cesena", "Rimini". To the right of the menu is a yellow box titled "bollettino pollini allergenici" with a sun icon. Below this is a map of Emilia-Romagna with labels for Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena, Bologna, Ravenna, Forlì-Cesena, and Rimini. The map is titled "Bollettino pollini allergenici" and "La situazione dei pollini allergenici monitorati in Emilia Romagna dal 20/05/2002 al 26/05/2002".

Una parte molto interessante è quella dedicata alle informazioni sanitarie che, oltre ad introdurre il problema delle allergie, contengono un commento allergologico sul periodo e forniscono consigli utili sugli stili di vita da condurre in questi casi.

Vengono di seguito esposte e commentate le concentrazioni dei pollini e delle spore fungine rilevate nella zona di Modena durante l'anno 2005.

Le famiglie ricercate sono le seguenti: betullacee, composite, corilacee, fagacee, graminacee, oleacee, plantaginacee, urticacee, cupressacee, chenopodiacee, poligonacee, euforbiacee, mirtacee, ulmacee, platanacee, aceracee, pinacee, salicacee, piperacee, juglandacee, ippocastanacee e come spore l'alternaria e lo stemphylum.

Di queste famiglie, dieci sono considerate da AIA come le più significative dal punto di vista allergenico; sono caratterizzate da impollinazione anemofila, cioè attraverso il vento (si ricorda che tale veicolo di movimentazione interviene non solo sull'aggregazione o disaggregazione dei pollini nell'aria fra loro, ma agisce anche sui particolati prodotti dall'inquinamento atmosferico, fattore che contribuisce, come noto, alla diffusione delle patologie allergiche, soprattutto respiratorie ed oculari).

La rappresentazione grafica sottostante ne mette in evidenza la presenza percentuale, rilevata nell'anno 2005 nel territorio provinciale monitorato, dove si nota che le famiglie presenti in maggiore quantità sono in ordine le Graminacee, le Urticacee e le Coriacee.

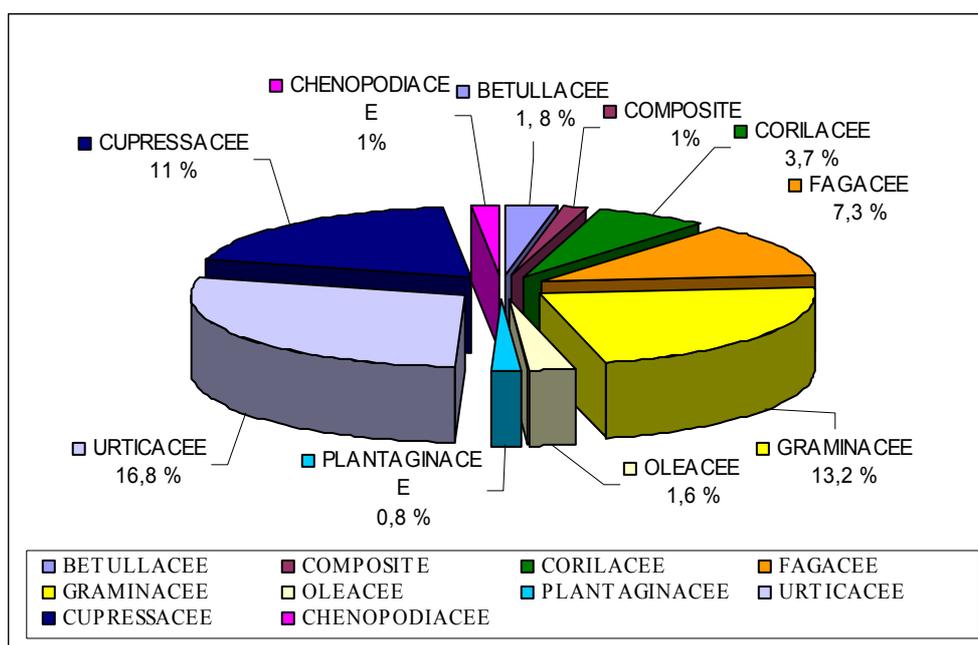


Figura 7.1: Presenza percentuale delle famiglie significative dal punto di vista allergenico

Nella tabella riassuntiva seguente vengono evidenziati i seguenti dati:

1. Elenco della principali famiglie vegetali riconosciute in ordine di comparsa del polline in atmosfera.
2. Giorno d'inizio della fioritura (intesa come il giorno in cui è stato emesso l'1% dei granuli)
3. Giorno di massima fioritura (granuli /mc)
4. Giorno di fine fioritura (intesa come il giorno in cui è stato emesso il 99% dei granuli)
5. Concentrazione di granuli emessi nel giorno di massima fioritura (granuli/mc)
6. Numero totale di granuli emessi nell'anno (n° granuli/mc)

Famiglia	Inizio fioritura	max fioritura	fine fioritura	pollini/m3 nel giorno di massima fioritura	emissione nell'anno (pollini/m3)
Pollini					
Cupress-Taxac.	4-feb	16-mar	12 lu	470	5144
Ulmacee	10-mar	18-mar	10-apr	217	1432
Betulacee	14-feb	18-mar	23-giu	115	823
Corylacee	15-feb	28-apr	23-mag	188	1745
Salicacee	15-mar	25-mar	17-apr	168	1689
Aceracee	24-mar	30-mar	30-mag	30	176
Pinacee	23-mar	5-giu	25-nov	48	570
Oleacee	28-feb	16-mar	25-giu	84	767
Graminacee	9-apr	30-apr	29-set	294	6133
Fagacee	29-mar	3-mag	6-ago	171	3396
Platanacee	7-apr	14-apr	1-mag	3960	15002
Juglandacee	14-apr	3-mag	30-mag	20	177
Urticacee	21-apr	28-apr	30-set	600	7808
Composite	9-apr	31-ago	18-ott	36	404
Poligonacee	29-apr	3-mag	30-lug	30	234
Plantaginacee	23-mag	17-lug	1-set	19	391
Cheno-Amarant.	1-mag	31-ago	24-ott	21	460
Spore					
Stemphylium	2-apr	31-ago	28-nov	25	820
Alternaria	23-apr	6-lug	30-ott	672	16327

Tab. n° 7.1

Nel 2005 la fioritura ha avuto inizio a gennaio con i pollini di *Cupressacee*, cui presto si affiancano quelli dell'olmo (*Ulmacee*), di ontano (*Betulacee*) e di nocciolo (*Corylacee*). In febbraio le concentrazioni aumentano bruscamente all'avanzare della stagione e arrivano frassino e pioppo (*Salicacee*). Via via si aggiungono altri pollini di alberi quali acero (*Aceracee*), betulla (*Betulacee*), carpino nero (*Corylacee*), quercia (*Fagacee*), platano (*Platanacee*) che sono assai abbondanti in marzo e aprile. In questo momento, la pioggia pollinica è fitta e varia e, a poco a poco, compaiono in aria anche i pollini delle piante erbacee. Essi diventano dominanti grazie alle graminacee (*Graminacee*) in maggio. In questo periodo, tra le piante legnose, hanno ancora una certa rilevanza i pini (*Pinacee*) e, in giugno-luglio, il castagno (*Fagacee*). Intanto, iniziano già a fiorire la parietaria (*Urticacee*) che dominerà la pioggia pollinica fino settembre, accompagnate da varie altre erbe tipicamente a fioritura estiva quali ambrosia e artemisia (*Composite*), chenopodi (*Chenopodiacee*) e piantaggini (*Plantaginacee*). Infine, la concentrazione si affievolisce e, nell'ultimo periodo dell'anno, è diffuso in aria soprattutto il polline dei cedri (*Pinacee*), alberi sempreverdi esotici che, con l'abbondante produzione di strobili maschili, spargono a terra il tappeto autunnale della loro polvere gialla.

In piena estate inizia anche la sporulazione, che continua per tutto l'autunno, di *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*, per citare solo le spore più frequenti e diffuse. Vengono registrate solo le concentrazioni di *Stemphylium*, per l'interesse fitopatologico che riveste, e di *Alternaria* che oltre un'importanza nell'ambito della patologia vegetale, ricopre anche una rilevanza di tipo allergologico analogamente ai pollini.

Nel complesso la pollinazione nel 2005 è stata simile al 2004: circa 48000 pollini/m³ contro i 55000 del 2004.

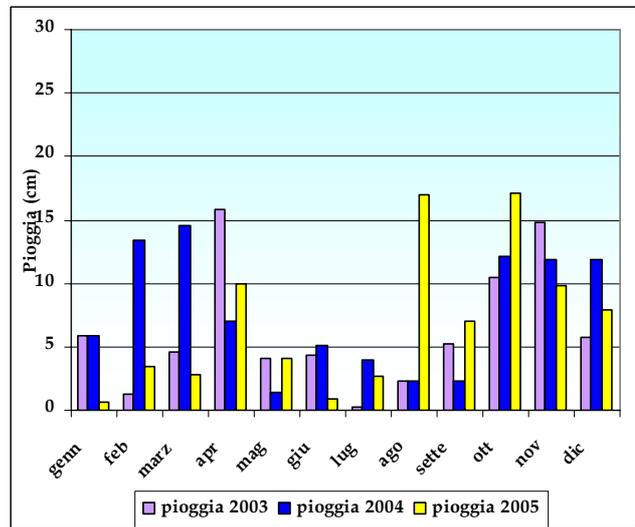
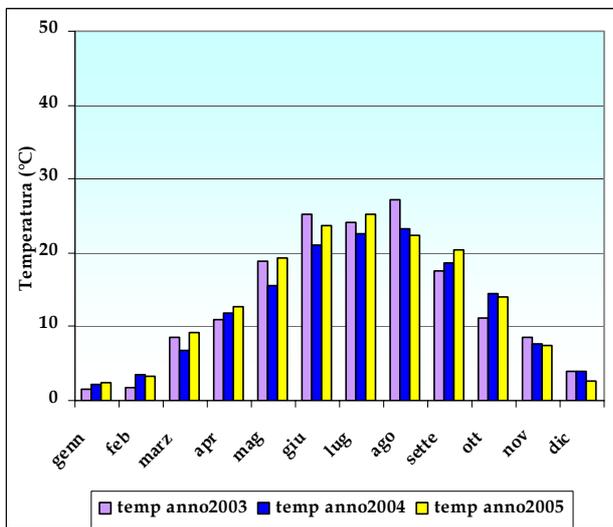
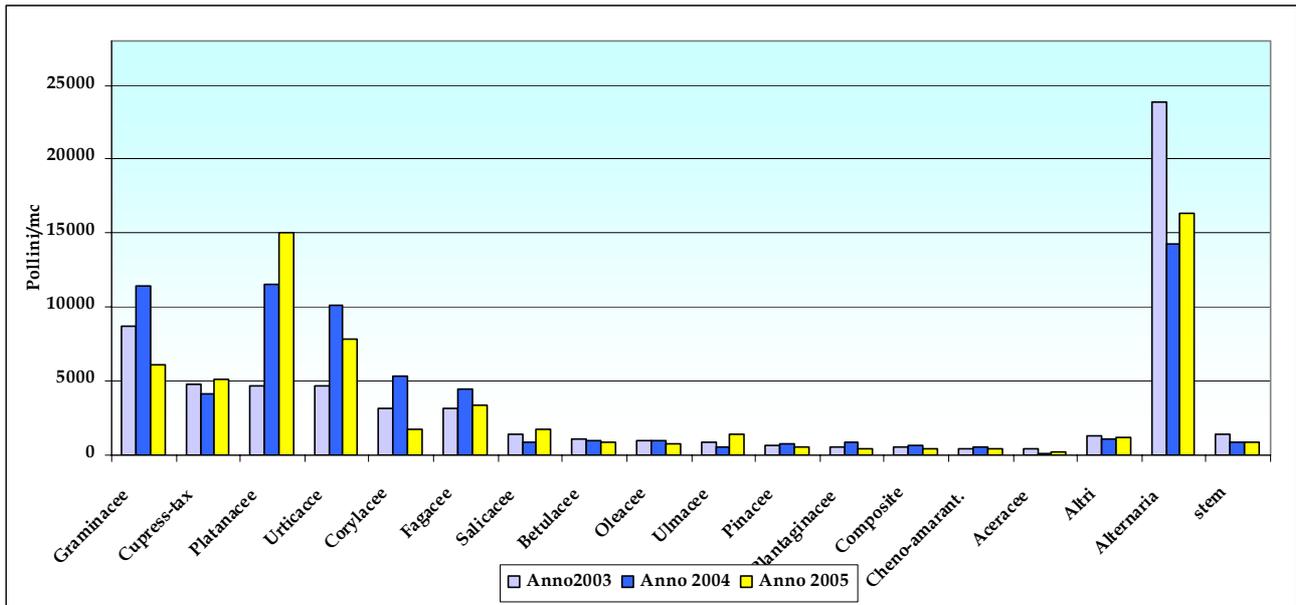


Figura 7.2: Emissione pollinica - confronto famiglie anno 2003 - 2004- 2005

Confrontando graficamente le varie famiglie nei tre anni, si nota una certa variabilità soprattutto per le famiglie presenti in maggiore quantità e cioè, graminacee, platanacee, urticacee e corilacee.

La spiegazione a questo fatto è da ricercare quasi sicuramente nell'andamento meteorologico dell'anno 2005, soprattutto durante i mesi dove è massima l'emissione pollinica.

Rispetto all'annata precedente, che ha avuto nella regolarità una delle sue caratteristiche prevalenti, nel 2005 si è osservato un andamento meteorologico più contrastato; "ad ondate", con periodi contraddistinti da opposte tendenze sia per quanto riguarda le temperature, sia per quanto riguarda l'andamento pluviometrico.

La primavera del 2005 è stata particolarmente anomala, poiché le temperature hanno inizialmente oscillato tra valori molto superiori alla media e valori fortemente inferiori alla norma, tale anomalia si è protratta da marzo ad aprile. Successivamente nei mesi di maggio e di giugno le temperature hanno presentato valori superiori alla media, particolarmente nei valori massimi con superamenti dei valori massimi assoluti registrati nel trentennio storico di riferimento 1961-1990 (stabilito dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale), sul territorio regionale si sono registrati picchi di 33 gradi a Maggio e di 35 gradi a giugno.

Le precipitazioni, in particolare dei primi tre mesi dell'anno, sono state scarse, ma le riserve dei terreni, alimentate dalle abbondanti piogge autunnali del 2004, hanno sopperito alle esigenze delle colture. Nel mese di aprile le precipitazioni sono risultate nella norma o superiori, mentre in maggio le piogge hanno raggiunto valori normali solo sul settore occidentale. Il valore cumulato annuo delle precipitazioni è stato di 830 mm ed è risultato prossimo alla norma.

L'estate è stata caratterizzata da un andamento termo-pluviometrico piuttosto anomalo, con alcuni tratti caratteristici che la rendono abbastanza simile all'estate del 2002. In particolare, si evidenziano due aspetti salienti e antitetici:

- 1) seconda metà di Giugno caratterizzata da temperature molto elevate e scarsità di precipitazioni;
- 2) un mese di Agosto piuttosto anomalo, sia da un punto di vista termico, che pluviometrico, con temperature nettamente più basse del normale e con precipitazioni generalmente più abbondanti della media su tutto il territorio regionale, quasi anticipando di un mese la stagione successiva.

L'elemento che ha maggiormente differenziato le due annate, oltre all'andamento pluviometrico, è da individuare nella regolarità delle temperature, l'andamento dei valori nell'annata 2005 è stata caratterizzata da minime invernali più basse e da massime primaverili (maggio) più elevate.

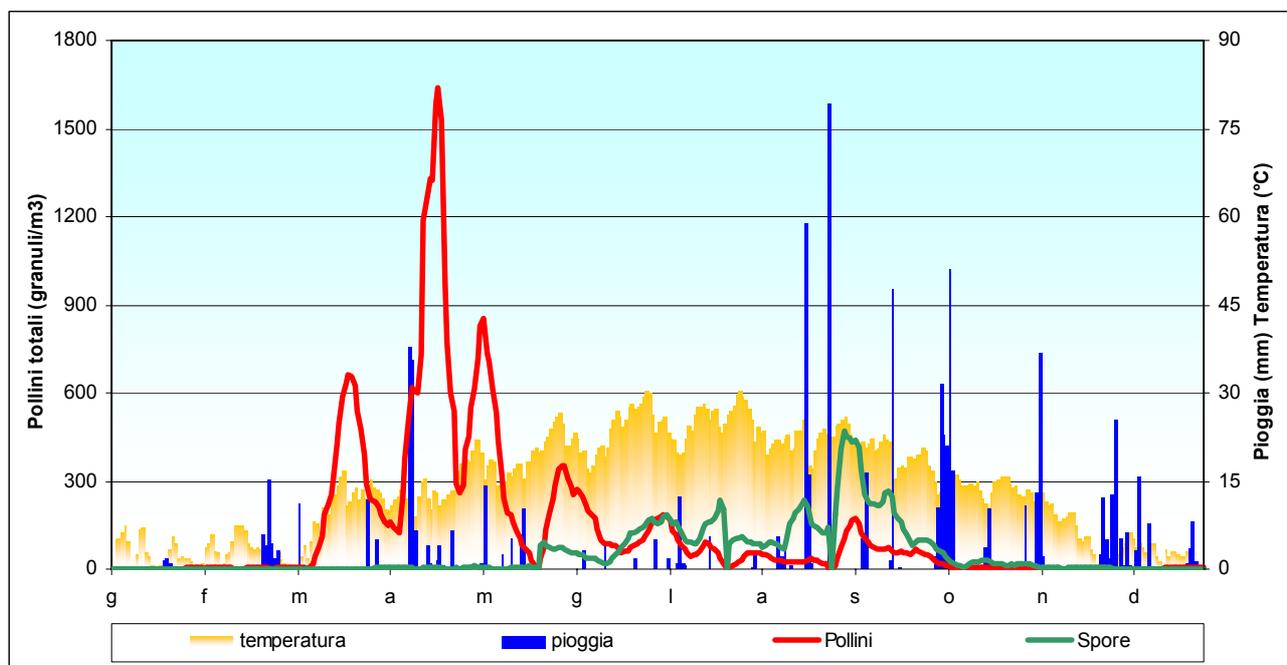


Figura 7.3: Pollini e spore - andamento annuale

Dal grafico degli andamenti annuali di pollini e spore, si può notare un picco di emissione pollinica il 18 aprile con una concentrazione in aria di 1850 granuli/m³, mentre un massimo di spore il giorno 31 agosto con una concentrazione di 250 spore /m³.

Ricordiamo che il periodo relativo alle elevate concentrazioni di spore fungine, corrisponde al periodo maggio-settembre, perché caratterizzato da minore umidità e aumento dei flussi aerei, fattori idonei alla dispersione delle spore rispetto anche agli stessi granuli di polline.

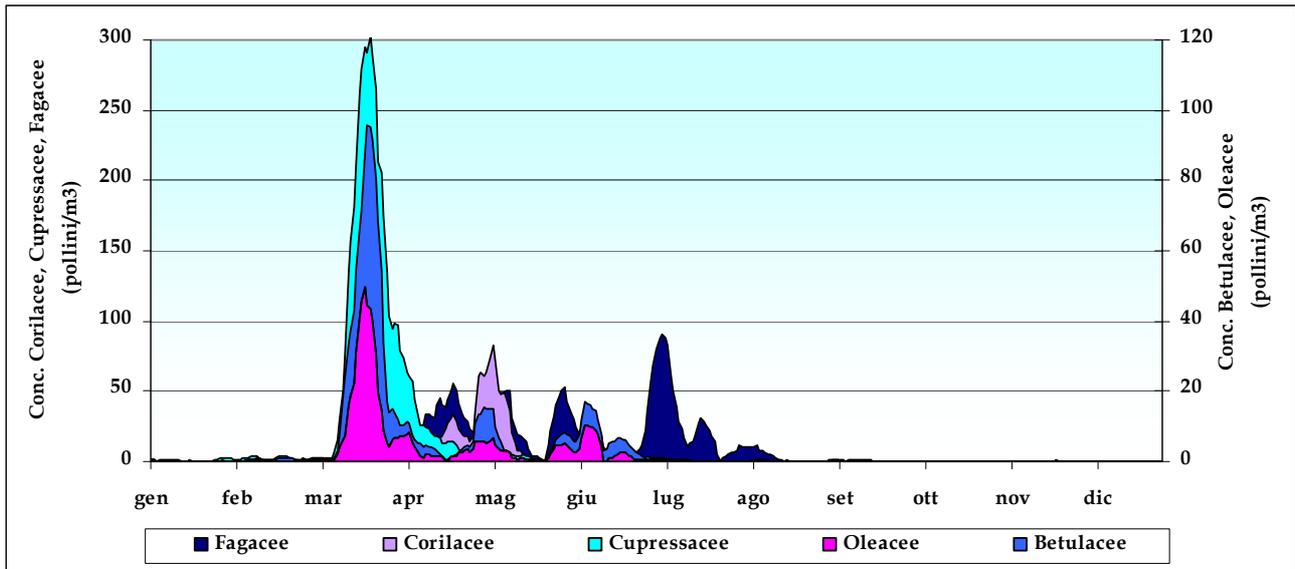


Figura 7.4: Famiglie Arboree ad emissione pollinica di interesse allergologico

Le curve polliniche rappresentate mettono in evidenza la presenza di elevate concentrazioni di pollini in atmosfera: di Coriacee nel periodo aprile-maggio, mentre seguono con picchi simili ma in periodi diversi, le Cupressacee in marzo-aprile e le Fagacee in luglio-agosto.

Un cenno particolare meritano le Oleacee, i cui pollini sono considerati anch'essi "emergenti" per il netto aumento della frequenza di sensibilizzazione rinvenute, fatto dovuto principalmente all'introduzione di Olivi come piante ornamentali dei giardini; le concentrazioni comunque nei mesi di marzo aprile risentono di un valido contributo del Frassino.

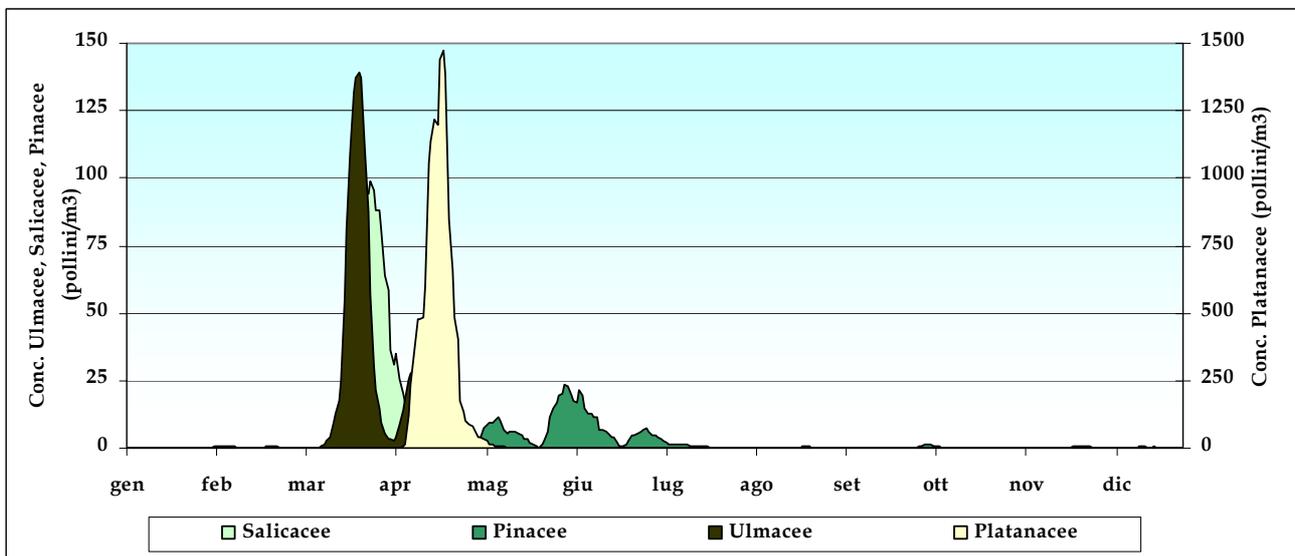


Figura 7.5: Famiglie Arboree ad emissione pollinica di scarso interesse allergologico

Le curve polliniche rappresentate mettono in evidenza la presenza, in aprile, di elevate concentrazioni in atmosfera di pollini di Platanacee, dovuto ad un fattore di confondimento, cioè alla presenza vicino alla stazione di rilevamento di un viale di circa 300 m contornato da questi alberi. Sebbene questi pollini siano di scarsa o nulla rilevanza allergologica, raggiungono concentrazioni molto elevate con un picco il giorno 20 aprile di 1474 granuli /m³; seguono le Ulmacee e le Salicacee con un picco nel periodo marzo-aprile, ma di ordine completamente diverso (100 volte inferiore).

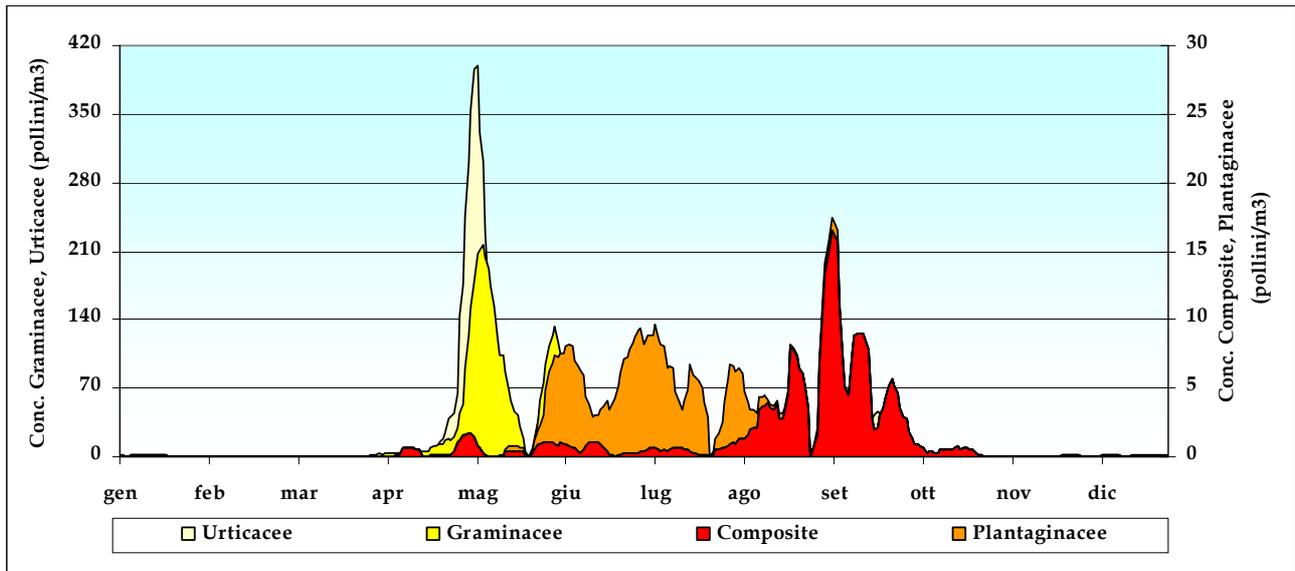


Figura 7.6: Famiglie Erbacee ad emissione pollinica di interesse allergologico

Le curve di polliniche rappresentate mettono in evidenza la presenza di elevate concentrazioni in atmosfera di pollini di Urticacee e Graminacee nel periodo maggio-giugno.

Le curve riferite alle Composite e alle Plantaginacee raggiungono dei livelli molto inferiori, ma soprattutto l'Ambrosia è considerata attualmente, per il considerevole aumento di sensibilizzazione allergiche provocate, un vero polline emergente.

8. BIOMONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Le tecniche di **biomonitoraggio** permettono di identificare lo stato di alcuni parametri ambientali sulla base degli effetti da essi indotti su organismi sensibili. Questi si manifestano a due livelli, che corrispondono a due categorie di tecniche:

- tecniche di bioaccumulo, che misurano le concentrazioni di sostanze in organismi in grado di assorbirle ed accumularle dall'ambiente;
- tecniche di **bioindicazione**, che stimano modificazioni morfologiche, fisiologiche o genetiche a livello di organismo, di popolazione o di comunità (Nimis, 1998).

Queste tecniche di biomonitoraggio vengono sempre più impiegate per la valutazione della qualità dell'aria utilizzando specie vegetali come monitors. Tra i vegetali maggiormente utilizzati vi sono muschi e licheni. L'impiego di questi organismi è dovuto principalmente al fatto che il loro metabolismo dipende quasi esclusivamente dalle deposizioni umide e secche dell'atmosfera. Inoltre, l'assenza di cuticola a rivestimento dei loro tessuti ne favorisce l'incremento della capacità di assorbimento e di accumulo di sostanze prelevate dall'aria.

I licheni sono maggiormente impiegati come bioindicatori della "qualità dell'aria", correlando la biodiversità delle comunità licheniche presenti sui tronchi degli alberi, ai livelli ambientali di inquinanti gassosi. In pratica, variazioni del loro aspetto esteriore, della copertura e della ricchezza floristica sono correlate alla presenza di inquinanti quali: biossido di zolfo, ossidi di azoto, idrocarburi e fluoruri ecc. (Nimis, 1994b).

Le ragioni di questo sono da ricercare:

- l'assorbimento delle sostanze, da parte del lichene avviene esclusivamente attraverso la superficie;
- diversamente dalle piante superiori non hanno la cuticola (strato protettivo); gli inquinanti possono quindi penetrare inalterati all'interno delle cellule fungine e algali;
- hanno un lento tasso di accrescimento e scarsa capacità di riparare rapidamente ad eventuali danni;
- durante i periodi con più umidità aumentano l'attività metabolica
- continuano a metabolizzare a basse temperature, quindi possono subire danni anche nel periodo invernale;
- le influenze esterne possono gravemente danneggiare la fragile associazione simbiotica che li caratterizza.

Durante l'anno 2004 è iniziato un progetto di collaborazione con l'Istituto Tecnico Industriale E. Fermi, che riguarda il "Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria attraverso i Licheni epifiti" del Comune di Modena che avrà una durata di circa tre anni.

Il progetto si è articolato in diverse fasi:

- Individuazione delle Aree campione (UCP) con la costruzione di cartine di dettaglio
- Definizione delle specie arboree adatte al monitoraggio
- Individuazione delle unità campionarie secondarie (UCS)
- Scelta del metodo da adottare per il rilievo e il relativo monitoraggio
- Preparazione della scheda di rilevamento e della cartografia dell'area
- Rilievi in campo
- Compilazione delle schede
- Georeferenziazione dei punti campionati
- Elaborazione e diffusione dei dati raccolti

L'Istituto E. Fermi si occupa, avvalendosi degli studenti delle classi III° e IV del Corso di "Chimica" di ogni anno scolastico, dei rilievi in campo e della compilazione delle schede, mentre le altre fasi sono a cura di Arpa.

9.1. Area di studio

L'area di studio comprende il Comune di Modena che si estende su una superficie di circa 182 km². Utilizzando le Carte Tematiche Regionali (C.T.R.) 1:25.000 è stato possibile definire un reticolo di riferimento che comprende una maglia quadrata di 2 km di latitudine e 2 km di longitudine (2 km x 2 km), per un totale di 50 aree di studio catalogate da un numero identificativo.

Ogni quadrato o Unità Campionaria Primaria (UCP), delimitate dal contorno rosso nella Figura 8.1, è stato successivamente suddiviso in 4 quadrati uguali dette Unità Campionarie Secondarie (UCS), delimitate dal contorno blu (Figura 8.1, con dimensioni di 1Km di lato).

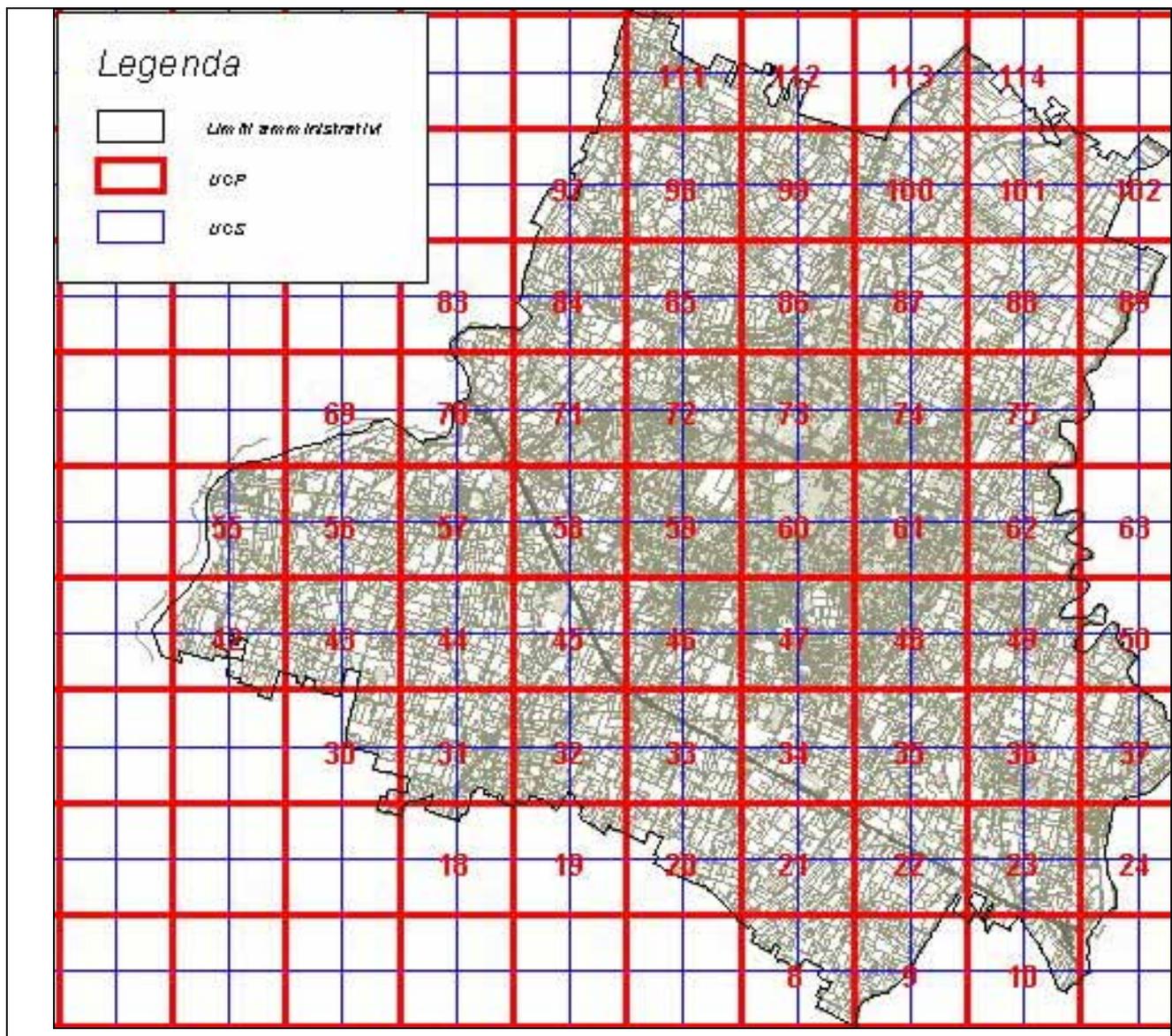


Figura 8.1: Area di studio e Unità campionarie primarie e secondarie

9.2. Metodo

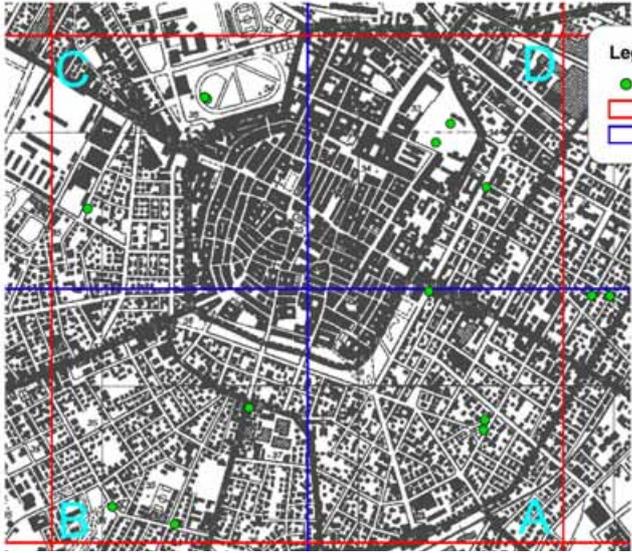
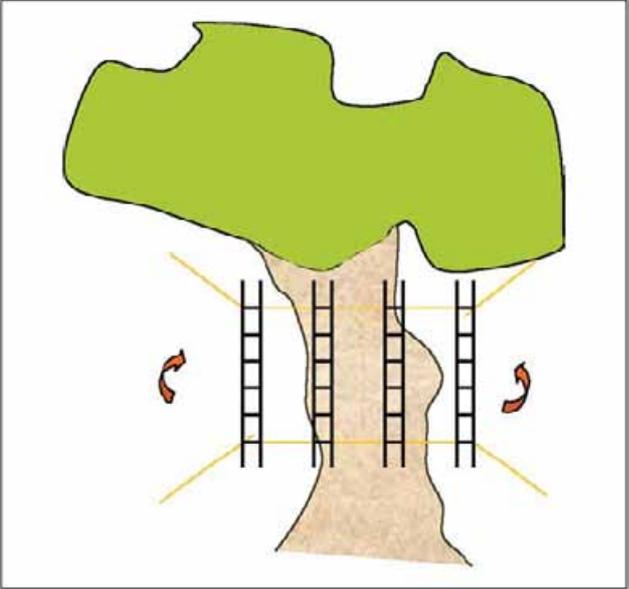
Il metodo adottato, seguendo i protocolli ANPA, prevede la misura della biodiversità lichenica su tronchi d'albero, definita come la somma delle frequenze delle specie presenti entro un reticolo a cinque maglie di area costante. Il reticolo di rilevamento adottato è di dimensioni 40 x 50 cm, suddiviso in cinque unità di 10 x10 cm (Nimis 1999a).

La scelta delle specie di alberi è stata fortemente condizionata dalle caratteristiche ambientali della pianura modenese che presenta forte urbanizzazione ed elevato sfruttamento ad uso agricolo del territorio.

I forofiti sui cui è stato eseguito il rilievo appartengono al gruppo a pH acido e sono alberi appartenenti alla Famiglia Tiliaceae, Genere *Tilia* spp.

Per ogni campionamento sono state verificate le seguenti caratteristiche:

- Inclinazione del tronco non superiore ai 10°, per evitare effetti dovuti all'eccessiva eutrofizzazione di superfici molto inclinate
- Circonferenza minima 60 cm, per evitare situazioni di flora lichenica pioniera
- Assenza di fenomeni evidenti di disturbo (verniciature, gravi malattie della pianta..)

<p>In ciascuna unità campionaria secondaria (UCS) si individuano almeno tre alberi: punti di campionamento</p>	
<p>Su ciascun albero si posiziona il reticolo in modo che la parte inferiore di ciascuna unità si trovi ad una altezza di 100 cm dal suolo.</p> <p>Si annotano le specie licheniche in corrispondenza dei quattro punti cardinali.</p> <p>Nel posizionare la griglia vanno evitate:</p> <ul style="list-style-type: none"> -parti del tronco danneggiate o decorticate -parti con evidenti nodosità -parti corrispondenti alle fasce di scolo con periodico scorrimento di acqua piovana 	

	<p align="center">Sezione Provinciale di Modena</p> <p align="center">Viale Fontanelli, 23 41100 Modena</p>		<p align="center">Istituto Tecnico Provinciale Industriale E. Fermi</p> <p align="center">Via Luosi n. 23 41100 Modena</p>
<p>UCP: 74 UCS: A</p> <p>DATA: 20/05/2005</p> <p>GRUPPO DI LAVORO: 4E</p>			
<p>Foto 1° albero</p> 	<p>Foto 2° albero</p> 	<p>Foto 3° albero</p> 	
<p>Descrizione 74A1</p> <p>Via Giovanni XXIII; 1° sx, di fronte al civ 3</p>	<p>Descrizione 74A2</p> <p>Via Giovanni XXIII; sx passo carraio civico n 2</p>	<p>Descrizione 74A3</p> <p>Via Giovanni XXIII; penultimo taglio per v. Torrazzo</p>	
<p>Coordinate 1 655553 4947036</p>	<p>Coordinate 2 655579 4947022</p>	<p>Coordinate 3 655604 4947005</p>	
<p>Inclinazione albero <10°</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	<p>Inclinazione albero <10°</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	<p>Inclinazione albero <10°</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>Circonferenza (minima 60 cm)</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	<p>Circonferenza (minima 60 cm)</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	<p>Circonferenza (minima 60 cm)</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>Assenza di fenomeni di disturbo</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	<p>Assenza di fenomeni di disturbo</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	<p>Assenza di fenomeni di disturbo</p> <p>SI x NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>Altezza del rilev. cm 100</p>	<p>Altezza del rilev. cm 100</p>	<p>Altezza del rilev. cm 100</p>	
<p>Circonferenza esatta nel punto del rilievo cm 71</p>	<p>Circonferenza esatta nel punto del rilievo cm 66</p>	<p>Circonferenza esatta nel punto del rilievo cm 79</p>	
<p>Rilevamento :</p>	<p>Rilevamento :</p>	<p>Rilevamento :</p>	
<p>nord sud</p> <p>6 5</p>	<p>nord sud</p> <p>6 4</p>	<p>nord sud</p> <p>7 7</p>	
<p>est ovest</p> <p>6 11</p>	<p>est ovest</p> <p>8 8</p>	<p>est ovest</p> <p>6 11</p>	
<p>Valore di BLs 1: 28</p>	<p>Valore di BLs 2: 26</p>	<p>Valore di BLs 3: 31</p>	

Per permettere una ripetizione dello studio, nella scheda di campionamento sono state annotate per ogni albero, l'esatta posizione (coordinate), l'esposizione (punti cardinali), la foto, altezza dal suolo della base del reticolo e la circonferenza del tronco a metà del reticolo.

Sono poi state annotate tutte le specie licheniche presenti in ciascuna unità e la loro frequenza, calcolata come numero di quadrati in cui ogni specie è presente (0-5); se lo stesso individuo è presente in più di un quadrato, la sua frequenza è pari al numero di quadrati in cui è presente.

Il valore di biodiversità lichenica relativo all'albero campionato (BLs) si ottiene facendo la somma delle frequenze rilevate in ciascuna subunità.

Il valore di BLs relativo alla subunità analizzata (UCS), si ottiene facendo la media aritmetica dei valori provenienti da ciascun campionamento.

9.3 Risultati

Data l'elevata estensione della zona, durante gli anni 2004/2005/2006, si è proceduto a campionare la parte centrale del Comune di Modena, cioè le subunità 46, 47, 48, 59, 60, 61, 72, 73, 74, 86 (Figura 8.2). Nel futuro il campionamento verrà esteso anche alle restanti aree.

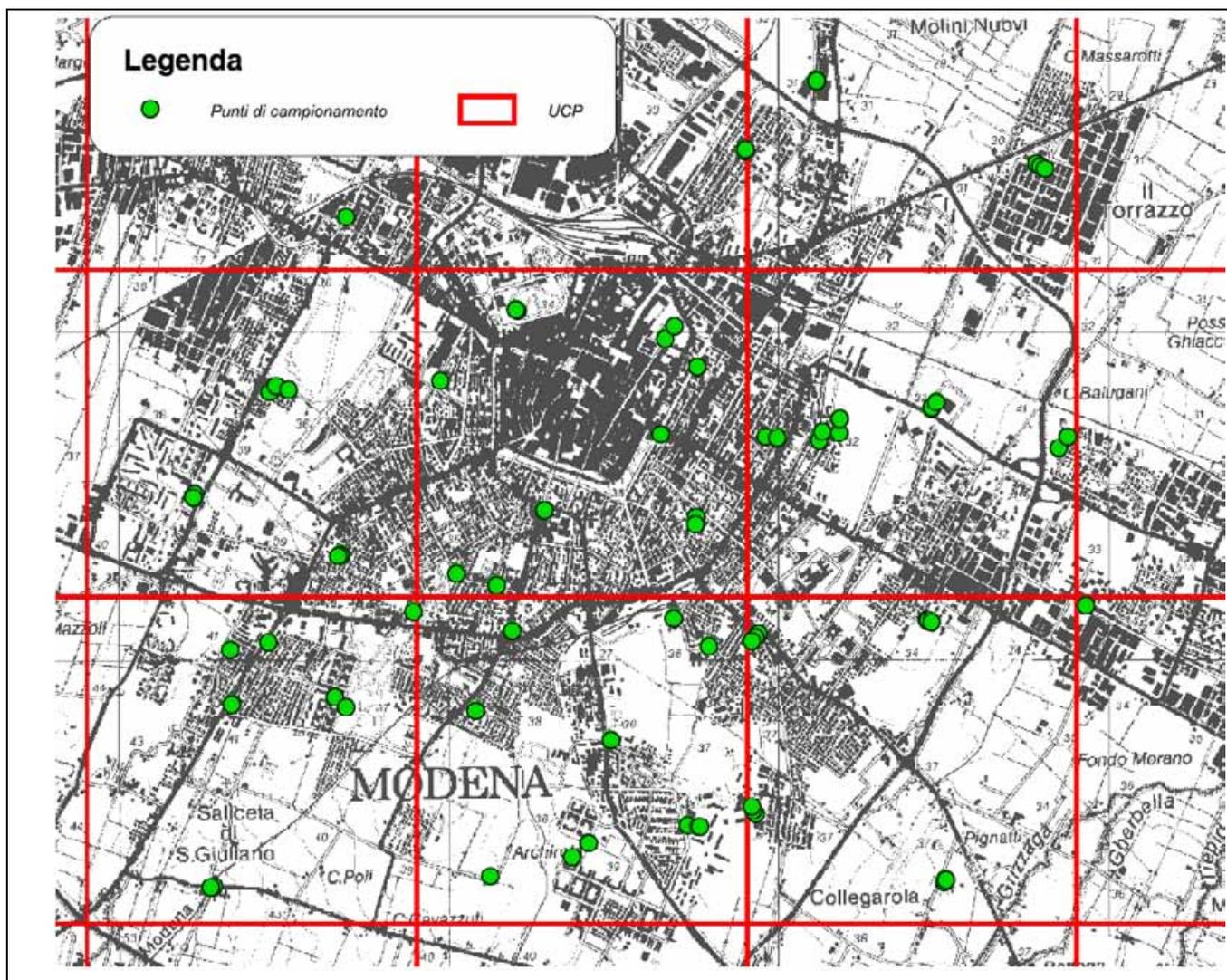


Figura 8.2: Area campionata

I risultati ottenuti sono illustrati nelle tabelle seguenti, divise per collocazione delle UCP, dove è riportata anche la descrizione dei punti di campionamento e le relative coordinate geografiche.

UCP	UCS	ALBERI	Tipologia punto	Zona	Descrizione	coordinata X	coordinata Y	BLs
74	A	A1	strada	nord	Via Giovanni XXIII n. 3	655553	947036	28
74		A2	strada	nord	Via Giovanni XXIII n. 2	655579	947022	26
74		A3	strada	nord	Via Giovanni XXIII vicino a Via Torrazzo	655604	947005	31
74	B	B1	strada	nord	Viale Gramsci n. 274	653785	947117	17
74		B2	strada	nord	Viale Gramsci n. 256	653787	947124	20
74		B3	strada	nord	Viale Gramsci n. 258	653790	947124	11
74	C	C1	strada	nord	Via Attiraglio	654221	947555	29
74		C2	strada	nord	Via Attiraglio	654221	947545	24
74		C3	strada	nord	Via Attiraglio	654220	947540	21
74	D	D1	parco	nord	Parco XX Aprile	650896	944108	30
74		D2	parco	nord	Parco XX Aprile	651300	943775	50
74		D3	parco	nord	Parco XX Aprile	651367	946711	39
72	A	A1	parco	nord	Campo Scuola - Viale Autodromo	651115	946472	62
72		A2	parco	nord	Campo Scuola - Viale Autodromo	651133	946503	39
72		A3	strada	nord	Via Cabassi n. 61	651068	946641	31
72	B	B1	strada	nord	Via Brunetto Latini n. 6	650650	947214	47
72		B2	strada	nord	Via Brunetto Latini n. 6	650660	947212	40
72		B3	parco	nord	Via Barchetta n. 222 - davanti Galassi Pet Placet	649882	947170	63
72	C	C1	parco	nord	Via Ponte alto nord n. 346- villa Paola	650303	948224	25
72		C2	parco	nord	Via Ponte alto nord n. 346- villa Paola	650304	948225	33
72		C3	strada	nord	Via Nazionale per Carpi centro n. 318	650628	947780	29
72	D	D1	parco	nord	Via Mauro Capitani - Villa Montanari	651452	947841	41
72		D2	parco	nord	Via Mauro Capitani - Villa Montanari	651453	947834	44
72		D3	strada	nord	Non si trovano stazioni di tigli			
73	A	A1	strada	nord	Viale Gramsci - vicino alla rotonda	653524	946746	25
73		A2	strada	nord	Viale Gramsci - vicino alla rotonda	653526	946741	21
73		A3	strada	nord	Viale Gramsci - vicino alla rotonda	653487	946706	36
73	B	B1	strada	nord	Via del Carso - parcheggio Stadio	652275	946512	33
73		B2	strada	nord	Via del Carso - parcheggio Stadio	652280	946510	37
73		B3	strada	nord	Via del Carso - parcheggio Stadio	652256	946520	47
73	C	C1	parco	nord	Parchetto - Via Benedetto Croce n. 61	652485	947666	50
73		C2	parco	nord	Parchetto - Via Benedetto Croce n. 61	652494	947663	38
73		C3	parco	nord	Via Paltrinieri n. 141	652728	947742	68
73	D	D1	parco	nord	Parchetto - Via S. Pellico davanti a casa INA	652938	947446	55
73		D2	parco	nord	Parchetto - Via S. Pellico dietro a RSU	652925	947511	43
73		D3	parco	nord	Via Paltrinieri n. 141	652957	947612	46
86	A	A1	strada	nord	Via Alsazia ang. Via Canaletto	653252	948964	55
86		A2	strada	nord	Via delle Nazioni n. 108	653463	948737	58
86		A3	strada	nord	Via Cavazza n. 7	653420	949031	47
86	B	B1	strada	nord	Non campionata			
86		B2	strada	nord	Non campionata			
86		B3	strada	nord	Non campionata			
86	C	C1	parco	nord	Parchetto - Via Barbolini n. 127	652022	950169	54
86		C2	parco	nord	Parchetto - Via Barbolini n. 127	652021	950170	72
86		C3	parco	nord	Parchetto - Via Barbolini n. 127	652046	950186	57
86	D	D1	strada	nord	Non campionata			
86		D2	strada	nord	Non campionata			
86		D3	strada	nord	Non campionata			

Tab. n° 8.1

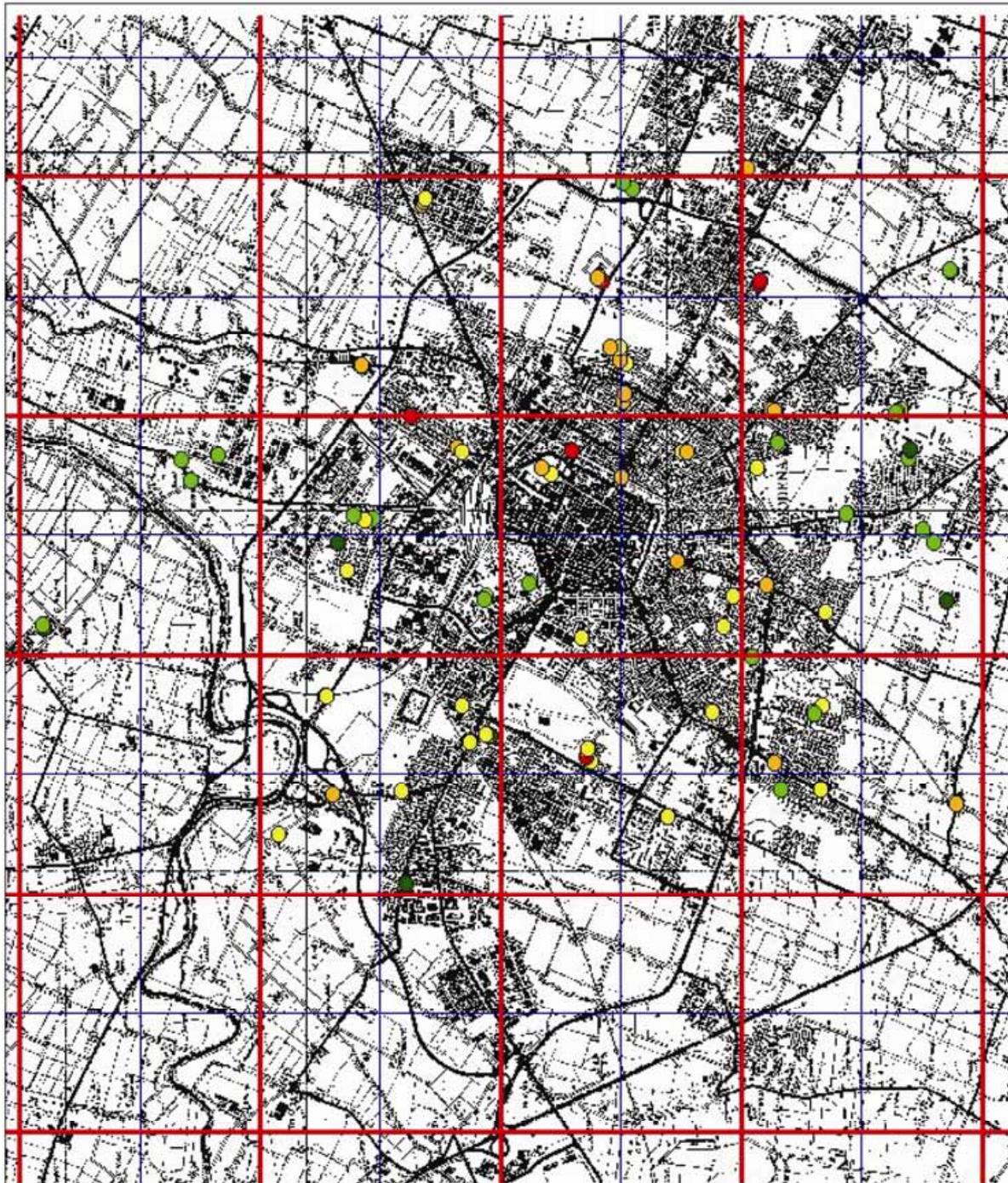
UCP	UCS	ALBERI	Tipologia punto	Zona	Descrizione	coordinata X	coordinata Y	BLs
59	A	A1	strada	centro	Via Agnini n.176	651330	944635	24
59		A2	strada	centro	Via Agnini n.177	651333	944646	24
59		A3	strada	centro	Via Agnini n.178	651319	944634	38
59	B	B1	strada	centro	Via Formigina - Conad Giardino	650446	945008	42
59		B2	strada	centro	Via Formigina - Conad Giardino	650449	945014	49
59		B3	strada	centro	Via Formigina - Conad Giardino	650439	944994	41
59		C1			Non si trovano tigli			
59		C2			Non si trovano tigli			
59		C3			Non si trovano tigli			
59	D	D1	parco	centro	Parco Londrina - Via San Faustino	650904	945639	38
59		D2	parco	centro	Parco Londrina - Via San Faustino	650940	945679	14
59		D3	parco	centro	Parco Londrina - Via San Faustino	651016	945656	35
60	A	A1	parco	centro	Parco davantia Chiesa S. Agnese - Via Riccò	653492	944873	37
60		A2	parco	centro	Parco davantia Chiesa S. Agnese - Via Riccò	653487	944833	30
60		A3	parco	centro	Viale Fabrizi - Teatro Storchi	653274	945381	16
60	B	B1	strada	centro	Chiesa di San Giovanni - Viale della Pace	652036	944530	44
60		B2	strada	centro	Via Tamburini	652280	944460	37
60		B3	strada	centro	Via Buon Pastore - dopo incrocio Via C. Sigonio	652571	944920	21
60	C	C1	strada	centro	Via Rainusso n. 176	651939	945707	35
60		C2	parco	centro	Parco Novi Sad	652407	946140	38
60		C3	parco	centro	Parco Novi Sad	652396	946147	58
60	D	D1	parco	centro	Girdini Ducali	653301	945968	32
60		D2	parco	centro	Girdini Ducali	653359	946042	24
60		D3	parco	centro	Girdini Ducali	653498	945792	9
61	A	A1	parco	centro	Parco Lago - Viale Resistenza	655688	945294	47
61		A2	parco	centro	Parco Lago - Viale Polisportiva	655742	945368	52
61		A3	strada	centro	Via Respighi n. 253	655853	944334	21
61	B	B1	parco	centro	Parco Pergolesi	654236	945347	39
61		B2	strada	centro	Via Crespellani n.94	653911	945364	29
61		B3	strada	centro	Via Puccini n. 126	653982	945362	30
61	C	C1	parco	centro	Parco Pergolesi	654256	945396	25
61		C2	strada	centro	Via Anfossi n. 5	654358	945389	36
61		C3	strada	centro	Via Pergolesi n. 246	654360	945475	25
61	D	D1	strada	centro	Palazzetto dello Sport - Via Divisione Acqui	654916	945539	13
61		D2	strada	centro	Palazzetto dello Sport - Via Divisione Acqui	654920	945546	8
61		D3	strada	centro	Palazzetto dello Sport - Via Divisione Acqui	654946	945579	19

Tab. n° 8.2

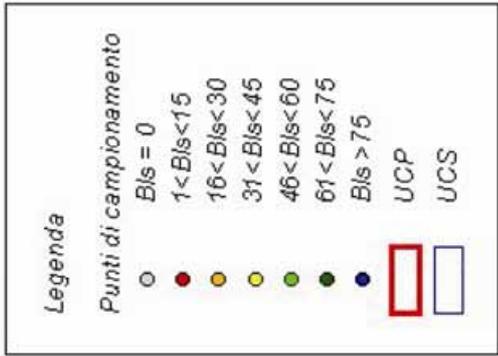
UCP	UCS	ALBERI	Tipologia punto	Zona	Descrizione	coordinata X	coordinata Y	BLs
46	A			sud	Non si trovano tigli			
46				sud	Non si trovano tigli			
46				sud	Non si trovano tigli			
46	B	B1	strada	sud	Via Contrada - Azienda Corradini	650563	942606	22
46		B2	strada	sud	Via Contrada - Azienda Corradini	650564	942615	31
46		B3	strada	sud	Via Contrada - Villa precedente	650546	942605	25
46	C	C1	strada	sud	Via Giardini n. 785	650677	943733	25
46		C2	strada	sud	Via Fornalini	650666	944064	49
46		C3	strada	sud	Via Giardini n. 785	650673	943731	31
46	D	D1	strada	sud	Via Giardini n.645	650896	944108	30
46		D2	parco	sud	Parco Amendola Sud Via Coppi n.116	651300	943775	50
46		D3	parco	sud	Parco Amendola Sud Via Coppi alla fine	651367	943711	39
47	A	A1	parco	sud	Via Alassio - Scuola elementare Rodari	653441	942994	46
47		A2	parco	sud	Parco - Scuola elementare Rodari	653505	942984	48
47		A3	parco	sud	Parco - Scuola elementare Rodari	653512	942981	66
47	B	B1	strada	sud	Via Casalegno	652738	942793	53
47		B2	strada	sud	Via Matarella	652837	942882	56
47		B3	strada	sud		652242	942677	70
47	C	C1	parco	sud	Parco amendola Nord	651775	944297	49
47		C2	strada	sud	Viale Buon Pastore	652374	944180	17
47		C3	strada	sud	Via Conco	652153	943693	45
47	D	D1	strada	sud	Via Fregni n.120	653353	944260	42
47		D2	strada	sud	Via Portovenere - Scuola media Carducci	653566	944089	60
47		D3	strada	sud	Via Brescia	652975	943515	46
48	A	A1	parco	sud	Chiesa Collegarola	654996	942638	36
48		A2	parco	sud	Chiesa Collegarola	655001	942658	46
48		A3	parco	sud	Chiesa Collegarola	655006	942656	50
48	B	B1	strada	sud	Campo Gino Nasi - parcheggio	653852	943061	36
48		B2	strada	sud	Campo Gino Nasi - parcheggio	653836	943086	46
48		B3	strada	sud	Campo Gino Nasi - parcheggio	653826	943106	50
48	C	C1	parco	sud	Villa Ombrosa - Via Vignolese	653868	944161	***
48		C2	parco	sud	Villa Ombrosa - Via Vignolese	653848	944140	24
48		C3	parco	sud	Villa Ombrosa - Via Vignolese	653828	944116	16
48	D	D1	strada	sud	Via Toti n. 47	654890	944249	15
48		D2	strada	sud	Via Toti n. 47	654895	944240	12
48		D3	strada	sud	Via Toti n. 47	654917	944234	10

Tab. n° 8.3

I risultati sono stati rappresentati anche graficamente nella figura che segue, dove ogni punto di campionamento è evidenziato da un pallino colorato che identifica il valore di BLs che lo caratterizza, secondo la scala illustrata in legenda.



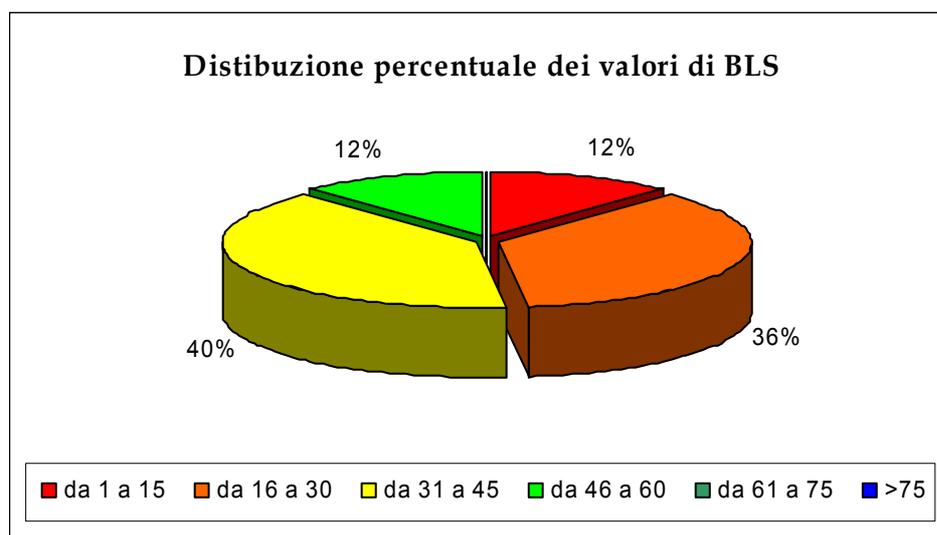
**Indice di Biodiversità
Lichenica (BLs)
Anno 2005/06**



Il valore di BLs più basso ottenuto è stato di 8 (alterazione alta) nella UCP 61 - UCS D1 corrispondente alla zona di Via Divisioni Acqui vicino al Palazzetto dello Sport.

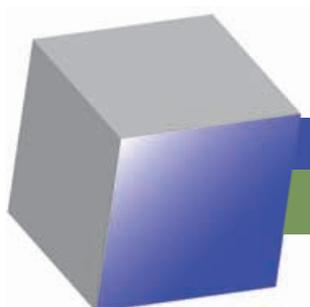
Il valore di BLs più alto ottenuto è stato di 72 (naturalità media) nella UCP 86 - UCS C2 corrispondente al Parco di Via Barbolini.

La media dei valori ottenuti è di 37, cioè alterazione bassa .



- I valori di $1 < \text{BLs} < 15$ (punti colorati in rosso), corrispondenti ad una alterazione alta, rappresentano il 7 % dei campioni analizzati e risultano collocati in zone interessate da elevato grado di urbanizzazione e intenso traffico veicolare: si trovano nelle UCP 48, 59, 60, 61, 74 (Via Toti, Via Divisione Acqui , Giardini Ducali, Viale Gramsci) ;
- I valori di $16 < \text{BLs} < 30$ (punti colorati in arancione), corrispondenti ad una alterazione media, rappresentano il 27%;
- I valori di $31 < \text{BLs} < 45$ (punti colorati in giallo), corrispondenti ad una alterazione bassa, costituiscono a categoria più rappresentata con un 29% del totale;
- I valori di $46 < \text{BLs} < 60$ (punti colorati in verde), corrispondenti ad una naturalità media, rappresentano il 9% del totale;
- Valori di $61 < \text{BLs} < 75$ (punti colorati in verde scuro), corrispondenti ad una naturalità alta , rappresentano il 9% del totale;
- Valori di $\text{BLs} > 75$, corrispondenti ad una naturalità molto alta , sono risultati assenti.

Le conclusioni definitive si dovranno trarre alla fine dello studio attraverso un metodo statistico che consentirà di rappresentare i risultati effettuando interpolazioni tra valori contigui, ottenendo così una mappatura del territorio di questo indicatore.



www.provincia.modena.it

www.arpa.emr.it/modena