3. Caratterizzazione dello stato

3.1 Analisi dei dati meteorologici

Per l'analisi dei principali parametri meteorologici sono stati utilizzati i dati raccolti dalla rete di monitoraggio dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera: temperatura, direzione e velocità del vento, radiazione solare globale, umidità relativa, precipitazione, pressione.
Nel seguito vengono elencate le elaborazioni presentate dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia nell'anno 2007 sui dati meteorologici a livello mensile, annuale e di semestre caldo (01/04/07 - 30/09/07) e freddo (01/01/07 – 31/03/07 e 01/10/07 - 31/12/07).

- Temperatura: valori medi mensili, valore medio annuale, giorno tipo della temperatura nel semestre caldo e freddo.
- Vento: rosa dei venti con suddivisione in classi di velocità nel semestre caldo e freddo, giorno tipo della velocità del vento nel semestre caldo e freddo.
- Radiazione solare: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Umidità relativa: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Precipitazione: valori totali mensili, valore medio annuale.
- Pressione: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Classe di stabilità atmosferica di Pasquill: distribuzione delle frequenze della classe di stabilità atmosferica nell'anno 2007.[2]

Le condizioni meteorologiche medie prevalenti nell'area urbana di Venezia, tra il 1975 e il 2007, sono state caratterizzate mediante i dati storici registrati presso le postazioni meteorologiche di Ente Zona Industriale: in relazione alle temperature ed alle precipitazioni sono stati elaborati l'anno tipo e la serie storica dei valori medi annuali.

Da quanto illustrato nei paragrafi seguenti 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 e 3.1.4 e dai risultati presentati nei precedenti rapporti annuali sulla qualità dell'aria, si può dedurre come, nell'area presa in esame, prevalgano le seguenti condizioni meteorologiche medie annuali:

- direzione prevalente del vento da NNE e NE;
- velocità del vento non elevate (in prevalenza 2-4 m/s presso la stazione n. 22 dell'Ente Zona Industriale);
- prevalenza della classe di stabilità debole (E), seguita dalle condizioni di neutralità/adiabaticità (D) dell'intero anno 2007; tali condizioni mediamente non favoriscono la dispersione degli inquinanti nell'atmosfera;
- temperatura media dell'anno - tipo a 10 m s.l.m. più elevata nel mese di luglio e minima nel mese di gennaio; l'andamento della temperatura media mensile, durante l'anno 2007, non si è discostata significativamente dall'anno - tipo;
- precipitazioni piovose medie dell'anno - tipo con due massimi, uno primaverile avanzato (maggio/giugno) ed uno autunnale (ottobre), con un minimo invernale nel mese di febbraio; l'andamento della precipitazione totale mensile, durante l'anno 2007, si è discostato significativamente dall'anno - tipo.

Nei paragrafi che seguono vengono analizzati i singoli parametri monitorati.

[2] La stabilità atmosferica è connessa alla tendenza di una particella d'aria, spostata verticalmente dalla sua posizione originaria, a tornarvi o ad allontanarsene ulteriormente. La stabilità atmosferica può essere definita in classi.

3.1.1 Serie storica dei dati meteorologici

Per quanto riguarda i dati di temperatura dell'aria a 10 m s.l.m. si riportano i grafici dell'anno tipo (Grafico 1) e del valore medio annuale (Grafico 2) su base pluriennale (rilevamenti dal 1975 al 2007 a cura dell'Ente Zona Industriale, stazione n. 23).
In relazione alla quantità di precipitazioni si presentano analoghe elaborazioni (Grafico 3 e Grafico 4).
Nei Grafici 2 e 4 è stata calcolata la linea di tendenza della serie storica di temperatura e precipitazione media annuale, attraverso la regressione lineare delle medie annuali degli ultimi 33 anni.

Grafico 1

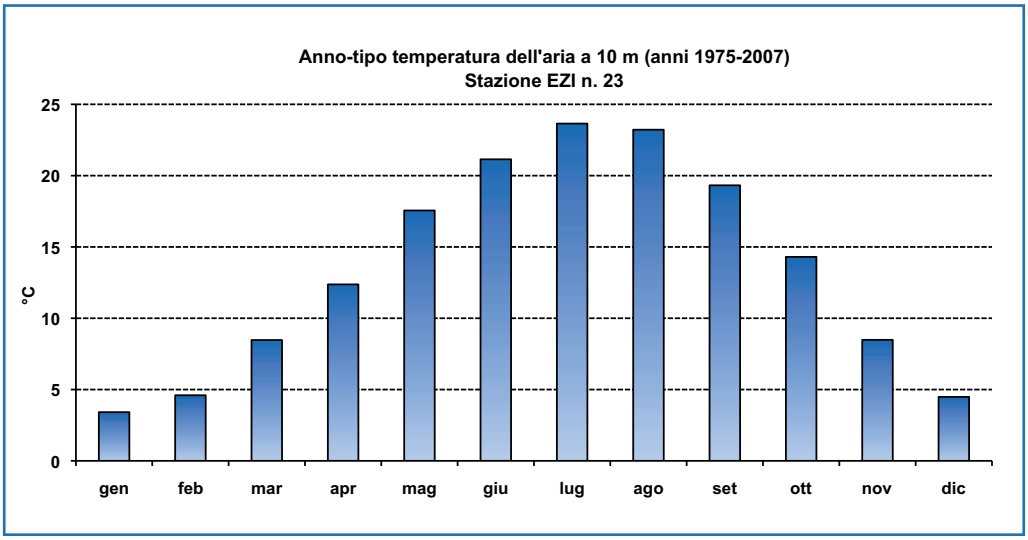
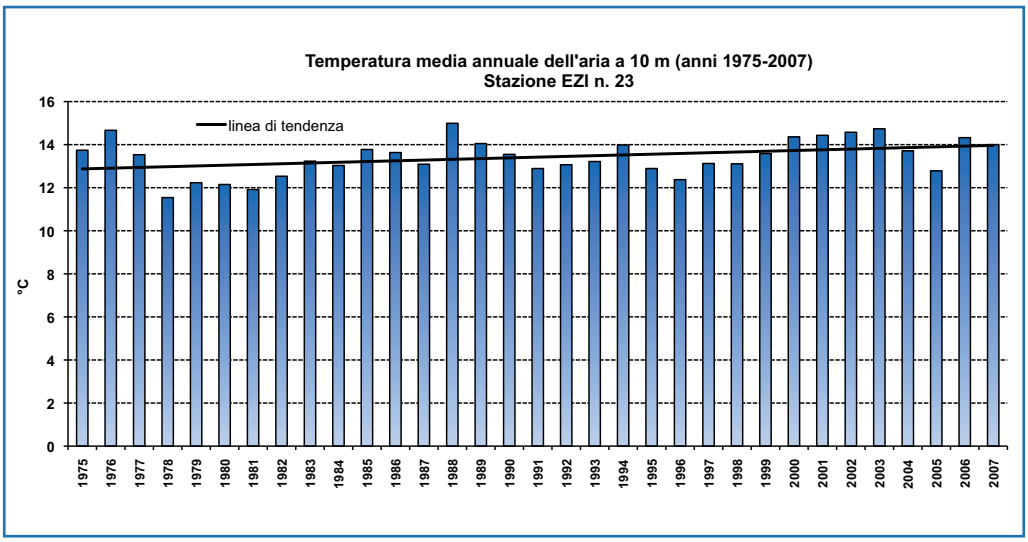


Grafico 2



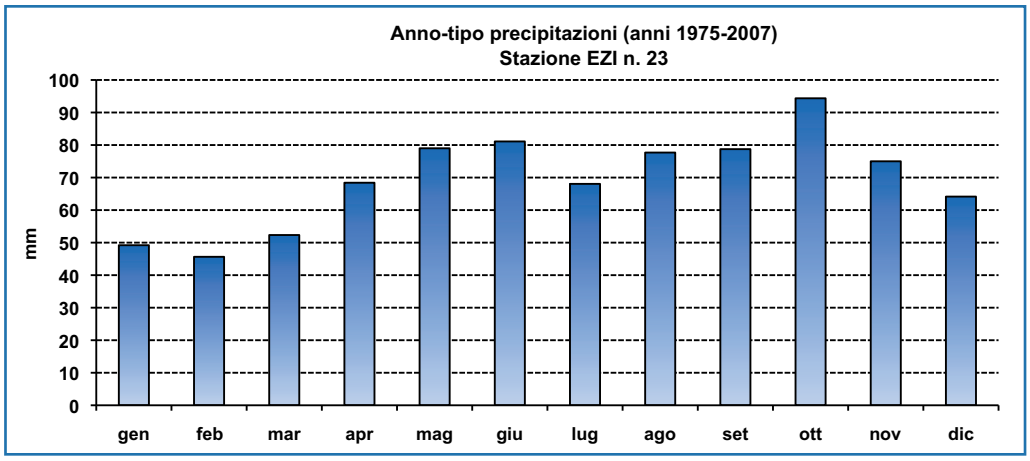


Grafico 3

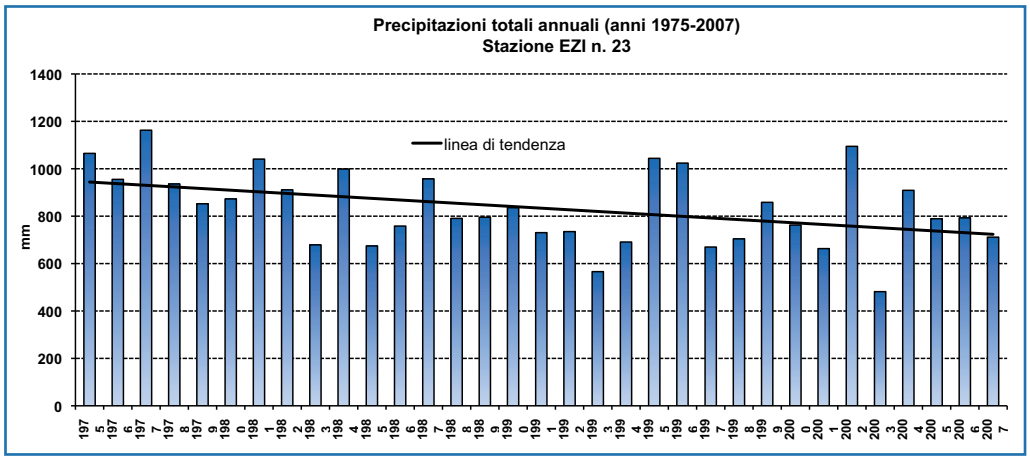


Grafico 4

3.1.2 Andamento parametri meteorologici anno 2007

Nel seguito sono riportate le medie mensili e la media delle medie mensili, per l'anno 2007, dei parametri meteoclimatici temperatura dell'aria, radiazione globale, umidità relativa, pressione atmosferica (Grafico 5 ÷ Grafico 8) ed i totali mensili e la media dei totali mensili per la precipitazione (Grafico 9).

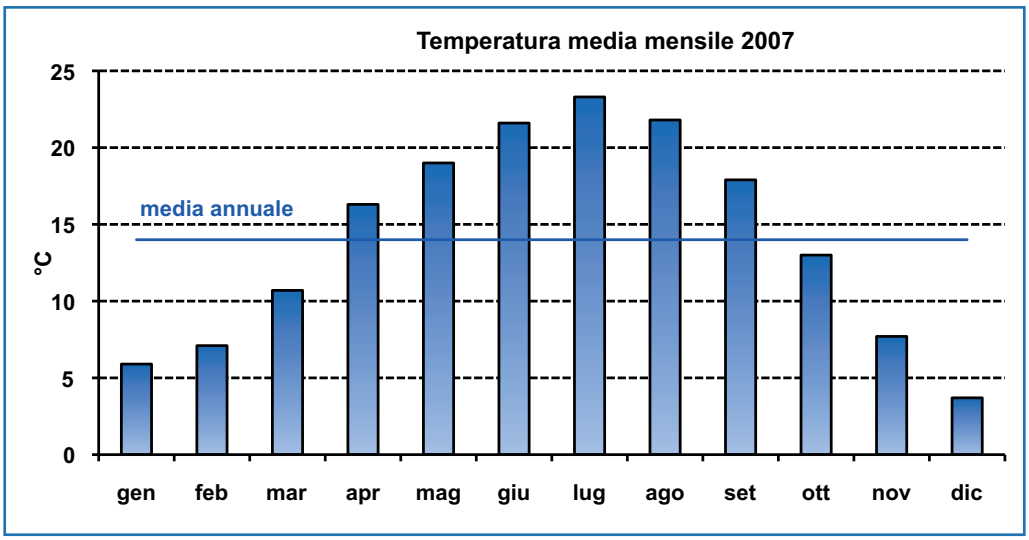


Grafico 5: Temperatura media mensile anno 2007.

Grafico 6: Radiazione globale media mensile anno 2007.

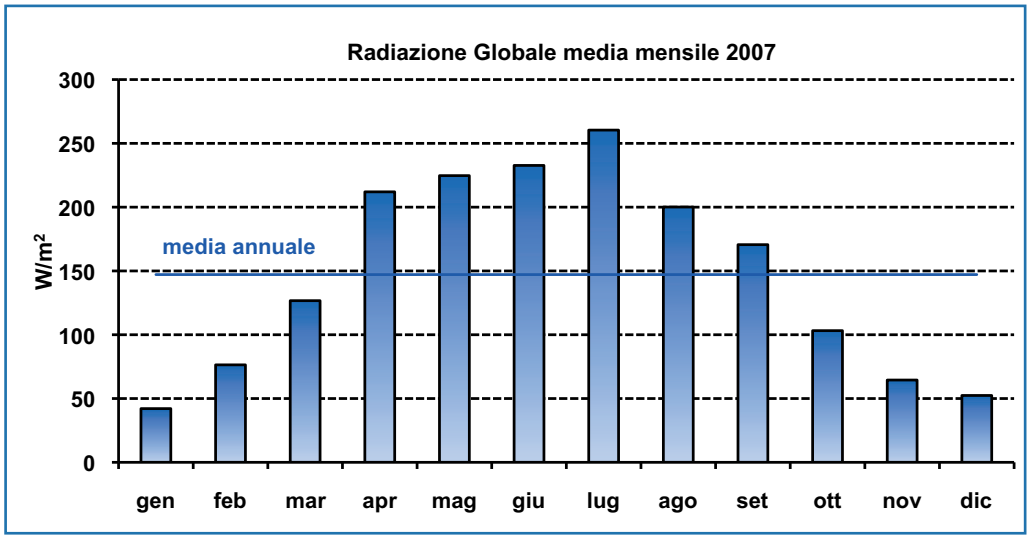


Grafico 7: Umidità relativa media mensile anno 2007.

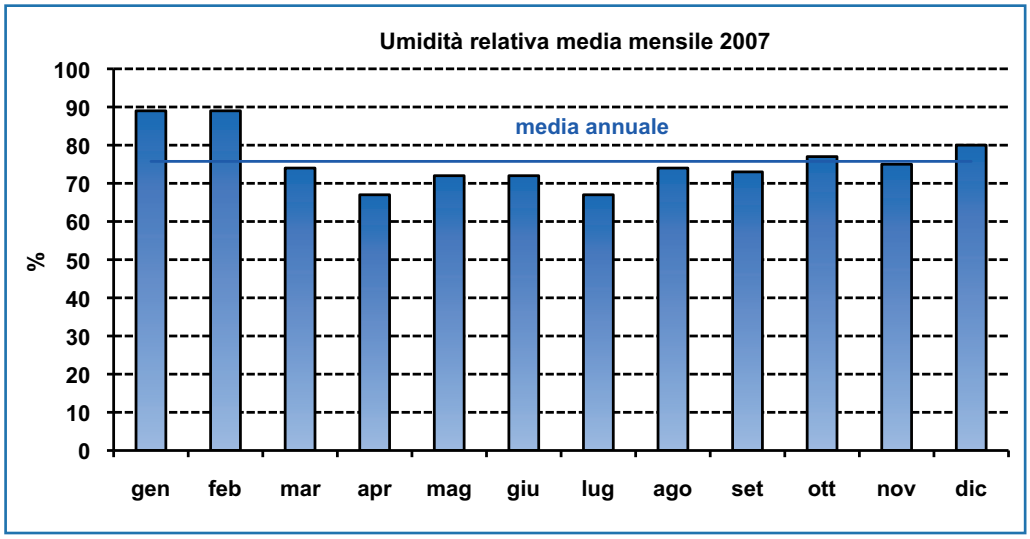
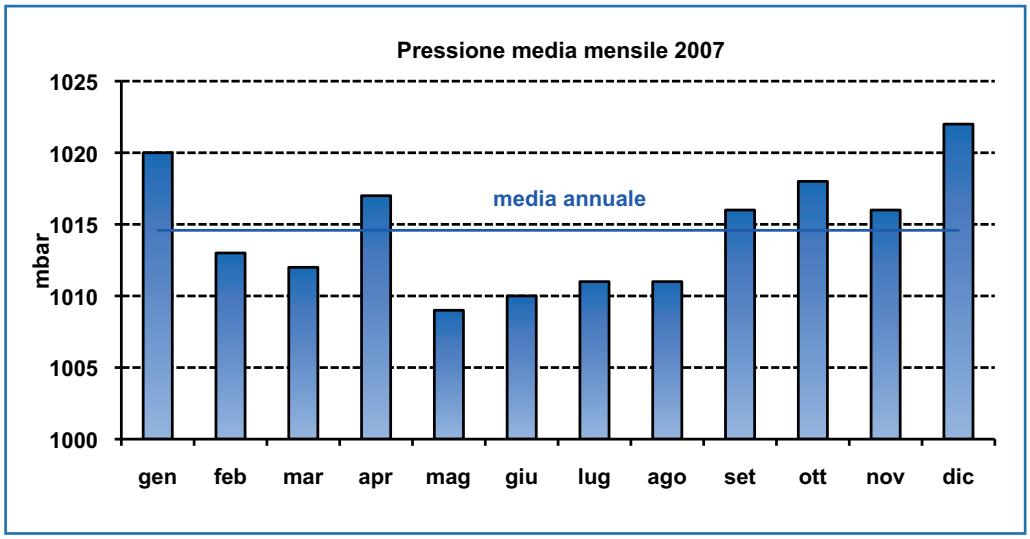


Grafico 8: Pressione media mensile anno 2007.



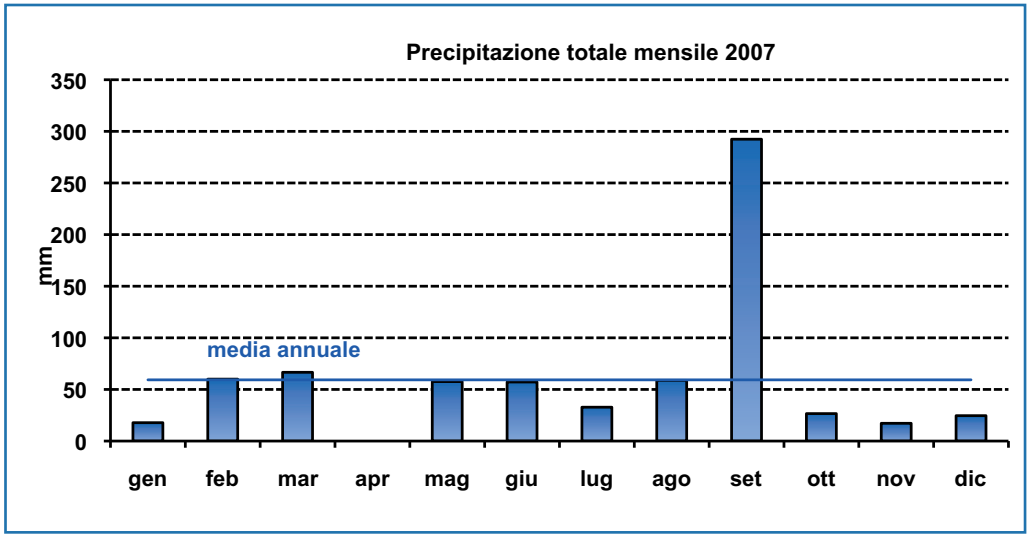


Grafico 9: Precipitazione totale mensile anno 2006.

3.1.3 Classi di stabilità atmosferica anno 2007

La frequenza delle classi di stabilità atmosferica (Grafico 10) è stata calcolata a partire dal gradiente verticale di temperatura ($T_3 - T_1$, temperature registrate presso la stazione n. 23 di Ente Zona Industriale[3]). È risultata fortemente prevalente la classe di stabilità debole (E), seguita dalle condizioni di neutralità o adiabaticità (D), nell'intero anno 2007.

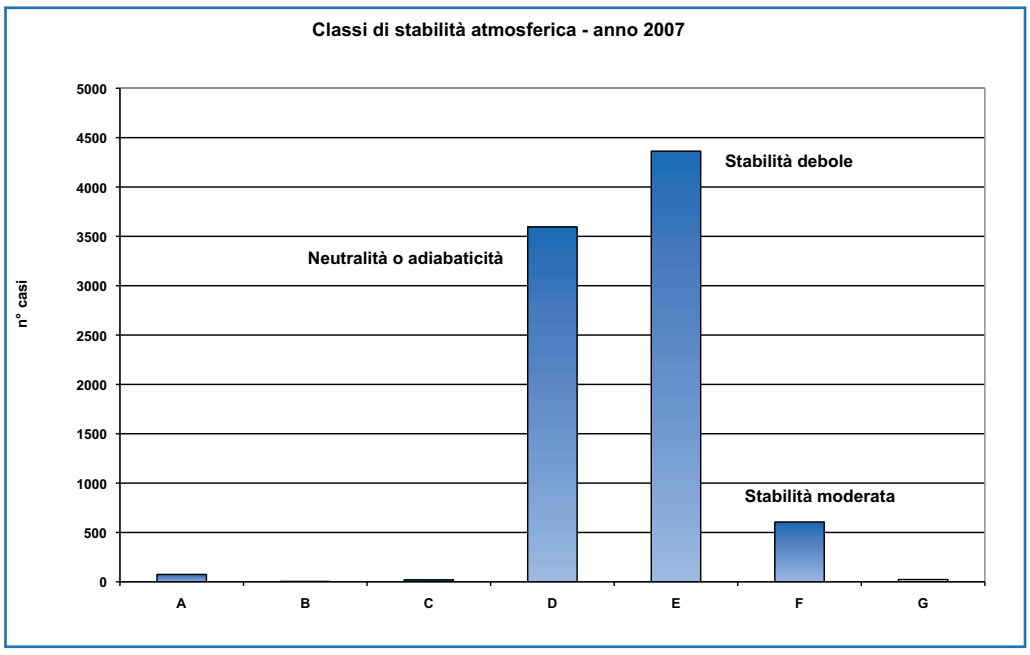


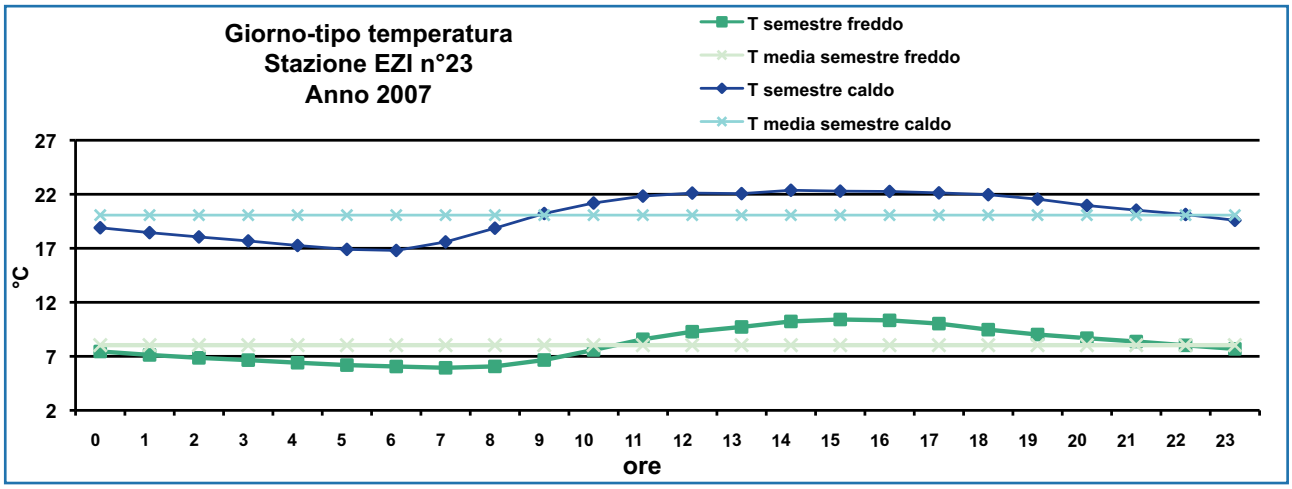
Grafico 10: Classi di stabilità atmosferica anno 2007.

[3] *T_1 = temperatura dell'aria in °C misurata a quota 10 m s.l.m.*
T_2 = temperatura dell'aria in °C misurata a quota 70 m s.l.m.
T_3 = temperatura dell'aria in °C misurata a quota 140 m s.l.m.

3.1.4. Caratterizzazione meteoclimatica semestre caldo e semestre freddo

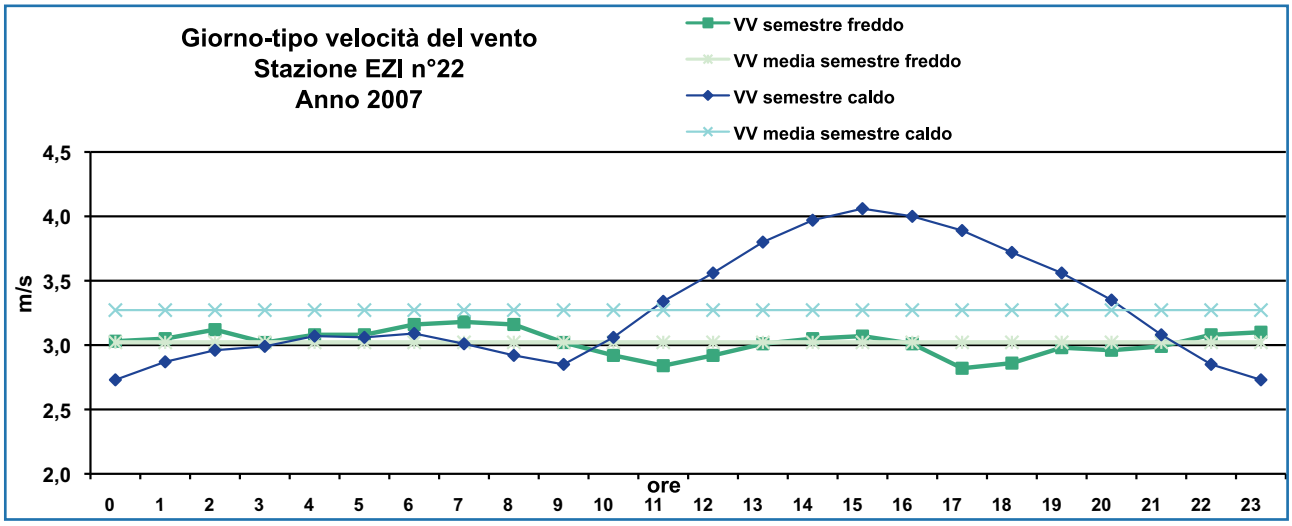
La descrizione dell'ambiente atmosferico su base stagionale, oltre che essere una rappresentazione più vicina (rispetto ad andamenti annuali) ai fenomeni naturali, favorisce anche il confronto e i commenti sul comportamento di quegli inquinanti che risentono delle variazioni stagionali.
L'anno meteorologico, quindi, è stato suddiviso in semestre "caldo" (comprendente i mesi da aprile '07 a settembre '07) e semestre "freddo" (comprendente i mesi da gennaio '07 a marzo '07 e da ottobre '07 a dicembre '07).
Per entrambi i periodi è stato descritto il giorno tipo di temperatura dell'aria e velocità del vento e la rosa delle direzioni del vento prevalente (Grafico 11, Grafico 12, Grafico 13, Grafico 14).
L'andamento della temperatura dell'aria per il giorno tipo risulta quasi completamente sovrapponibile nei due periodi, salvo per l'aumento del valore assoluto nel semestre caldo. Il giorno tipo presenta un trend in crescita in corrispondenza dell'insolazione diurna (che risulta quindi leggermente anticipato e prolungato nella fase estiva).

Grafico 11: Giorno tipo temperatura dell'aria semestre caldo e freddo.



La velocità del vento nella giornata tipo del semestre caldo è caratterizzata in generale da un incremento nelle ore centrali, durante il quale si verifica un maggiore grado di rimescolamento dell'atmosfera. Questo fenomeno non si osserva nei mesi invernali per i quali la velocità oscilla in modo relativamente contenuto attorno alla media.

Grafico 12: Giorno tipo velocità del vento semestre caldo e freddo.



Per quanto riguarda la direzione e velocità del vento si riportano i dati riferiti alla stazione n. 22 dell'Ente Zona Industriale relativi ad una quota di 40 m.
Il semestre caldo presenta prevalentemente venti da NE (frequenza 16%) e NNE (frequenza 13%) con una forte componente da SSE (frequenza 11%) ed una percentuale del 54% di velocità comprese tra i 2 e 4 m/s.
Anche nel semestre freddo l'intervallo di velocità prevalente è tra i 2 e 4 m/s (nel 44% dei casi) e permane come principale la componente NNE (19%) assieme alle direzioni N (12%) e NE (12%).
Si nota che nel semestre freddo non è presente con la stessa frequenza la componente del vento da SSE, riscontrata nel semestre caldo.

Grafico 13: Rosa dei venti semestre caldo 2007.

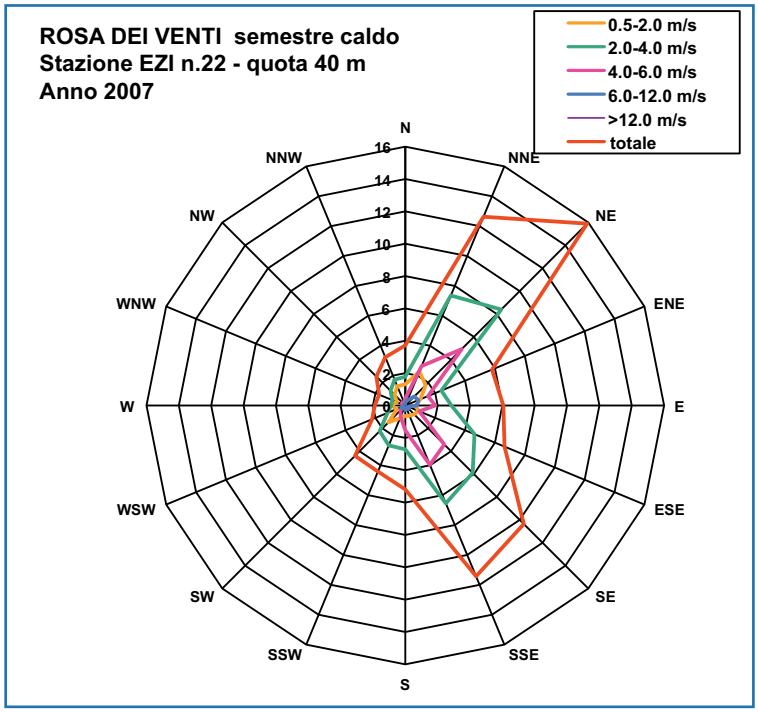
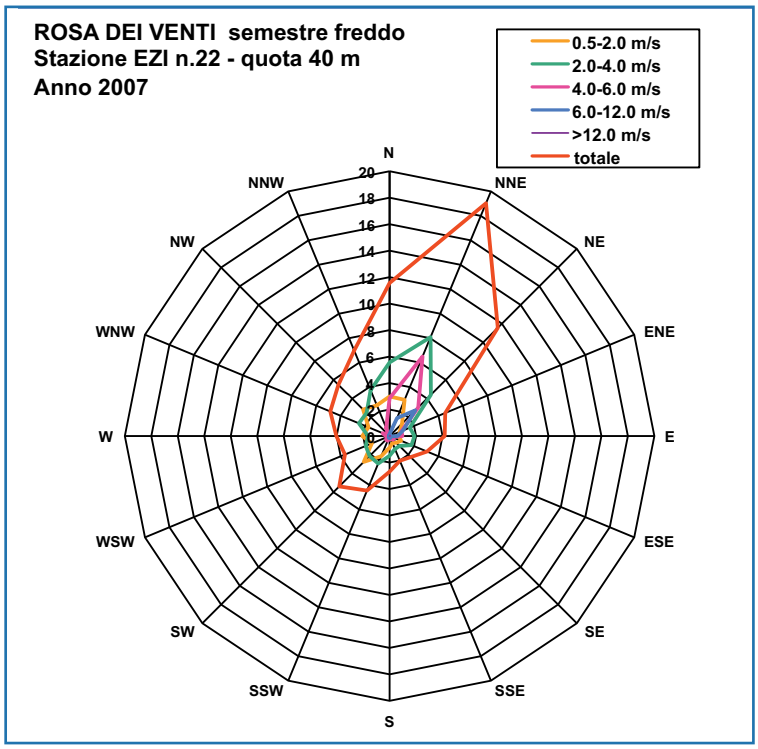


Grafico 14: Rosa dei venti semestre freddo 2007.



3.2 Analisi della qualità dell'aria per l'anno 2007

3.2.1. Classificazione degli inquinanti

I fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa interazione tra vari fattori: alcuni portano ad un accumulo degli inquinanti mentre altri determinano la loro rimozione e la loro diluizione in atmosfera. L'entità e le modalità di emissione (sorgenti puntiformi, diffuse, altezza di emissione, ecc.), i tempi di persistenza degli inquinanti, il grado di rimescolamento dell'aria, sono alcuni dei principali fattori che possono produrre variazioni spazio-temporali nella composizione dell'aria.
Le sostanze inquinanti presenti in atmosfera inoltre possono dare luogo a particolari reazioni. È questo il caso dei cosiddetti inquinanti secondari che si originano per trasformazione chimica dagli inquinanti primari direttamente emessi nell'atmosfera.
Gli inquinanti primari possono essere di tipo gassoso o particellare; tra i gas si segnalano in particolare:

- composti dello zolfo (SO_2, H_2S)
- composti dell'azoto (NO, NH_3)
- composti del carbonio (idrocarburi, CO)
- composti alogenati (HCl, HF, HBr, CFC)

mentre il particolato si classifica in ragione del diametro delle particelle: si considerano grossolane quelle con diametro maggiore di 2 µm e fini quelle con diametro minore di 2 µm.
Le particelle grossolane si formano per azione meccanica, definizione che include processi a bassa temperatura (ad es. risospensione di particelle terrigene da traffico ed attività agricole o produzione di sali marini) e ad elevata temperatura (ad es. produzione di ceneri industriali), mentre le particelle fini sono generate, principalmente, da processi di combustione naturali ed antropogenici ma anche da processi chimici di conversione (particelle "secondarie").
Dal punto di vista sanitario si usa distinguere queste particelle come "inalabili" aventi diametro minore di 10 µm (PM_{10}) o come "respirabili" aventi diametro minore di 2,5 µm ($PM_{2,5}$).
Il particolato è composto anche da una quota di componente inorganica che è costituita da un'ampia gamma di ossidi e sali di metalli pesanti (ad es.: piombo, cadmio, zinco, alluminio, ecc.), da acidi (ad es.: acido nitrico, solforico, ecc.) e basi.
I principali inquinanti secondari di tipo gassoso sono:

- NO_2 derivante da NO primario
- O_3 prodotto per via fotochimica

che intervengono nei complessi meccanismi di reazione che costituiscono il cosiddetto "smog fotochimico"; il particolato secondario può derivare però anche da reazioni chimiche e chimico-fisiche che coinvolgono inquinanti gassosi sia primari che secondari. I più noti processi sono:

- la trasformazione di SO_2 in solfati, $SO_4^=$
- la trasformazione di NO_2 in nitrati, NO_3^-
- la trasformazione di composti organici in particelle organiche.

3.2.2. Criteri di analisi delle serie storiche di concentrazioni inquinanti

Nella presentazione dei dati e delle relative analisi si ritiene più utile verificare il comportamento del singolo inquinante sull'intero territorio comunale, in modo che se ne possa apprezzare l'importanza complessiva, piuttosto che aggregare le informazioni sulla qualità dell'aria per ciascun sito di monitoraggio. Contestualmente vengono però anche evidenziate eventuali criticità locali, caratteristiche del particolare sito di misura.
A questo scopo la descrizione dell'analisi dei dati condotta per ciascuna sostanza inquinante nei successivi paragrafi si compone dei seguenti punti:

- **Siti di misura**, ove sono evidenziate le posizioni in cui sono situate le stazioni di monitorag-

gio che hanno contribuito alla costruzione dell'archivio dati per la sostanza in esame.

Per ogni inquinante e per ciascuna stazione sono state elaborate una molteplicità di rappresentazioni descrittive illustrate nel seguito.

- **Analisi statistica dei dati**. Sono stati calcolati i principali parametri statistici relativi agli inquinanti convenzionali, per il periodo annuale compreso tra il 1 gennaio 2007 e il 31 dicembre 2007, quali:
  - percentuale dati validi;
  - media (valore medio della distribuzione dei dati);
  - 25° percentile (valore che si posiziona al di sotto del 75% dei dati);
  - mediana (valore che si posiziona al 50% dei dati, ovvero nella posizione centrale della distribuzione degli stessi);
  - 75° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 75% dei dati);
  - 95° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 95% dei dati);
  - 98° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 98% dei dati, ovvero indice del massimo).

  La Tabella 10 del paragrafo 3.2.8 riporta le statistiche descrittive per tutti gli inquinanti convenzionali misurati in ciascuna stazione, ai sensi della normativa vigente. La percentuale di dati validi per gli inquinanti non convenzionali è riportata al paragrafo 3.2.3.
- **Confronto con i valori limite**. Le diverse analisi che contribuiscono a definire lo stato della qualità dell'aria comprendono l'osservazione del comportamento dei diversi inquinanti nel lungo e breve periodo, in funzione delle loro specifiche proprietà chimiche e di diffusione, permettendo di conseguenza di delineare scenari rispettivamente cronici ed acuti.

  Lo scenario di inquinamento cronico nell'area veneziana (Tabella 11) è stato descritto mediante alcuni indicatori di qualità dell'aria, identificati nei valori limite per il biossido di azoto (NO_2) fissati dal DPCM 28/03/83 (ancora validi in fase transitoria) e dal DM 60/02 e dai valori limite di protezione della vegetazione fissati dal DM 60/02 per biossido di zolfo (SO_2) ed ossidi di azoto (NO_x). È necessario tener presente che nessuna delle stazioni dell'attuale rete di monitoraggio, che come detto è in corso di adeguamento, risponde esattamente alle caratteristiche richieste nell'Allegato VIII del DM 60/02 per i siti destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione (ubicazione a più di 20 Km dagli agglomerati o a più di 5 Km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade); perciò il superamento dei valori limite di protezione della vegetazione valutato nelle diverse stazioni della rete rappresenta un riferimento puramente indicativo.

  Tuttavia da maggio 2006 è attivo il campionamento di ossidi di azoto ed ozono a Concordia Sagittaria, in una posizione che più di tutte le altre della provincia di Venezia si adatta ai criteri specificati nel DM 60/02 per i siti destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione (vedi Appendice 1: Analisi della qualità dell'aria per l'anno 2007 nella Provincia di Venezia).

  Per l'ozono è stato preso in considerazione anche il rispetto dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione di cui al DLgs 183/04, calcolato attraverso l'AOT40, cioè la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ ed il valore di 80 µg/m³ rilevate dal 1 maggio al 31 luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

  Anche per il calcolo dell'AOT40 resta valida l'osservazione fatta in precedenza: le stazioni dell'attuale rete di monitoraggio non rispondono esattamente alle caratteristiche richieste nell'Allegato IV del DLgs 183/04 (stazione di tipo suburbano, rurale o rurale di fondo) e quindi il superamento dei valori limite rappresenta, anche in questo caso, un riferimento puramente indicativo, ad eccezione come si è detto per la stazione di Concordia Sagittaria (vedi Appendice 1).

Gli episodi di inquinamento acuto invece sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento:

- delle soglie di allarme, valori limite orari e valori limite di 24 ore per la protezione della salute umana (ai sensi del DM 60/02);
- del limite di 10 mg/m^3 calcolato come massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore per il monossido di carbonio (ai sensi del DM 60/02);
- delle soglie di informazione e di allarme per l'ozono (ai sensi del DLgs 183/04);
- dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana per l'ozono (ai sensi del DLgs 183/04).

È stato, quindi, calcolato il numero di giorni durante i quali sono stati rilevati dei superamenti; in Tabella 12 è riportato il dettaglio del numero di superamenti delle soglie di allarme e dei valori limite per ciascuna stazione della rete.

Va precisato che nel corso dell'anno 2007, presso diverse stazioni di monitoraggio, alcuni analizzatori sono stati dismessi ed altri attivati. Di conseguenza, alcuni dati medi di concentrazione degli inquinanti non sono rappresentativi dell'intero anno 2007 ed i parametri statistici non possono essere confrontati con i valori limite fissati dalla normativa.

- **Media annuale per gli inquinanti non convenzionali e per i metalli**. Il monitoraggio estensivo per l'anno 2007 dei parametri non convenzionali (benzene, benzo(a)pirene e PM_{10}) e dei metalli (arsenico, cadmio, mercurio, nichel e piombo) presso le due postazioni di misura fisse di Parco Bissuola e di via Circonvallazione ha consentito il calcolo della media annuale, da raffrontare con i valori limite fissati dal DM 60/02 per PM_{10}, benzene e piombo e con i valori obiettivo fissati dal DLgs 152/07 per benzo(a)pirene, arsenico, cadmio e nichel (Tabella 1 e Tabella 2).

  La Tabella 21 e Tabella 22 riportano le statistiche descrittive per i metalli.
- **Trend storico**. Per alcune stazioni di monitoraggio è stato considerato l'andamento di tutti gli inquinanti negli ultimi anni (1994 – 2007) attraverso la mediana ed il 98° percentile. È interessante conoscere la variazione della presenza media di una sostanza nell'aria, indicata dalla mediana, e qual è stato il comportamento dei valori massimi negli stessi periodi, indicati dal 98° percentile. La situazione più confortante è quella in cui entrambi gli indicatori sono decrescenti col trascorrere del tempo.
- **Analisi spaziale**. Per un'analisi di tipo spaziale dei dati relativi ad una singola sostanza rilevata presso varie stazioni di monitoraggio, si rimanda alle matrici di correlazione presentate nel Rapporto Annuale 1999 e 2000 e all'approfondimento dello studio delle correlazioni esistenti tra le serie storiche dei vari inquinanti presentato nel Rapporto Annuale 2001.

3.2.3 Efficienza della rete di monitoraggio e controllo di qualità dei dati

La rete di monitoraggio ARPAV fornisce, nel corso dell'anno, le informazioni in base alle quali è possibile valutare il rispetto degli standard di riferimento per la qualità dell'aria, come evidenziato nel paragrafo 1.1 di questo documento, non solo del territorio comunale ma nell'intero territorio della Provincia di Venezia.

Alcuni analizzatori, compresi i sensori meteo, rendono disponibile un dato ogni ora, ottenuto come media delle misure elementari eseguite con scansione ogni 5 s nel corso dell'ora precedente mentre per il PM_{10} il dato viene fornito con cadenza bioraria o giornaliera, a seconda del tipo di analizzatore utilizzato; di volta in volta la serie storica dei dati viene elaborata in modo da consentire il confronto con il valore di riferimento appropriato, come descritto nel paragrafo 3.2.2.

Nelle tabelle riportate nel paragrafo 1.1.1 e in Appendice 1 (in quest'ultima relativamente alle stazioni in Provincia di Venezia ma non in Comune di Venezia) è possibile verificare l'efficienza della

rete di monitoraggio nelle varie stazioni considerando l'informazione sulla percentuale di dati validi disponibili per tutti gli inquinanti convenzionali.
Relativamente agli inquinanti non convenzionali, gli analizzatori automatici di PM_{10} nel 2007 hanno avuto una resa percentuale del 98% a Marcon e Noale, del 94% a Venezia – Sacca Fisola, del 93% a San Donà di Piave, del 92% a Chioggia e del 55% a Mira (attiva dal 9 giugno 2007); l'analizzatore automatico di $PM_{2.5}$ di via Circonvallazione a Mestre ha avuto una resa percentuale del 96%. Gli analizzatori di BTEX nel 2007 hanno avuto una resa percentuale del 97% al Parco Bissuola e del 91% in via Circonvallazione a Mestre.
Osservando la percentuale di dati validi di concentrazione di inquinanti convenzionali e non, si può constatare che l'efficienza della rete, limitatamente alla strumentazione automatica installata presso le stazioni fisse, si è mantenuta, nel corso di tutto il 2007, su valori attorno al 95% per i parametri chimici e al 99% per quelli meteo.
Come detto, nel corso del 2007, a fronte del continuo processo di ottimizzazione della rete di rilevamento della qualità dell'aria del DAP di Venezia, la rete stessa è stata privata di alcune apparecchiature nonché integrata con nuova strumentazione analitica; tali variazioni hanno influito sulla percentuale di dati validi, che deve essere almeno il 90%, di alcune stazioni di monitoraggio.
Relativamente alla strumentazione dismessa durante l'anno 2007 vedasi la Tabella 7 (SO_2 e NO_X presso la stazione di via Antonio da Mestre, a seguito di dismissione della stazione stessa), mentre per quanto riguarda la nuova strumentazione è da segnalare che a giugno 2007 è stata attivata la stazione di Mira con un analizzatore di PM_{10} automatico e a dicembre 2007 è stata attivata la stazione di via Tagliamento, con 4 nuovi analizzatori: SO_2, NO_X, CO e PM_{10} sequenziale.

3.2.4 Biossido di zolfo (SO_2)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di biossido di zolfo (SO_2) sono 7:

- **Parco Bissuola (BU)**
- **via Bottenigo (BS)**
- **Sacca Fisola (BU)**
- **via Antonio Da Mestre (BU)**
- **Maerne (BU)**
- **Malcontenta (IS)**
- **via Tagliamento (BU)**

delle quali però in via A. da Mestre l'analizzatore è stato dismesso il 30/11/07 ed in via Tagliamento è stato attivato il 07/12/07; di conseguenza, per questa ultima stazione, le statistiche descrittive e le medie annuali della concentrazione di biossido di zolfo non sono rappresentative dell'intero anno 2007.

Il biossido di zolfo nell'anno 2007

Durante l'anno 2007 il valore limite orario per la protezione della salute umana di 350 µg/m³ di SO_2 da non superare più di 24 volte per anno civile (DM 60/02) non è mai stato superato.
Dal 1 gennaio 2005 è in vigore anche il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana di 125 µg/m³ di SO_2 da non superare più di 3 volte per anno civile (DM 60/02). Tale valore limite non è mai stato superato.
La soglia di allarme di SO_2 pari a 500 µg/m³ non è mai stata superata.
Il valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi introdotto dal DM 60/02 (con le avvertenze discusse nel paragrafo 3.2.2 per le stazioni in cui valutare tali limiti) non è mai stato

superato (Grafico 17).

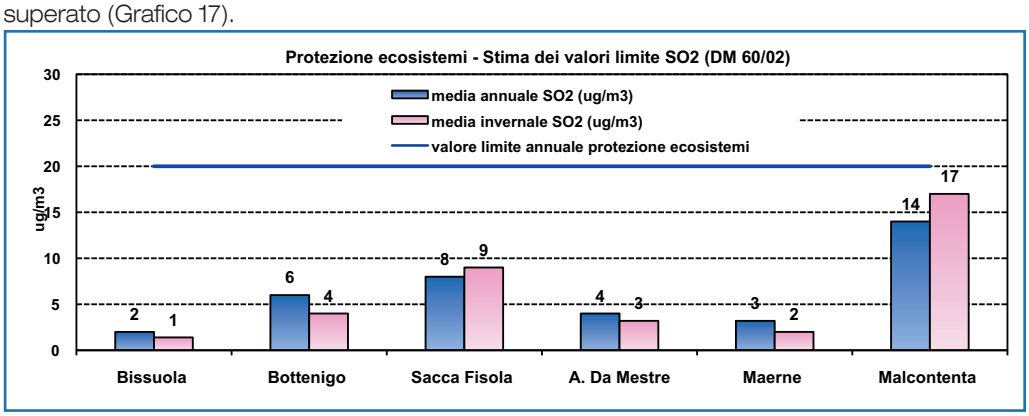


Grafico 15: Confronto della media annuale ed invernale delle concentrazioni orarie di SO_2 con il valore limite annuale di protezione degli ecosistemi anno 2007 (DM 60/02).

3.2.5 Parametro monitorato: ossidi di azoto (NO_x)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di ossidi di azoto (NO_x) sono 9:

- **Parco Bissuola (BU);**
- **via Bottenigo (BS);**
- **Sacca Fisola (BU);**
- **via Antonio da Mestre (BU);**
- **via Circonvallazione (TU);**
- **via Fratelli Bandiera (TU);**
- **Maerne (BU);**
- **Malcontenta (IS);**
- **via Tagliamento (BU).**

delle quali però in via A. da Mestre l'analizzatore è stato dismesso il 30/11/07 ed in via Tagliamento è stato attivato il 07/12/07; di conseguenza, per questa ultima stazione, le statistiche descrittive e le medie annuali della concentrazione di ossidi di azoto non sono rappresentative dell'intero anno 2007.

Il biossido di azoto nell'anno 2007

Il parametro biossido di azoto richiede una sorveglianza maggiore rispetto al precedente SO_2. Infatti i valori di concentrazione sono relativamente più prossimi al valore limite fissato dal DPCM 28/03/83 e s.m.i. ed ancora valido in fase transitoria fino al 31/12/09 (Tabella 2). Tuttavia il biossido di azoto non mostra, presso nessuna delle stazioni della rete, alcun superamento di questo valore limite di 200 µg/m³, calcolato come 98° percentile delle medie orarie (Grafico 16).
La concentrazione media annuale di NO_2 è risultata superiore al valore limite annuale per la protezione della salute umana, introdotto dal DM 60/02 e da raggiungere al 1 gennaio 2010 (40 µg/m³), presso le stazioni di via Circonvallazione (50 µg/m³) e via F.lli Bandiera (63 µg/m³). Presso queste

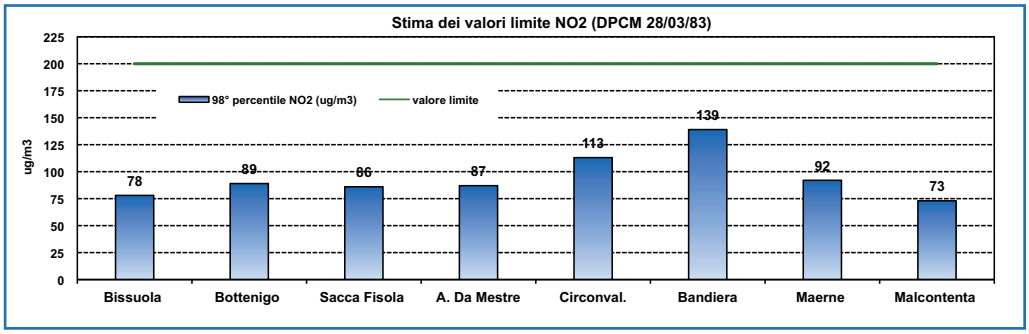
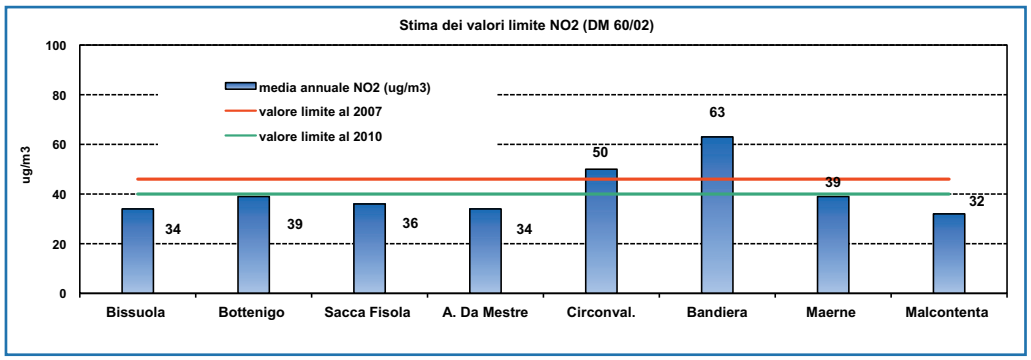


Grafico 16: Confronto del 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO_2 con il valore limite anno 2007 (DPCM 28/03/83 e s.m.i.).

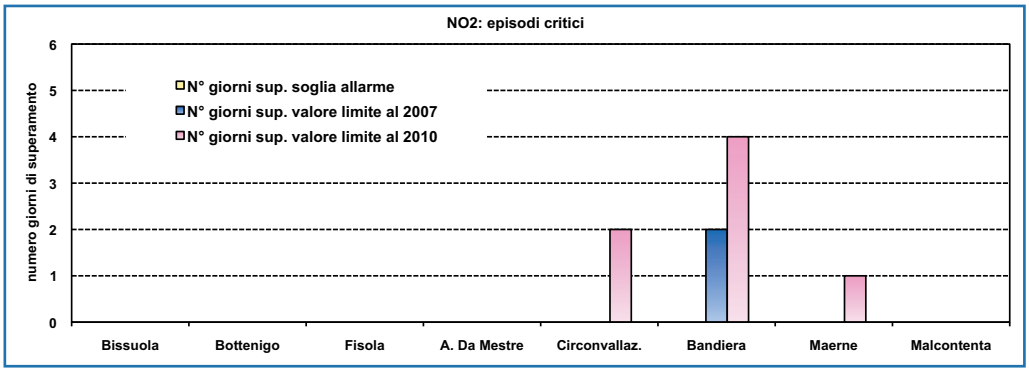
due stazioni la concentrazione media annuale di NO_2 è superiore anche allo stesso valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza previsto per l'anno 2007 (46 µg/m³) (Grafico 17)
Il biossido di azoto è una sostanza spesso responsabile di fenomeni di inquinamento acuto, cioè

Grafico 17: Confronto della media annuale delle concentrazioni orarie di NO_2 con il valore limite annuale per la protezione della salute umana anno 2007 (DM 60/02).



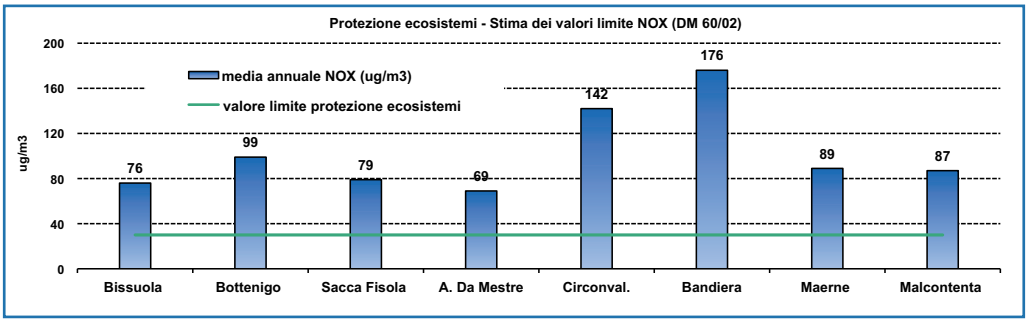
relativi al breve periodo. Tali episodi di inquinamento acuto sono stati evidenziati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento della soglia di allarme e del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile e da raggiungere al 1 gennaio 2010, entrambi introdotti dal DM 60/02. Tale inquinante presenta 1 giorno di superamento del valore limite orario (200 µg/m³) presso la stazione di Maerne (21/12/07), 2 giorni di superamento presso la stazione di via Circonvallazione (15/11/07 e 21/12/07) e 4 giorni di superamento presso la stazione di via F.lli Bandiera (15/11/07, 29/11/07, 20/12/07 e 21/12/07). Inoltre presso la stazione di via F.lli Bandiera sono stati riscontrati 2 giorni di superamento dello stesso valore limite aumentato del margine di tolleranza previsto per l'anno 2007 (230 µg/m³).
Non è stato invece riscontrato alcun superamento della soglia di allarme di NO2 pari a 400 µg/m³ (Tabella 1 e Grafico 18).

Grafico 18 : Episodi di inquinamento acuto - numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento della soglia di allarme o dei valori limite fissati per l'NO_2 dal DM 60/02.



Riguardo al valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi introdotto dal DM 60/02 (con le avvertenze discusse nel paragrafo 3.2.2 per le stazioni in cui valutare tali limiti), esso è stato superato in tutte le stazioni della rete (Grafico 19).

Grafico 19: Confronto della media annuale delle concentrazioni orarie di NO_X con il valore limite annuale di protezione degli ecosistemi anno 2007 (DM 60/02).



3.2.6 Parametro monitorato: monossido di carbonio (CO)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di monossido di carbonio (CO) sono 6:

- **Parco Bissuola (BU)**
- **via Bottenigo (BS)**
- **via F.lli Bandiera (TU)**
- **via Circonvallazione (TU)**
- **Corso del Popolo (TU)**
- **via Tagliamento (BU)**

delle quali però in via Tagliamento l'analizzatore è stato attivato il 07/12/07; di conseguenza le statistiche descrittive e le medie annuali della concentrazione di monossido di carbonio di questa stazione non sono rappresentative dell'intero anno 2007.

Il monossido di carbonio nell'anno 2007

A titolo puramente indicativo si rappresenta nel Grafico 20 il valore medio annuale per il monossido di carbonio in tutte le stazioni della rete.

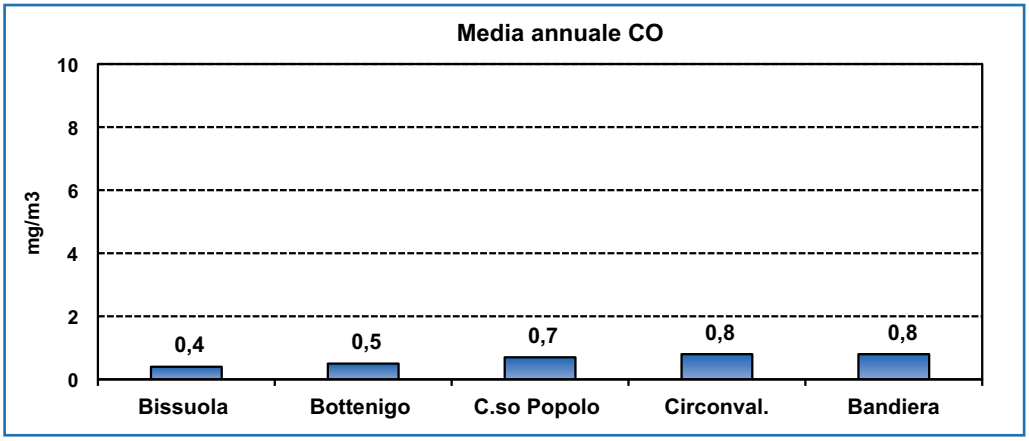


Grafico 20: Media annuale CO in tutte le stazioni della rete, anno 2007.

Il monossido di carbonio durante l'anno 2007 non ha evidenziato superamenti del limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m^3, calcolato come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore (DM 60/02); dunque non si sono verificati episodi di inquinamento acuto causati da questo inquinante (Tabella 1).

3.2.7 Parametro monitorato: ozono (O_3)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di ozono (O_3) sono 4:

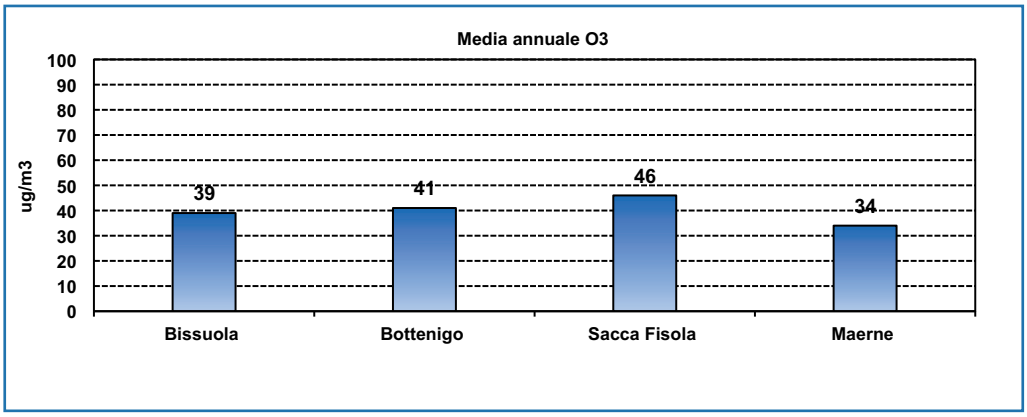
- **Parco Bissuola (BU)**
- **via Bottenigo (BS)**
- **Sacca Fisola (BU)**
- **Maerne (BU)**

L'ozono nell'anno 2007

Il "fenomeno ozono" è ormai comunemente noto alla popolazione, soprattutto in estate. Negli ultimi anni il fenomeno è stato infatti affrontato con la dovuta attenzione, anche in relazione al fatto che le alte concentrazioni non sono certamente confinate nell'intorno dei punti di monitoraggio ma interessano zone molto vaste del territorio.

In riferimento alla Tabella 23 delle correlazioni riportata nel Rapporto Annuale 2001, si ricorda che esiste un'alta uniformità di comportamento di questa sostanza anche in siti non molto vicini, né omogenei fra loro, quali le stazioni di Maerne (stazione di riferimento di tipo BU per la rete urbana di Mestre), Parco Bissuola (nel centro di Mestre), ma anche di via Bottenigo (area semirurale più caratterizzata dalla vicinanza alla zona industriale di Marghera e all'autostrada che a centri urbani) e Sacca Fisola (isola di Venezia). Addirittura si può notare una stretta correlazione con le concentrazioni di ozono rilevate presso la stazione di Mira.
A titolo puramente indicativo il Grafico 21 illustra il valore medio annuale rilevato dalle stazioni della rete di monitoraggio.

Grafico 21: Media annuale ozono anno 2007.



Gli episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento delle soglie di informazione e di allarme, ai sensi del D. Lgs. 183/04 (Tabella 1 e Grafico 22). Il Grafico 22 raffigura il numero di giorni del 2007 in cui si è verificato almeno un superamento della soglia di informazione di O_3 (media oraria pari a 180 µg/m³) o della soglia di allarme (media oraria pari a 240 µg/m³) o dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (massimo giornaliero della media mobile di 8 ore pari a 120 µg/m³).
L'ozono ha presentato per l'anno in questione 7 giorni con almeno un superamento della soglia di informazione presso la stazione di via Bottenigo, 4 giorni con almeno un superamento della stessa soglia presso la stazione di Maerne, 1 giorno al Parco Bissuola e nessun giorno di superamento a Sacca Fisola.
La soglia di allarme è stata superata alle ore 13:00 e 14:00 del 19 luglio 2007 in via Bottenigo e alle ore 13:00 del 20 luglio 2007 a Maerne (Tabella 12).
In tutte le stazioni di monitoraggio si sono verificati dei giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, in particolare a Sacca Fisola (46 giorni) e via Bottenigo (39), ma anche al Parco Bissuola (26) e a Maerne (15) (Grafico 22).
La maggior parte dei superamenti si sono verificati nel mese di luglio 2007 e soprattutto dalle ore 12:00 alle ore 16:00. Questi periodi critici corrispondono a quelli di radiazione solare intensa e temperature elevate (cfr. paragrafo 3.1.2) che hanno favorito l'aumento della concentrazione di ozono con più superamenti dei valori di soglia.

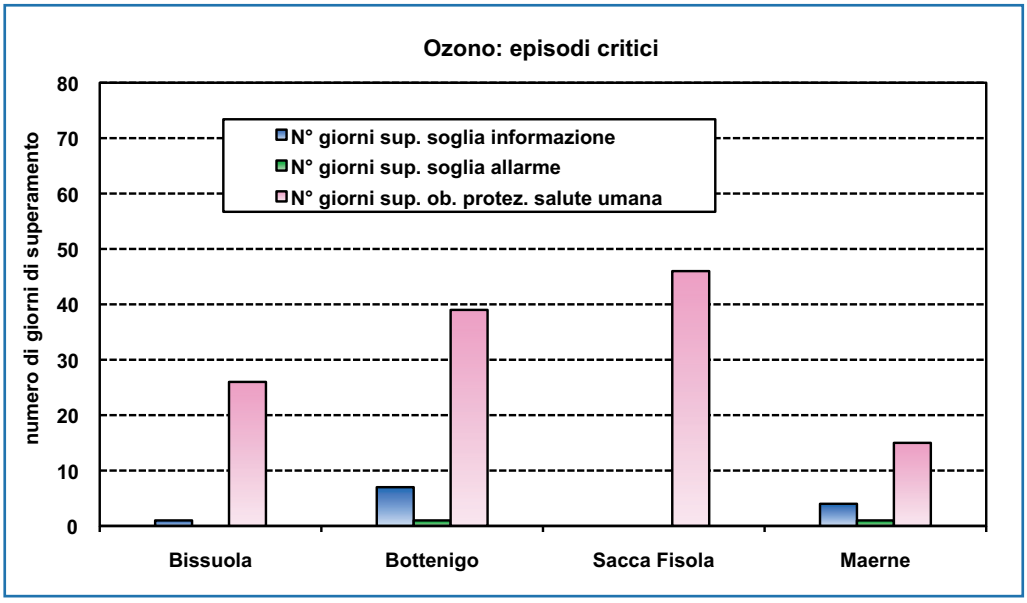


Grafico 22: Numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento della soglia di informazione di O_3 o della soglia di allarme o dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana nell'anno 2007

A differenza di quanto rilevato nel corso del 2004, quando solo presso la stazione di Parco Bissuola c'era stato un numero importante di superamenti, negli anni successivi le stazioni peggiori sono risultate essere quelle di Sacca Fisola e di via Bottenigo.
Il rispetto dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione di cui al D.lgs. 183/04 va calcolato attraverso l'AOT40, cioè la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ ed il valore di 80 µg/m³ rilevate dal 1 maggio al 31 luglio (92 giorni), utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (Tabella 3).
L'AOT40 calcolato sulla base dei dati orari disponibili si è dimostrato maggiore dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione in tutte le stazioni di monitoraggio (Grafico 23).

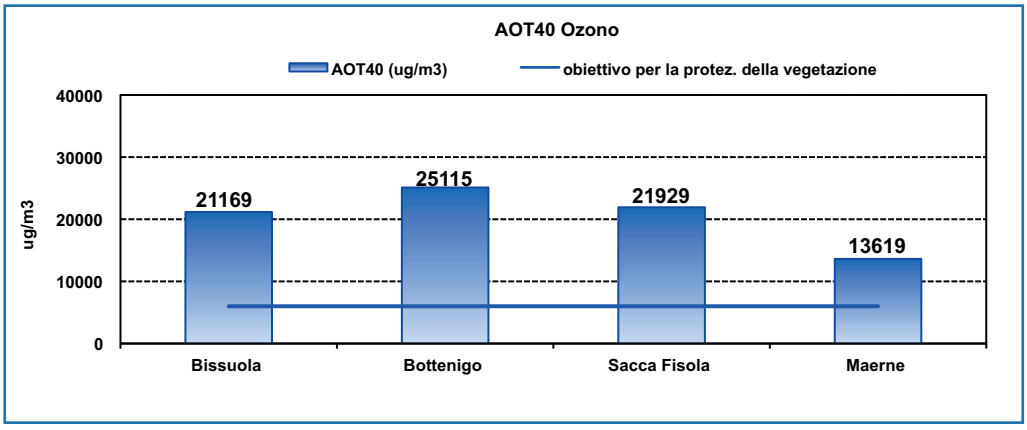


Grafico 23: AOT40 calcolato sulla base dei dati orari rilevati dal 1 maggio al 31 luglio utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

3.2.8 Statistiche descrittive e confronto con i valori limite

Tabella 10: Statistiche descrittive relative agli inquinanti convenzionali

statistiche descrittive **VIA A. DA MESTRE**	SO_2 µg/m³	NO_2 µg/m³	CO mg/m³	O_3 µg/m³
% dati validi	85	86	n.m.	n.m.
media	4	34	n.m.	n.m.
25° percentile	0	18	n.m.	n.m.
mediana	1	31	n.m.	n.m.
75° percentile	4	46	n.m.	n.m.
95° percentile	16	71	n.m.	n.m.
98° percentile	29	87	n.m.	n.m.

statistiche descrittive **PARCO BISSUOLA**	SO_2 µg/m³	NO_2 µg/m³	CO mg/m³	O_3 µg/m³
% dati validi	95	95	95	94
media	2	34	0	39
25° percentile	1	18	0	4
mediana	1	31	0	26
75° percentile	2	46	1	68
95° percentile	6	68	1	113
98° percentile	12	78	2	128

statistiche descrittive **VIA BOTTENIGO**	SO_2 µg/m³	NO_2 µg/m³	CO mg/m³	O_3 µg/m³
% dati validi	95	95	96	95
media	6	39	1	41
25° percentile	1	22	0	8
mediana	2	38	0	24
75° percentile	5	53	1	68
95° percentile	27	77	2	118
98° percentile	47	89	2	136

statistiche descrittive **SACCA FISOLA**	SO_2 µg/m³	NO_2 µg/m³	CO mg/m³	O_3 µg/m³
% dati validi	92	94	n.m.	93
media	8	36	n.m.	46
25° percentile	1	17	n.m.	8
mediana	4	34	n.m.	37
75° percentile	8	51	n.m.	77
95° percentile	29	75	n.m.	120
98° percentile	55	86	n.m.	132

statistiche descrittive **VIA CIRCONVALLAZIONE**	SO_2 µg/m³	NO_2 µg/m³	CO mg/m³	O_3 µg/m³
% dati validi	n.m.	95	96	n.m.
media	n.m.	50	1	n.m.
25° percentile	n.m.	32	1	n.m.
mediana	n.m.	48	1	n.m.
75° percentile	n.m.	65	1	n.m.
95° percentile	n.m.	95	2	n.m.
98° percentile	n.m.	113	3	n.m.

statistiche descrittive **VIA F.LLI BANDIERA**	SO_2	NO_2	CO	O_3
	µg/m³	*µg/m³*	*mg/m³*	*µg/m³*
% dati validi	n.m.	93	91	n.m.
media	n.m.	63	1	n.m.
25° percentile	n.m.	41	0	n.m.
mediana	n.m.	59	1	n.m.
75° percentile	n.m.	79	1	n.m.
95° percentile	n.m.	118	2	n.m.
98° percentile	n.m.	139	3	n.m.

statistiche descrittive **CORSO DEL POPOLO**	SO_2	NO_2	CO	O_3
	µg/m³	*µg/m³*	*mg/m³*	*µg/m³*
% dati validi	n.m.	n.m.	95	n.m.
media	n.m.	n.m.	1	n.m.
25° percentile	n.m.	n.m.	0	n.m.
mediana	n.m.	n.m.	1	n.m.
75° percentile	n.m.	n.m.	1	n.m.
95° percentile	n.m.	n.m.	2	n.m.
98° percentile	n.m.	n.m.	2	n.m.

statistiche descrittive **MAERNE**	SO_2	NO_2	CO	O_3
	µg/m³	*µg/m³*	*mg/m³*	*µg/m³*
% dati validi	95	95	n.m.	92
media	3	39	n.m.	34
25° percentile	1	22	n.m.	8
mediana	1	35	n.m.	22
75° percentile	3	52	n.m.	52
95° percentile	11	80	n.m.	98
98° percentile	20	92	n.m.	117

statistiche descrittive **MALCONTENTA**	SO_2	NO_2	CO	O_3
	µg/m³	*µg/m³*	*mg/m³*	*µg/m³*
% dati validi	93	95	n.m.	n.m.
media	14	32	n.m.	n.m.
25° percentile	2	20	n.m.	n.m.
mediana	5	30	n.m.	n.m.
75° percentile	14	42	n.m.	n.m.
95° percentile	59	63	n.m.	n.m.
98° percentile	91	73	n.m.	n.m.

statistiche descrittive **VIA TAGLIAMENTO**	SO_2	NO_2	CO	O_3
	µg/m³	*µg/m³*	*mg/m³*	*µg/m³*
% dati validi	*	*	*	n.m.
media	-	-	-	n.m.
25° percentile	-	-	-	n.m.
mediana	-	-	-	n.m.
75° percentile	-	-	-	n.m.
95° percentile	-	-	-	n.m.
98° percentile	-	-	-	n.m.

** La stazione di via Tagliamento è attiva dal 07/12/07, quindi la percentuale di dati validi non è sufficiente per considerare rappresentative le statistiche descrittive.*

n.m. - non misurato

Tabella 11: Confronto degli indici statistici con i valori limite annuali

	Indici statistici	Valore limite	Rif. Normativo
Parco Bissuola - Mestre (Tipo B-U)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	78	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	34	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	2	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	1	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	76	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	21169	6000	Dlgs 183/04
Via Bottenigo - Marghera (Tipo B-S)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	89	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	39	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	6	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	4	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	99	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	25115	6000	Dlgs 183/04
Sacca Fisola - Venezia C.S. (Tipo B-U)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	86	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	36	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	8	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	9	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	79	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	21929	6000	Dlgs 183/04
Via Antonio Da Mestre - Mestre (Tipo B-U)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	86	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	35	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	4	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	3	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	77	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04
Corso del Popolo - Mestre (Tipo T-U)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	-	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	-	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	-	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	-	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	-	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04

	Indici statistici	Valore limite	Rif. Normativo
Via Circonvallazione - Mestre (Tipo T-U)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	113	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	50	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	-	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	-	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	142	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04
Via F.lli Bandiera - Marghera (Tipo T-U)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	139	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	63	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	-	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	-	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	176	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04
Maerne (Tipo B-U)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	92	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	39	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	3	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	2	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	89	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	13619	6000	Dlgs 183/04
Malcontenta (Tipo I-S)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	73	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	32	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	14	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	17	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	87	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04
Via Tagliamento (Tipo B-U)			
NO_2 (µg/m³) 98° percentile	*	200	DPCM 28/03/83
NO_2 (µg/m³) media annuale	*	46	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO_2 (µg/m³) media annuale	*	20	DM 60/02
SO_2 (µg/m³) media invernale	*	20	
NO_x (µg-NO_2/m³) media annuale	*	30	
O_3 (µg/m³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04

** La stazione di via Tagliamento è attiva dal 04/12/07, perciò i valori medi annuali (o invernali come nel caso dell'SO_2) non possono essere confrontati con i valori guida e limite riportati nella tabella.*

Tabella 12: Numero di superamenti dei valori limite

Parco Bissuola - Mestre (Tipo B-U)	N superamenti		N giorni	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni	consentiti	
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	0		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	5	1		Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	0			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	26	26		Dlgs 183/04

Via Bottenigo - Marghera (Tipo B-S)	N superamenti		N giorni	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni	consentiti	
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	0		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	24	7		Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	2	1		Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	39	39		Dlgs 183/04

Sacca Fisola - Venezia C.S. (Tipo B-U)	N superamenti		N giorni	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni	consentiti	
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	0		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	-			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	0			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	0			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	46	46		Dlgs 183/04

Via Antonio Da Mestre - Mestre (Tipo B-U)	N superamenti		N giorni	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni	consentiti	
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	0		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	-			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

Corso del Popolo - Mestre (Tipo T-U)	N superamenti		N giorni	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni	consentiti	
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	-			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	-		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	-		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

Via Circonvallazione - Mestre (Tipo T-U)	N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni		
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	0		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	2	2	18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

Via F.lli Bandiera - Marghera (Tipo T-U)	N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni		
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	7	2	18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	10	4	18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

Maerne (Tipo B-U)	N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni		
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	0		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	1	1	18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	-			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	8	4		Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	1	1		Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	15	15		Dlgs 183/04

Malcontenta (Tipo I-S)	N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni		
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	0		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	-			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

via Tagliamento (Tipo B-U)	N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
	N eventi	N giorni		
SO_2 (ug/m3) soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO_2 (ug/m3) limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2007: 230	0		18/anno	DM 60/02
NO_2 (ug/m3) limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m3) max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O_3 (ug/m3) soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O_3 (ug/m3) obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

3.2.9. Trend storico degli inquinanti convenzionali: analisi temporali

Al fine di raffigurare l'andamento storico dei parametri convenzionali misurati presso le stazioni della rete ARPAV della qualità dell'aria, si considerano la mediana ed il 98° percentile, rispettivamente quali indici dell'andamento del valore medio e del massimo annuale, a partire dal 1996 (per alcune stazioni dal 1994).
La situazione più confortante è quella in cui entrambi gli indicatori (mediana e 98° percentile) sono decrescenti col trascorrere del tempo e solo in questo caso si può ipotizzare un reale miglioramento; anche per poter definire un peggioramento è necessario che esista accordo tra i due indici.
L'elaborazione riguarda le seguenti stazioni di misura:

- Parco Bissuola (tipo BU): parametri SO_2, NO_2, CO, O_3 (anni 1996 – 2007);
- via Circonvallazione (tipo TU): parametro CO (anni 1994 – 2007).

Considerando gli **ultimi dodici anni**, la situazione è riassunta in Tabella 13.

Tabella 13: Trend dei parametri convenzionali presso le stazioni di via Circonvallazione e di Parco Bissuola

stazione di rilevamento	Trend dei parametri convenzionali relativo agli ultimi 12 anni			
	SO_2	NO_2	CO	O_3
Parco Bissuola - Mestre				
via Circonvallazione - Mestre	-	-		-

Legenda:

 *trend in miglioramento*

 *trend stazionario o incerto*

 *trend in peggioramento*

Per l'anno 2007, considerando anche le stazioni di Maerne e Corso del Popolo, la situazione degna di nota è la diminuzione rispetto all'anno precedente presso la stazione di Maerne della concentrazione di NO_2 e di O_3 ed un leggero incremento rispetto al 2006 presso la stazione di Corso del Popolo della concentrazione di CO. Negli altri casi si ha una situazione complessivamente stazionaria.

3.2.10 Parametro monitorato: polveri PM_{10}

Siti di misura. Le polveri inalabili PM_{10} sono state oggetto di monitoraggio nell'anno 2007 presso le seguenti stazioni della rete urbana:

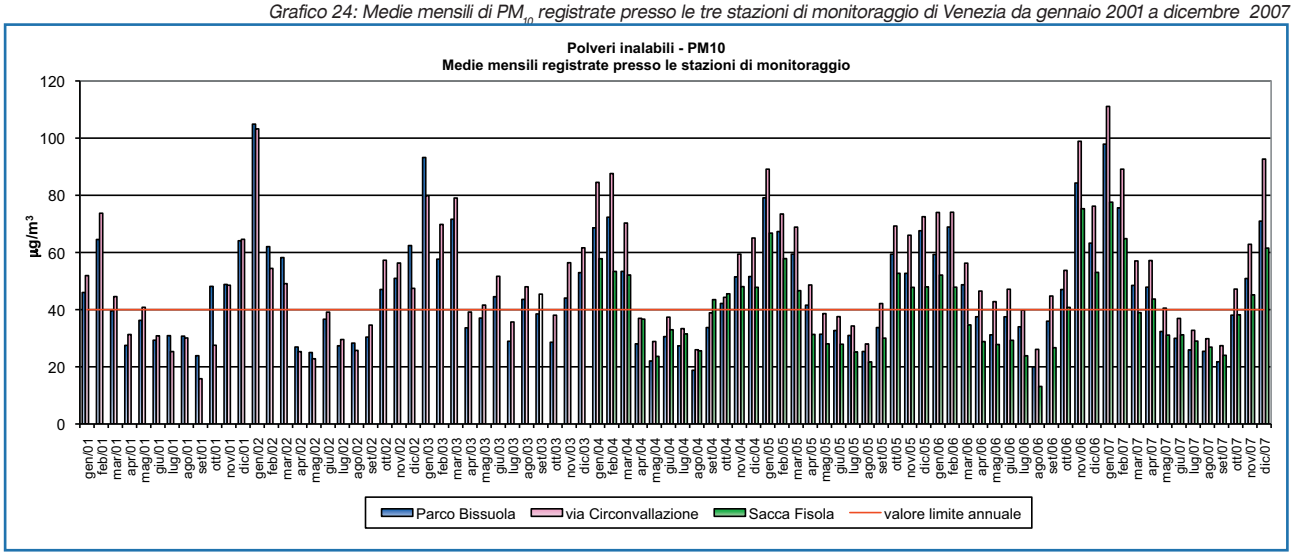
- **Parco Bissuola (BU)**
- **via Tagliamento (BU)**
- **via Circonvallazione (TU)**
- **Sacca Fisola (BU)**

delle quali però in via Tagliamento l'analizzatore gravimetrico di polveri è stato attivato il 07/12/07; di conseguenza, le statistiche descrittive e le medie annuali della concentrazione di polveri in questa stazione non sono rappresentative dell'intero anno 2007.

Le polveri inalabili PM_{10} nel 2007: analisi spaziali e temporali

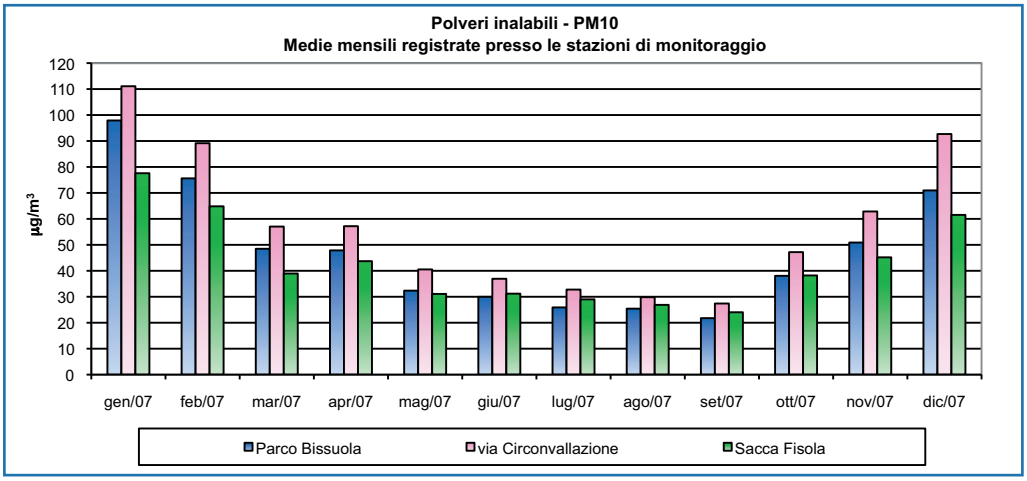
L'andamento delle medie mensili rilevate a Venezia, rappresentate nel Grafico 24 a partire dal 2001, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una netta tendenza al superamento del valore limite annuale di 40 µg/m³ fissato dal DM 60/02.

Grafico 24: Medie mensili di PM_{10} registrate presso le tre stazioni di monitoraggio di Venezia da gennaio 2001 a dicembre 2007



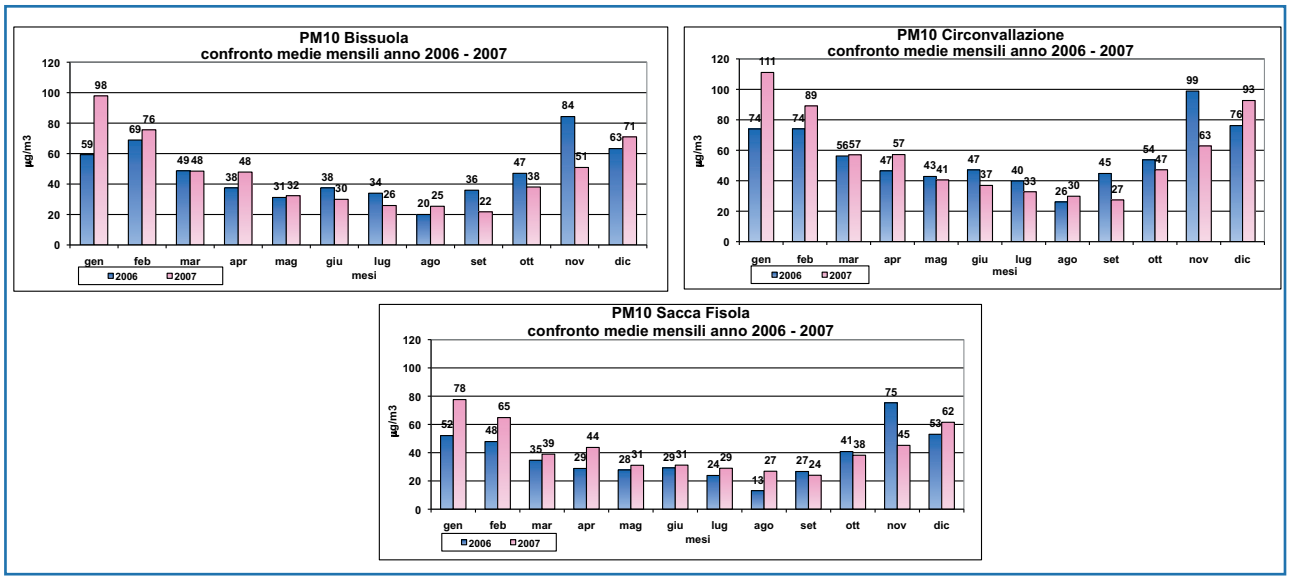
In particolare le medie mensili della concentrazione di PM_{10} di Sacca Fisola per l'anno 2007 hanno mostrato un andamento analogo a quelli associati alle determinazioni gravimetriche delle altre due stazioni di monitoraggio della terraferma (Grafico 25), anche se i valori rimangono tendenzialmente più bassi.

Grafico 25: Medie mensili di PM_{10} registrate presso le stazioni di monitoraggio nel 2007



Nel corso del 2007 in tutte e tre le stazioni di Venezia è stato possibile notare una concentrazione media mensile di PM_{10} molto prossima a quella misurata nel precedente anno 2006, come evidenziato nel Grafico 26, fatta eccezione per le concentrazioni medie di gennaio 2007, di molto superiori a quelle del 2006, e di novembre 2007, di molto inferiori a quelle del 2006.

Grafico 26: Confronto delle medie mensili di PM_{10} registrate durante l'anno 2006 e 2007 presso le tre stazioni di monitoraggio.



Per quanto riguarda il centro urbano di Mestre, le medie annuali del 2007 della concentrazione di PM_{10} in via Circonvallazione (57 µg/m³) e Parco Bissuola (47 µg/m³) risultano maggiori del valore limite annuale fissato dal DM 60/02 (40 µg/m³).
Tali valori indicano un inquinamento "di area" per le polveri inalabili (PM_{10}), che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano.
La media di area per il centro urbano di Mestre dell'anno 2007 è di 52 µg/m³, uguale a quella calcolata nell'anno 2005 e 2006, ma in aumento rispetto a quella calcolata nell'anno 2004 (46 µg/m³) ed a quella calcolata nel 2003 (51 µg/m³) (Tabella 18, Tabella 19 e Grafico 38).
Nel 2007, a differenza dell'anno precedente, anche la media annuale della concentrazione di PM_{10} a Sacca Fisola (43 µg/m³) è risultata leggermente superiore al valore limite annuale fissato dal DM 60/02 (Grafico 27).

È interessante notare come la media annuale delle concentrazioni di PM_{10} rilevate a Sacca Fisola, stazione insulare, sia leggermente inferiore a quelle rilevate presso le stazioni di Mestre e, tra queste, più vicina a quella di Bissuola, stazione di background urbano.
Riguardo alla concentrazione giornaliera di PM_{10}, nella Tabella 14 si riporta il numero di giorni in cui le tre stazioni hanno misurato un superamento del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (Tabella 1), da non superare più di 35 volte per anno civile e pari a 50 µg/m³ (DM 60/02).
Dal 1 gennaio al 31 dicembre 2007, si possono contare 160 giorni in cui almeno una delle tre stazioni di misura delle polveri PM_{10} ha misurato un superamento del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana.

Grafico 27: Medie mensili di PM_{10} registrate presso la stazione di monitoraggio di Sacca Fisola e confronto con il valore limite annuale di legge previsto per il 2007.

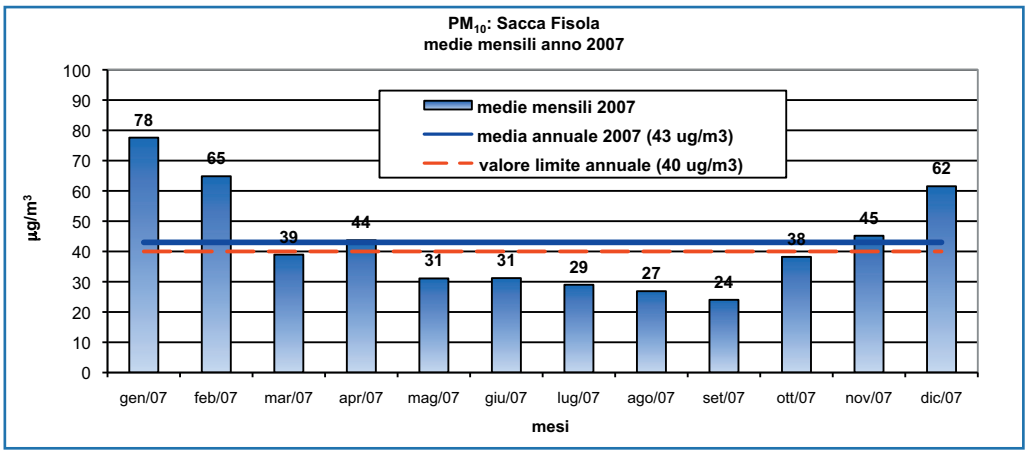
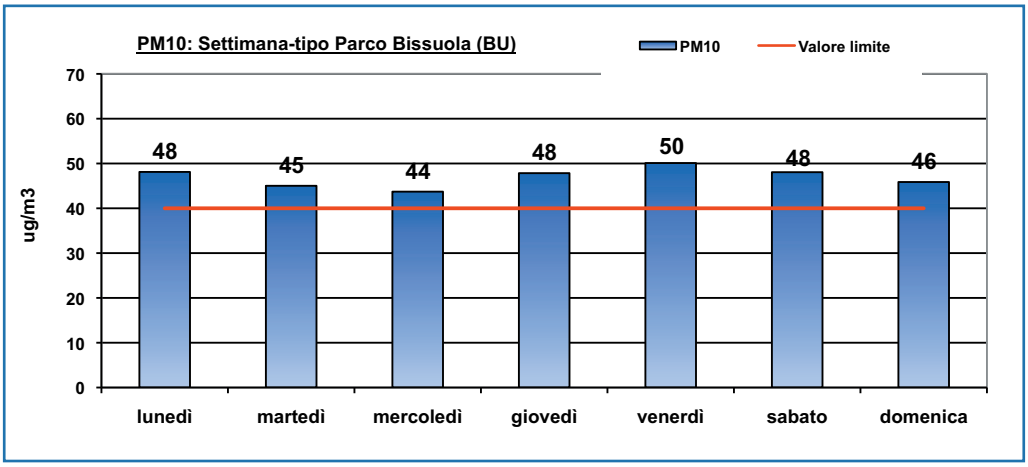


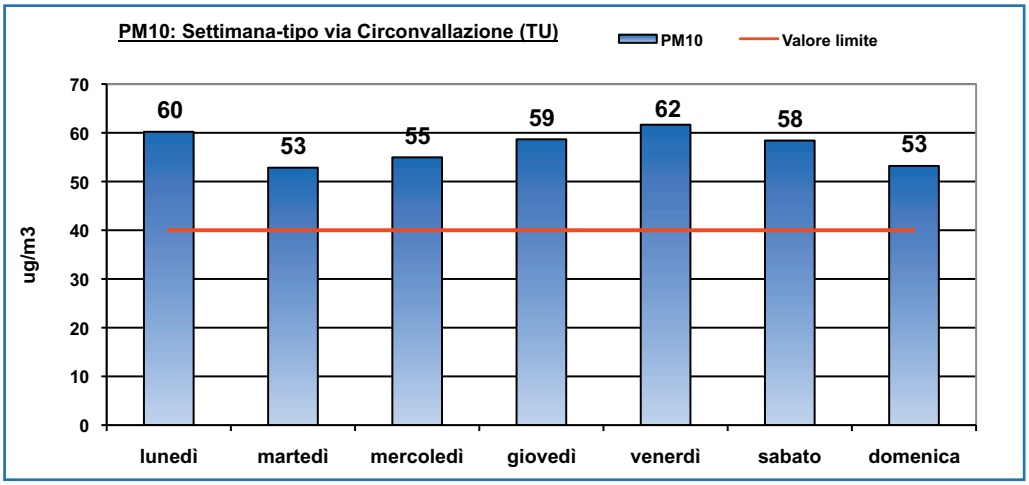
Tabella 14: Numero di superamenti del valore limite di 24 ore per il PM_{10} per la protezione della salute umana.

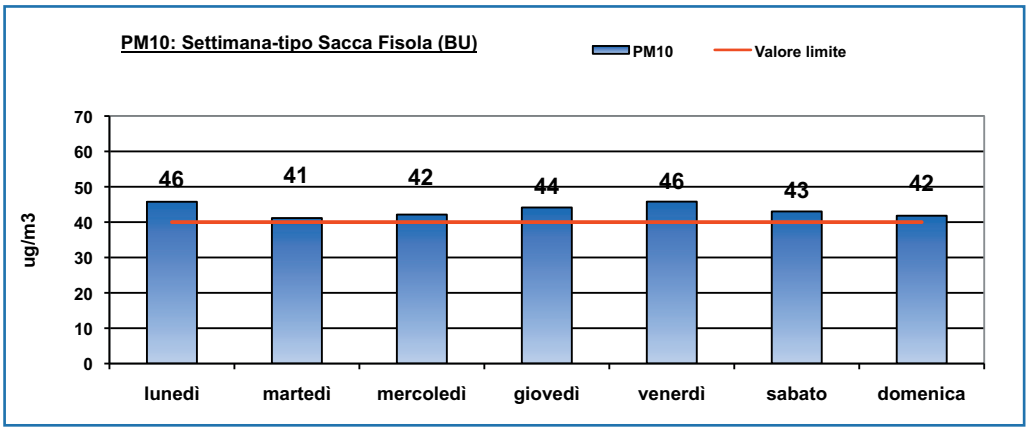
PM_{10}	Parco Bissuola	via Circonvallazione	Sacca Fisola	in almeno 1 delle 3 stazioni di Venezia - Mestre
Gennaio-07	27	28	24	28
Febbraio-07	22	24	21	24
Marzo-07	12	14	8	17
Aprile-07	11	15	8	17
Maggio-07	3	7	4	8
Giugno-07	1	4	2	5
Luglio-07	0	5	0	5
Agosto-07	0	0	0	0
Settembre-07	0	0	0	0
Ottobre-07	8	11	5	12
Novembre-07	11	18	9	19
Dicembre-07	21	24	20	25
Totale anno 2007	**116**	**150**	**101**	**160**

I grafici che raffigurano la settimana tipo per PM_{10} a Parco Bissuola, via Circonvallazione e Sacca Fisola (Grafico 28) indicano il raggiungimento dei valori medi più elevati il lunedì e venerdì.

Grafico 28: Settimana tipo della concentrazione di polveri inalabili PM_{10} misurate nelle stazioni di Parco Bissuola, via Circonvallazione e Sacca Fisola.







3.2.11 Parametro monitorato: polveri $PM_{2,5}$

Siti di misura. Le polveri fini $PM_{2,5}$ sono state oggetto di monitoraggio nell'anno 2007 presso le seguenti stazioni della rete urbana:

- **Malcontenta (IS)**
- **via Circonvallazione (TU)**

e presso la stazione di misura di via Lissa.

Presso via Lissa e Malcontenta gli analizzatori sequenziali di $PM_{2.5}$ sono attivi dal 21 ottobre 2004; presso via Circonvallazione l'analizzatore automatico di $PM_{2.5}$ è attivo dal 6 gennaio 2007.

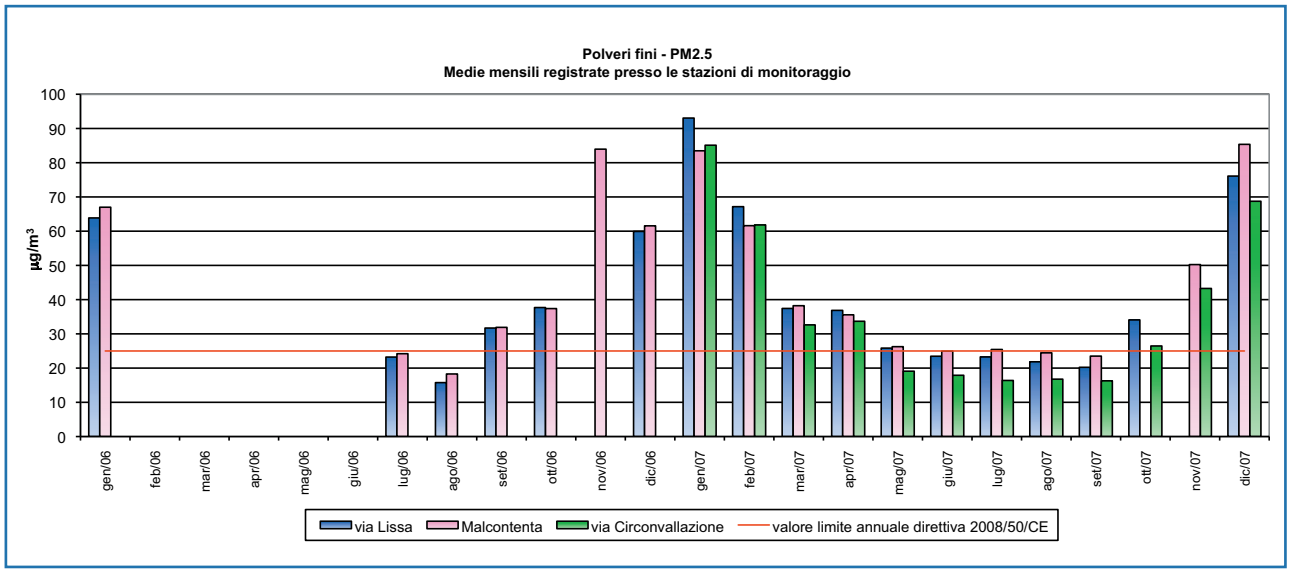
Le polveri fini $PM_{2.5}$ nel 2007: analisi spaziali e temporali

Per quanto riguarda la misurazione del particolato $PM_{2.5}$ attualmente la normativa nazionale non ha ancora fissato un valore limite per la protezione della salute umana. Tuttavia la direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, che deve essere recepita dagli Stati membri entro l'11 giugno 2010, fissa il valore limite di 25 µg/m³ come media annuale da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

L'andamento delle medie mensili della concentrazione di $PM_{2,5}$ rilevate a Mestre e Malcontenta, rappresentate nel Grafico 29 a partire dal 2006, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi

autunnali ed invernali, con una netta tendenza al superamento non solo del valore limite annuale al 2015 per il $PM_{2,5}$ di 25 µg/m³ fissato dalla direttiva 2008/50/CE, ma anche del valore limite annuale per il PM_{10} di 40 µg/m³ fissato dal DM 60/02.

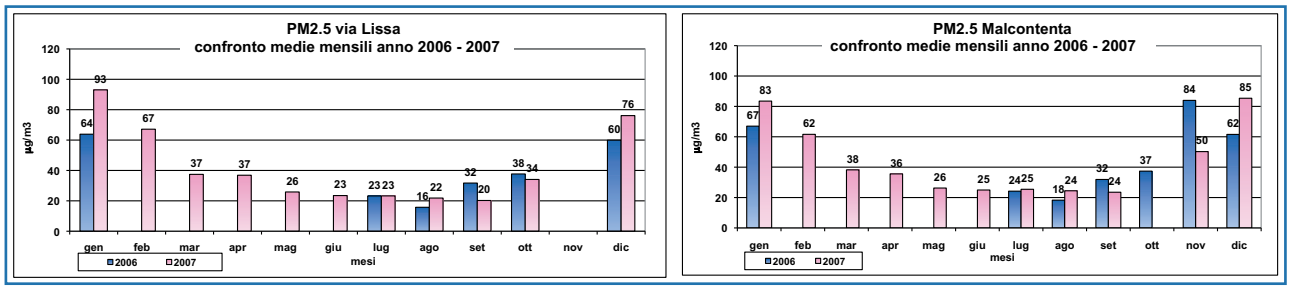
Grafico 29: Medie mensili di $PM_{2.5}$ registrate presso le tre stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia da gennaio 2006 a dicembre 2007.



Si osserva che le medie mensili della concentrazione di $PM_{2,5}$ di Malcontenta, via Lissa e via Circonvallazione hanno un andamento analogo e che i tre siti presentano concentrazioni medie mensili di $PM_{2,5}$ molto simili.

Nel corso del 2007 a Malcontenta ed in via Lissa è stato possibile notare una concentrazione media mensile di $PM_{2,5}$ molto prossima a quella misurata nel precedente anno 2006 (per i mesi per i quali è possibile fare il confronto), come evidenziato nel Grafico 30, fatta eccezione per le concentrazioni medie di gennaio 2007, superiori a quelle del 2006, e di novembre 2007, inferiori a quelle del 2006, in analogia a quanto rilevato per il PM_{10} (Grafico 26).

Grafico 30: Confronto delle medie mensili di $PM_{2.5}$ registrate durante l'anno 2006 e 2007 presso le due stazioni di monitoraggio.



Le medie annuali del 2007 della concentrazione di $PM_{2.5}$ a Malcontenta, via Lissa e via Circonvallazione risultano, rispettivamente, pari a 44 µg/m³, 42 µg/m³ e 36 µg/m³.

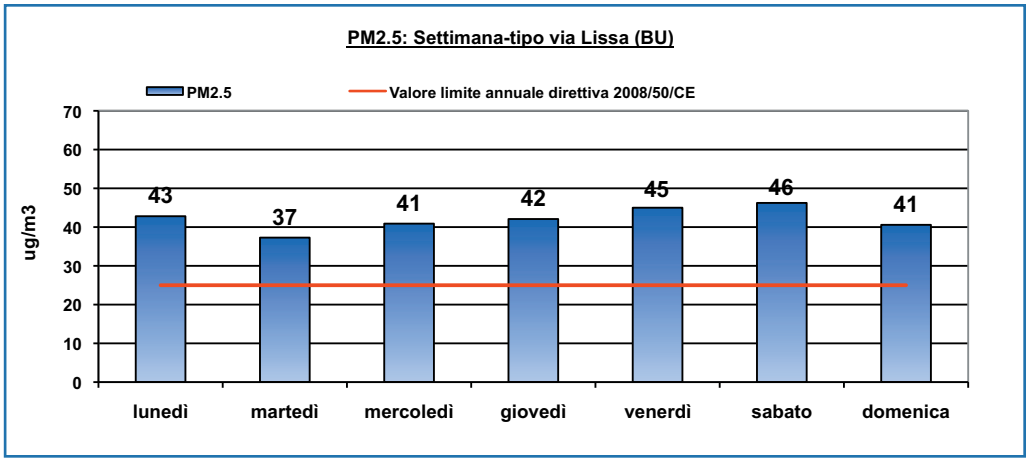
Nonostante le stazioni di monitoraggio siano di tipologia diversa (IS, BU, TU), tali valori indicano un inquinamento "di area" anche per le polveri fini ($PM_{2.5}$), che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano.
La media di area per Mestre e Malcontenta dell'anno 2007 è di 41 µg/m³, maggiore del valore limite annuale fissato al 2015 dalla direttiva 2008/50/CE (25 µg/m³).
È interessante notare come la media annuale delle concentrazioni di $PM_{2.5}$ rilevate a Malcontenta, stazione di ricaduta industriale, sia molto prossima a quella di via Lissa, stazione di background urbano.
A differenza di quanto visto per il PM_{10}, attualmente la normativa nazionale e comunitaria non prevede un valore limite giornaliero alla concentrazione di $PM_{2.5}$.
In considerazione del fatto che il $PM_{2.5}$ è una frazione dimensionale di particolato compresa nel PM_{10}, sembra possibile confrontare i dati giornalieri misurati di $PM_{2.5}$ con il valore limite giornaliero per il PM_{10} da non superare più di 35 volte per anno civile, pari a 50 µg/m³ (DM 60/02). Durante l'anno 2007 la concentrazione giornaliera di $PM_{2.5}$ è stata superiore a tale valore limite per 88 giorni su 348 di misura in via Lissa, per 92 giorni su 338 di misura a Malcontenta e per 74 giorni su 349 di misura in via Circonvallazione (Tabella 15).
Dal 1 gennaio al 31 dicembre 2007, si possono contare 100 giorni in cui almeno una delle tre stazioni di misura delle polveri $PM_{2.5}$ ha misurato un superamento del valore limite giornaliero per le PM_{10}.

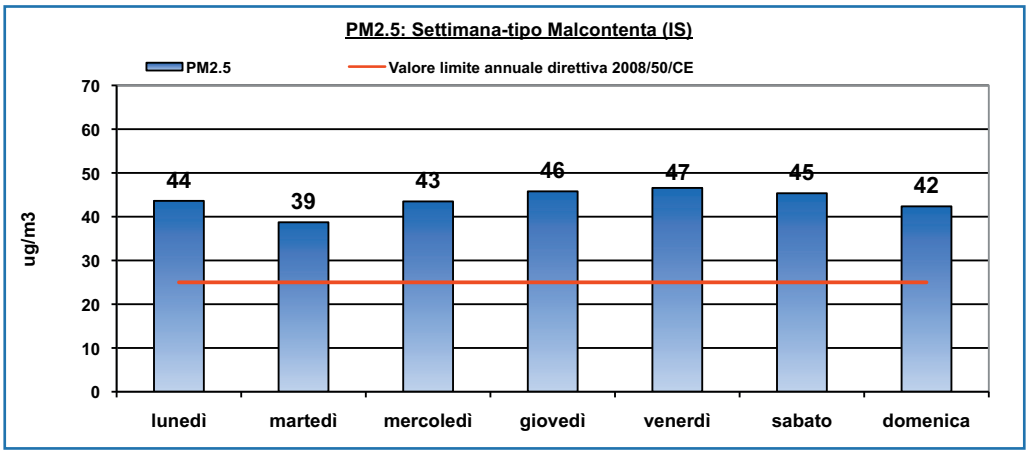
Tabella 15: Numero di superamenti del valore limite di 24 ore per il $PM_{2.5}$ per la protezione della salute umana

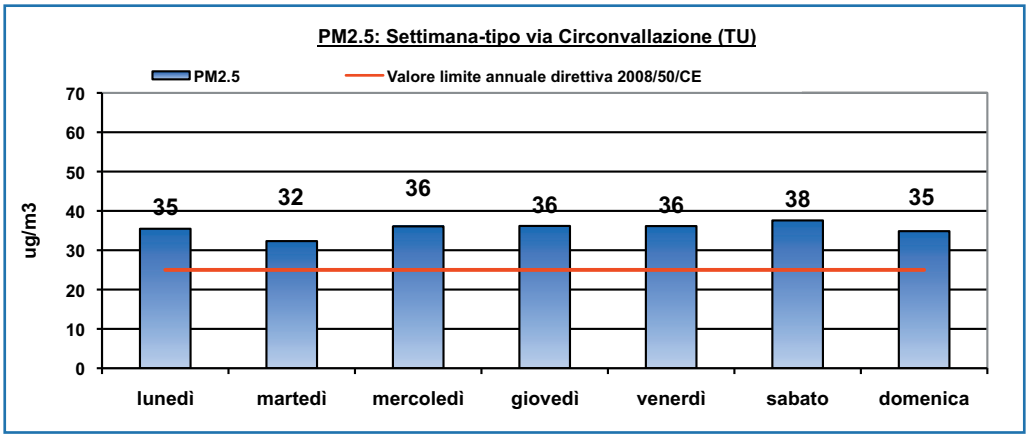
$PM_{2,5}$	via Lissa	Malcontenta	via Circonvallazione	in almeno 1 delle 3 stazioni di Mestre e Malcontenta
Gennaio-07	26	24	20	26
Febbraio-07	21	20	21	21
Marzo-07	5	8	4	8
Aprile-07	3	1	2	3
Maggio-07	0	0	0	0
Giugno-07	0	0	0	0
Luglio-07	0	0	0	0
Agosto-07	0	0	0	0
Settembre-07	0	0	0	0
Ottobre-07	5	5	0	5
Novembre-07	7	10	10	12
Dicembre-07	21	24	17	25
Totale anno 2007	**88**	**92**	**74**	**100**

I grafici che raffigurano la settimana tipo per $PM_{2.5}$ a Malcontenta, via Lissa e via Circonvallazione (Grafico 31) indicano il raggiungimento dei valori medi più elevati dal giovedì al sabato.

Grafico 31: Settimana tipo della concentrazione di polveri inalabili PM2.5 misurate nelle stazioni di via Lissa, Malcontenta e via Circonvallazione.







Per alcuni giorni durante l'anno 2007 è stato determinato il PM_{10} contestualmente al $PM_{2.5}$ presso le stazioni di via Lissa e Malcontenta.
Il rapporto percentuale medio tra le concentrazioni di $PM_{2.5}$ e PM_{10} misurate in una decina di giornate dal 08/03/07 al 03/07/07 in via Lissa è risultato pari a 71%; mentre il rapporto percentuale medio tra le concentrazioni di $PM_{2.5}$ e PM_{10} misurate negli stessi giorni a Malcontenta è risultato pari a 75% (Tabella 16 e Tabella 17). Questi risultati appaiono coerenti con quanto rilevato in altre campagne di monitoraggio.

Tabella 16: Rapporto percentuale tra le concentrazioni giornaliere di $PM_{2,5}$ e di PM_{10} in via Lissa.

2007	PM_{10}	$PM_{2.5}$	$PM_{2.5}/PM_{10}$
VIA LISSA	ug/m³	ug/m³	%
08/03/2007	32	12	38
15/03/2007	67	50	75
28/03/2007	47	38	81
04/04/2007	48	32	67
11/04/2007	69	57	83
05/2/2007	28	22	79
16/05/2007	18	10	56
23/05/2007	35	28	80
30/05/2007	20	13	65
06/06/2007	23	19	83
13/06/2007	36	31	86
26/06/2007	33	28	85
03/07/2007	32	17	53
MEDIA PERIODO	38	27	71
n° superamenti	2	1	
n° dati	13	13	
% superamento	15	8	

2007	PM_{10}	$PM_{2,5}$	$PM_{2,5}/PM_{10}$
MALCONTENTA	ug/m³	ug/m³	%
08/03/2007	27	16	59
15/03/2007	67	49	73
28/03/2007	46	42	91
04/04/2007	56	40	71
11/04/2007	64	48	75
05/2/2007	22	13	59
16/05/2007	37	31	84
23/05/2007	22	15	68
30/05/2007	35	28	80
06/06/2007	31	28	90
13/06/2007	37	26	70
MEDIA PERIODO	40	31	75
n° superamenti	3	0	
n° dati	11	11	
% superamento	27	0	

Tabella 17: Rapporto percentuale tra le concentrazioni giornaliere di $PM_{2,5}$ e di PM_{10} a Malcontenta.

3.2.12 Parametro monitorato: benzene (C_6H_6)

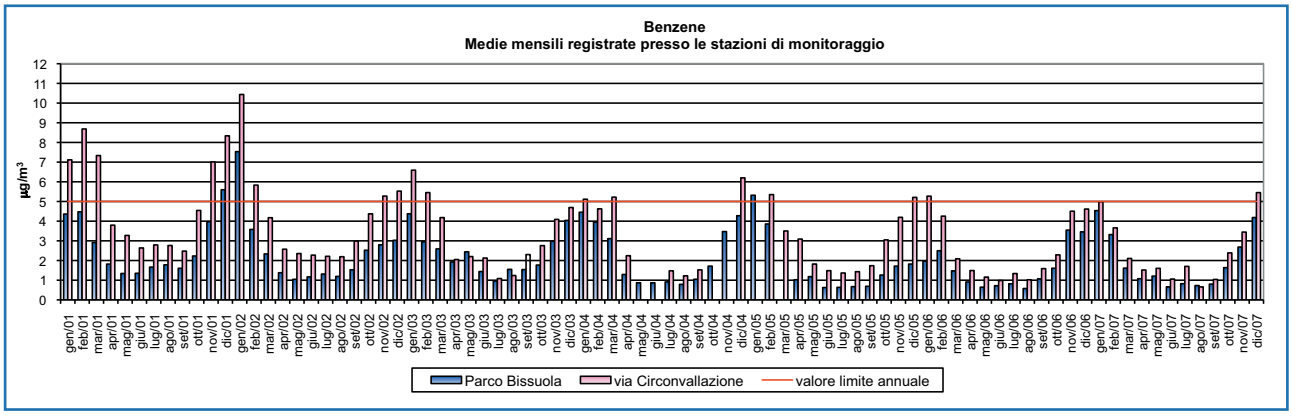
Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di benzene (C_6H_6) nell'anno 2007 sono 2:

- **Parco Bissuola (BU)**
- **via Circonvallazione (TU)**

Il benzene nel 2007: analisi spaziali e temporali

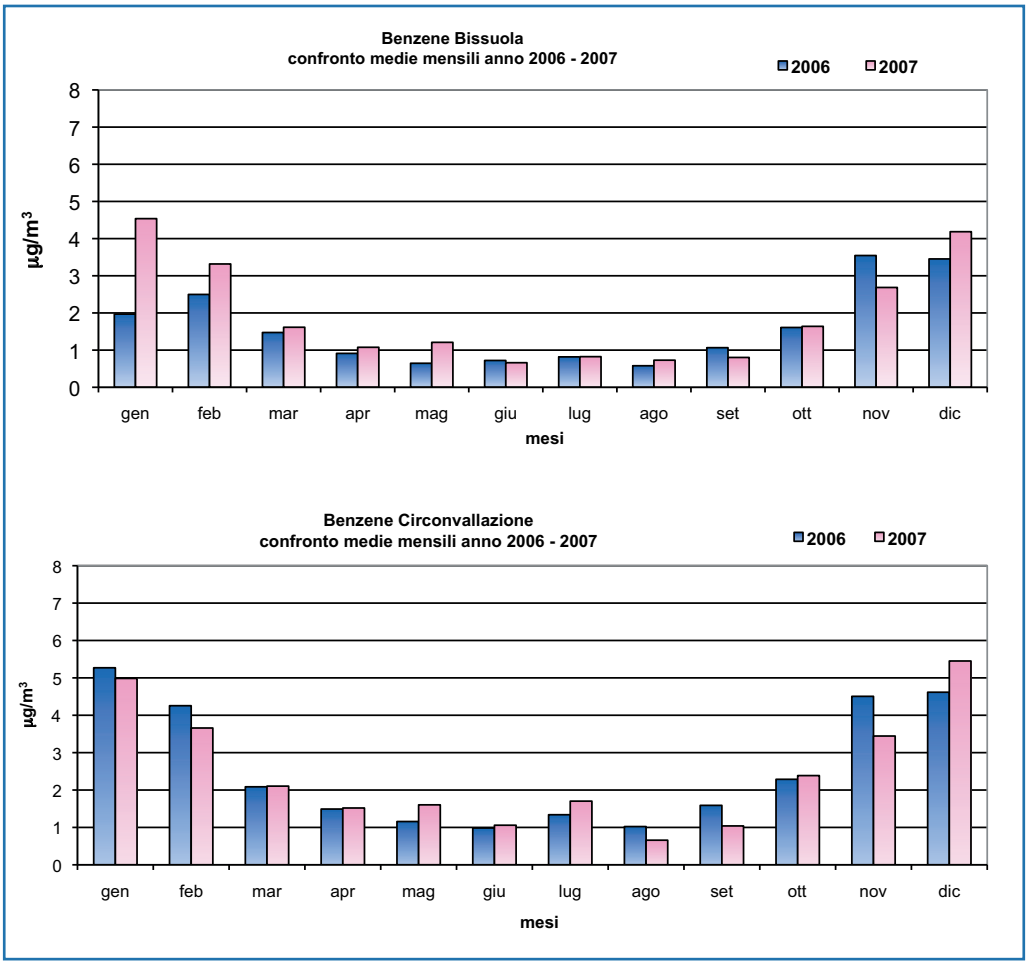
L'andamento delle medie mensili, rappresentate nel Grafico 32 a partire dal 2001, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una certa tendenza al superamento lieve del valore limite annuale di 5 µg/m³ fissato dal DM 60/02. Nella Tabella 2 si riportano i valori limite che il DM 60/02 prevede debbano essere raggiunti entro la data prevista per gli inquinanti non convenzionali ed i valori aumentati del margine di tolleranza riferiti alla fase transitoria (28 aprile 2002 – 31 dicembre 2009).

Grafico 32: Medie mensili di benzene registrate presso le stazioni di monitoraggio da gennaio 2001 a dicembre 2007.



Presso la stazione di Parco Bissuola, in generale, la concentrazione media mensile di benzene nel 2007 è risultata leggermente superiore rispetto al precedente anno 2006.
Comunque, in entrambe le stazioni, nel 2007 le concentrazioni medie mensili variano di poco rispetto al precedente anno, ad eccezione di un incremento evidente al Parco Bissuola nei primi due mesi del 2007 (Grafico 33).

Grafico 33: Confronto delle medie mensili di benzene registrate durante l'anno 2006 e 2007 presso le due stazioni di monitoraggio.



Le medie annuali del 2007 della concentrazione di benzene in via Circonvallazione (2 µg/m³) e Parco Bissuola (2 µg/m³) risultano uguali ed ampiamente inferiori al valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza fissato per il 2007 dal DM 60/02 (8 µg/m³) e al valore limite stesso fissato per il 2010 (5 µg/m³).

La media di area dell'anno 2007 per il benzene è di 2 µg/m³, uguale a quella calcolata nei due anni precedenti (Tabella 18, Tabella 19 e Grafico 40).

3.2.13 Parametro monitorato: Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

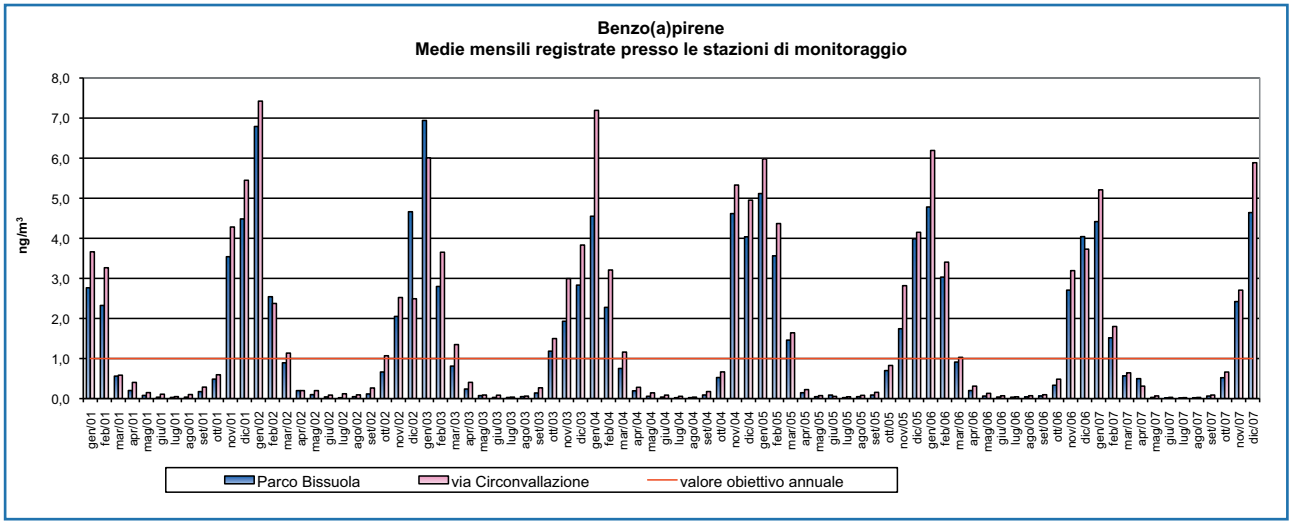
Siti di misura. Le stazioni della rete urbana presso le quali è stato effettuato il monitoraggio degli IPA, per l'anno 2007, sono 2:

- **Parco Bissuola (BU)**
- **via Circonvallazione (TU)**

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nel 2006: analisi spaziali e temporali

Osservando l'andamento delle medie mensili del benzo(a)pirene a partire dal 2001, rappresentate nel Grafico 34, si evidenziano i picchi di concentrazione nella stagione fredda, con una netta tendenza al superamento del valore obiettivo pari a 1 ng/m³, definito dal D. Lgs. 152/07.

Grafico 34: Medie mensili di benzo(a)pirene registrate presso le stazioni di monitoraggio da gennaio 2001 a dicembre 2007.



Nel 2007 la concentrazione media mensile di benzo(a)pirene è risultata generalmente inferiore o comparabile rispetto al precedente anno 2006, come evidenziato nel Grafico 35, ad eccezione di un incremento nel mese di dicembre 2007.

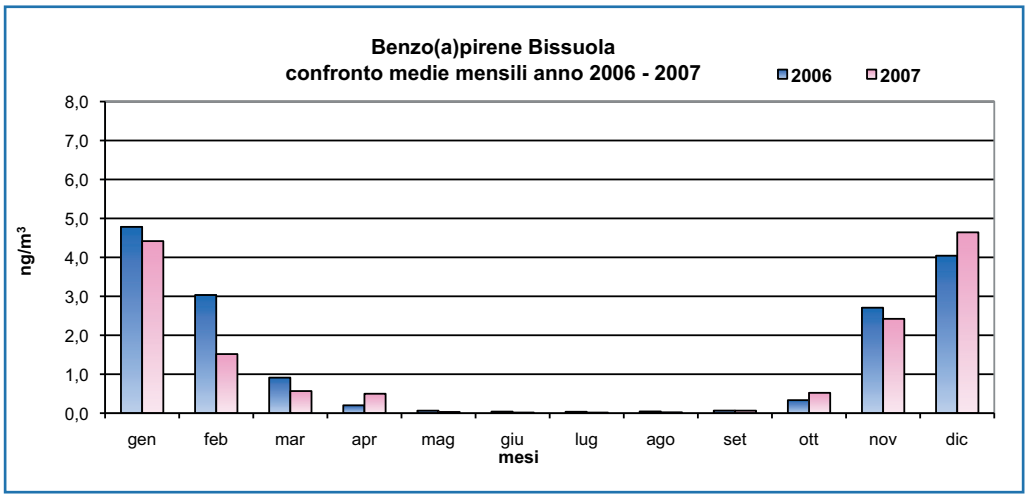
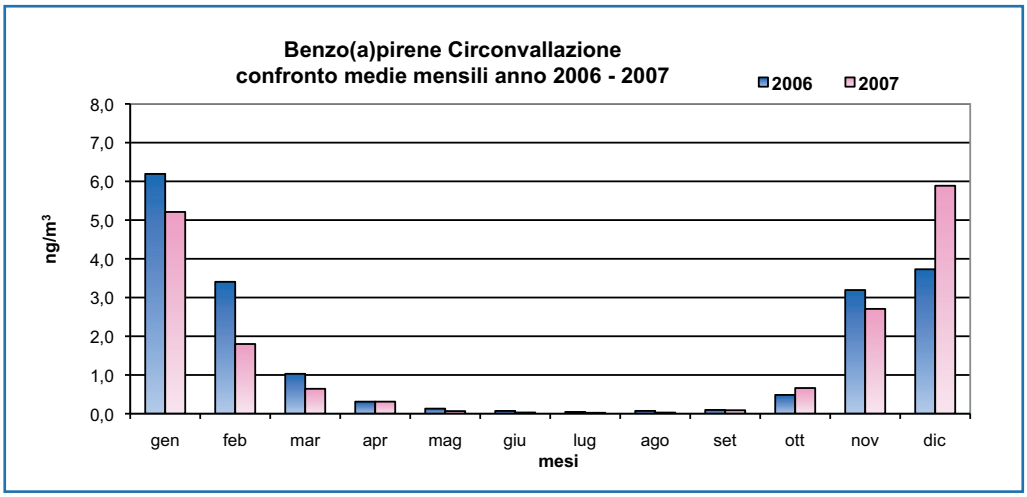


Grafico 35: Confronto delle medie mensili di benzo(a)pirene registrate durante l'anno 2006 e 2007 presso le stazioni di monitoraggio.



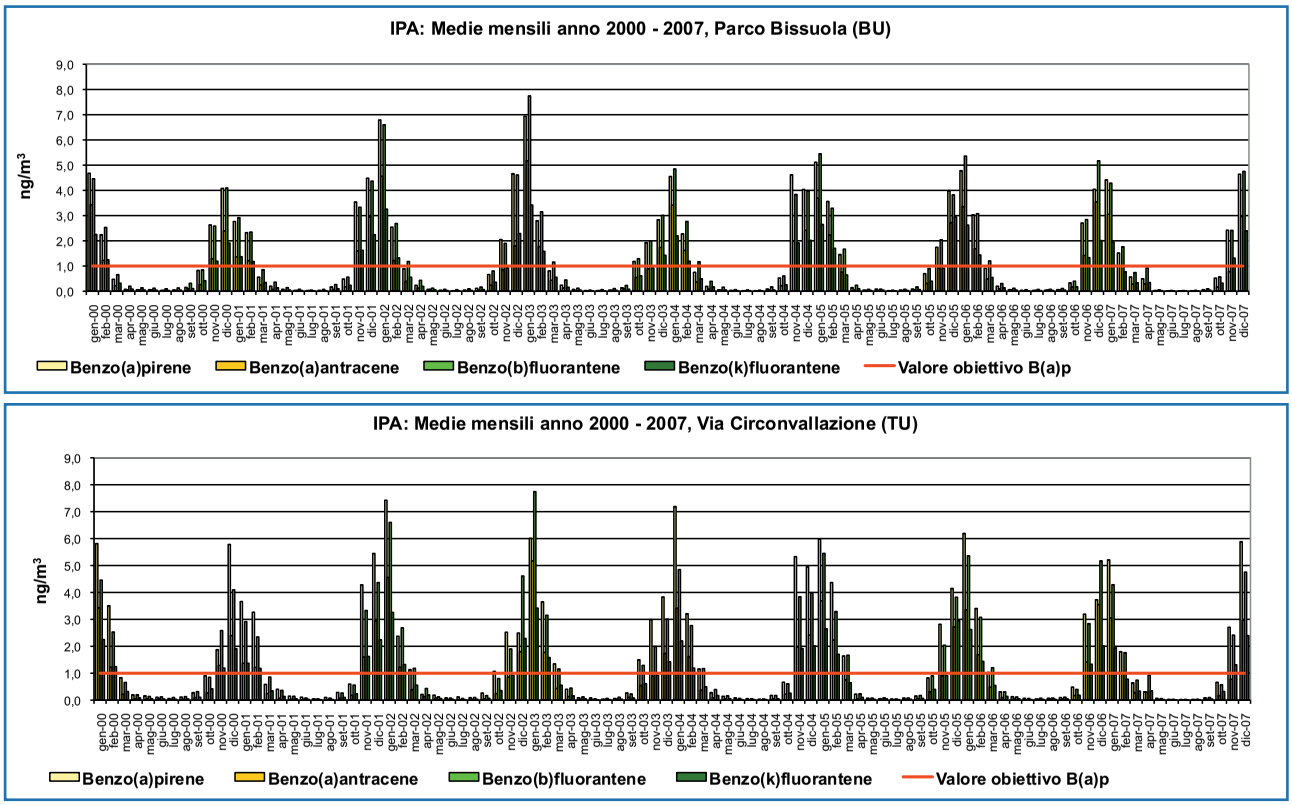
Le medie annuali della concentrazione di benzo(a)pirene assumono il valore di 1,2 ng/m³ per la stazione di Parco Bissuola e di 1,5 ng/m³ per la stazione di via Circonvallazione, superiori quindi al valore obiettivo di 1 ng/m³.
Tali valori indicano una certa differenziazione dell'inquinamento a seconda dell'area di monitoraggio, con una maggiore incidenza nell'area di traffico (via Circonvallazione).
La media di area dell'anno 2007, come media delle medie annuali della stazione di Parco Bissuola (tipo BU) e via Circonvallazione (tipo TU), è di 1,3 ng/m³, leggermente inferiore a quella calcolata nel 2006 (1,5 ng/m³), a sua volta leggermente inferiore a quella misurata nel 2005 (1,6 ng/m³) e nel 2004 (1,7 ng/m³) (Tabella 18, Tabella 19 e Grafico 41).

L'importanza ambientale degli idrocarburi policiclici aromatici deriva dall'accertata azione cancerogena di alcuni di essi, con maggiore riguardo a quelli condensati nel particolato atmosferico.
Per ricondurre le concentrazioni ambientali di IPA a valori di riferimento sanitario, è stato introdotto (Rapporto ISTISAN 91/27) il concetto di benzo(a)pirene equivalente, che consente di determinare il rischio complessivo derivante dall'esposizione a IPA, dalla somma del rischio attribuibile al benzo(a)pirene (potenza cancerogena = 1), più quello degli altri sei IPA attivi:

- benzo(a)antracene (potenza cancerogena = 0,006);
- dibenzo(a,h)antracene (potenza cancerogena = 0,6);
- indeno(1,2,3-c,d)pirene (potenza cancerogena = 0,08);
- benzo(b)fluorantene (potenza cancerogena = 0,11);
- benzo(j)fluorantene (potenza cancerogena = 0,03);
- benzo(k)fluorantene (potenza cancerogena = 0,03).

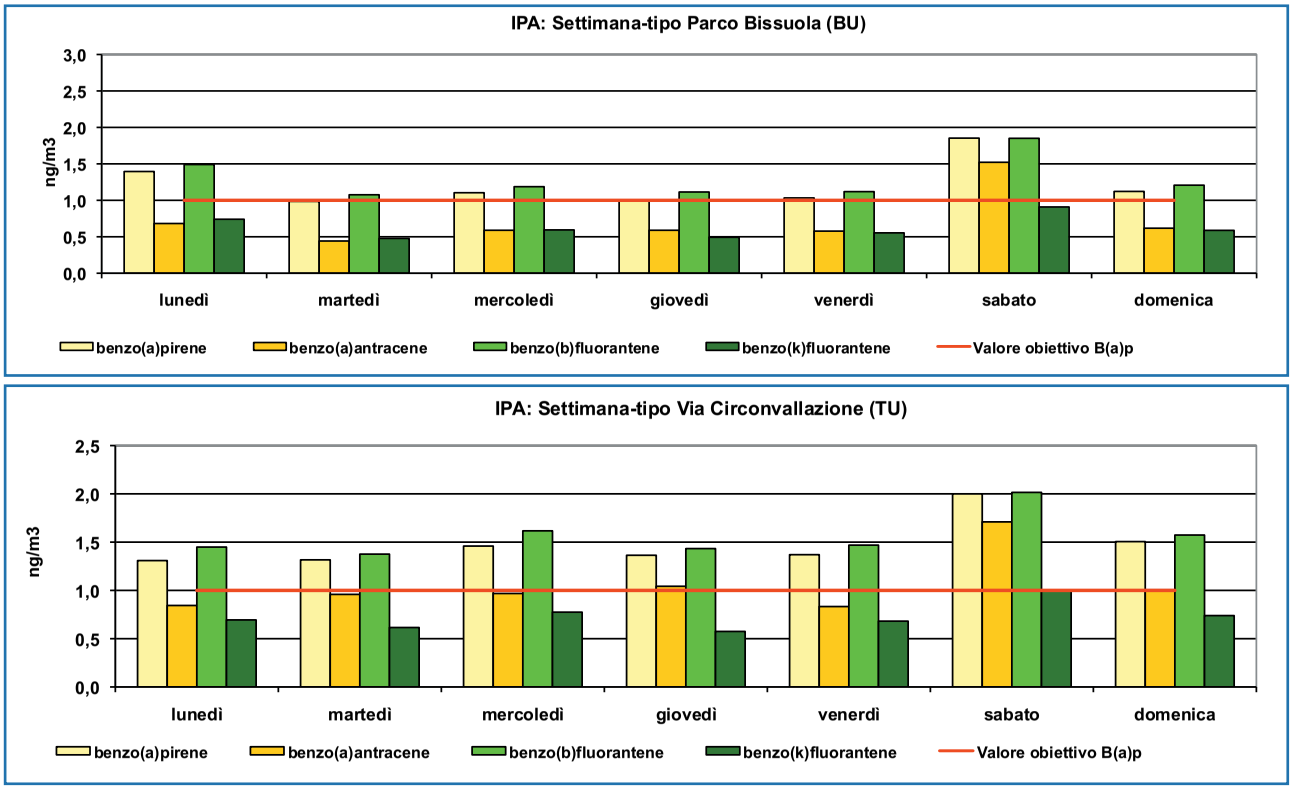
L'andamento delle medie mensili del benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene e benzo(k)fluorantene, rappresentate nel Grafico 36, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali e, come già osservato, una netta tendenza al superamento del valore obiettivo per il benzo(a)pirene pari a 1 ng/m³, definito dal D. Lgs. 152/07.

Grafico 36: Medie mensili dei diversi Idrocarburi Policiclici Aromatici misurati nelle stazioni di Parco Bissuola e via Circonvallazione



Il Grafico 37 raffigura la settimana tipo per gli idrocarburi policiclici aromatici a Parco Bissuola e via Circonvallazione.

Grafico 37: Settimana tipo dei diversi Idrocarburi Policiclici Aromatici misurati nelle stazioni di Parco Bissuola e via Circonvallazione.



3.2.14 Trend storico di PM_{10}, benzene e benzo(a)pirene: analisi temporali

La Tabella 18 riporta la media annuale (ottenuta mediando i valori disponibili del periodo annuale precedente) aggiornata a fine mese del benzene, PM_{10} e benzo(a)pirene per le stazioni di Parco Bissuola e via Circonvallazione.

Nel 2007, le medie annuali delle polveri inalabili PM_{10} assumono i valori di 57 µg/m³ in via Circonvallazione e 47 µg/m³ in Parco Bissuola. Risultano quindi maggiori al valore limite annuale fissato dal DM 60/02 (40 µg/m³).
Tali valori indicano un inquinamento "di area" per le polveri inalabili (PM_{10}).
La media di area dell'anno 2007 (52 µg/m³) risulta uguale a quella calcolata negli anni 2005 e 2006, che era in aumento rispetto a quella calcolata nell'anno 2004 (46 µg/m³) (Tabella 19).

Inoltre negli ultimi 6 anni il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero delle polveri inalabili PM_{10} in almeno una delle stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia è risultato ampiamente superiore ai 35 giorni consentiti dal DM 60/02 (Grafico 39).

Nel 2007, la media annuale del benzene non mostra per nessuna delle due stazioni il superamento del valore limite annuale, aumentato del margine di tolleranza, per la protezione della salute umana fissato dal Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n° 60, pari a 8 µg/m³ (Tabella 18).
La media annuale assume il valore di 2 µg/m³ per entrambe le stazioni di monitoraggio.
La media di area dell'anno 2007 per il benzene è quindi di 2 µg/m³, uguale a quella calcolata nel 2005 e nel 2006 e leggermente inferiore a quella calcolata nel 2004, 2003 e 2002 (3 µg/m³) (Tabella 19).

Le medie annuali della concentrazione di benzo(a)pirene aggiornate a dicembre 2007 assumono il valore di 1,2 ng/m³ per la stazione di Parco Bissuola e di 1,5 ng/m³ per la stazione di via Circonvallazione, superiori quindi al valore obiettivo di 1 ng/m³ (Tabella 18).
Tali valori stanno ad indicare un inquinamento "di area" per il benzo(a)pirene.
La media di area dell'anno 2007 (1,3 ng/m³), come media delle medie annuali delle due diverse stazioni, risulta in leggera diminuzione rispetto a quella calcolata nel 2006 (1,5 ng/m³), nel 2005 (1,6 ng/m³) e nel 2004 (1,7 ng/m³) (Tabella 19).

Tabella 18: Confronto delle medie ANNUALI di PM_{10}, benzene e benzo(a)pirene (aggiornate di mese in mese durante l'anno 2007) con i valori limite aumentati del margine di tolleranza e con i valori obiettivo, rispettivamente.

	MESE DI AGGIORNAMENTO DELLA MEDIA ANNUALE*				
MEDIA ANNUALE	Gen-07	Feb-07	Mar-07	Apr-07	Mag-07
1. Parco Bissuola (Tipo B-U)					
PM_{10} (µg/m³)	51	51	51	52	52
Benzo(a)pirene (ng/m³)	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
Benzene (µg/m³)	2	2	2	2	2
2. Via Circonvallazione (Tipo T-U)					
PM_{10} (µg/m³)	60	61	61	62	62
Benzo(a)pirene (ng/m³)	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3
Benzene (µg/m³)	3	2	2	2	3

Media di area (1 + 2)	Gen-07	Feb-07	Mar-07	Apr-07	Mag-07
PM_{10} (µg/m³)	55	56	56	57	57
Benzo(a)pirene (ng/m³)	1,4	1,3	1,2	1,3	1,3
Benzene (µg/m³)	2	2	2	2	2

* PER MEDIA ANNUALE SI INTENDE LA MEDIA DEI 12 MESI PRECEDENTI. Per esempio la media annuale aggiornata al 31 gennaio 2007 è la media delle 12 medie mensili da febbraio 2006 a gennaio 2007.

Tabella 19: Trend storico della concentrazione media annuale di area di polveri inalabili PM_{10}, benzo(a)pirene e benzene.

Media annuale di area*	2000	2001	2002	2003	2004
PM_{10} (µg/m³)	56	41	46	51	46
Benzo(a)pirene (ng/m³)	1,8	1,5	1,5	1,6	1,7
Benzene (µg/m³)	5	4	3	3	3

* Per media annuale si intende la media dei 12 mesi di quell'anno. Per media di area si intende la media delle medie annuali misurate al Parco Bissuola e via Circonvallazione

Giu-07	Lug-07	Ago-07	Set-07	Ott-07	Nov-07	Dic-07		
51	51	51	50	49	46	47	40	Valori limite (DM 60/02 e D. Lgs. 152/07)
1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	
2	2	2	2	2	2	2	8	
61	60	61	59	59	56	57	40	
1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1	
3	3	3	2	2	2	2	8	

Giu-07	Lug-07	Ago-07	Set-07	Ott-07	Nov-07	Dic-07
56	56	56	55	54	51	52
1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3
2	2	2	2	2	2	2

2005	2006	2007		
52	52	52	40	Valori Limite
1,6	1,5	1,3	1	
2	2	2	5	

Grafico 38: Trend storico della concentrazione media annuale di polveri inalabili PM_{10}.

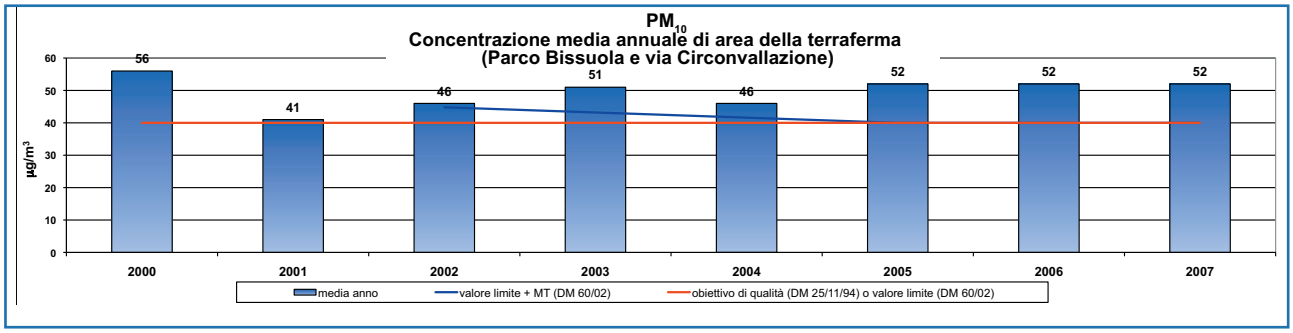


Grafico 39: Trend storico del numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero per il PM_{10} in almeno una delle stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia.

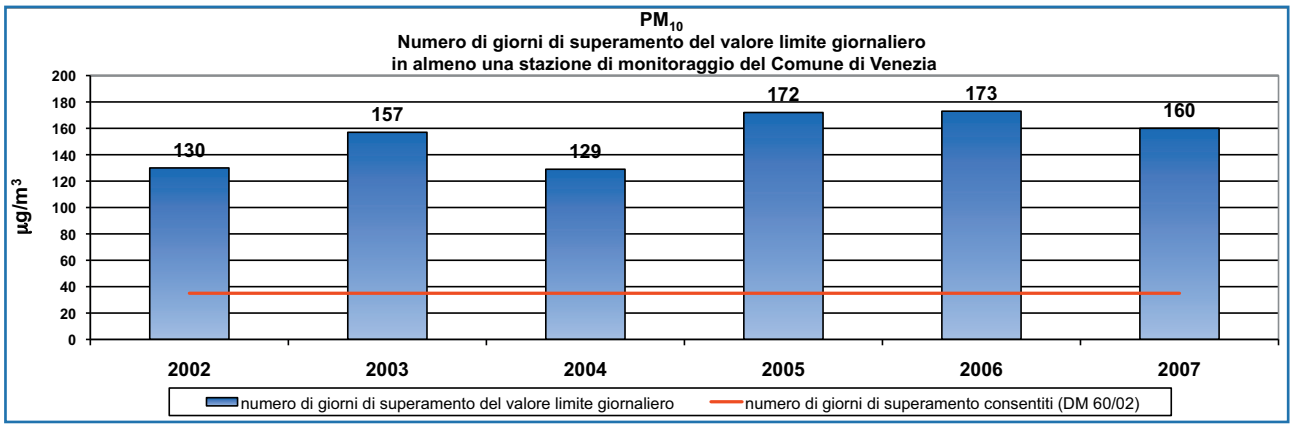


Grafico 40: Trend storico della concentrazione media annuale di benzene.

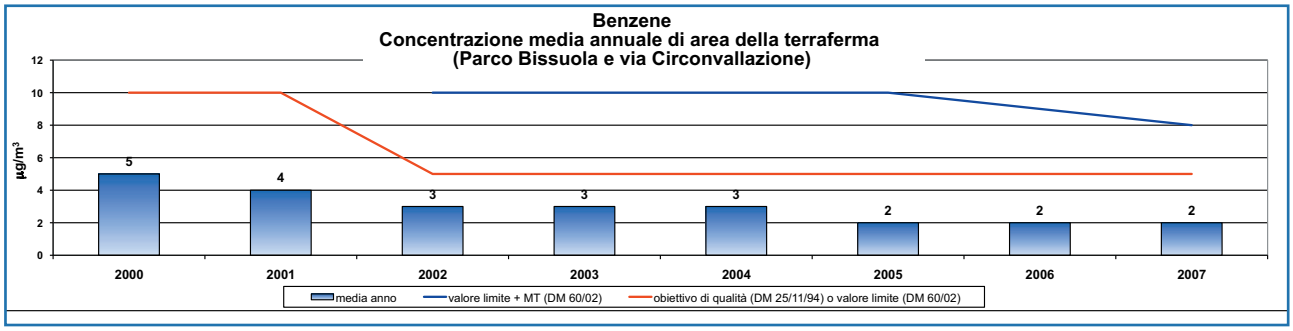
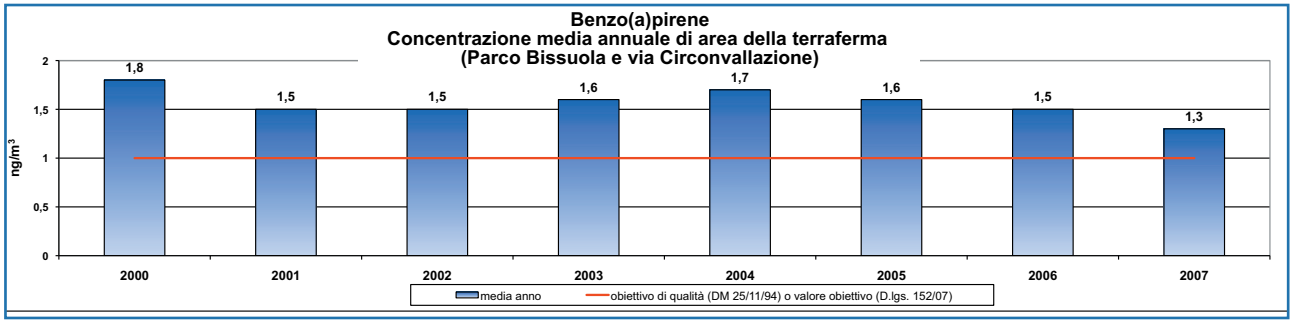


Grafico 41: Trend storico della concentrazione media annuale di benzo(a)pirene.



3.2.15 Parametro monitorato: metalli

Siti di misura. Durante l'anno 2007 sono stati analizzati i metalli nel particolato atmosferico (PM_{10}) in due diverse stazioni della rete urbana di Mestre:

- **Parco Bissuola (BU)**
- **via Circonvallazione (TU)**

I metalli nel 2007: analisi spaziali e temporali

I metalli oggetto di studio presenti nella frazione PM_{10} (As, Cd, Ni, Pb) sono stati analizzati in laboratorio mediante Spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-MS) e, nel caso del mercurio, con Assorbimento atomico a vapori freddi (FIMS).

I punti di monitoraggio Parco Bissuola (tipo BU) e via Circonvallazione (tipo TU) dovrebbero consentire di poter distinguere il contributo dato dalla sorgente traffico (Circonvallazione) rispetto all'aerosol urbano di fondo (Parco Bissuola).
In Tabella 21 e Tabella 22 si riportano media, mediana ed intervallo dei dati (minimo - massimo) della serie di dati di concentrazione giornaliera dei metalli, espressi in ng/m³, dell'anno 2007, rispettivamente per via Circonvallazione e Parco Bissuola.
Si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rilevabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale, in cui la metà del limite di rilevabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rilevabilità, diversificato a seconda dello strumento impiegato o della metodologia adottata (Tabella 20). Questo è accaduto in media nel 7% dei casi per l'arsenico, 9% per il cadmio, 7% per il mercurio, 1% per il nichel, mai per il piombo.

Tabella 20: Limiti di rilevabilità analitica dei diversi metalli - anno 2007.

	As (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Hg (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Pb (ng/m³)
Limite rilevabilità	1	0.5	0.1	2	1
Se determinazione analitica < limite rilevabilità sostituzione con	0.5	0.25	0.05	1	0.5

Da quanto illustrato dalla Tabella 23 alla Tabella 25 e nel Grafico 42 si possono esprimere le seguenti osservazioni:

- La concentrazione media annuale del piombo è inferiore al valore limite di 0,5 µg/m³ fissato dal DM 60/02 in entrambe le stazioni.
- Le concentrazioni medie annuali di arsenico, cadmio e nichel sono inferiori ai valori obiettivo fissati dalla D. Lgs. 152/07 in entrambe le stazioni.
- La concentrazione media di cadmio del primo semestre 2006 era risultata piuttosto elevata, così come si è verificato anche nello stesso periodo del 2004 e del 2005; nel 2007 ciò non è avvenuto (Tabella 25).
- In entrambe le stazioni considerate il comportamento più "stagionale" si può osservare per il piombo, con concentrazioni maggiori in autunno e inverno. Nel Grafico 42 sono rappresentate le concentrazioni medie mensili dei cinque metalli.
- Le concentrazioni medie annuali di arsenico, mercurio, nichel e piombo sono massime in via Circonvallazione, mentre quelle di cadmio sono massime al Parco Bissuola (Tabella 23). Ne-

gli anni precedenti le considerazioni erano analoghe, ad eccezione dell'arsenico (Tabella 25).

- In Tabella 25 sono confrontate le concentrazioni medie ottenute nelle stazioni considerate rispetto a quelle indicate dall'OMS[4] per aree urbane (principalmente europee) ed aree remote, indicative di concentrazioni di background.
  Le concentrazioni di cadmio, nichel e piombo attualmente presenti nell'atmosfera veneziana analizzata ricadono nell'intervallo di concentrazione indicato da WHO come tipico delle aree urbane e comunque nettamente superiore allo stato naturale, quindi prevalentemente di origine antropogenica. Invece la concentrazione annuale di arsenico è più prossima a quella tipica di situazioni di background e comunque inferiore a quella indicata da WHO per le aree urbane, in accordo con quanto evidenziato negli anni scorsi, dal 2001 al 2006. Infine, le concentrazioni di mercurio potrebbero essere tipiche sia di una realtà urbana che di una situazione di background.
- Per le stazioni di Parco Bissuola e via Circonvallazione è possibile confrontare i dati ottenuti nel primo semestre 2001 con quelli dello stesso semestre del 2002 e le concentrazioni medie annuali del 2002 con quelle del 2003, 2004, 2005 e 2006, determinate sempre mediante analisi con ICP-MS (Tabella 25). Dal 2003 al 2007 sembrerebbe evidenziarsi una generale tendenza di sostanziale stazionarietà delle concentrazioni dei metalli.
- Confrontando le concentrazioni medie annuali del 2006 e del 2007, si nota un lieve decremento delle concentrazioni di arsenico, cadmio e piombo in entrambe le stazioni, mentre il nichel aumenta leggermente rispetto all'anno precedente (Tabella 25).

Tabella 21: Statistiche descrittive in ng/m³ dei metalli misurati nel PM_{10} presso la stazione di via Circonvallazione (172 filtri campionati sulle 24 ore) nell'anno 2007.

ELEMENTO	As	Cd	Hg	Ni	Pb
media	3,5	3,2	0,3	8,7	26,2
mediana	2,7	1,9	0,3	8,2	22,7
min	0,5	0,3	0,1	1,0	5,2
max	12,1	22,5	0,8	17,1	135,8

Tabella 22: Statistiche descrittive in ng/m³ dei metalli misurati nel PM_{10} presso la stazione di Parco Bissuola (177 filtri campionati sulle 24 ore) nell'anno 2007.

ELEMENTO	As	Cd	Hg	Ni	Pb
media	3,4	3,5	0,2	6,9	19,0
mediana	2,9	2,4	0,2	6,6	15,7
min	0,5	0,3	0,1	1,0	2,9
max	16,6	29,4	0,6	18,1	60,9

Tabella 23: Concentrazione MEDIA ANNUALE in ng/m³ dei metalli determinati nel PM_{10} presso le due stazioni considerate. La media annuale è relativa al numero di campioni analizzati nell'arco dell'anno 2007

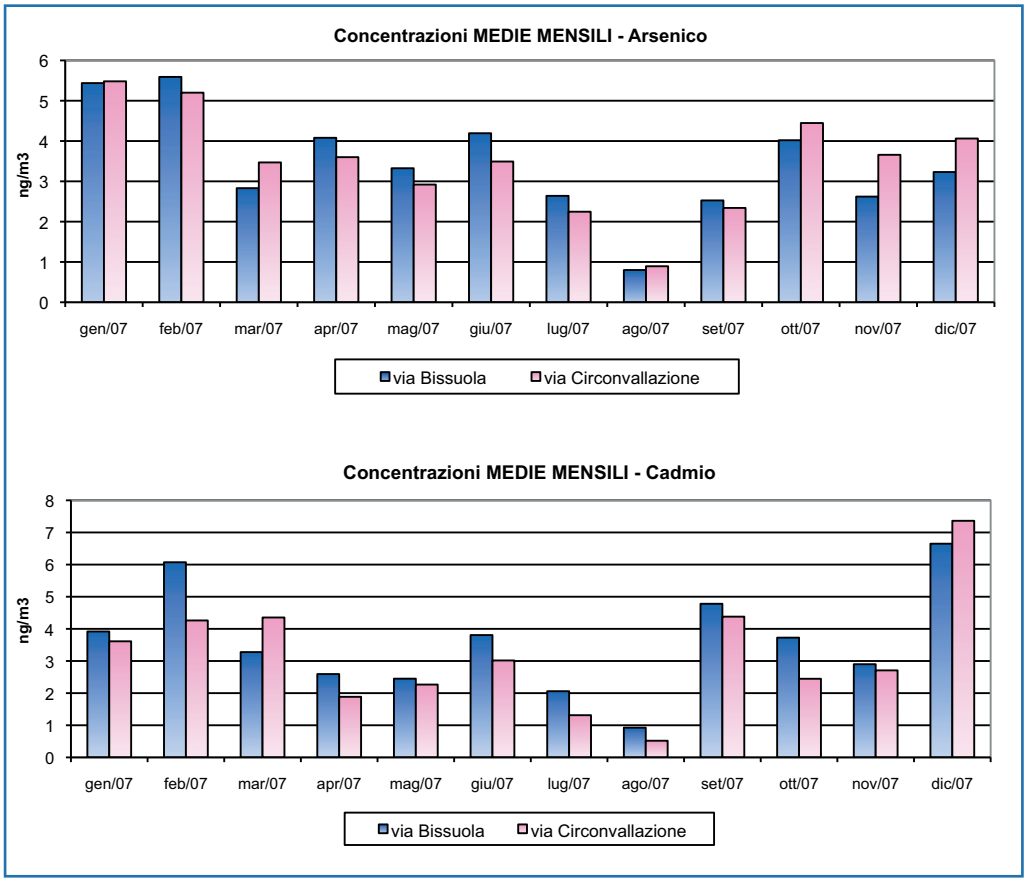
ANALITA	VALORE LIMITE	VALORE OBIETTIVO	CIRCONVALLAZIONE	BISSUOLA
n. di misure	DM 60/02	D.Lgs. 152/07	172	177
As	-	6	3,5	3,4
Cd	-	5	3,2	3,5
Hg	-	-	0,3	0,2
Ni	-	20	8,7	6,9
Pb	500	-	26,2	19,0

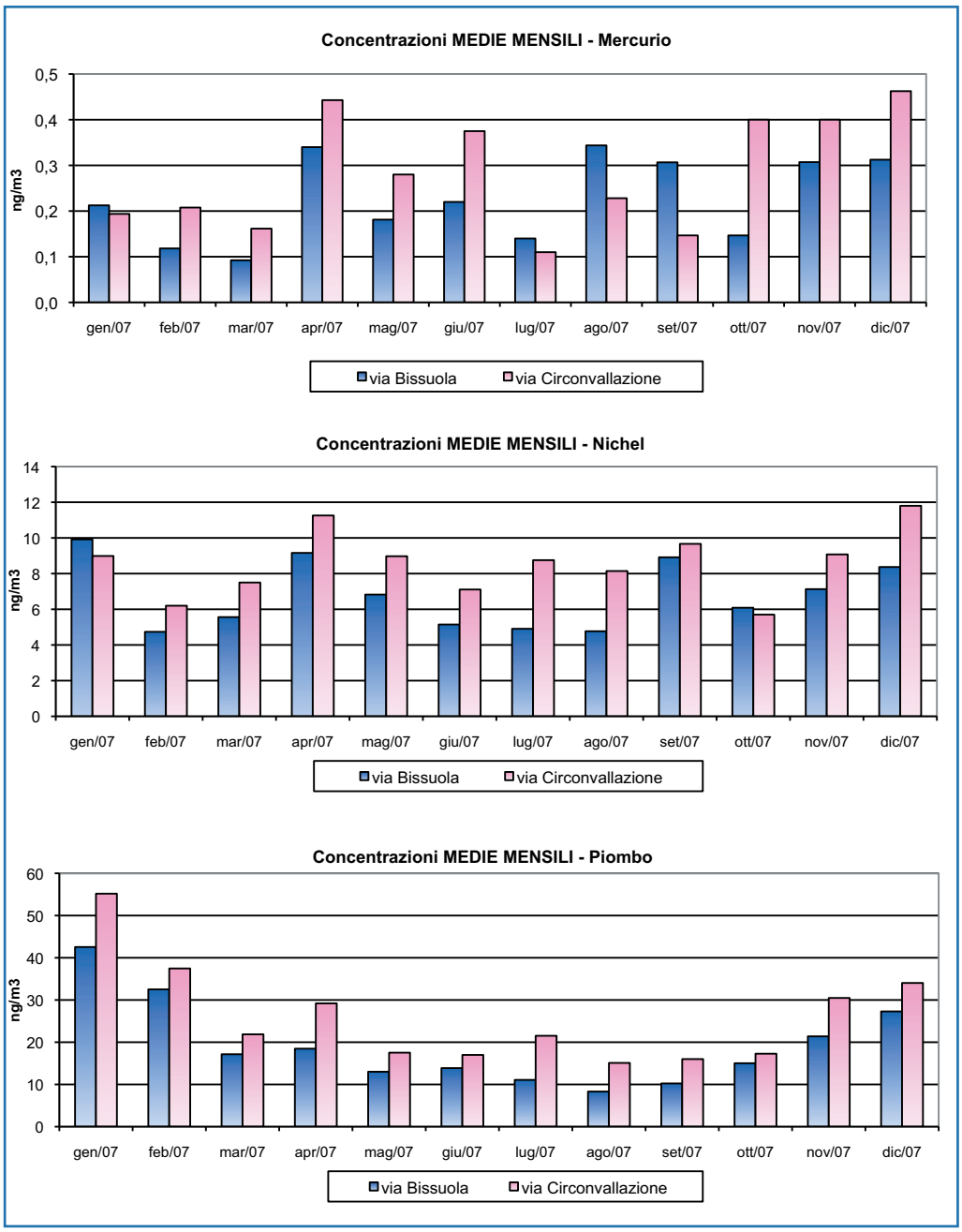
[4] *WHO - AIR QUALITY GUIDERLINES FOR EUROPE 2000, Capitolo 6.1, 6.3, 6.7, 6.9, 6.10.*

Tabella 24: Concentrazione MEDIA MENSILE in ng/m³ dei metalli determinati nel PM_{10} presso le due stazioni considerate nel 2007

ANALITA	CIRCONVALLAZIONE											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N° di misure	16	13	13	14	15	12	15	16	15	15	12	16
As	5,5	5,2	3,5	3,6	2,9	3,5	2,2	0,9	2,3	4,4	3,7	4,1
Cd	3,6	4,3	4,4	1,9	2,3	3,0	1,3	0,5	4,4	2,4	2,7	7,4
Hg	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	0,1	0,4	0,4	0,5
Ni	9,0	6,2	7,5	11,3	9,0	7,1	8,8	8,1	9,7	5,7	9,1	11,8
Pb	55,2	37,5	21,9	29,2	17,5	17,0	21,5	15,1	16,0	17,3	30,5	34,0
	BISSUOLA											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N° di misure	16	11	13	15	16	15	15	16	15	15	14	16
As	5,4	5,6	2,8	4,1	3,3	4,2	2,6	0,8	2,5	4,0	2,6	3,2
Cd	3,9	6,1	3,3	2,6	2,5	3,8	2,1	0,9	4,8	3,7	2,9	6,7
Hg	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3
Ni	9,9	4,7	5,6	9,2	6,8	5,1	4,9	4,8	8,9	6,1	7,1	8,4
Pb	42,6	32,5	17,2	18,5	13,0	13,9	11,1	8,3	10,2	15,0	21,4	27,3

Grafico 42: Concentrazioni medie mensili dei cinque metalli presso le tre stazioni di monitoraggio.




Concentrazioni MEDIE MENSILI - Mercurio
ng/m3
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
gen/07
feb/07
mar/07
apr/07
mag/07
giu/07
lug/07
ago/07
set/07
ott/07
nov/07
dic/07
via Bissuola
via Circonvallazione
Concentrazioni MEDIE MENSILI - Nichel
ng/m3
0
2
4
6
8
10
12
14
gen/07
feb/07
mar/07
apr/07
mag/07
giu/07
lug/07
ago/07
set/07
ott/07
nov/07
dic/07
via Bissuola
via Circonvallazione
Concentrazioni MEDIE MENSILI - Piombo
ng/m3
0
10
20
30
40
50
60
gen/07
feb/07
mar/07
apr/07
mag/07
giu/07
lug/07
ago/07
set/07
ott/07
nov/07
dic/07
via Bissuola
via Circonvallazione

	2001	2002			2003		
	1° semestre	*1° semestre*	*2° semestre*	*Anno 2002*	*1° semestre*	*2° semestre*	*Anno 2003*
Parco Bissuola (tipo BU)							
As	-	**10,4**	**7,0**	**8,4**	**8,0**	4,0	5,9
Cd	3,6	3,4	1,9	2,5	**6,6**	1,9	4,1
Hg	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ni	5,9	5,1	6,1	5,7	6,2	5,8	6,0
Pb	48,9	31,6	29,6	30,5	26,1	23,7	24,8
Via Antonio Da Mestre (tipo BU)							
As	-	**7,5**	4,4	5,7	4,8	3,1	4,3
Cd	-	3,2	1,8	2,4	3,9	1,7	3,2
Hg	-	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5
Ni	-	7,6	6,0	6,7	8,3	8,5	8,3
Pb	-	31,2	29,4	30,2	36,1	36,8	36,3
Via Circonvallazione (tipo TU)							
As	-	**6,8**	4,1	5,5	**6,4**	3,0	4,7
Cd	3,6	2,3	0,9	1,6	**7,4**	1,6	4,5
Hg	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
Ni	8,0	7,2	6,0	6,6	7,1	6,9	7,0
Pb	84,6	39,6	25,3	32,5	31,5	28,3	29,9

N.B. In rosso sono riportate le medie semestrali o annuali superiori ai valori obiettivo annuali di ciascun inquinante.

	Media (ng/m³)	Indicazioni WHO (ng/m³)	
	Anno 2007	*Livello di background **	*Aree urbane*
Parco Bissuola (tipo BU)			
As	3,4	1 - 3	20 - 30
Cd	3,5	0,1	1 - 10
Hg	0,2	2	0.1 - 5
Ni	6,9	1	9 - 60
Pb	19,0	0,6	5 - 500
Via Circonvallazione (tipo TU)			
As	3,5	1 - 3	20 - 30
Cd	3,2	0,1	1 - 10
Hg	0,3	2	0.1 - 5
Ni	8,7	1	9 - 60
Pb	26,2	0,6	5 - 500

* Stato naturale o livello di background o concentrazioni in aree remote

2004			2005			2006			2007		
1° semestre	*2° semestre*	*Anno 2004*	*1° semestre*	*2° semestre*	*Anno 2005*	*1° semestre*	*2° semestre*	*Anno 2006*	*1° semestre*	*2° semestre*	*Anno 2007*
4,0	3,3	3,6	4,2	2,2	3,2	4,4	4,7	4,5	4,2	2,6	3,4
5,7	**5,3**	**5,5**	4,5	2,6	3,6	5,0	3,2	4,1	3,6	3,5	3,5
0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
6,4	7,3	6,8	5,9	3,4	4,7	4,7	6,1	5,4	7,1	6,7	6,9
27,5	22,9	25,4	26,7	18,9	22,9	23,4	27,5	25,4	22,7	15,5	19,0
3,4	3,1	3,3	3,8	2,1	2,9	-	-	-	-	-	-
5,2	4,2	4,8	**5,8**	2,0	3,7	-	-	-	-	-	-
0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-
8,4	9,6	8,8	6,9	4,5	5,5	-	-	-	-	-	-
32,0	33,1	32,4	22,5	18,3	20,1	-	-	-	-	-	-
3,0	2,6	2,8	3,5	1,8	2,6	4,1	4,6	4,3	4,1	2,9	3,5
3,1	3,3	3,2	4,7	1,5	3,1	**5,6**	2,6	4,2	3,2	3,2	3,2
0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
8,2	6,4	7,3	7,7	4,4	6,0	7,7	6,6	7,1	8,4	8,9	8,7
32,4	25,9	29,4	29,4	19,4	24,3	27,1	28,4	27,8	30,5	22,2	26,2

Valori limite (ng/m^3)	
DM 60/02	*D. Lgs. 152/07*
-	6
-	5
-	-
-	20
500	-
-	6
-	5
-	-
-	20
500	-

Tabella 25: Confronto delle concentrazioni medie semestrali ed annuali dei metalli analizzati con le indicazioni WHO - 2000, con i valori limite in vigore per il piombo e con i valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel. Si rammenta che i campioni da analizzare nel 2001 sono stati scelti in funzione di condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli al ristagno delle polveri sulle quali i metalli vengono determinati (bassa velocità del vento, assenza di precipitazioni e condizioni di stabilità atmosferica) mentre dal 2002 al 2007 sono stati distribuiti nel tempo con criteri del tutto casuali.

3.3 Campagne di misura realizzate mediante stazioni e campionatori rilocabili

Nel corso del 2007 sono state realizzate alcune campagne di monitoraggio mediante stazioni rilocabili dislocate in diversi punti del territorio comunale non interessati dalla presenza di stazioni fisse di misura (Tavola 3). Tali campagne hanno avuto lo scopo di valutare la qualità dell'aria in aree diverse rispetto a quelle in cui sono presenti le stazioni fisse.
Le due stazioni rilocabili, denominate stazione bianca e stazione verde, sono state utilizzate per caratterizzare la qualità dell'aria nelle località indicate in Tabella 26.

Tabella 26: campagne con stazioni rilocabili in Comune di Venezia

Campagne con stazoni rilocabili in Comune di Venezia - ANNO 2006			
INIZIO	FINE	LOCALITA'	UNITA' MOBILE
07/05/2007	11/06/2007	via Monte Cervino - Favaro V.to	Bianca
06/06/2007	17/07/2007	via del Gazzato - Mestre	Verde
11/06/2007	19/07/2007	via Sandro Gallo - Lido	Bianca
30/08/2007	12/10/2007	Rio Novo, p.le Roma	Verde

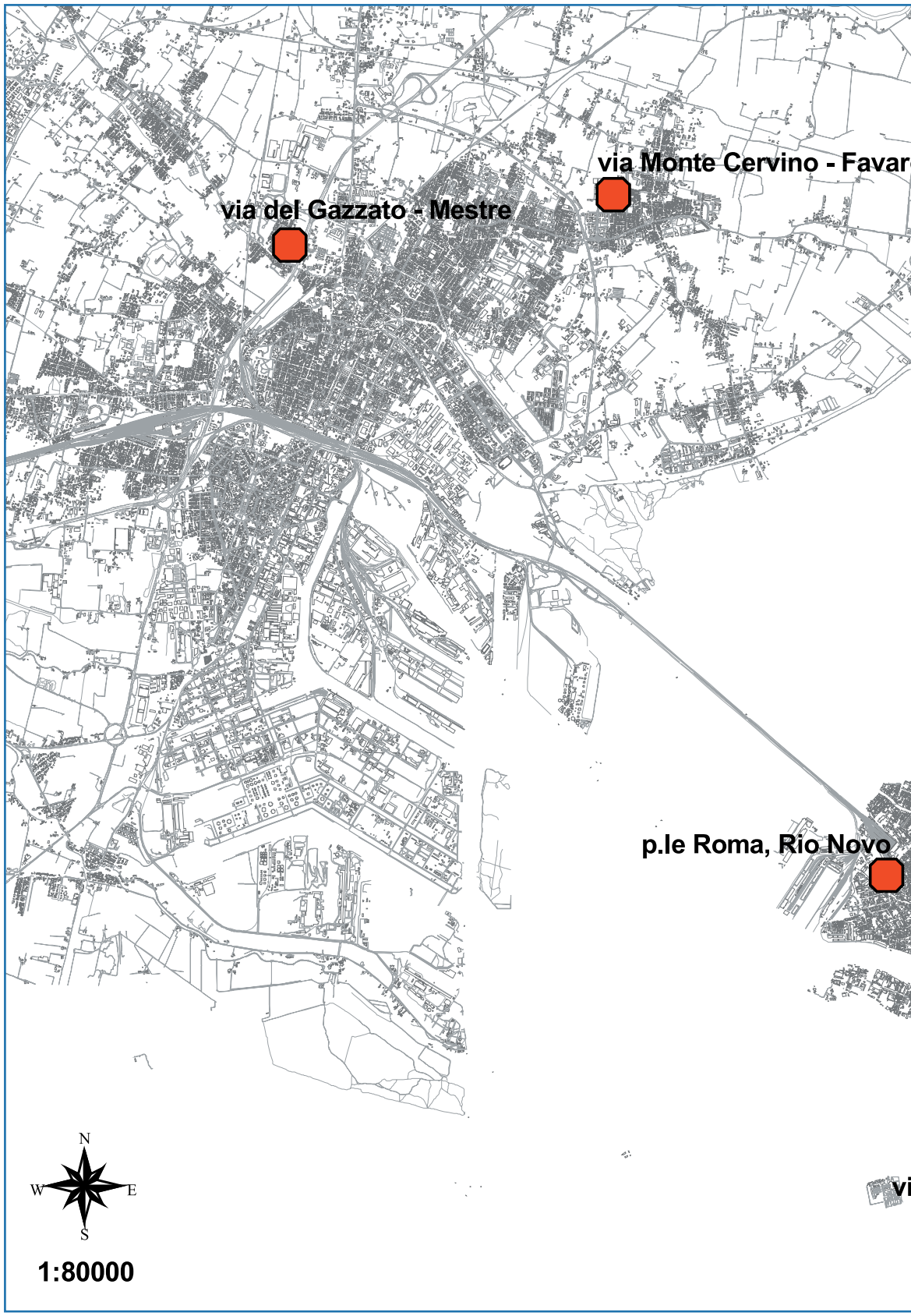
I parametri monitorati dalle due diverse stazioni rilocabili sono riassunti in Tabella 7.
La Tabella 27 illustra la percentuale dei superamenti dei valori limite per il 2007 (DM 60/02) e dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione da ozono (D.Lgs. 183/04). Questa percentuale corrisponde al numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento dei valori limite rispetto al numero di giorni di effettivo campionamento.
Il D.Lgs. 183/04 prevede anche il calcolo dell'AOT40 sulla base dei valori orari misurati dal 1 maggio al 31 luglio, da confrontare con l'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, quindi l'AOT40 viene calcolato solo per le campagne di monitoraggio estive.
L'analisi dei dati evidenzia come le situazioni più critiche di inquinamento dell'aria corrispondano ad episodi di superamento:

- dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione da ozono (O_3) presso via Monte Cervino a Favaro V.to e via Sandro Gallo al Lido di Venezia (Tabella 27);
- del valore limite giornaliero di polveri inalabili PM_{10} presso via Monte Cervino a Favaro V.to e via del Gazzato a Mestre (Tabella 27).

Tabella 27: percentuale dei giorni in cui si è verificato almeno un superamento dei valori limite rispetto al numero di giorni di effettivo campionamento.

			Percentuale dei giorni di superamento dei valori limite del 2007 (DM 60/02) e del livello di protez. della salute umana e della vegetaz. per l'ozono (Dlgs 183/04)								
			SO_2 µg/m³	NO_2 µg/m³	CO mg/m³	O_3 Dlgs 183/04 µg/m³	O_3 Dlgs 183/04 µg/m³	O_3 Dlgs 183/04 µg/m³	O_3 Dlgs 183/04 µg/m³	PM_{10} µg/m³	
Località		**Periodo**	Limite orario 350	Limite orario 230	Media mobile 8h 10	Soglia informaz. 180	Soglia allarme 240	Protez. salute 120	Protez. veget. (AOT40) 6000	**Limite giornaliero 50**	
										stazione rilocabile	stazione fissa Circonvallazione
Favaro V.to	via Monte Cervino	07/05/07 - 11/06/07	0%	0%	0%	0%	0%	33%	9161	15%	31%
Mestre	via del Gazzato	06/06/07 - 17/07/07	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4869	15%	10%
Lido	via Sandro Gallo	11/06/07 - 19/07/07	0%	0%	0%	0%	0%	46%	12161	0%	8%
Venezia	Rio Novo, p.le Roma	30/08/07 - 12/10/07	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-	10%	12%

Tavola 3: Campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico con stazioni e campionatori rilocabili





TAV. 3

Campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico con stazioni rilocabili

legenda

posizione stazioni rilocabili 2007

rapporto annuale ARIA 2007

qualità dell'aria nel **Comune di Venezia**

A.R.P.A.V.
agosto 2008

3.4 Considerazioni conclusive sullo stato e problematiche emergenti

L'analisi dei dati raccolti nel 2007 dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia ed il raffronto con i dati degli ultimi anni portano, come consuetudine, ad alcune valutazioni di tendenza.

Relativamente al **biossido di zolfo (SO_2)**, si può confermare che anche per quest'anno la sua concentrazione nell'aria urbana è rimasta significativamente inferiore ai valori limite. Si è evidenziato un leggero miglioramento in via Bottenigo e un leggero peggioramento a Malcontenta e Sacca Fisola, mentre presso le altre stazioni si sono verificate condizioni di stazionarietà.
Per il **biossido di azoto (NO_2)** si conferma la sua presenza diffusa nel territorio. Presso le stazioni di via Circonvallazione e di via F.lli Bandiera anche quest'anno è stato superato il valore limite annuale mentre si è verificato un leggero miglioramento presso tutte le stazioni, ad eccezione di Parco Bissuola presso la quale le concentrazioni restano stazionarie. Come negli anni precedenti il valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi dagli ossidi di azoto è stato superato presso tutte le stazioni di monitoraggio.
Il **monossido di carbonio (CO)** presenta valori sempre inferiori al valore limite in tutte le stazioni, risultando ovviamente un po' più elevato in alcune di esse di tipo "traffico urbano" (via Circonvallazione, via F.lli Bandiera) esposte direttamente al traffico veicolare.
Dopo andamenti annuali discontinui delle concentrazioni di **ozono (O_3)** dal 1998, con miglioramenti e peggioramenti presso diverse stazioni di monitoraggio, ed il riscontro per il 2006 di un peggioramento presso quasi tutte le stazioni, nel 2007 le concentrazioni si sono presentate pressoché stazionarie o in leggero miglioramento, in particolare a Sacca Fisola. La dipendenza di questo inquinante da alcune variabili meteorologiche, temperatura e radiazione solare in particolare, ne giustifica la variabilità da un anno all'altro, pur in un quadro di vasto inquinamento diffuso.
Significativa la situazione per quanto concerne la **frazione inalabile delle polveri PM_{10}**. La media di area per il centro urbano di Mestre nell'anno 2007 si attesta a 52 µg/m³, uguale a quella calcolata nel 2006 e nel 2005 e superiore al valore limite annuale, pari a 40 µg/m³. I valori indicano un inquinamento "di area" per le polveri inalabili (PM_{10}), che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano. La media annuale del 2007 della concentrazione di PM_{10} a Sacca Fisola (43 µg/m³) risulta leggermente superiore al valore limite annuale fissato dal DM 60/02. È da evidenziare come la media annuale delle concentrazioni di PM_{10} rilevate a Sacca Fisola, stazione insulare, sia inferiore a tutte quelle rilevate presso le stazioni di Mestre e più vicina a quella di Bissuola, stazione di background urbano. Tuttavia, in tutte le stazioni di misura, compresa quella di Sacca Fisola, è stato superato il numero di giorni consentiti dal DM 60/02 per il superamento del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m³. Nel 2007 si possono contare 160 giorni in cui almeno una delle stazioni di monitoraggio delle polveri PM_{10} del Comune di Venezia ha misurato un superamento del suddetto valore limite.
Il **benzo(a)pirene**, sostanza guida di maggior tossicità degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), determinata analiticamente sulla frazione inalabile delle polveri, presenta una media di area dell'anno 2007 di 1,3 ng/m³, superiore all'obiettivo di qualità pari a 1 ng/m³ e leggermente inferiore a quella calcolata nel 2006 (1,5 ng/m³) e nel 2005 (1,6 ng/m³) in riferimento alle stesse due stazioni di monitoraggio.
Dunque per ciò che riguarda le polveri inalabili e gli IPA si conferma un quadro piuttosto critico, con valori medi annuali però confrontabili con quelli riscontrati in altre grandi città venete.
Il **benzene (C_6H_6)** presenta valori medi annuali sempre inferiori al valore limite annuale aumenta-

to del margine di tolleranza per il 2007 (8 mg/m³). La media di area dell'anno 2007 per il benzene è di 2 µg/m³, uguale a quella calcolata nel 2006 e nel 2005 e leggermente inferiore a quella calcolata nel 2004 e nel 2003 (3 µg/m³).
Proseguendo l'attività degli anni scorsi nel 2007 il monitoraggio dei **metalli** determinati sulle polveri inalabili PM_{10} è stato realizzato in modo da disporre di dati di concentrazione di piombo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg), nichel (Ni) e arsenico (As) uniformemente durante tutto l'anno. Per il piombo la concentrazione è risultata ben al di sotto del valore limite (0.5 µg/m³); per gli elementi As, Cd e Ni i valori ottenuti sono al di sotto dei valori obiettivo fissati dal D. Lgs. 152/07. Per il mercurio, per ora, la commissione europea non ha ancora individuato dei valori di riferimento.

La valutazione effettuata permette di delineare lo stato della qualità dell'aria, rappresentando un quadro sintetico, ma completo, di quanto è avvenuto nel corso del 2007. Da quanto descritto, risulta evidente che alcuni inquinanti quali CO, SO_2 e benzene, non destano preoccupazione in quanto i valori registrati risultano significativamente inferiori ai rispettivi valori limite.
Si ribadisce perciò che, come già esplicitato nei precedenti Rapporti Annuali sulla Qualità dell'Aria in Comune di Venezia, un ulteriore sforzo delle politiche volte al risanamento della qualità dell'aria deve essere finalizzato alla progressiva riduzione degli inquinanti quali, in particolare, il particolato PM_{10} ed ulteriori sue frazioni, l'ozono, il benzo(a)pirene e, per alcune criticità riscontrate, anche gli ossidi di azoto. Le politiche di risanamento dovranno quindi puntare alla riduzione o razionalizzazione delle fonti emissive ed in particolare degli inquinanti individuati quali primari, in quanto anche precursori di inquinanti secondari quali gli stessi ozono e PM_{10}.

3.5 Monitoraggio aerobiologico di pollini e spore fungine nel Comune di Venezia

Il monitoraggio dello stato della qualità dell'aria del territorio provinciale è stato da tempo affiancato e completato con il biomonitoraggio di pollini e spore fungine, alla luce in particolare della crescente importanza sanitaria che hanno assunto le molteplici particelle e sostanze presenti nell'ambiente atmosferico anche di natura diversa da quella chimica.
È sembrato perciò di interesse inserire quest'ultimo paragrafo estrapolando dall'attività svolta dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia su tutto il territorio provinciale quanto si riferisce al solo ambito comunale.
In quest'area è presente un campionatore posizionato presso l'Ospedale civile di Mestre (VE01), ad alimentazione elettrica, che effettua dei monitoraggi secondo la norma UNI 11108/04, basati su linee di operatività e procedure standardizzate.
Questo campionatore ha lo scopo di monitorare la zona urbanizzata e rientra nella rete di Monitoraggio dei Pollini ARPAV di 18 stazioni di misura distribuite su tutto il territorio veneto, rete che permette di rilevare le concentrazioni atmosferiche dei più importanti pollini allergenici e di spore fungine di interesse sanitario.
Dai dati ottenuti vengono elaborati i bollettini dei pollini settimanali, correlati con gli specifici commenti sanitari degli specialisti delle diverse strutture ASL, utilizzati quali strumenti sia per la conoscenza della concentrazione e distribuzione stagionale delle diverse particelle organiche aerodiffuse che per la modulazione di terapie sanitarie specifiche.
In parallelo ARPAV implementa, per quanto di propria competenza, la Rete Italiana di Monitoraggio Aerobiologico (RIMA), ormai rodata e governata da APAT, per il controllo di pollini e spore fungine di interesse allergenico - agronomico - ambientale.

Attività anno 2007

L'attività di monitoraggio effettuata dal Dipartimento Provinciale di Venezia nell' anno 2007 è stata, come di consueto, coordinata dalla Direzione Tecnico Scientifica di ARPAV e svolta in stretta collaborazione con le strutture sanitarie del territorio provinciale, secondo quanto già presentato nei propri precedenti documenti (presenti anche alla pagina web http://www.arpa.veneto.it/ selezionando matrice Aria, Documenti dei Dipartimenti Provinciali e quindi Venezia), utilizzando le seguenti aggregazioni di riferimento:

- famiglie di alberi con pollini di sicuro interesse allergologico;
- famiglie di alberi con pollini di scarso o nullo interesse allergologico, a livelli però di concentrazione di un certo interesse nell'area veneziana;
- piante erbacee con pollini di sicuro interesse allergologico;
- generi di spore fungine di rilevanza allergologica.

Si mette in evidenza che il metodo di lavoro ARPAV, approvato dal gruppo interprovinciale già dall'inizio attività, consiste nell'individuazione, su ogni territorio provinciale, di dieci delle più diffuse famiglie botaniche producenti pollini di interesse allergologico (tra tutte quelle presenti nel protocollo nazionale dell'Associazione Italiana di Aerobiologia - AIA) implementate dal conteggio di altre famiglie arboree, ad impatto allergenico minore.
A queste viene affiancato il monitoraggio delle spore fungine, con l'individuazione in particolare del micofita ambientale Alternaria, selezionato in base alla sua conosciuta importanza dal punto di vista sanitario.
Per tutto il 2007 il monitoraggio aerobiologico svolto da ARPAV, e quindi anche tutta l'attività specifica del DAP Venezia, ha continuato ad avere visibilità sul sito web http://www.arpa.vene-

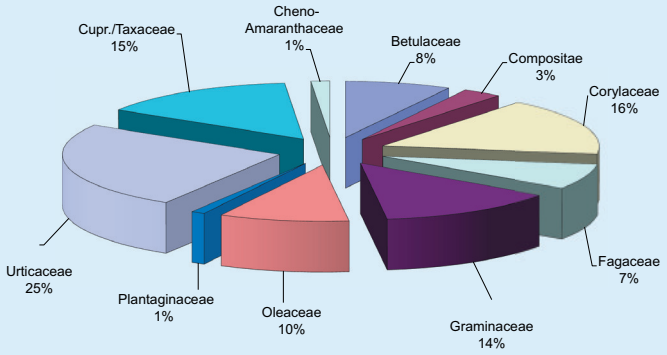
to.it/bollettini/htm/allergenici.asp. Questo sito viene aggiornato settimanalmente in tutte le sue componenti dalla Direzione dell'Area Tecnico Scientifica di ARPAV con i dati inviati dai diversi Dipartimenti Provinciali, permettendo così la visione informatizzata dei bollettini dei pollini e di tutte le notizie ad essi collegate.

3.5.1 Andamento delle concentrazioni di pollini e di spore fungine rilevate nell' anno 2007 nel territorio comunale veneziano

Le rappresentazioni grafiche che seguono relative all'area urbanizzata di Mestre (Grafico 43) evidenziano la presenza percentuale, rilevata nell'anno 2007 e messa a confronto con la situazione del precedente anno 2006, delle dieci famiglie botaniche precedentemente citate, considerate dall'AIA come le più significative dal punto di vista allergenico poiché caratterizzate da impollinazione anemofila (cioè attraverso il vento che interviene sull'aggregazione o disaggregazione dei pollini nell'aria, agendo in parallelo anche sui particolati prodotti dall'inquinamento da traffico).
Per tale zona urbanizzata si evidenzia, per il 2007, un modesto aumento della presenza delle famiglie allergeniche considerate in generale, con aumenti interessanti delle Corylaceae e delle Cupressaceae/Taxaceae ed invece un decremento significativo per le Betulaceae ed Oleacae.

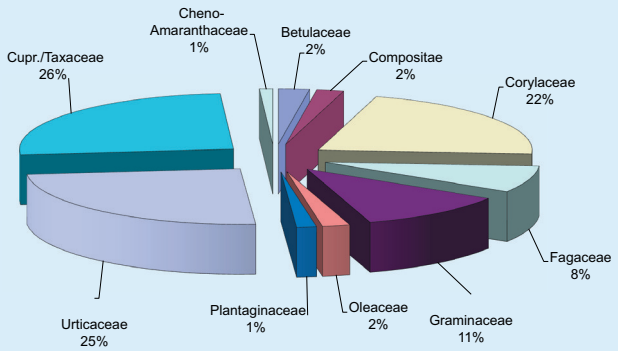
Grafico 43: distribuzione percentuale delle dieci famiglie botaniche di maggiore rilevanza allergologica, rilevata nell'ultimo biennio nell'area urbanizzata di Mestre

VE01 - Zona urbanizzata di Mestre anno 2006



VE01-2006	Concentrazione in granuli m3	%
Betulaceae	1417,6	8
Compositae	523,2	3
Corylaceae	2942,4	16
Fagaceae	1313,2	7
Graminaceae	2428,4	14
Oleaceae	1734,4	10
Plantaginaceae	184,4	1
Urticaceae	4486,8	25
Cupr./Taxaceae	2671,6	15
Cheno-Amaranthaceae	251,2	1
Totale granuli pollinici	**17953,2**	**100**

VE01 - Zona urbanizzata di Mestre anno 2007



VE01-2007	Concentrazione in granuli m3	%
Betulaceae	440,0	2
Compositae	384,4	2
Corylaceae	4088,0	22
Fagaceae	1460,0	8
Graminaceae	2148,4	11
Oleaceae	390,4	2
Plantaginaceae	281,2	1
Urticaceae	4616,0	25
Cupr./Taxaceae	4828,8	26
Cheno-Amaranthaceae	188,4	1
Totale granuli pollinici	**18825,6**	**100**

Di seguito vengono illustrate e commentate nel dettaglio le concentrazioni di pollini e di spore fungine rilevate nella zona in questione.
È da evidenziare che le valutazioni di seguito esposte sulle concentrazioni riscontrate dei pollini aerodispersi sono riferite ad ogni specifica curva di pollinazione e, di conseguenza, anche i picchi ricadenti nelle fasce più basse possono assumere una rilevanza del tutto significativa per l'impatto allergenico delle singole specie considerate.
Si fa presente anche che i valori giornalieri sono stati mediati su base settimanale per poter ottenere curve più rappresentative per ogni profilo di pollinazione, non influenzate così da particolari condizioni meteorologiche presentatesi in singole giornate.
Si sottolinea infine che, per ogni gruppo di famiglie controllate, sono state utilizzate le scale di rappresentazione ritenute più idonee al fine di non sottoevidenziare nessuno degli andamenti rilevati.

3.5.1.1 Famiglie arboree ad emissione pollinica di interesse allergologico

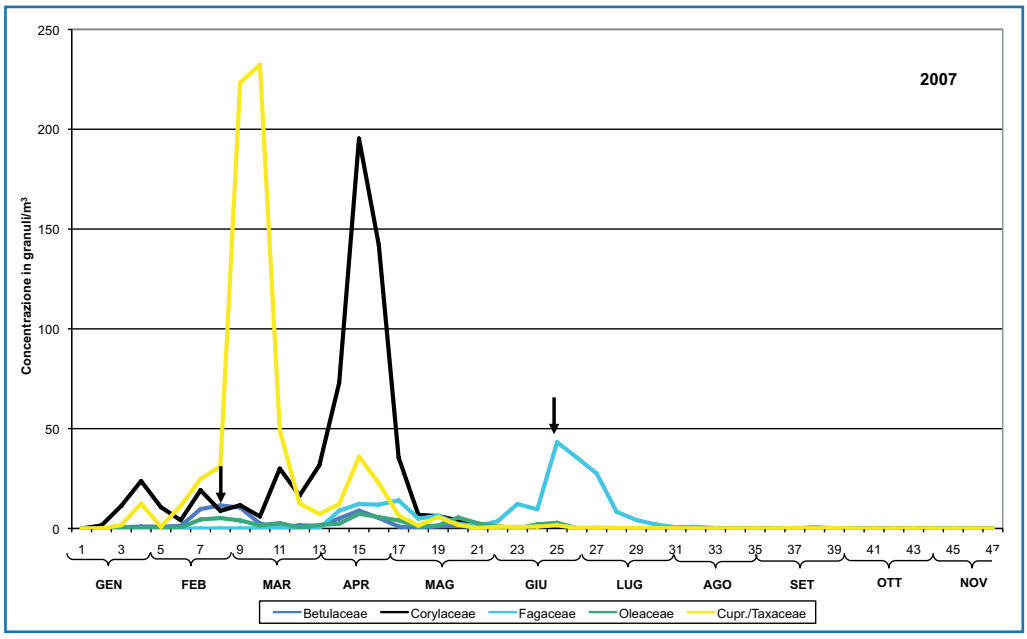


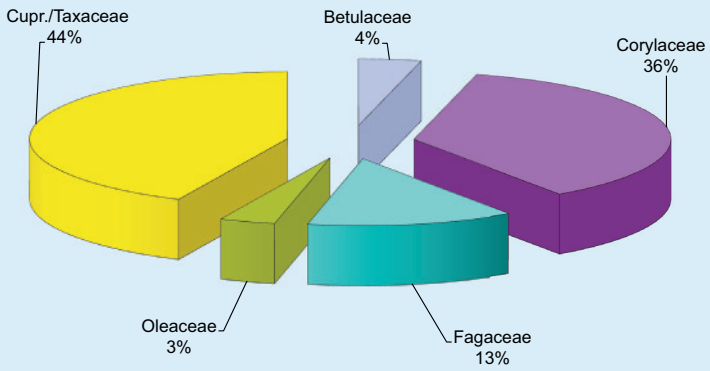
Grafico 44: andamento delle concentrazioni polliniche aerodiffuse, espresse come valore medio settimanale, delle famiglie arboree elencate in legenda, rilevate nell'anno 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre

Caratteristiche dell'annata sono state sicuramente le basse concentrazioni delle Betulaceae, con una comunque riconoscibile presenza dell'Ontano nel mese di febbraio (v. ↓) e della Betulla nel mese di aprile e la irrilevante presenza dalla scena della pollinazione delle Oleaceae, con un contributo veramente scarso dato dal Frassino e dall' Olivo.
Di contro le due famiglie botaniche Corylaceae, soprattutto con il Carpino nel mese di aprile la cui pollinosi è particolarmente frequente nel territorio veneziano, e le Cupressaceae/Taxaceae (Cipresso) hanno presentato livelli significativi monopolizzando tutta la loro stagione di fioritura, con sofferenza per i soggetti sensibilizzati per la presenza di concentrazioni pressoché a raddoppio rispetto all'anno precedente.
È da sottolineare per la zona veneziana l'ancora scarsa prevalenza di sensibilizzazione per il polline del Cipresso, ritenuto emergente in allergologia.
Le Fagaceae hanno assunto significative concentrazioni nel solo mese di giugno con il Castagno (v. ↓), con un picco di concentrazioni anche più rilevanti rispetto all'anno precedente, in relazione alla scarsa presenza nel mese di aprile del Faggio ma soprattutto della Quercia.

La graficazione che segue riporta la presenza percentuale di questo gruppo di famiglie arboree

ad interesse allergologico rilevata nel territorio provinciale urbanizzato di Mestre, associata anche alla loro specifica potenza allergenica (non necessariamente però collegata a sintomatologia clinica manifesta), desunta da fonti bibliografiche.
Da rilevare rispetto al 2006 una composizione percentuale globale modificata, con un aumento importante delle Cupressaceae-Taxaceae (+ 17%) e delle Corylaceae (+ 7%) ed un decremento delle Betulaceae (-10 %) ed Oleaceae (-14 %).

Grafico 45: distribuzione percentuale delle famiglie arboree di interesse allergenico, rilevata nell'anno 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre

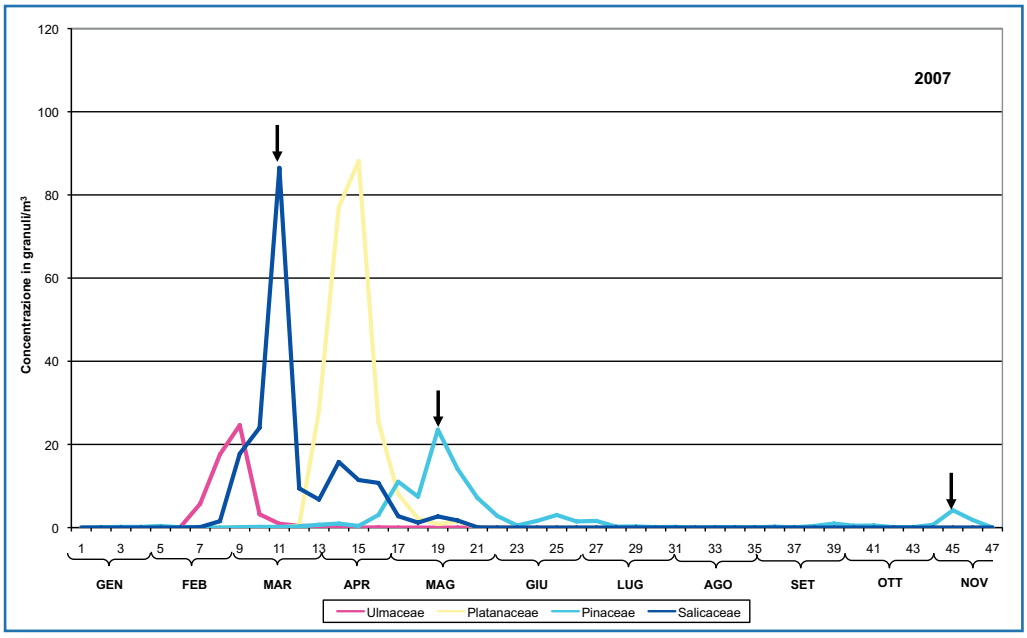


Famiglie e grado di allergenicità	*
Betulaceae/Betula	***
Oleaceae/Olea	***
Betulaceae/Ainus	**
Corylacee	*
Cupr./Taxaceae	*
Fagaceae	*
Oleaceae/Lingustrum e Fraxinus	*

Da G. Frenguelli 2002

3.5.1.2 Famiglie arboree ad emissione pollinica di scarso interesse allergologico

Grafico 46: andamento delle concentrazioni polliniche aerodiffuse, espresse come valore medio settimanale, delle famiglie arboree elencate in legenda, rilevate nell'anno 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre



Anche per l'anno 2007 le concentrazioni polliniche di alcune di queste famiglie arboree hanno presentato, nel territorio della provincia di Venezia, concentrazioni interessanti, spingendosi a livelli simili a quelle di alcune principali famiglie arboree allergeniche precedentemente analizzate.
Già a metà febbraio le curve di pollinazione evidenziano, come per l'anno precedente, livelli evidenti di Ulmaceae e Salicaceae, il cui picco di concentrazioni a marzo (v. ↓) è dovuto soprat-

tutto al contributo del Pioppo; per entrambe queste famiglie però rimane ridotta la frequenza di positività ai tests allergologici.
Interessante nel successivo mese di aprile, come per l'anno precedente, l'impennata dei livelli a medio/alte concentrazioni di Platanaceae (Platano).
A maggio, in concomitanza con la pollinazione delle principali famiglie botaniche allergeniche, è stata evidenziata la consueta invasione dell'ambiente con i semi lanuginosi "piumini" di Pioppo, accusati ingiustamente di causare allergie (i pollini di questa specie, in ogni caso molto poco allergenici, come sopra rilevato, vengono invece prodotti nel periodo tardo invernale-inizio primavera).
Le Pinaceae si sono presentate già da metà aprile fino a tutto maggio con la prima fioritura data da Pini ed Abeti (v. ↓), poi con una concentrazione in discesa verso bassi livelli fino a fine ottobre dove si è avuto il secondo picco di fioritura, meno importante rispetto all'anno precedente, dovuto al solo Cedro (v. ↓), anch'esso di scarso potere sensibilizzante.
La rappresentazione successiva evidenzia la presenza percentuale di questo gruppo di famiglie arboree, rilevata nel territorio urbanizzato di Mestre che dimostra, rispetto all'anno precedente, una variazione complessiva in più o in meno in un ambito medio del 7-8 %.

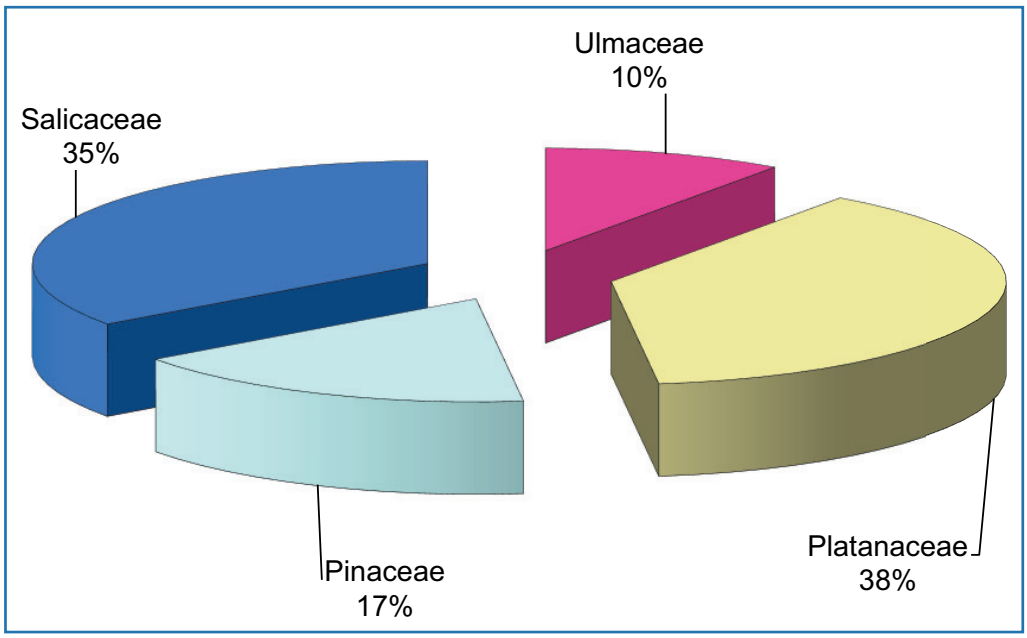


Grafico 47: distribuzione percentuale delle famiglie arboree di scarso interesse allergenico, rilevata nell'anno 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre

3.5.1.3 Famiglie erbacee ad emissione pollinica di interesse allergologico

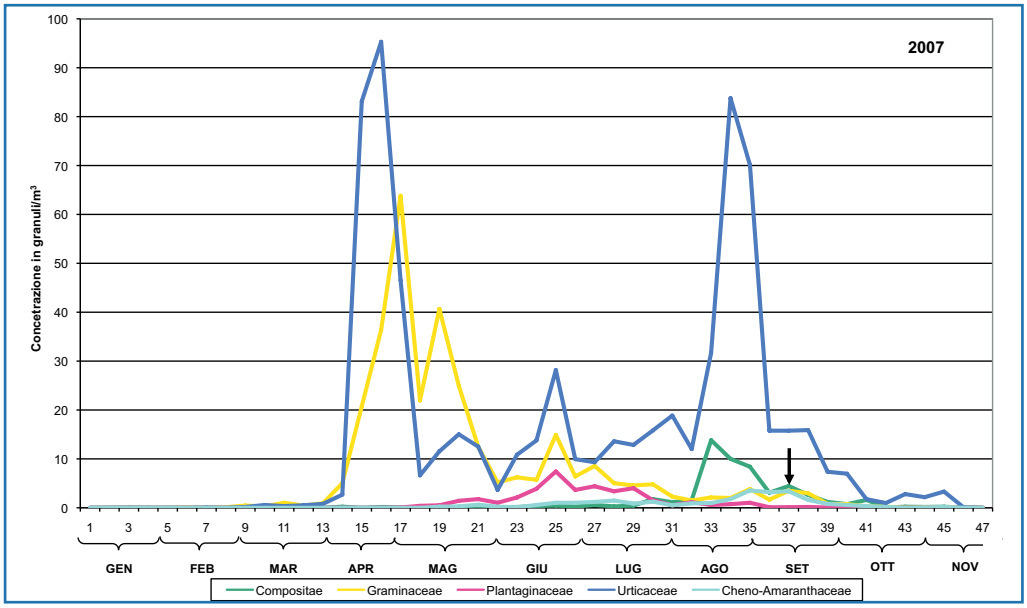
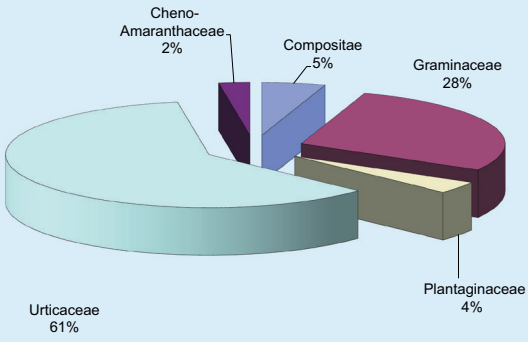


Grafico 48: andamento delle concentrazioni polliniche aerodiffuse, espresse come valore medio settimanale, delle famiglie erbacee elencate in legenda, rilevate nell'anno 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre

Nel mese di aprile si assiste, come consuetudine, ad un importante aumento delle concentrazioni dei pollini delle Urticaceae (Paritaria) che si distribuiscono con il caratteristico andamento a picchi ripetuti in un arco di tempo più ampio rispetto a tutte le altre erbacee considerate, alternando così impatti significativi per i soggetti sensibilizzati con manifestazione dei tipici sintomi. Comportamento secondo quanto atteso anche per le Graminaceae, con livelli tali da poter disturbare i soggetti allergici, in particolare per i mesi di aprile e maggio, con un abbassamento importante già da fine giugno.
Tra le altre famiglie erbacee, presentatesi complessivamente a bassi livelli di concentrazione, sono da evidenziare quelli delle Plantaginaceae, per i mesi di giugno e luglio e delle Composite allergeniche anemofile (Ambrosia prima ed Artemisia poi v. ↓), nel mese di agosto, con verosimile riscontro nel quadro clinico dei soggetti sensibilizzati che hanno presentato poi per l'Artemisia una riduzione delle concentrazioni nel mese di settembre rispetto all'anno precedente.

Di seguito è rappresentata la distribuzione percentuale delle famiglie erbacee ad impatto allergenico, rilevata nel 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre, associata anche alla loro specifica potenza allergenica (non necessariamente però collegata a sintomatologia clinica manifesta), desunta da fonti bibliografiche.
Da rilevare una situazione pressochè invariata sulla presenza percentuale delle diverse famiglie erbacee considerate rispetto all'anno precedente; di rilievo in ogni caso risulta il raddoppio delle concentrazioni delle Plantaginaceae (Lanciuola) per la crescente rilevanza del loro polline altamente sensibilizzante per i soggetti predisposti.

Grafico 49: distribuzione percentuale, rilevata nell'anno 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre, delle famiglie erbacee di interesse allergenico



Famiglie e grado di allergenicità	*
Compositae/Ambrosia	***
Graminaceae	***
Urticaceae	***
Compositae/Artemisia	**
Cheno-Amaranthaceae	*
Plantaginaceae	*

Da G. Frenguelli 2002

3.5.1.4 Spore fungine

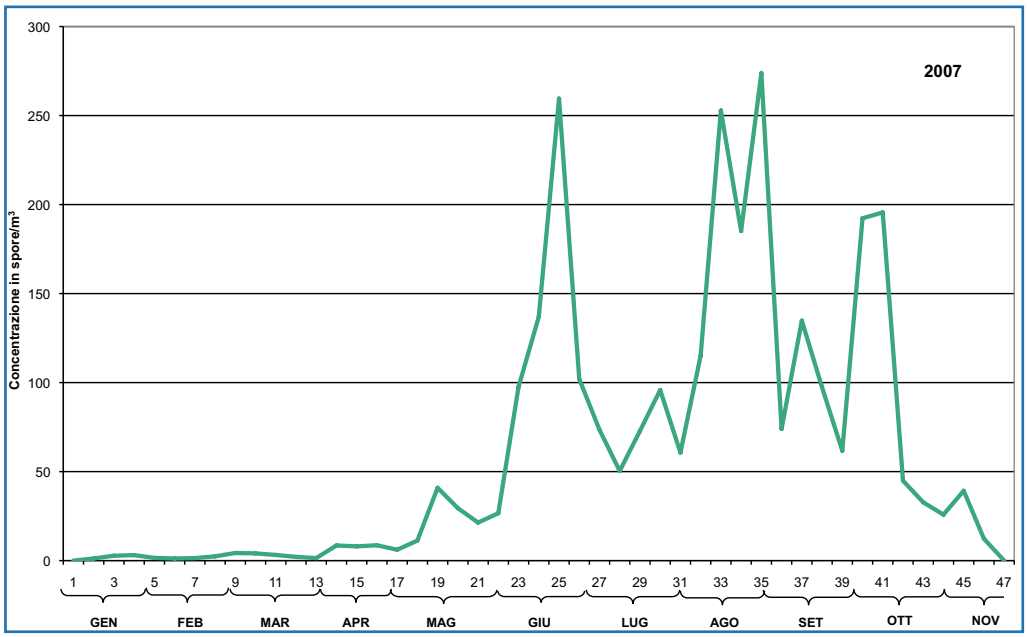


Grafico 50: andamento delle concentrazioni di spore aerodiffuse di Alternaria, espresse come valore medio settimanale, rilevate nell'anno 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre

Il 2007 ha presentato concentrazioni delle spore di Alternaria con picchi meno elevati rispetto all'anno precedente ma mediamente più alte per tutto il periodo di presenza e nella stessa fascia di concentrazione dei pollini allergenici aerodispersi più importanti, evidenziati nel territorio provinciale.
Ad aprile, in anticipo rispetto all'anno precedente, è iniziato l'aumento delle spore di questo micofita con concentrazioni poi subito importanti, tali da preoccupare i soggetti sensibilizzati, seguite da intermittenti picchi significativi, al di sopra della presunta "soglia" di stimolazione (concentrazione in grado di evocare una risposta di tipo allergico nei soggetti predisposti).
Con ottobre, come consuetudine, si è assistito ad una drastica riduzione delle concentrazioni di spore di questa muffa, subito a livelli non rilevanti per destare preoccupazioni cliniche.

3.5.2 Andamenti pollinici

Vengono di seguito riportati i grafici di confronto degli andamenti delle concentrazioni polliniche delle diverse famiglie botaniche monitorate, riscontrate nel 2007 nel territorio urbanizzato di Mestre (campionatore VE01) e rapportate al precedente anno 2006.

Queste rappresentazioni mettono in evidenza:

- la diversità degli andamenti e delle concentrazioni rilevate nei tre anni in questione per ogni famiglia botanica considerata;
- le eventuali differenze temporali di fioritura che si sono manifestate nel triennio in questione, in conseguenza delle differenti condizioni climatiche presentatesi.

Per le rappresentazioni che seguono è stato optato di utilizzare scale di concentrazioni differenziate tra le diverse famiglie botaniche monitorate, al fine di rappresentare al meglio i diversi andamenti di pollinazione riscontrati.

Tavola 4: ALBERI DI INTERESSE ALLERGOLOGICO

VE01 - Area urbanizzata Anni 2006/2007

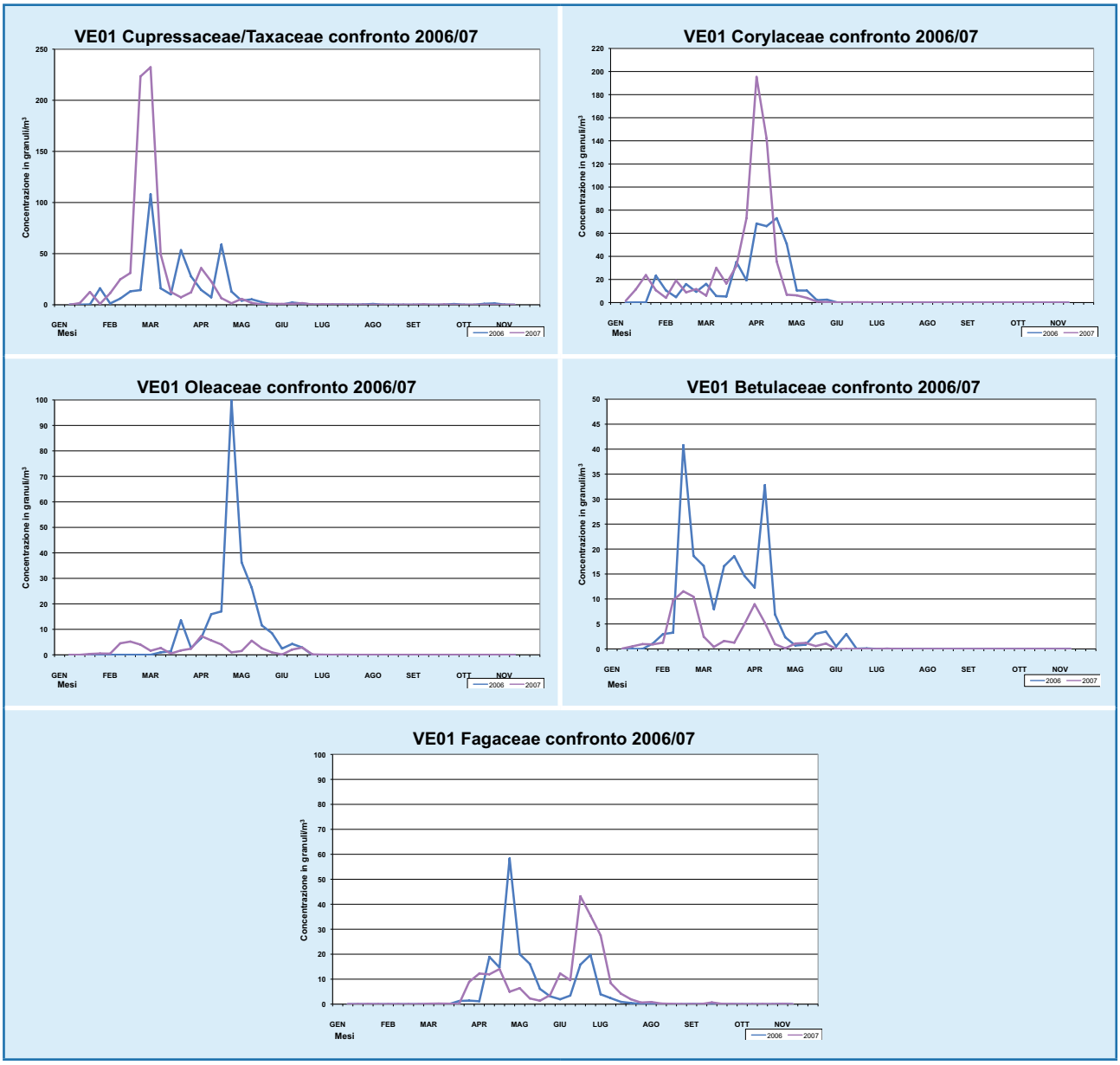


Tavola 5: ALBERI DI SCARSO INTERESSE ALLERGOLOGICO

VE01 - Area urbanizzata Anni 2006/2007

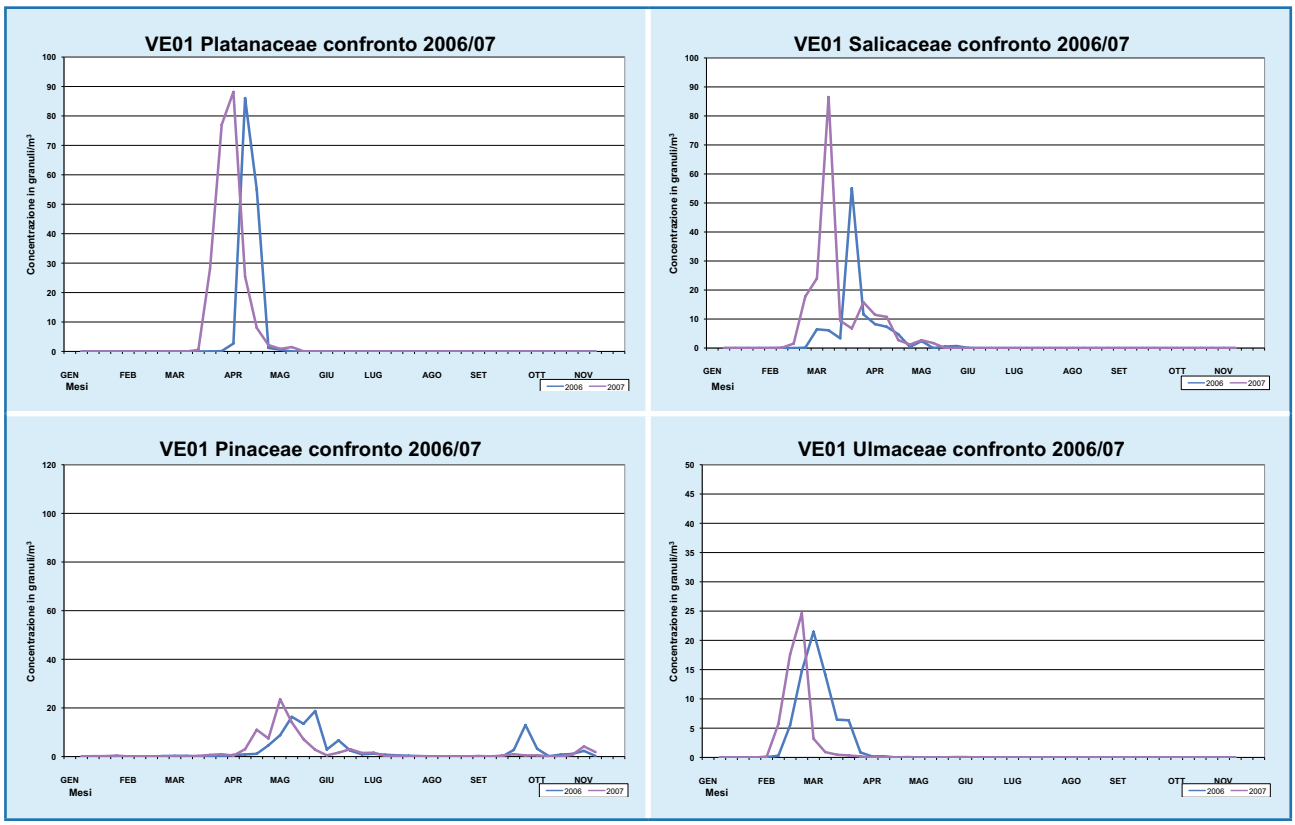


Tavola 6: PIANTE ERBACEE DI INTERESSE ALLERGOLOGICO

VE01 - Area urbanizzata Anni 2006/2007

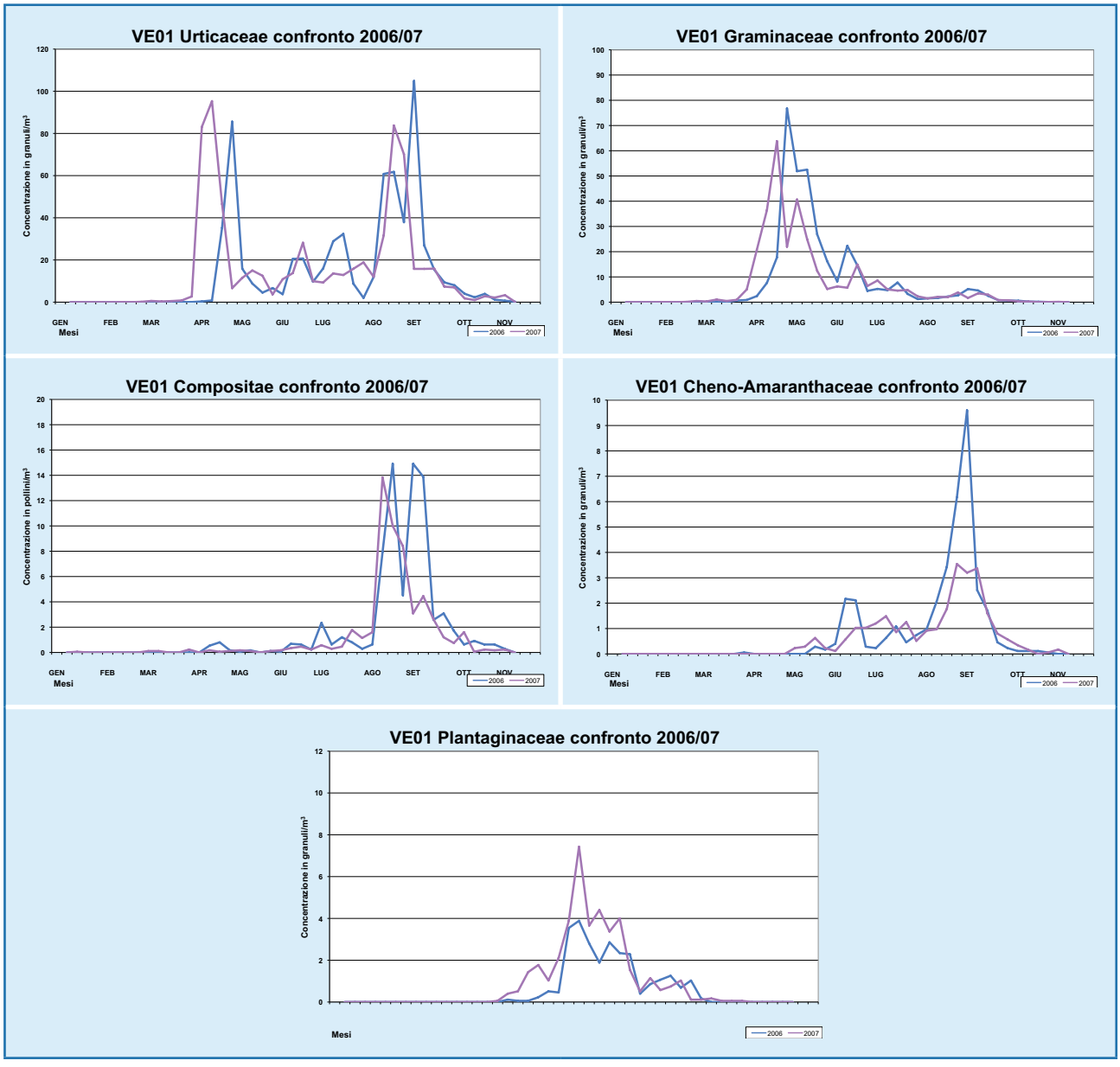


Tavola 7: SPORE FUNGINE

VE01 - Area urbanizzata Anni 2006/2007

