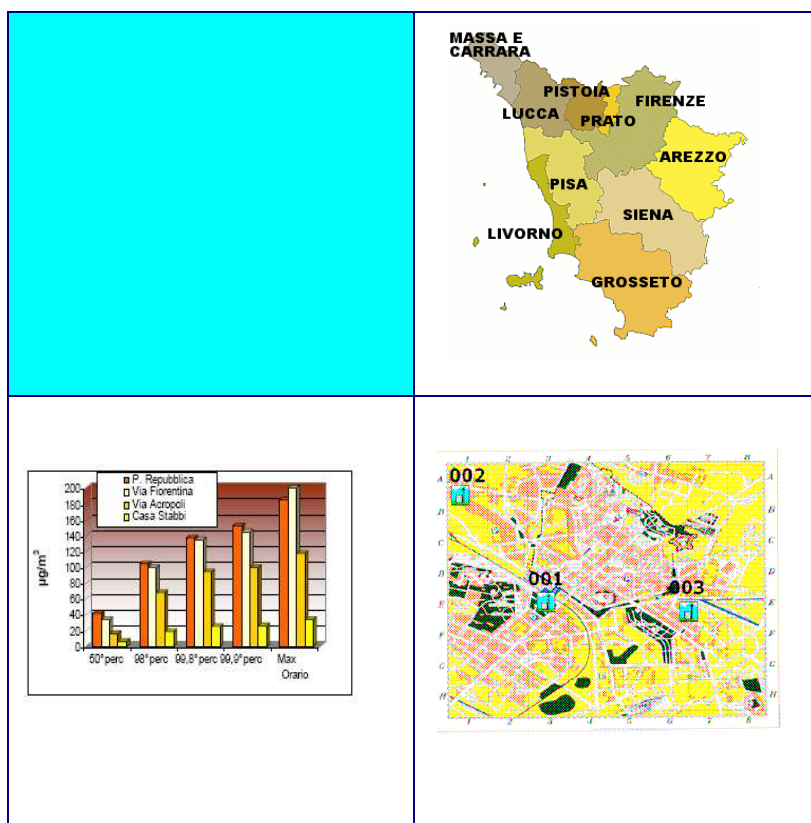


Relazione monitoraggio qualità dell'aria

San Zeno (AR)

Periodo di osservazione 20.5.2009 – 21.02. 2010



Dipartimento provinciale ARPAT di Arezzo



Regione Toscana
Diritti Valori Innovazione Sostenibilità



ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI AREZZO – ZONA INDUSTRIALE SAN ZENO STRADA A PERIODO DI OSSERVAZIONE 2009 - 2010

La presente campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, è stata effettuata su richiesta del Servizio Ambiente e Sanità del Comune di Arezzo allo scopo di proseguire la caratterizzazione dei livelli di materiale particolato PM_{2,5} nella zona industriale di San Zeno nonché integrare e consolidare il quadro conoscitivo del contesto dell'aria ambiente della zona delineato dalle precedenti campagne di misura. Sono stati inoltre determinati mediante sistemi di campionamento discontinui, i livelli di benzene e dei metalli (Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo).

La zona industriale di San Zeno, è stata monitorata in precedenza mediante una serie di campagne effettuate sia con una stazione di misura fissa sia con campagne attraverso l'autolaboratorio:

- dall'anno 1990 all'anno 1994 con stazione di misura fissa (misura di ossidi di azoto e polveri totali per l'intero anno civile);
- anni 1995, 1996 e 2001 mediante campagne spot con l'autolaboratorio;
- biennio 2006-2007 ed anno 2008 attraverso campagne di rilevamento con l'autolaboratorio organizzate con criteri di rappresentatività.

La campagna di misura del materiale particolato PM_{2,5} con l'autolaboratorio presso le postazioni di misura di San Zeno, proseguirà anche nell'anno 2010, affinché, al termine del triennio 2008-2010, possa essere elaborato il relativo valore medio. Questo valore potrebbe essere utilizzato, tenendo presente che i singoli valori medi annuali sono stati elaborati da misure indicative, come informazione per definire il valore dell'indicatore di esposizione media previsto al punto A dall'allegato XIV della direttiva 2008/50/CE del 21/5/2008.

Il processo di monitoraggio della qualità dell'aria è inserito nel sistema di gestione per la qualità di ARPAT mediante il documento di processo DP SGQ.099.016 "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento". Il sistema di gestione per la qualità di ARPAT è certificato dal CERMET (registrazione n° 3198-A) secondo le UNI EN ISO 9001:2008.

La valutazione dei dati raccolti nella presente campagna di rilevamento è stata effettuata adottando una doppia chiave di lettura, prendendo a riferimento sia i valori limite definiti dalla legislazione nazionale ed europea che disciplina la qualità dell'aria, sia gli indicatori elaborati nello stesso periodo di osservazione dalle stazioni di misura fisse ubicate nell'area urbana di Arezzo. Questo duplice confronto permette di fornire informazioni con buona approssimazione sullo stato della qualità dell'aria della zona oggetto del rilevamento giacché il contesto sorto dal quadro di dati raccolti viene messo in relazione a quello dell'area urbana di Arezzo, derivante da una serie di misure più solide perché continuative nell'arco dell'anno.

1. Postazione di misura

L'autolaboratorio è stato posizionato nel piazzale lungo la strada A, di fronte all'attività di ristorazione della zona industriale, nello stesso punto di ubicazione della stazione di misura fissa che ha rilevato la qualità dell'aria dall'anno 1990 all'anno 1994 e dell'autolaboratorio nelle campagne effettuate nel biennio 2006-2007 e nell'anno 2008. Nelle campagne di misura effettuate negli anni 1995, 1996 e 2001 l'autolaboratorio è stato posizionato sempre nella strada A, ma ad una distanza di circa 150 metri in direzione est, rispetto all'attuale ubicazione.

Tabella 1.1 informazioni generali postazione di misura

| | | |
|---|--------------------------------------|---------|
| Nome Postazione | Zona Industriale San Zeno – Strada A | |
| Coordinate Geografiche (Gauss Boaga) | LONG E | 1729208 |
| | LAT N | 4812459 |
| Quota (metri s.l.m.) | 247,5 | |
| Altezza punto di campionamento (mt) | 2,5 | |
| Tipologia delle postazione di misura | Periferica-Industriale | |
| Periodo Osservazione | 20 maggio 2009 – 21 febbraio 2010 | |

CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

Le informazioni riportate nella tabella che segue forniscono una caratterizzazione del contesto territoriale e ne delineano le principali condizioni al contorno.

Tabella 1.2 informazioni generali del contesto territoriale

| INFORMAZIONI GENERALI | |
|---|-----|
| Popolazione residente | 445 |
| Estensione dell'area (Km ²) | 0,7 |



La zona esaminata è costituita da una serie di edifici prefabbricati dall'altezza massima di circa 10 metri e da lunghezze degli edifici non omogenee. Le costruzioni industriali sono raccordate da vie di comunicazione ampie, preposte alla circolazione del traffico locale;

sulla strada principale di accesso alla Zona Industriale circolano mediamente 5854 veicoli/giorno (rilevazione effettuata dall'Ufficio traffico e Concessioni del Comune di Arezzo dal 27 al 30 novembre 2006). Le attività produttive che operano nella zona sono molteplici, le più rappresentative appartengono al settore orafa nel quale sono presenti le fasi di vuotatura (con acido nitrico e cloridrico), di recupero di metalli preziosi da rifiuti e spazzature orafe e di affinazione. L'orografia dell'area è caratterizzata, in direzione sud, sud-ovest, da una zona pianeggiante (estensione iniziale della Valdichiana Aretina) e, in direzione Nord-Est ad una distanza di circa 500 metri dalla postazione di misura, dalla presenza di una serie di colline dall'altezza massima di circa 400 mt.

Ad una distanza di circa 850 metri in direzione nord-ovest dalla postazione di misura, è ubicato l'impianto integrato di smaltimento di rifiuti urbani ed assimilati e di compostaggio della frazione umida gestito dalla Società AISA; nella stessa direzione, ma ad una distanza di 1200 metri dalla postazione di misura, è ubicato un'altro impianto di compostaggio. Un altro processo produttivo significativo della zona, è rappresentato dall'impianto di trattamento e di essiccazione di foraggi, il quale è ubicato in direzione sud-ovest ad una distanza di circa 1600 dalla postazione di misura.

In merito alla rosa dei venti della zona, in relazione alle ricadute relative alle emissioni in atmosfera, ed ai fenomeni di trasporto delle emissioni odorigene degli impianti AISA e di compostaggio Green Planet, risultano interessare maggiormente la postazione di misura esaminata (direzioni di provenienza del vento prevalenti).

VISTE DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE LA STAZIONE

Immagini 1.1 viste nord, sud, est ed ovest del territorio circostante la postazione

VISTA NORD



VISTA EST



VISTA SUD



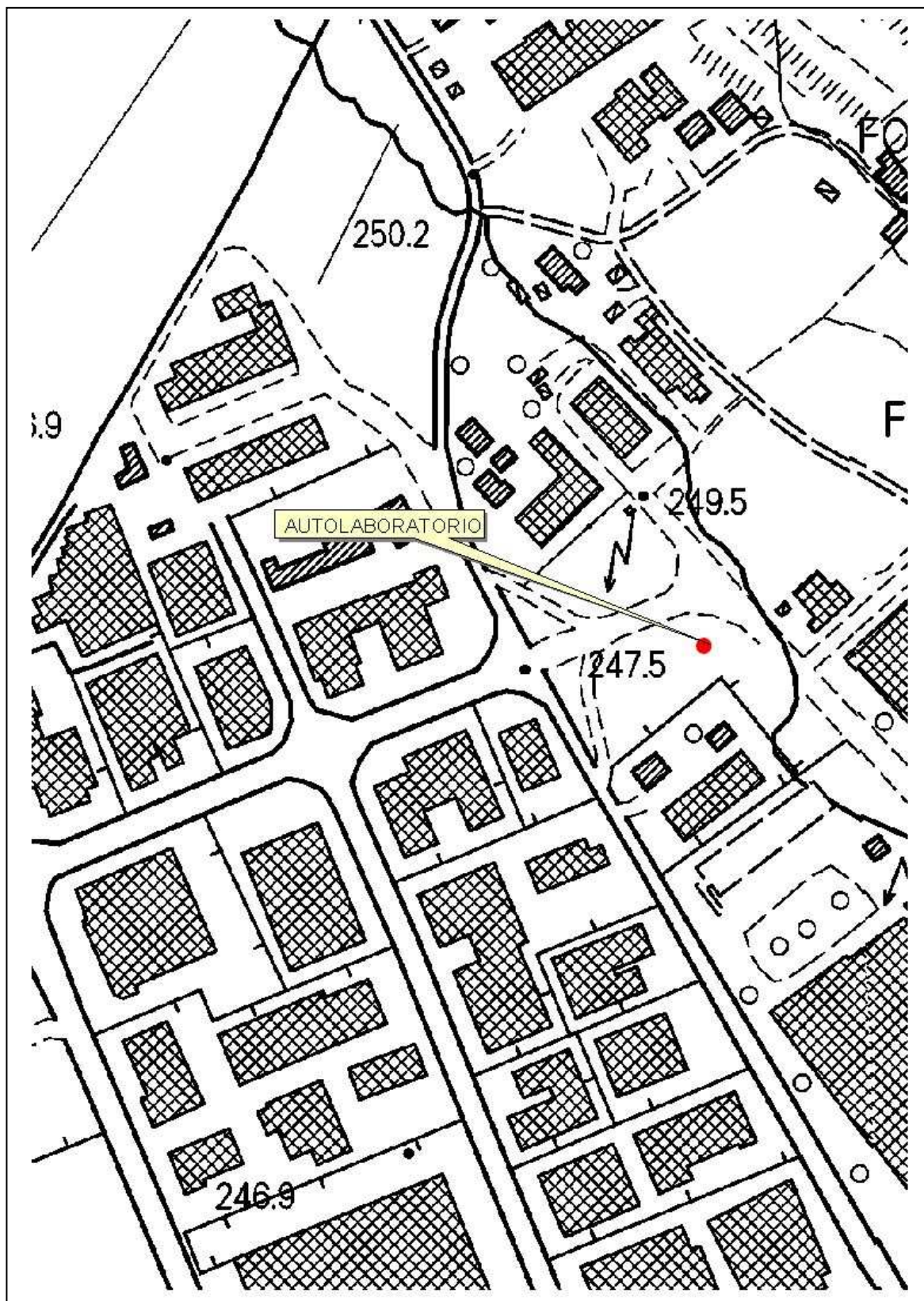
VISTA OVEST



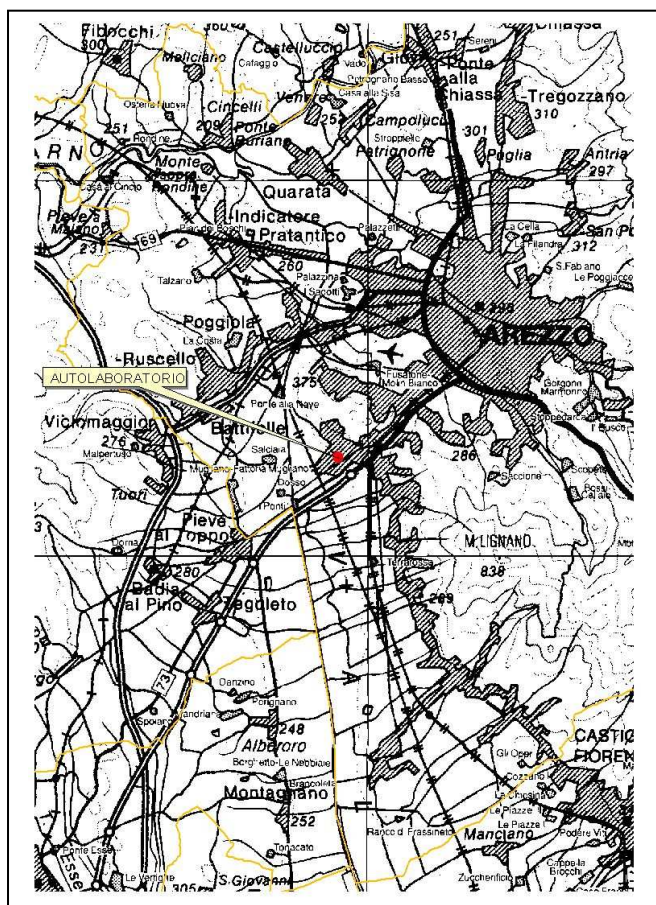
LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI MISURA

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

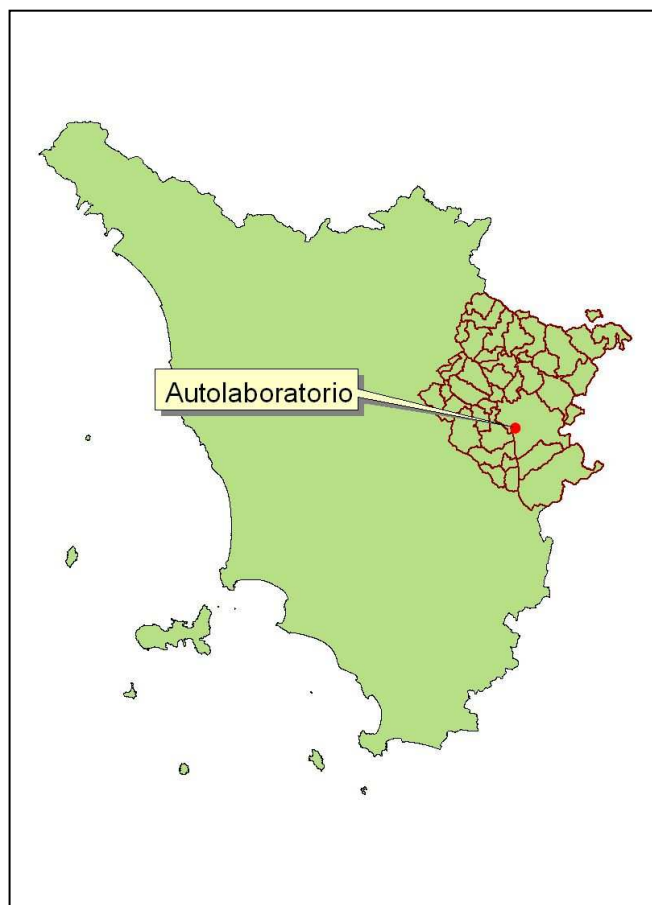
Mappa 1.1 localizzazione della postazione di misura



Mappa 1.2 Comune di Arezzo Scala 1:150000



Mappa 1.3 Regione Toscana Scala 1:5000000



2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio

Al fine di ottenere dati rappresentativi che considerino le variazioni temporali in funzione delle condizioni meteorologiche responsabili dei fenomeni di dispersione e di diluizione degli inquinanti, l'indagine è stata articolata in campagne stagionali dalla durata di circa 15 giorni distribuite nelle quattro stagioni meteorologiche dell'anno. Tale pianificazione permette di ottenere un insieme minimo di dati, ma rappresentativo per essere confrontato con i valori limite degli indicatori di qualità dell'aria definiti dalla normativa che si riferiscono ad un periodo di osservazione annuale continuativo.

Il piano di utilizzo dell'autolaboratorio, predisposto in accordo al documento di processo di ARPAT DP SGQ.99.016 "monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento" è stato organizzato, in relazione agli obiettivi di qualità dei dati nei termini del periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati conforme a quanto richiesto dalla legislazione che disciplina la qualità dell'aria per le misure indicative (periodo minimo di copertura pari al 14 % articolato su almeno 8 settimane di misurazioni distribuite equamente nell'arco dell'anno. Raccolta minima dei dati pari almeno al 90 %). La legislazione europea e nazionale che definisce le linee di indirizzo riguardanti le campagne di monitoraggio mediante mezzi mobili sono le seguenti:

- allegato I del Decreto n. 261/2002;
- allegato X DM 60/2002;
- allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;
- punto 4 Deliberazione Giunta Regione Toscana N° 450/2009.

Relativamente alla postazione di San Zeno, sono stati effettuati complessivamente 48 giorni di misura distribuiti nell'arco di un anno.

La tabella sottostante, mostra i periodi di osservazione della campagna di monitoraggio effettuata nella postazione di San Zeno nell'intervallo temporale 20 maggio 2009 – 21 febbraio 2010:

tabella 2.1 piano di utilizzo autolaboratorio postazione San Zeno strada A:

| Stagione | Periodo | numero giorni |
|----------------|--------------------|------------------|
| Primavera 2009 | 20-28/05/2009 | 9 |
| Estate 2009 | 09-21/07/2009 | 13 |
| Autunno 2009 | 30/09 - 12/10/2009 | 13 |
| Inverno 2010 | 09-21/02/2010 | 13 |
| TOTALE | | 48 |

3. Inquinanti monitorati

In relazione alle disposizioni della normativa che disciplina la qualità dell'aria ambiente (DLgs 351/99, Direttiva 2008/50/CE, DM 60/2002, DLgs 183/2004 e DPCM 28/3/83), sono stati monitorati i seguenti inquinanti: ossidi di azoto (NO-NO_x-NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO), idrocarburi non metanici (NMHC), materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5}), anidride solforosa (SO₂), benzene (C₆H₆), metalli (As, Cd, Ni e Pb) ed i parametri meteorologici di direzione e velocità del vento. La legenda mostrata nell'allegato 1 alla presente relazione, riporta i meccanismi di formazione nonché il significato di ogni inquinante misurato. Per la misura le materiale particolato PM_{2,5} è stato utilizzato lo strumento automatico FAG mod. FH 62 I-N, inv. n. 4688, basato sul principio di misura dell'assorbimento di raggi β, mezzo di filtrazione rappresentato da un nastro in fibra di vetro, prodotto dalla ditta FAG Kugelfischer (ESM Andersen), Germania. Lo strumento non effettua il riscaldamento della linea di prelievo e del filtro di campionamento i quali sono mantenuti alla temperatura ambiente. E' stato impiegato il dispositivo di separazione granulometrica PM 2,5 TCR – TECORA EN 12341 con flusso di aspirazione 1 m³/h.

Il monitoraggio del benzene è stato effettuato attraverso campagne discontinue manuali con campionatori passivi e successiva determinazione in laboratorio mediante metodo interno basato sulla tecnica analitica della gascromatografia FID (limite di rilevabilità = 1 µg/m³). Il piano di monitoraggio ha riguardato l'intero anno 2009 ed è stato caratterizzato da un campione settimanale al mese per complessivi 12 campioni/anno. I metalli, sono stati ottenuti da una campagna di monitoraggio del tipo spot, effettuata nel periodo osservazione compreso tra il 24/07/09 ed il 15/10/09. I relativi livelli in aria ambiente sono stati determinati dai campioni di materiale particolato PM 2,5 ottenuti da un sistema di campionamento rappresentato da strumentazione manuale (sistema di campionamento manuale TCR Tecora completo di testa di prelievo conforme EPA, mezzo filtrante in teflon) e sottoposti ad analisi mediante metodo analitico basato sul principio di misura ECP – Plasma (determinazione arsenico As) e dell'assorbimento atomico (determinazione cadmio Cd, nichel Ni, e piombo Pb). Le analisi sono state condotte dal laboratorio ARPAT di Arezzo (Cd, Ni, Pb - metodo UNI-EN 14902:2005) e dal laboratorio ARPAT di Grosseto (As - metodo UNI-EN ISO 17294-2:2005).

Le caratteristiche tecniche della strumentazione automatica di cui è dotato l'autolaboratorio sono indicate nella tabella sottostante:

tabella 3.1 caratteristiche tecniche analizzatori

| Inquinante | Marca Modello | Inventario | Principio Misura | Limite Rilevabilità | Precisione |
|-------------------|----------------------------------|------------|--|------------------------|---|
| O ₃ | Monitor Labs ML 8810 | 4691 | Assorbimento UV-354 | 4 µg/m ³ | dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 4 µg/m ³ |
| NO _x | Monitor Labs ML 8841 | 4686 | Chemiluminescenza | 0,5 ppb | 1,0 ppb |
| SO ₂ | Monitor Labs ML 8850S | 4685 | Fluorescenza UV | 1,0 ppb | 1,0 ppb |
| CO | Monitor Labs ML 8830 | 4689 | Correlazione Infrarosso | 0,2 mg/m ³ | dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 0,2 mg/m ³ |
| NMHC | Rancon R526 | 4690 | Rivelazione a ionizzazione di Fiamma | < 0,02 ppm | dal 20 al 80 % del campo di misura < +/- 0,02 ppm |
| PM _{2,5} | FAG Kugelfischer FH 62 I-N | 4688 | Assorbimento raggi β | 3 µg/m ³ | 2 µg/m ³ (relativa a 2 misure dalla durata di 24 ore) |
| DV | Micros SVDV | 4699 | Sistema a banderuola ad uscita potenziometrica | 0,3 m/sec | 1% |
| VV | Micros SVDV | 4699 | rotazione a sistema magnete toroidale, sonda ad effetto Hall | 0,25 m/sec | +/- 0,25 nel campo 0-20 m/sec +/- 0,7 oltre i 20 m/sec |

4. Riferimenti Normativi

La valutazione dei livelli di concentrazione raccolti dalla presente campagna di monitoraggio, è stata effettuata riferendosi ai valori limite fissati dalla presente legislazione nazionale ed europea:

- standard di qualità dell'aria fissati dal DPCM del 28/3/83 e dal DPR 203/88 i cui relativi indicatori statistici, forniscono un'ottima base di valutazione sulla distribuzione dei dati per lunghi periodi di osservazione;
- Decreto 261/2002;
- limiti fissati dalla normativa che disciplina l'ozono (DLgs 183/2004);
- valori limite fissati dal Decreto Ministero Ambiente n. 60/2002;
- valori limite fissati dalla Direttiva Europea 2008/50/CE del 11/6/2008;
- deliberazione della Giunta Regionale n° 450/2009.

I valori limite previsti dal DPCM del 28/3/83 e dal DPR 203/88, attualmente non sono più in vigore, tuttavia è stata fatta un'eccezione per gli indicatori relativi alla media di 3 ore degli NMHC ed al 98° percentile dei valori orari di biossido di azoto, poiché restano ancora gli unici riferimenti disponibili per poter effettuare una valutazione esaustiva dei livelli di concentrazione di tutti gli inquinanti rilevati dall'autolaboratorio.

I valori limite che definiscono gli indicatori di qualità dell'aria sono stati definiti dalla Comunità Europea e sono stati recepiti dallo Stato italiano con il DM 60 del 2002 ed il DLgs 183 del 2004.

In merito al materiale particolato PM₁₀, è da rilevare che la Direttiva Europea 2008/50/CE del 11/6/2008 sul riordino in materia di qualità dell'aria appena approvata dal Consiglio dei Ministri, supera la fase 2 prevista dall'allegato III del DM 60/02 per il PM₁₀, introducendo nell'allegato XIV, valori obiettivo e valori limite per il materiale particolato PM_{2,5}. In relazione a questo orientamento sono stati considerati per il materiale particolato PM₁₀ i valori limite previsti dalla fase 1 dell'allegato III al DM 60/2002.

Per quanto concerne l'ozono, i valore limite di riferimento sono stabiliti dal DLgs 183/2004; in questo caso sono previsti valori bersaglio (media mobile su 8 ore massima giornaliera ed AOT40 di 1 ora da maggio a luglio da conseguirsi a partire dall'anno 2010) ed obiettivi a lungo termine.

La presente relazione non riporta i valori dell'indicatore relativo all'AOT40 poiché deve essere calcolato con i dati registrati in una fascia oraria limitata alle ore diurne (dalle ore 8 alle ore 20) nei periodi di osservazione maggio-luglio ed aprile-settembre, i quali pur se monitorati nella presente campagna con criteri di rappresentatività, non possono fornire tutti i valori necessari per una descrizione accurata in merito all'insorgenza degli eventi di picco orari superiori ad 80 µg/m³ che caratterizzano questo indicatore. Lo schema dei limiti previsti dalla normativa per ciascun inquinante è riportata nell'allegato 2.

5. Obiettivo di qualità dei dati

Raccolta minima dei dati

La normativa che disciplina la qualità dell'aria (allegato X del DM 60/2002, Direttiva 2008/50/CE) ed il documento "criteri di validazione ed elaborazione degli indicatori relativi agli inquinanti in aria ambiente" previsto dal Documento di Processo di ARPAT riguardante il monitoraggio della qualità dell'aria, richiede, al fine della significatività del dato prodotto da reti fisse, una raccolta minima dei dati (che rappresenta l'efficienza dell'analizzatore) su base annuale non inferiore al 90 %. Questo indice è elaborato per singolo analizzatore al netto delle attività di manutenzione e taratura. Tale valore di riferimento è richiesto anche per le misure indicative a cui si riferiscono le misurazioni ottenute nella presente campagna di monitoraggio. La tabella sottostante presenta la raccolta minima dei dati per singolo analizzatore relativa al periodo di osservazione complessivo dell'intera campagna di misura (48 giorni).

La raccolta minima dei dati, è calcolata come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (per es. 24 dati orari per ogni giorno di monitoraggio che nella presente campagna comportano 1152 dati teorici). Una parte dei dati è inevitabilmente perduta per le attività di controllo automatico giornaliero, per le tarature e per le operazioni di manutenzione preventiva e straordinaria; tali attività rappresentano circa il 5 % dei dati validi raccolti.

tabella 5.1 raccolta minima dei dati % al netto delle attività di manutenzione e taratura

| Postazione | CO | NO ₂ | O ₃ | PM _{2,5} | NMHC | SO ₂ | VV | DV |
|------------|----|-----------------|----------------|-------------------|------|-----------------|-----|-----|
| San Zeno | 89 | 100 | 100 | 100 | 95 | 96 | 100 | 100 |

Considerato che il valore di riferimento della raccolta minima dei dati si riferisce alle reti fisse (≥ 90%) i singoli rendimenti forniti dalla strumentazione automatica della presente campagna di monitoraggio sono complessivamente da ritenersi buoni (rendimento totale medio della campagna 97 %) tenuto presente che trattasi di un'indagine articolata in singole campagne stagionali. Al quadro di rendimenti indicato sopra fa eccezione l'analizzatore di CO, il quale presenta un rendimento poco inferiore al valore di riferimento, a causa dell'instabilità dell'offset di zero che ha comportato l'invalidazione di una parte di dati.

Periodo di copertura

Il periodo di copertura (su base annuale) raggiunto in relazione al piano di utilizzo predisposto per la postazione di misura in oggetto (48 giorni distribuiti nell'anno) pari al 13 %, è poco inferiore ai criteri degli obiettivi di qualità dei dati definiti per le misure indicative dall'allegato X del DM 60/2002 e dall'allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo (periodo minimo di copertura di riferimento = 14 %). Per misure indicative si intendono misurazioni che rispettano obiettivi di qualità meno stringenti rispetto a quelli richiesti per le misurazioni in siti fissi.

Per quanto attiene l'attendibilità dei dati forniti dagli analizzatori, gli strumenti sono verificati mediante controlli statistici e standard certificati secondo le procedure definite dall'istruzione tecnica IT SGQ.99.003 "Requisiti tecnici relativi al controllo della strumentazione automatica" definita dal Documento di Processo di ARPAT riguardante il monitoraggio della qualità dell'aria, i cui indici di riferimento sono riassunti nell'allegato 3. Le prove effettuate nell'anno 2009 e nel primo quadrimestre 2010 sulla strumentazione installata nell'autolaboratorio hanno fornito risultati positivi.

6. Dati rilevati nella campagna di misura

Nel presente capitolo sono riportati gli elaborati grafici relativi a:

- confronto dei risultati con i relativi limiti di legge;
- andamenti orari degli inquinanti monitorati;
- distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione;
- giorni tipo;
- andamenti stagionali degli indicatori di qualità dell'aria;
- confronto con i valori rilevati nelle precedenti campagne di misura effettuate nella zona;
- confronto con i valori degli indicatori registrati nell'area urbana di Arezzo;
- elaborazione degli andamenti in relazione ai valori rilevati nell'area urbana di Arezzo.

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa (μg o mg) per metro cubo di aria (m^3) sono riferiti alla temperatura di 20°C ad esclusione del materiale particolato $\text{PM}_{2,5}$ e degli NMHC che sono riferiti alla temperatura dell'aria ambiente.

La tabella sottostante, fornisce, quale premessa alla valutazione della qualità dell'aria, un'indicazione del livello medio registrato per ciascun inquinante nella postazione di misura.

Tabella 4.1 valori medi della postazione San Zeno nell'intera campagna 2009- 2010

| NMHC $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | CO mg/m^3 | NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | NOx $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM _{2,5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | O ₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|----------------------------------|------------------------------|---|---------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| 73 | 0,3 | 23 | 35 | 22 | 2,9 | 5 | 57 |

6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa

Periodo di osservazione: dal 20 maggio 2009 al 21 febbraio 2010.

Tabella 6.1.1 valori degli indicatori di qualità dell'aria

| INDICATORE | San Zeno Strada A 20/05/2009 - 21/02/2010 | LIMITE |
|--|--|---------------------|
| NO ₂ Max Orario (µg/m ³) | 104 | 200 ^{DM60} |
| NO ₂ 98° Percentile (µg/m ³) | 59 | 200 ^{**} |
| NO ₂ Media (µg/m ³) | 23 | 44 ^{DM60} |
| NOx Media (µg/m ³) | 35 | 30 ^{DM60} |
| CO Max 1 Ora (mg/m ³) | 3,5 | 40 [*] |
| CO media mobile 8 Ore (mg/m ³) | 1,8 | 10 ^{DM60} |
| O ₃ media mobile 8 ore (µg/m ³) | 134 | 120 ^{***} |
| O ₃ Max 1 Ora (µg/m ³) | 143 | 180 ^{***} |
| PM2,5 Media (µg/m ³) | 22 | 25 ^{CE} |
| SO ₂ Media giornaliera (µg/m ³) | 10 | 125 |
| SO ₂ Max Orario (µg/m ³) | 32 | 350 ^{DM60} |
| C ₆ H ₆ Media (µg/m ³) | 2,9 | 5 ^{DM60} |
| NMHC media 3 Ore (µg/m ³) | 1112 | 200 ^{****} |

* Valori relativi agli Standard di Qualità dell'aria fissati dal DPCM del 28/03/83

** Valori relativi agli Standard di Qualità dell'aria fissati dal DPR 203/88

*** Valori Limite fissati dal DLgs 183/2004

**** Il Valore limite relativi ai NMHC entra in vigore solo se è superato contemporaneamente lo standard di qualità dell'aria relativo all'ozono pari a 200 µg/m³ previsto dal DPCM del 28/03/83.

DM60: Valori Limite fissati dal Decreto Ministero Ambiente n. 60/2002. In relazione alla nuova direttiva europea 2008/50/CE del 11/6/08 sul riordino in materia di qualità dell'aria, è indicato il valore limite per la media annuale del PM10 della fase 1 dell'allegato III DM 60/2002.

CE: Valore limite annuale per la protezione della salute umana fissato dalla direttiva Europea 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, pubblicata sulla GU dell'unione Europea L.152 del 11.06.2008.

Grafico 6.1.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, idrocarburi non metanici, materiale particolato PM2,5, anidride solforosa.

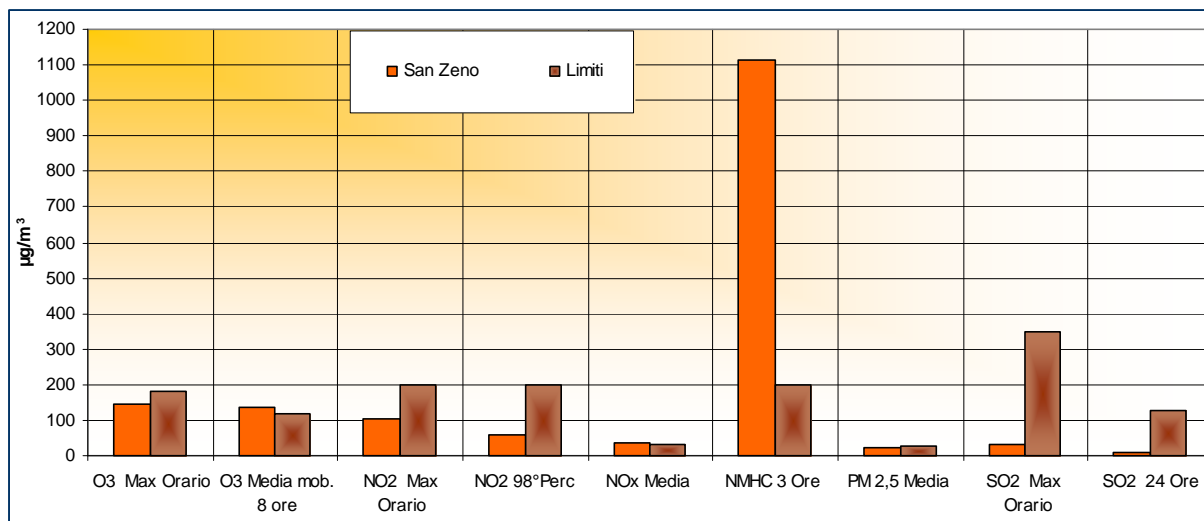


Grafico 6.1.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria monossido di carbonio

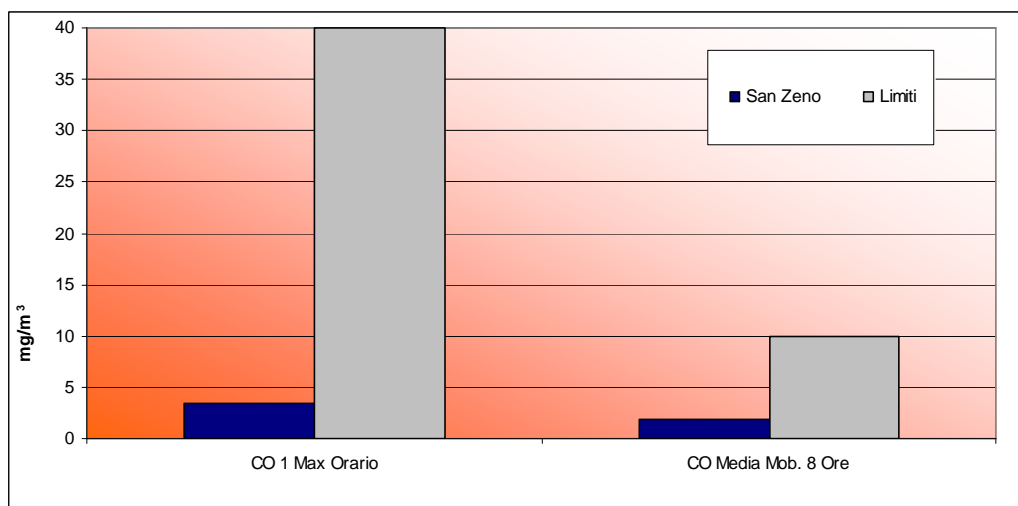


Tabella 6.1.2 raffronto indicatori qualità dell'aria campagne 2006-2007, 2008 e 2009-2010

| INDICATORE | San Zeno Strada A 22/2/2006 - 31/12/2007 | San Zeno Strada A 01/01 - 22/10/2008 | San Zeno Strada A 20/5/2009 - 21/2/2010 | LIMITE |
|--|---|---|--|---------------------|
| NO ₂ Max Orario (µg/m ³) | 218 | 136 | 104 | 200 ^{DM60} |
| NO ₂ 98° Percentile (µg/m ³) | 68 | 67 | 59 | 200 ^{**} |
| NO ₂ Media (µg/m ³) | 25 | 26 | 23 | 40 ^{DM60} |
| NO _x Media (µg/m ³) | 41 | 41 | 35 | 30 ^{DM60} |
| CO Max 1 Ora (mg/m ³) | 2,8 | 2,2 | 3,5 | 40 [*] |
| CO media mobile 8 Ore (mg/m ³) | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 10 ^{DM60} |
| O ₃ media mobile 8 ore (µg/m ³) | 125 | 134 | 134 | 120 ^{***} |
| O ₃ Max 1 Ora (µg/m ³) | 141 | 145 | 143 | 180 ^{***} |
| SO ₂ Max Orario (µg/m ³) | 46 | 24 | 32 | 350 ^{DM60} |
| SO ₂ Max media Giornaliera (µg/m ³) | 10 | 10 | 10 | 125 ^{DM60} |
| PM _{2,5} media (µg/m ³) | -- | 16 | 22 | 25 ^{CE} |
| C ₆ H ₆ media (µg/m ³) | -- | 1,6 | 2,9 | 5 ^{DM60} |
| NMHC media 3 Ore (µg/m ³) | 613 | 863 | 1112 | 200 ^{****} |

* Valori relativi agli Standard di Qualità dell'aria fissati dal DPCM del 28/03/83

** Valori relativi agli Standard di Qualità dell'aria fissati dal DPR 203/88

*** Valori Limite fissati dal DLgs 183/2004

**** Il Valore limite relativi ai NMHC entra in vigore solo se è superato contemporaneamente lo standard di qualità dell'aria relativo all'ozono pari a 200 µg/m³ previsto dal DPCM del 28/03/83.

DM60: Valori Limite fissati dal Decreto Ministero Ambiente n. 60/2002. In relazione alla nuova direttiva europea 2008/50/CE del 11/6/08 sul riordino in materia di qualità dell'aria, è indicato il valore limite per la media annuale del PM₁₀ della fase 1 dell'allegato III DM 60/2002.

Grafico 6.1.3 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne 2006-2007, 2008 e 2009-2010 – monossido di carbonio

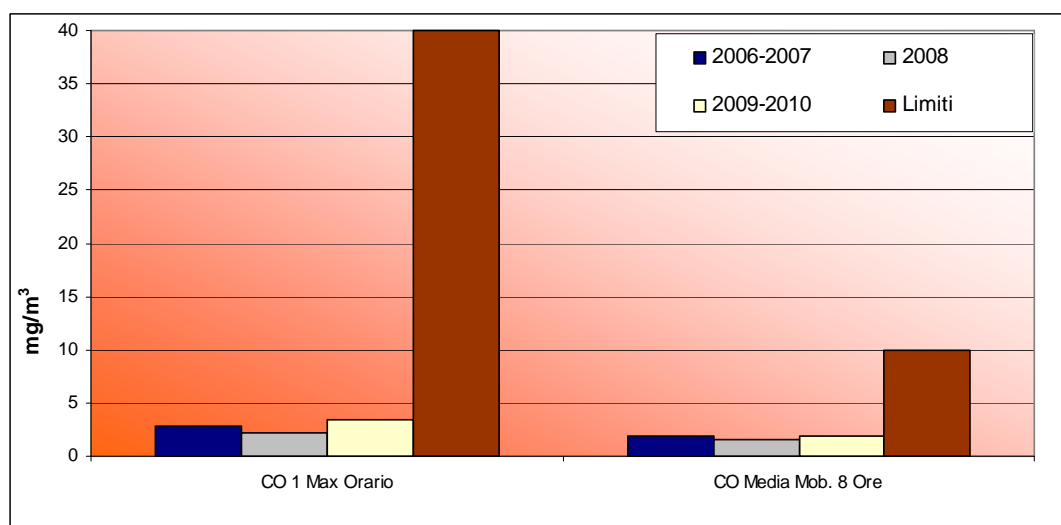
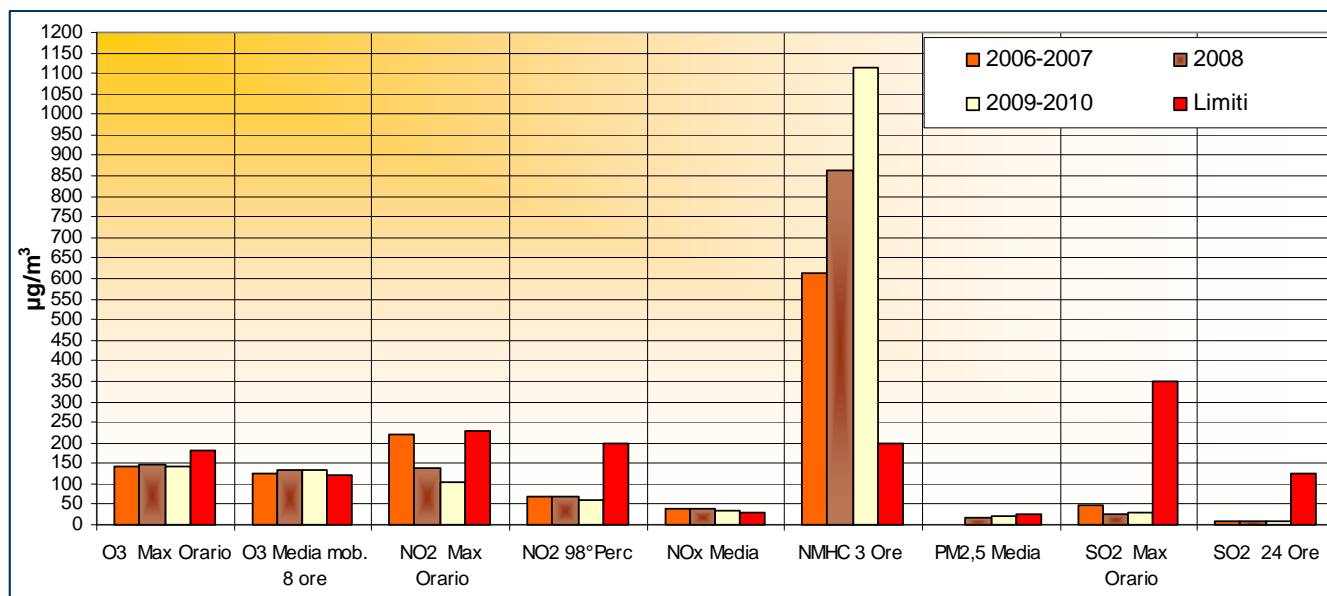


Grafico 6.1.4 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne 2006-2007, 2008 e 2009-2010 – ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, idrocarburi non metanici, materiale particolato PM2,5, anidride solforosa



6.2 andamenti orari dei livelli di concentrazione

Le presenti elaborazioni grafiche sono state predisposte impostando, per la prevalenza degli inquinanti, i valori di fondo scala dei livelli di concentrazione (asse delle ordinate) pari al valore limite dell'indicatore dell'inquinante considerato.

grafico 6.2.1 andamenti orari monossido di carbonio

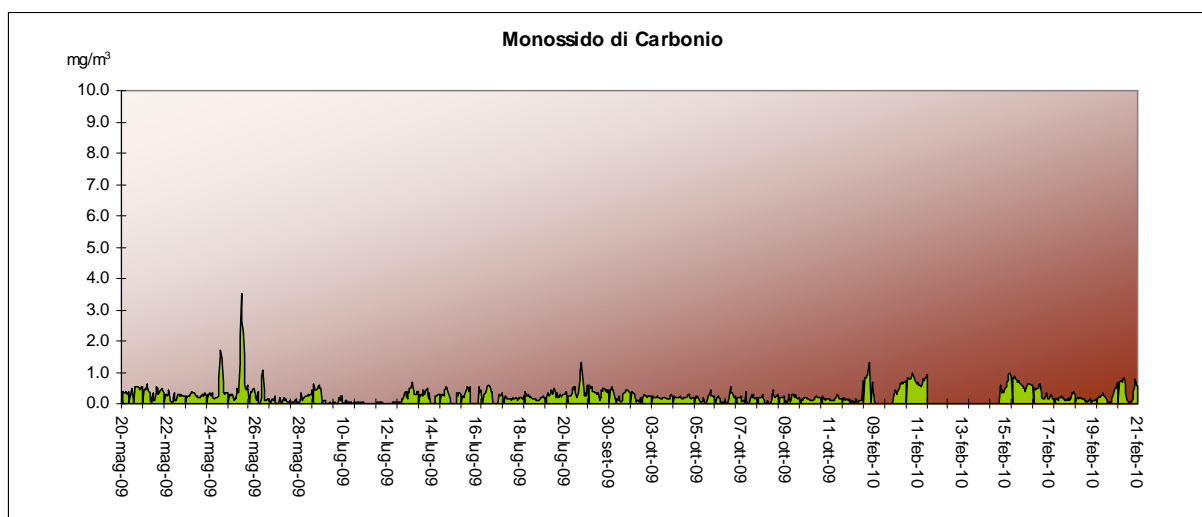


grafico 6.2.2 andamenti orari biossido di azoto

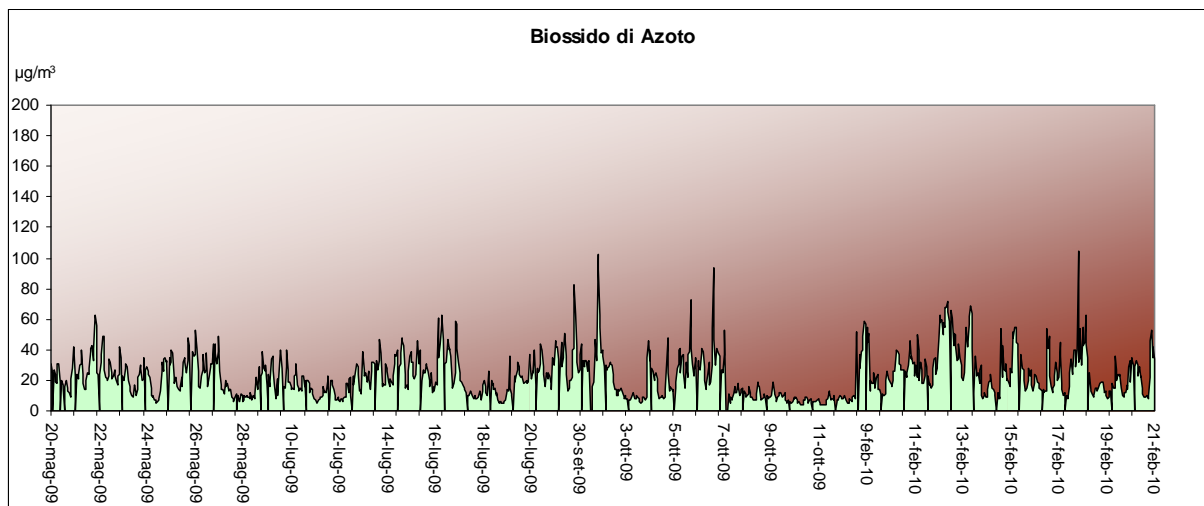


grafico 6.2.3 andamenti orari ozono

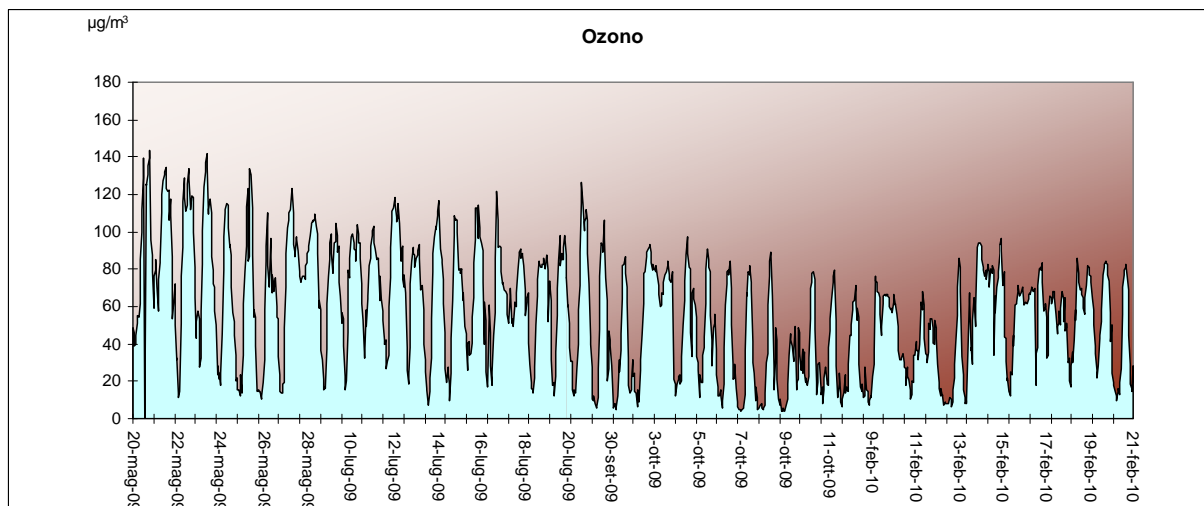


grafico 6.2.4 andamenti orari materiale particolato PM2,5

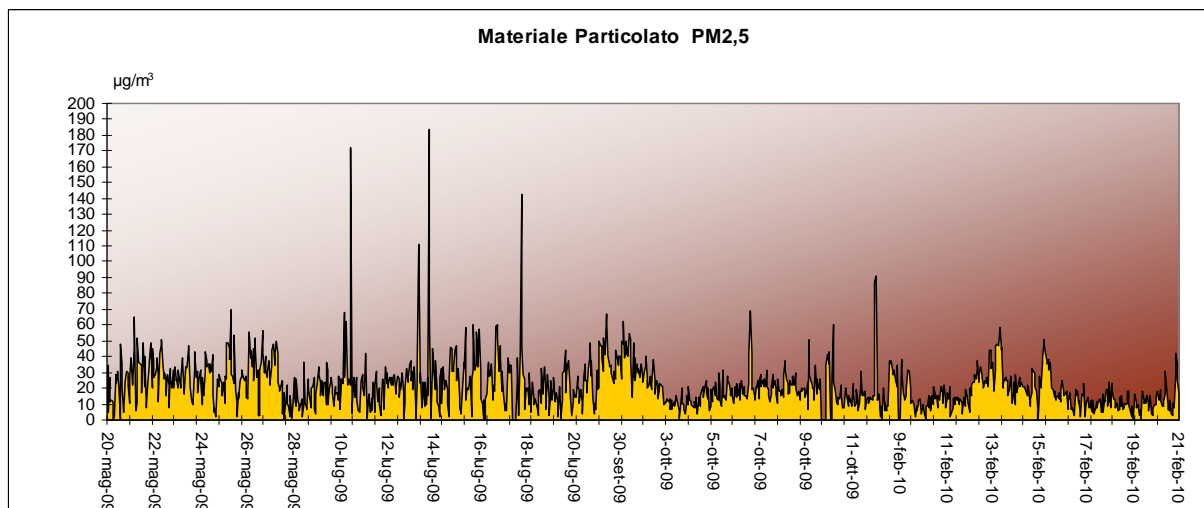


grafico 6.2.5 andamenti orari biossido di zolfo

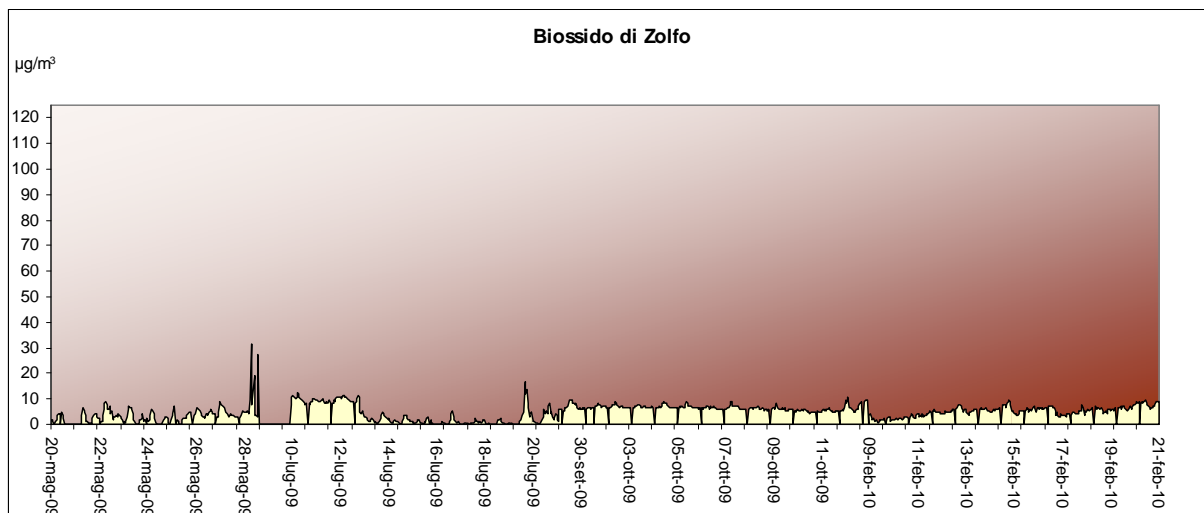


grafico 6.2.6 andamenti orari idrocarburi non metanici

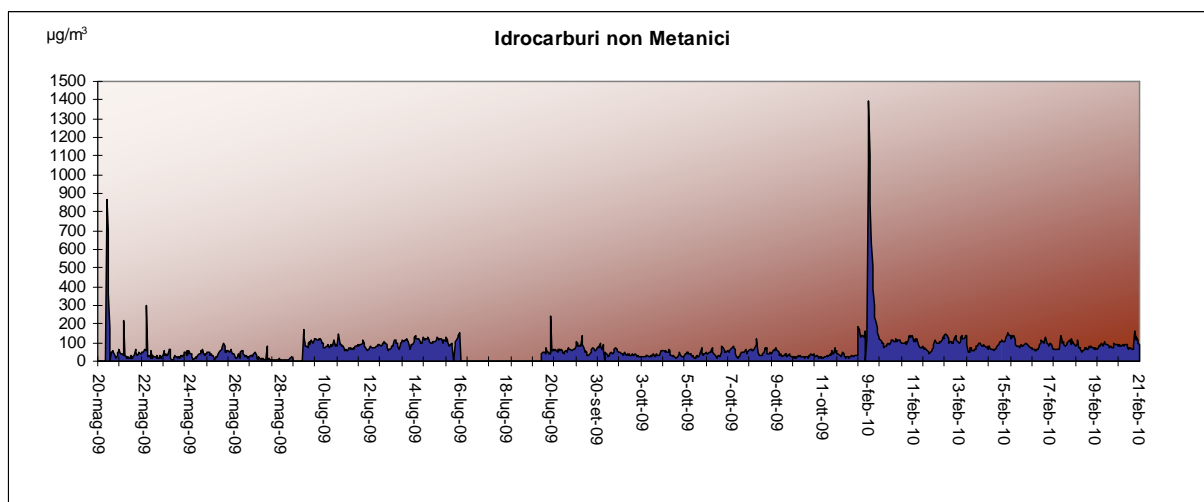
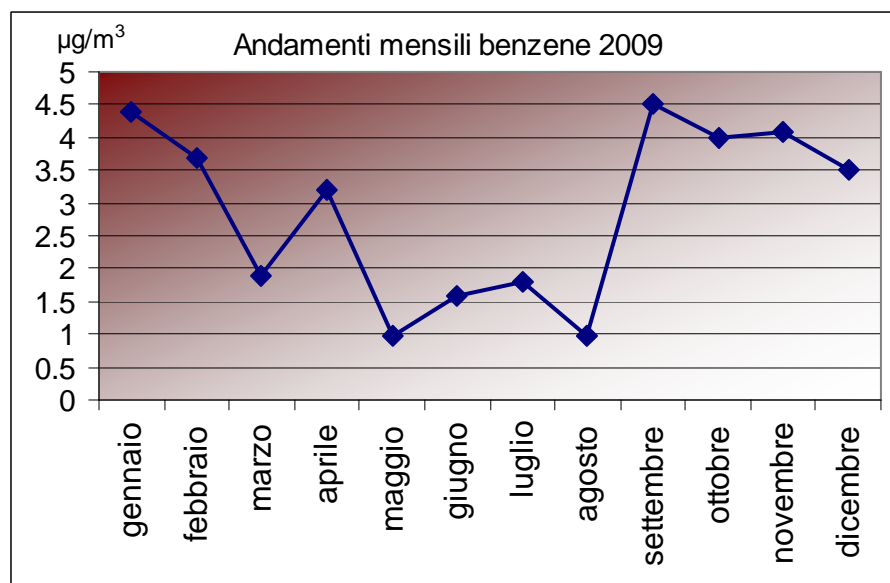


grafico 6.2.7 andamenti mensili benzene



6.3 distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione

grafico 6.3.1 distribuzione valori orari monossido di carbonio

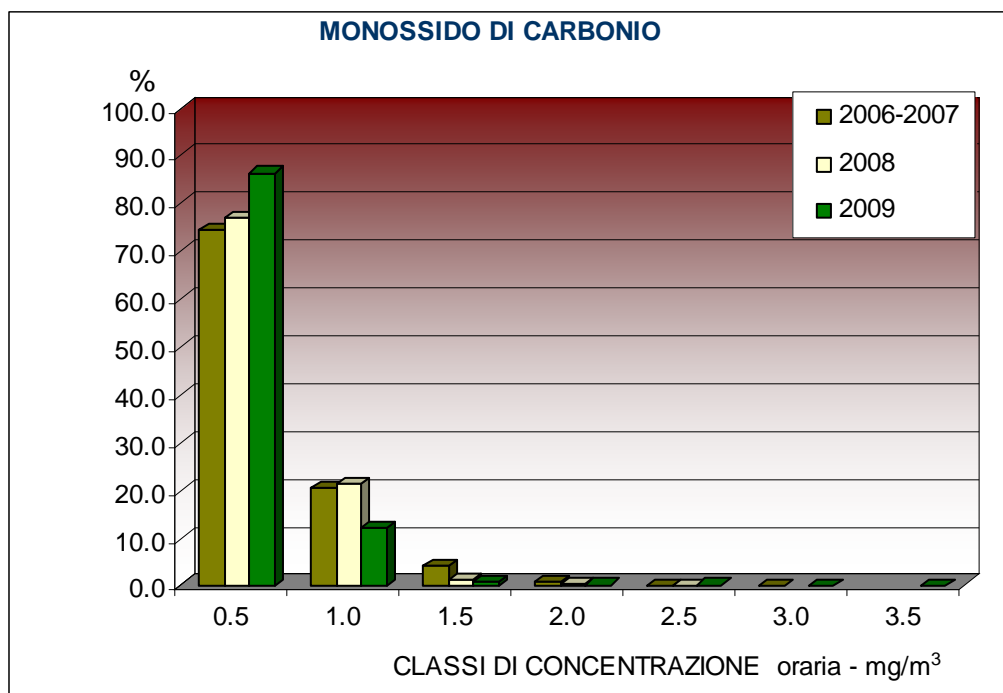


grafico 6.3.2 distribuzione valori orari biossido di azoto

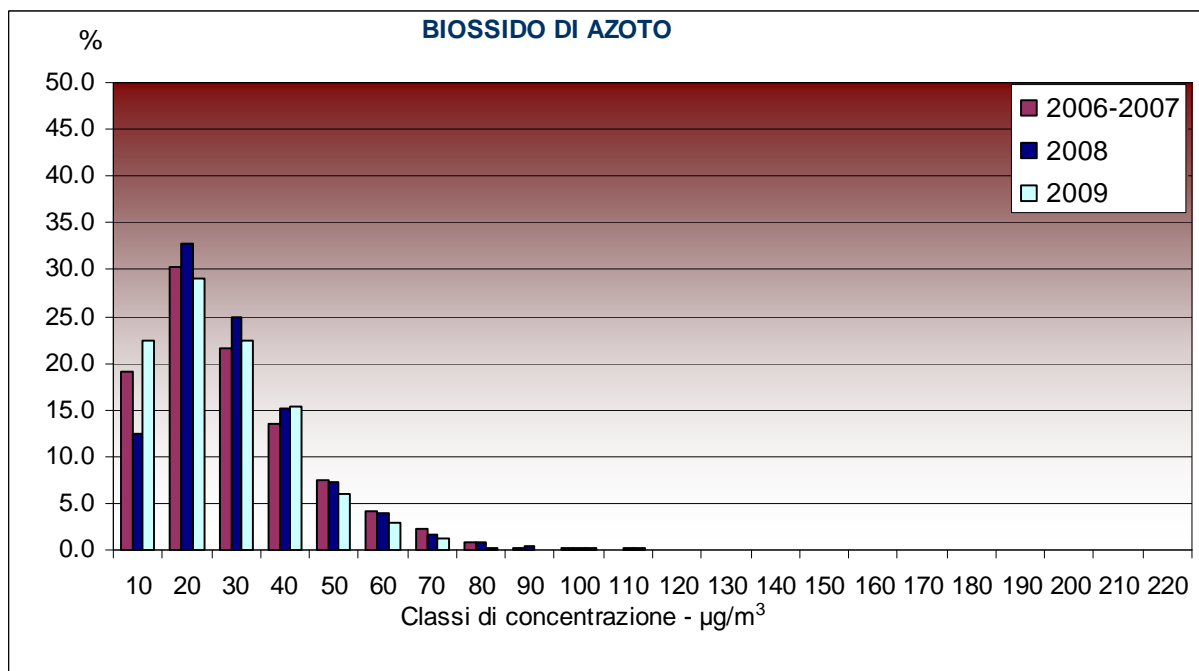


grafico 6.3.3 distribuzione valori orari idrocarburi non metanici

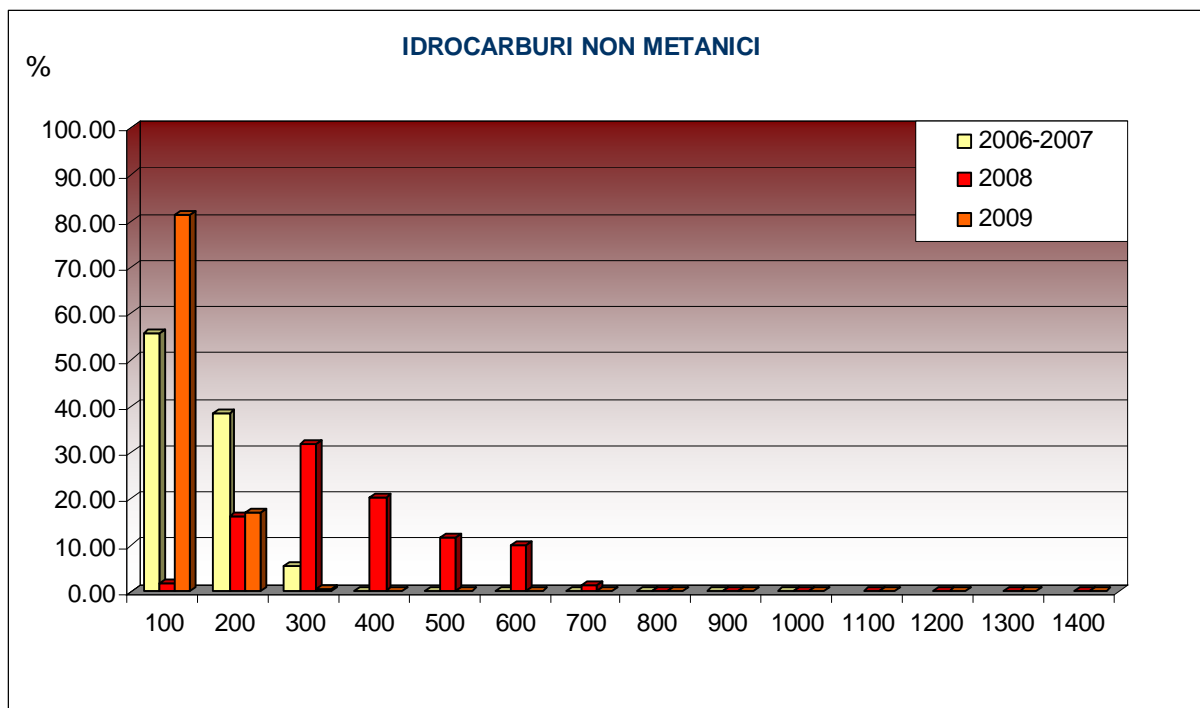


grafico 6.3.4 distribuzione valori orari ozono

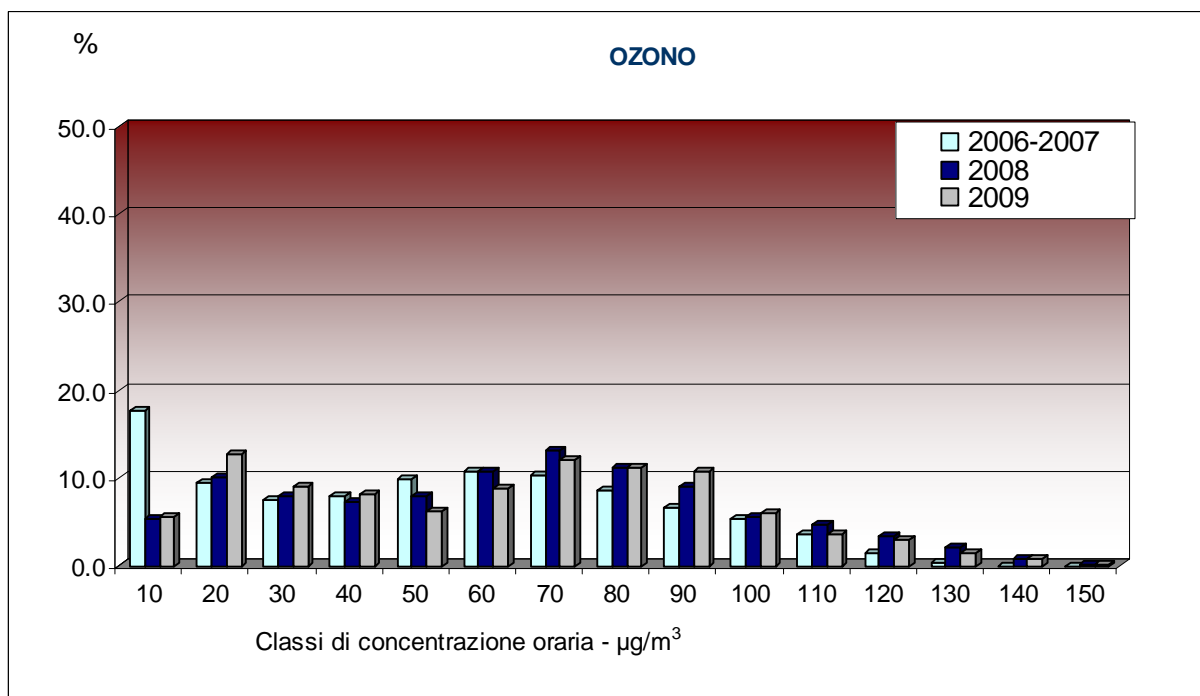


grafico 6.3.5 distribuzione valori giornalieri materiale particolato PM2,5

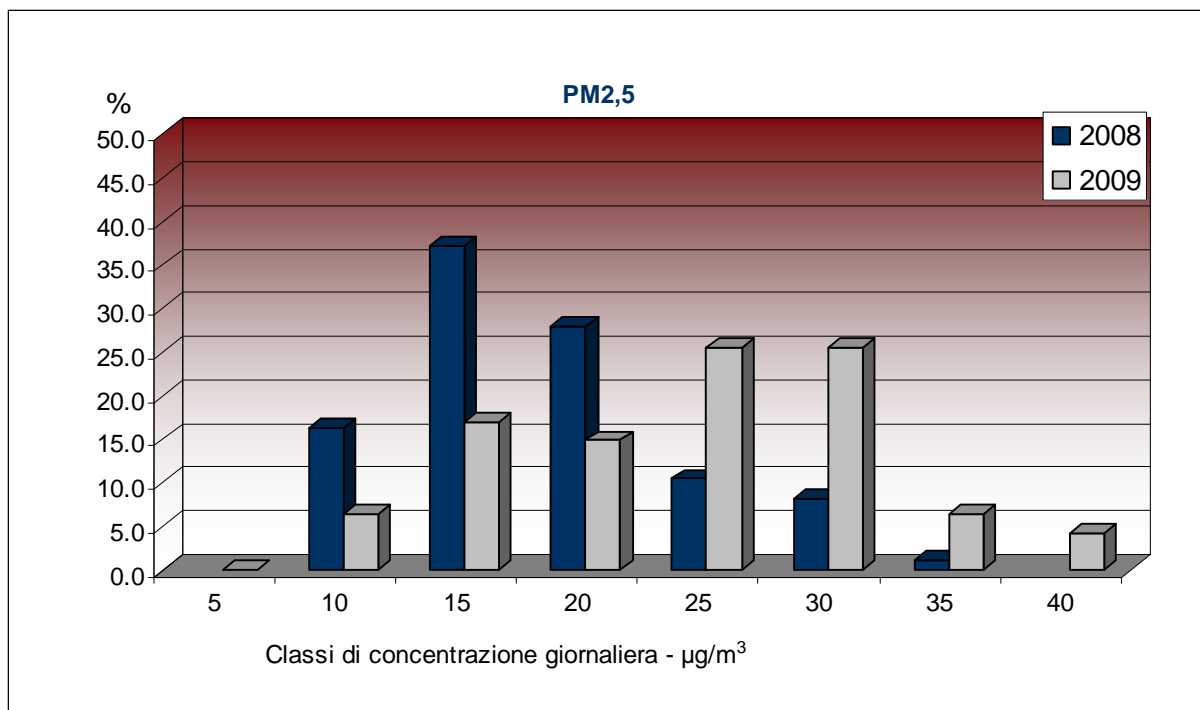
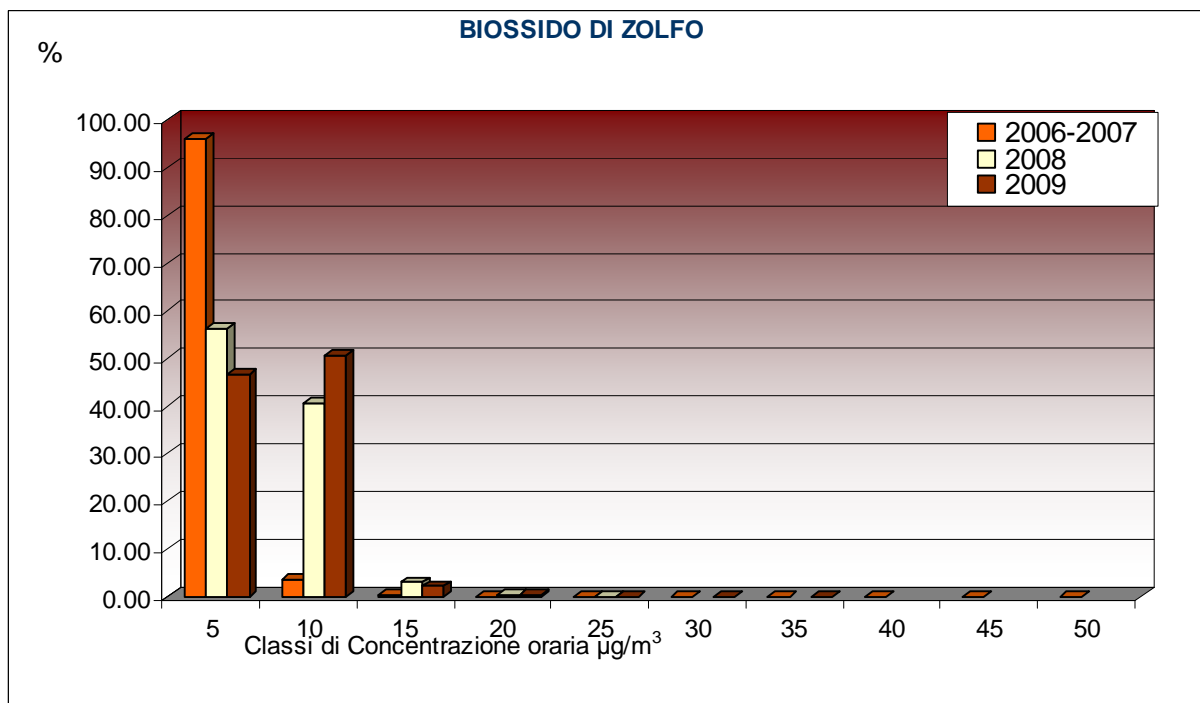


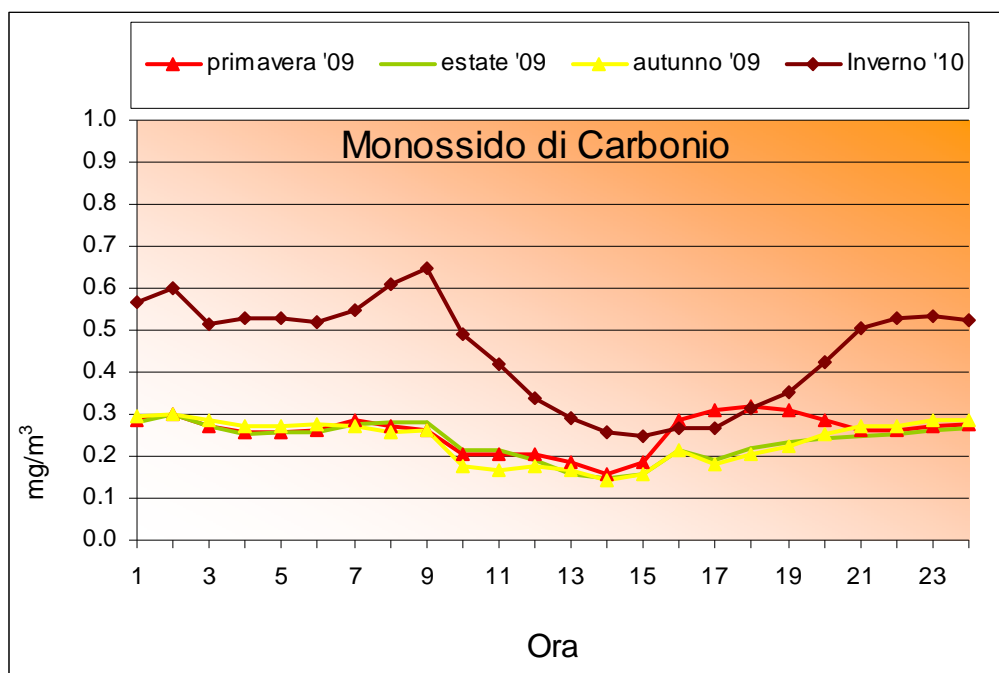
grafico 6.3.6 distribuzione valori orari biossido di zolfo



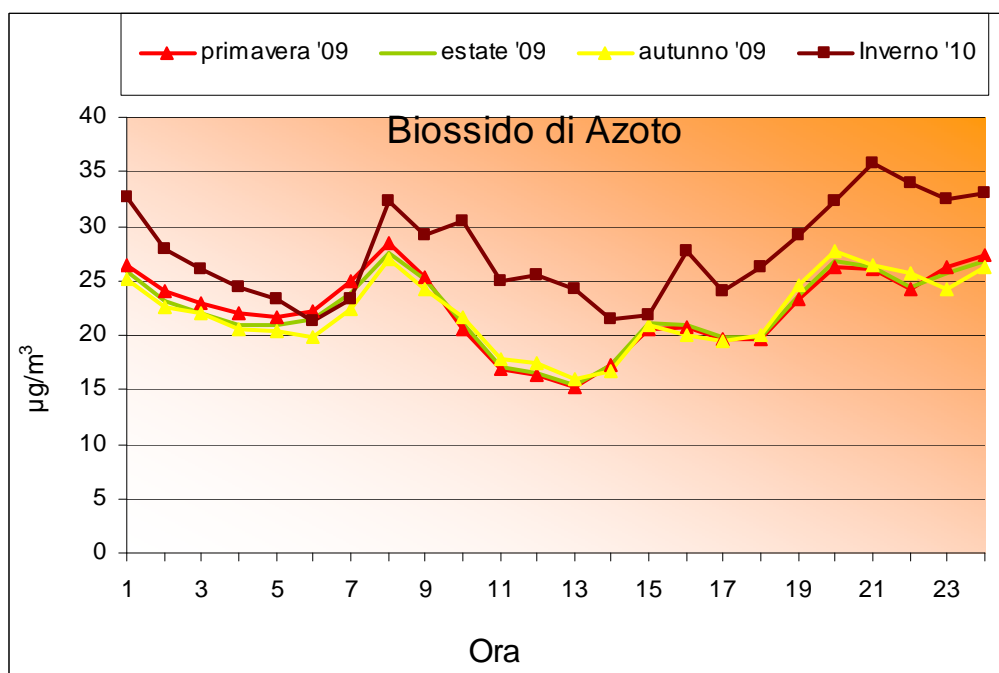
6.4 giorni tipo

Le elaborazioni relative al giorno tipo, descrivono l'andamento temporale dell'inquinante in una giornata "media" che è l'espressione di tutto il periodo di osservazione esaminato, evidenziando la presenza di situazioni caratteristiche del contesto dell'aria ambiente della zona. In questa elaborazione, i valori relativi alle singole ore della giornata, rappresentano il valore medio del livello di concentrazione registrato alla stessa ora in tutta la campagna di misura (ad esempio il dato delle ore 1 è dato dalla media di tutti i valori rilevati all'ora 1 del periodo esaminato).

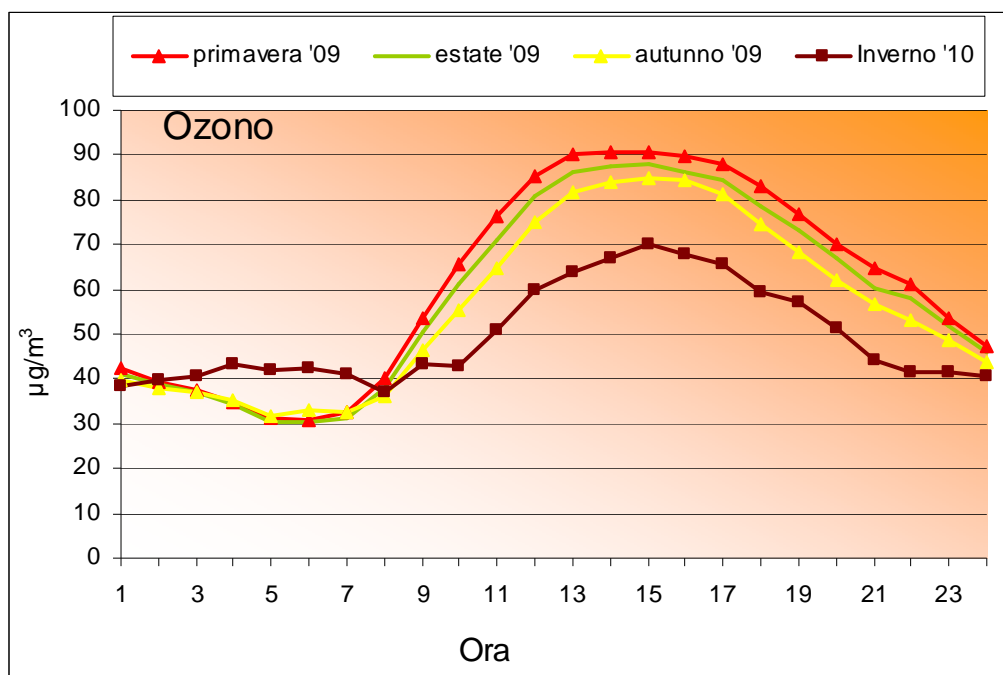
6.4.1 grafico giorno tipo monossido di carbonio



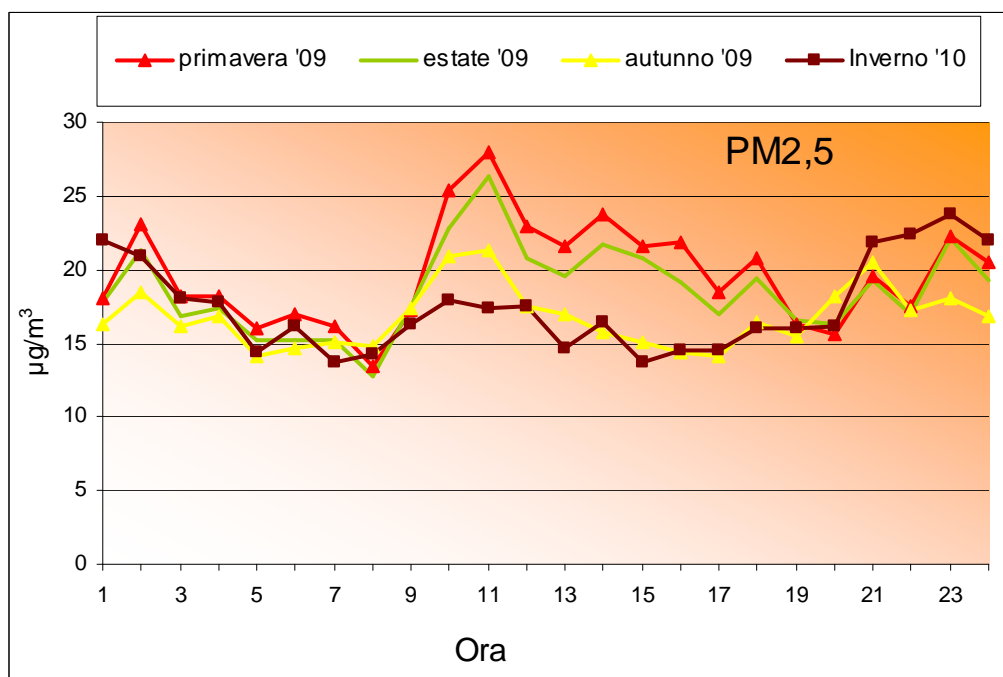
6.4.2 grafico giorno tipo biossido di azoto



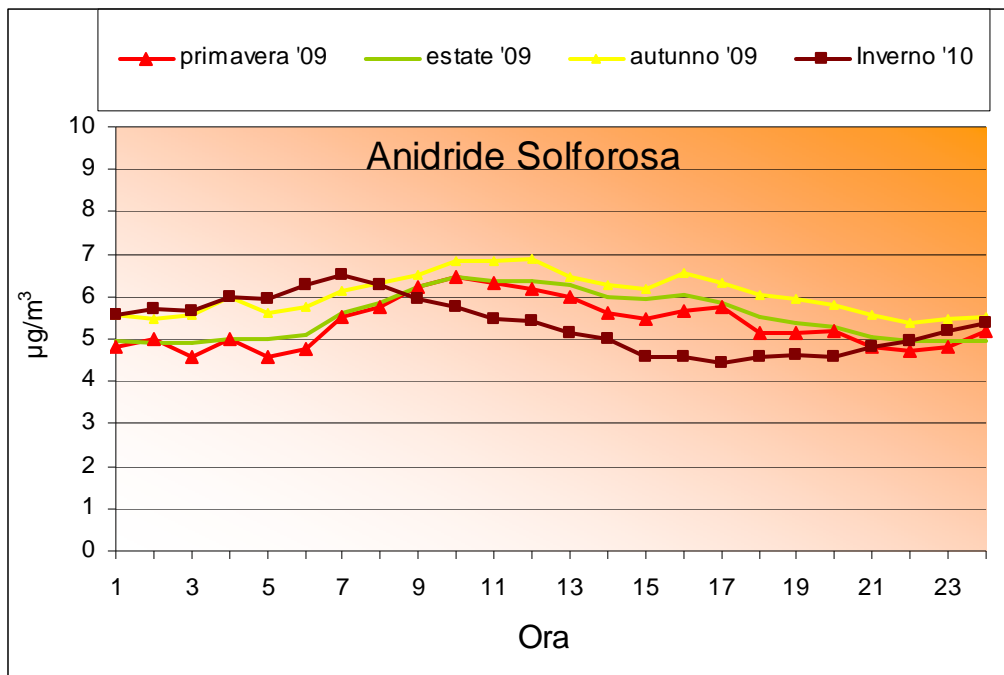
6.4.3 grafico giorno tipo ozono



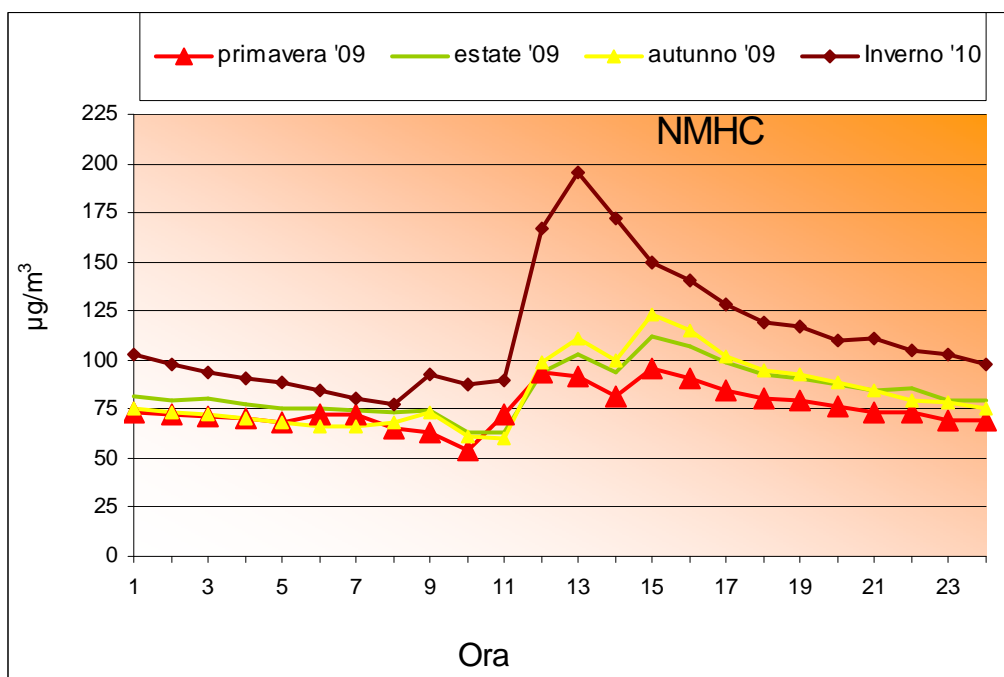
6.4.4 grafico giorno tipo materiale particolato PM2,5



6.4.6 grafico giorno tipo anidride solforosa



6.4.7 grafico giorno tipo idrocarburi non metanici NMHC



6.5 andamenti stagionali 2009 - 2010

grafico 6.5.1. istogramma andamenti stagionali indicatori di NO₂, NO_x, O₃, SO₂, NMHC, PM_{2,5}

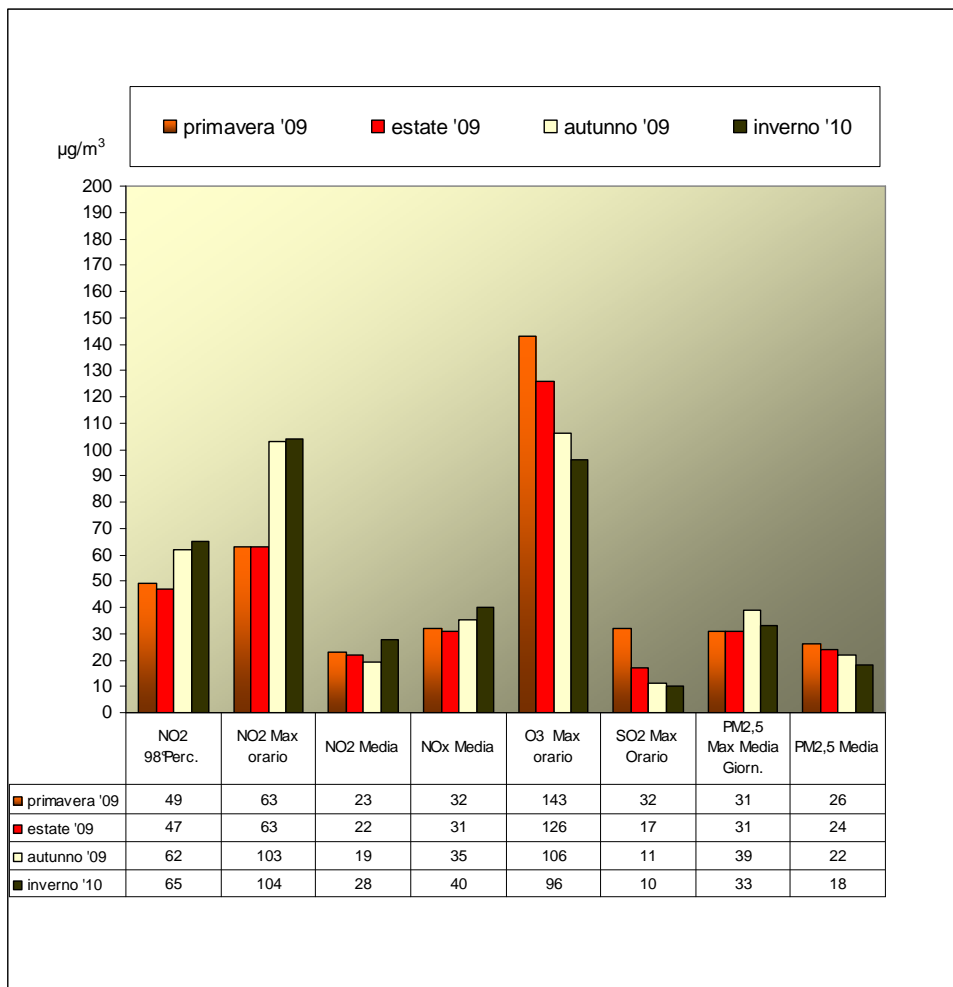
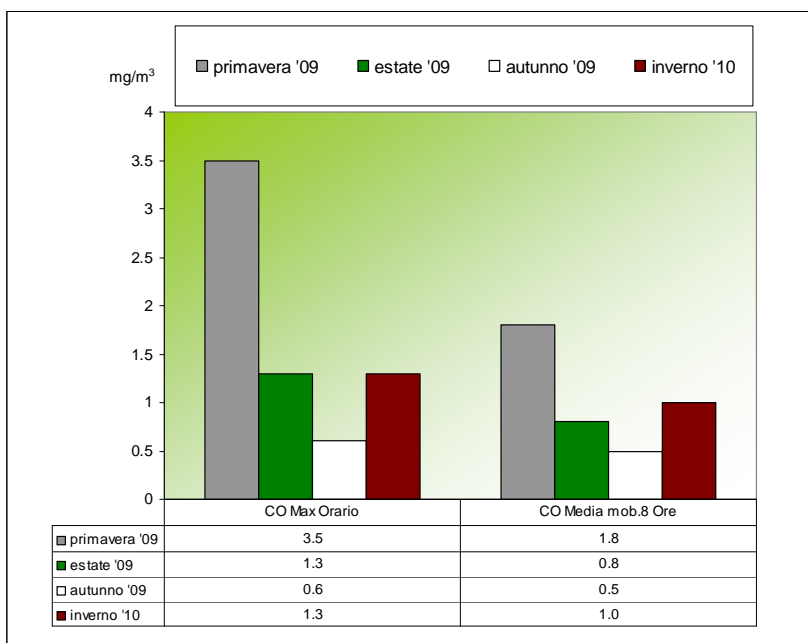
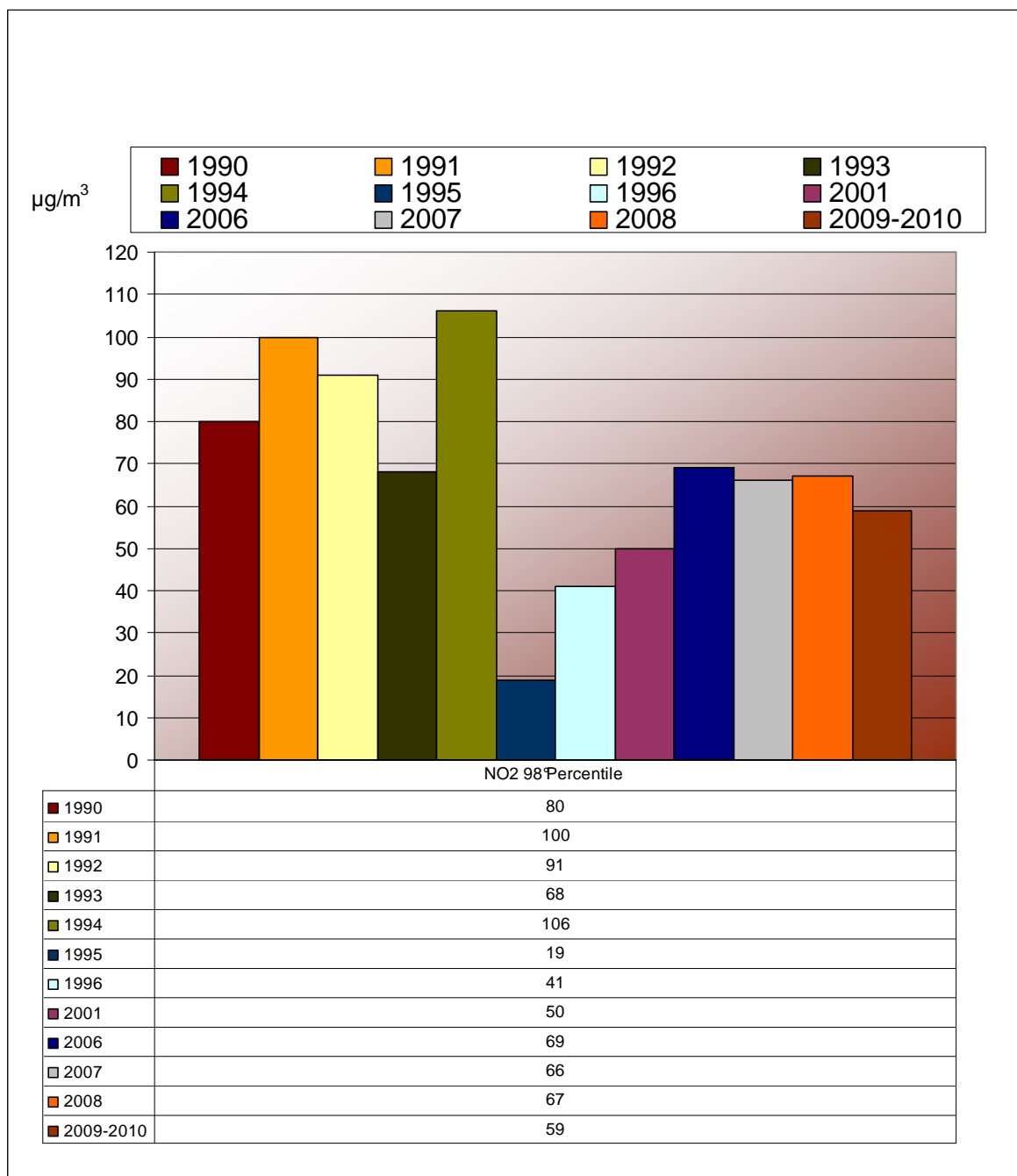


grafico 6.5.2. istogramma andamenti stagionali indicatori di CO



6.6 andamenti dell'indicatore 98° percentile del biossido di azoto nel periodo 1990-2010

Grafico 6.6.1 indicatori qualità dell'aria NO₂ periodo 1990 - 2010



6.7 confronto con i livelli rilevati nell'area urbana di Arezzo

grafico 6.7.1. istogramma valori degli indicatori di NO₂, NO_x, benzene San Zeno/Area Urbana Arezzo

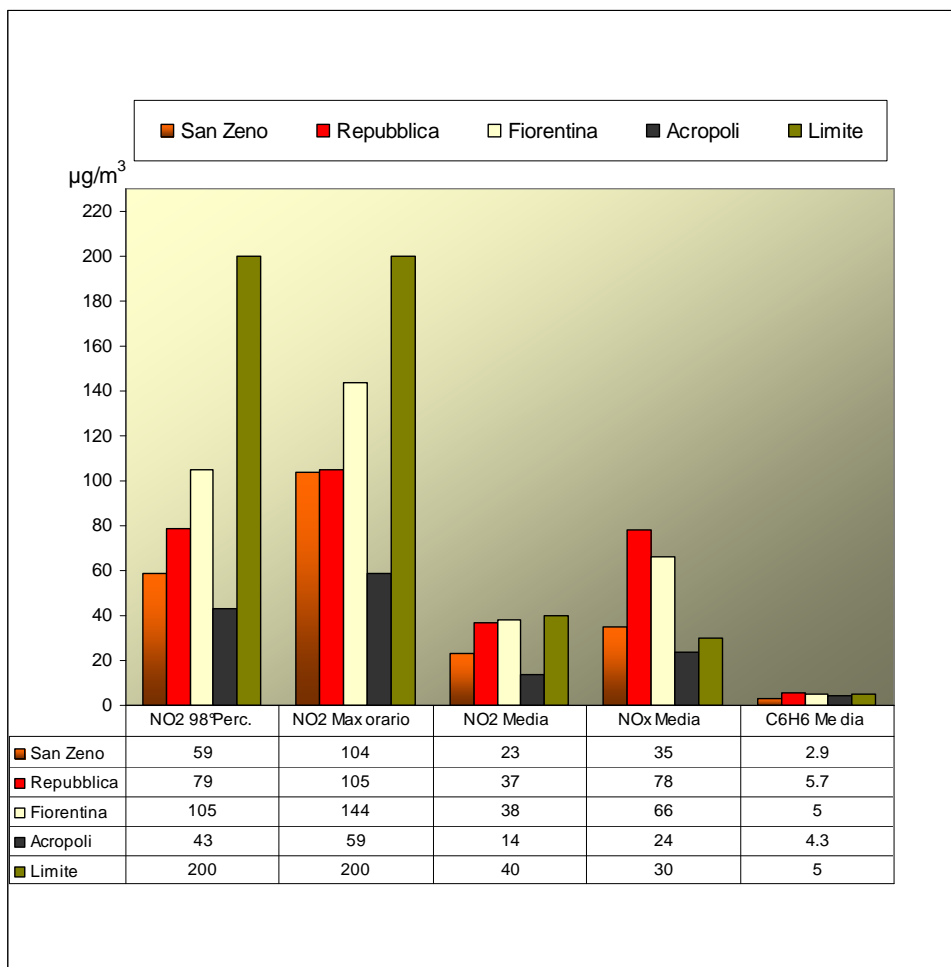
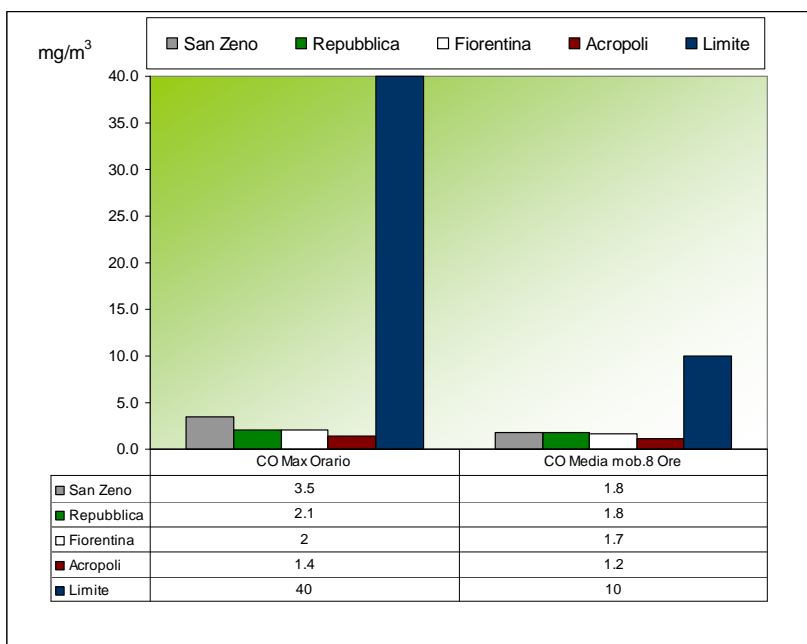


grafico 6.7.2 istogramma valori degli indicatori di CO San Zeno/Area Urbana Arezzo



6.8 confronto con gli andamenti registrati nell'area urbana di Arezzo

monossido di carbonio CO

grafico 6.8.1. andamenti orari 20-28 maggio 2009

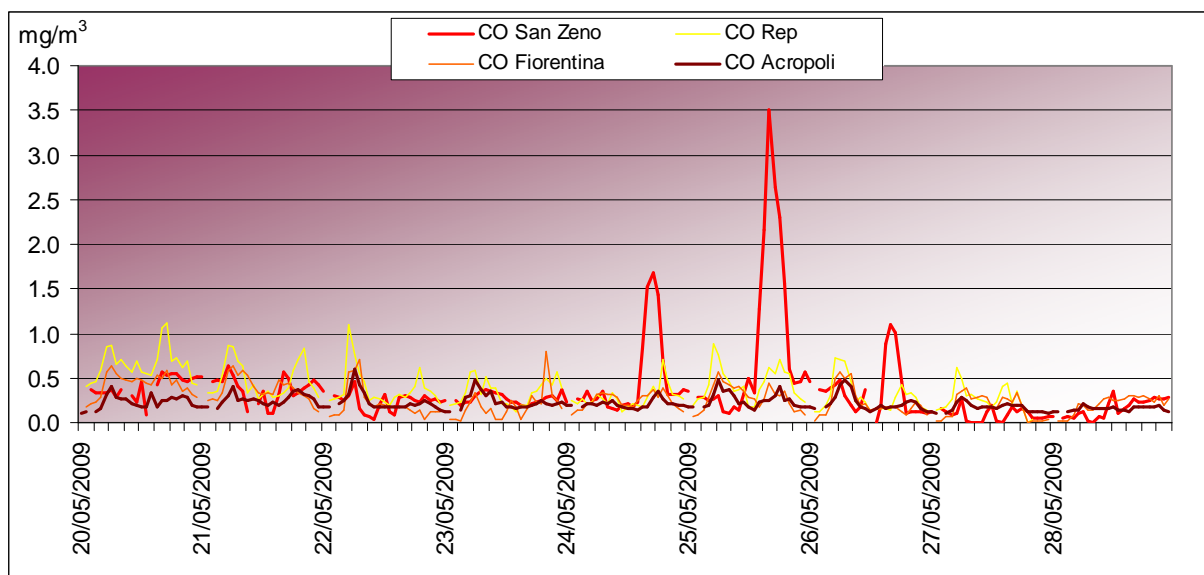


grafico 6.8.2. andamenti orari 09 - 21 luglio 2009

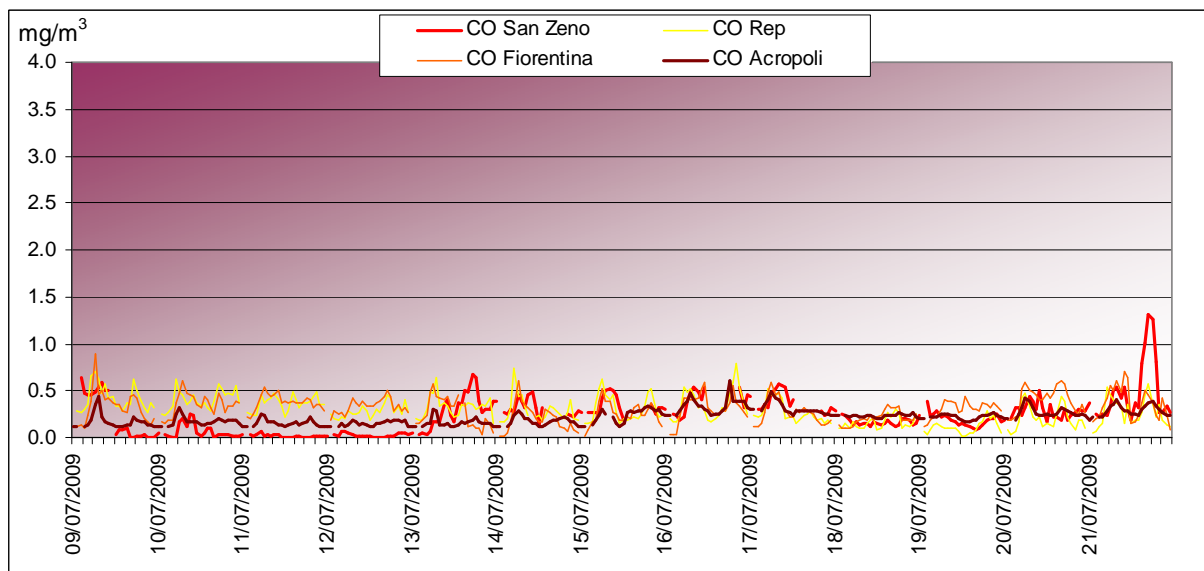


grafico 6.8.3. andamenti orari 30 settembre – 12 ottobre 2009

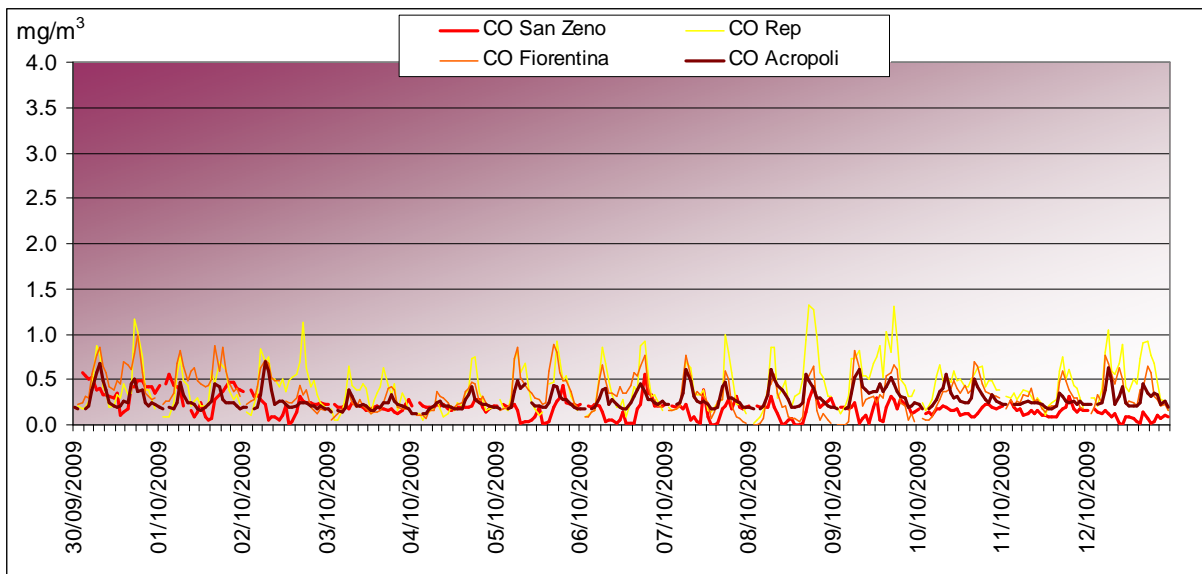
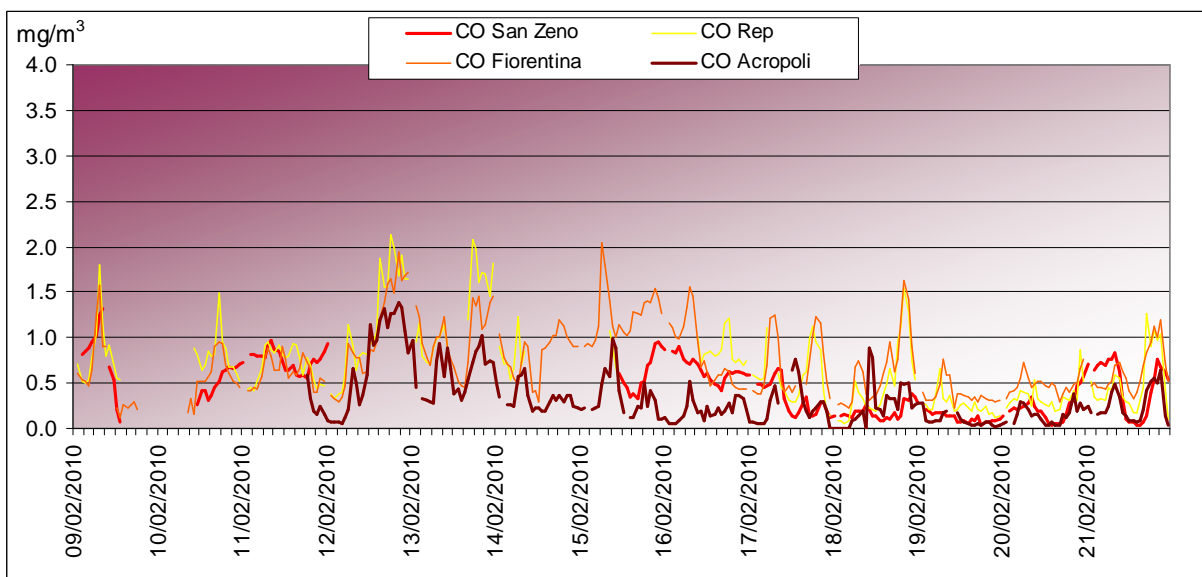


grafico 6.8.4. andamenti orari 09 – 21 febbraio 2010



Ossidi di azoto NOx – valori medi orari

grafico 6.8.5. andamenti orari 20-28 maggio 2009

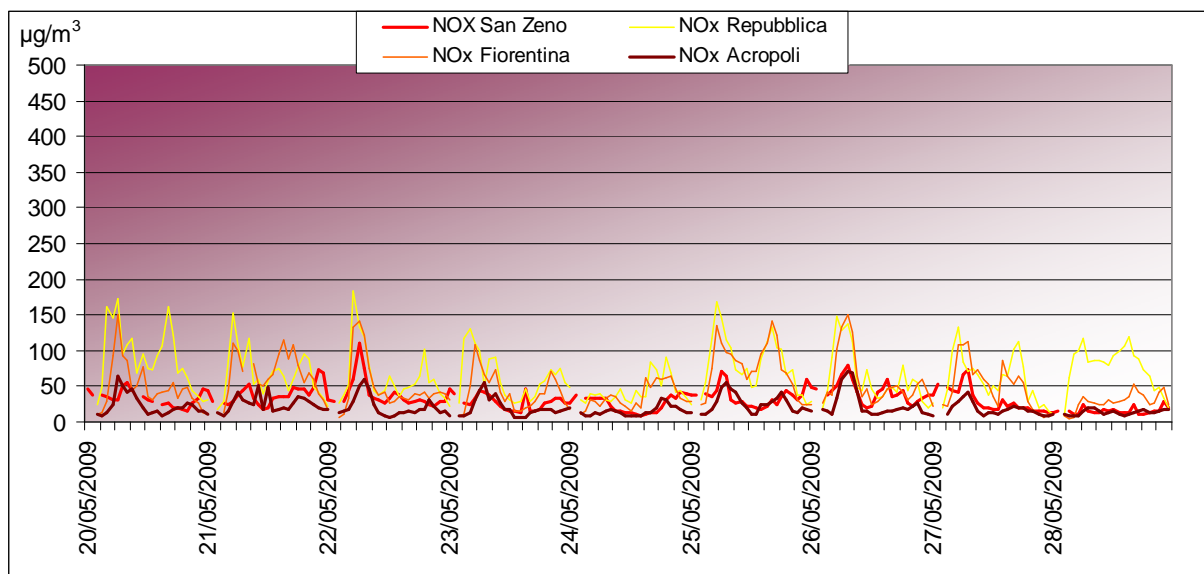


grafico 6.8.6. andamenti orari 09 – 21 luglio 2009

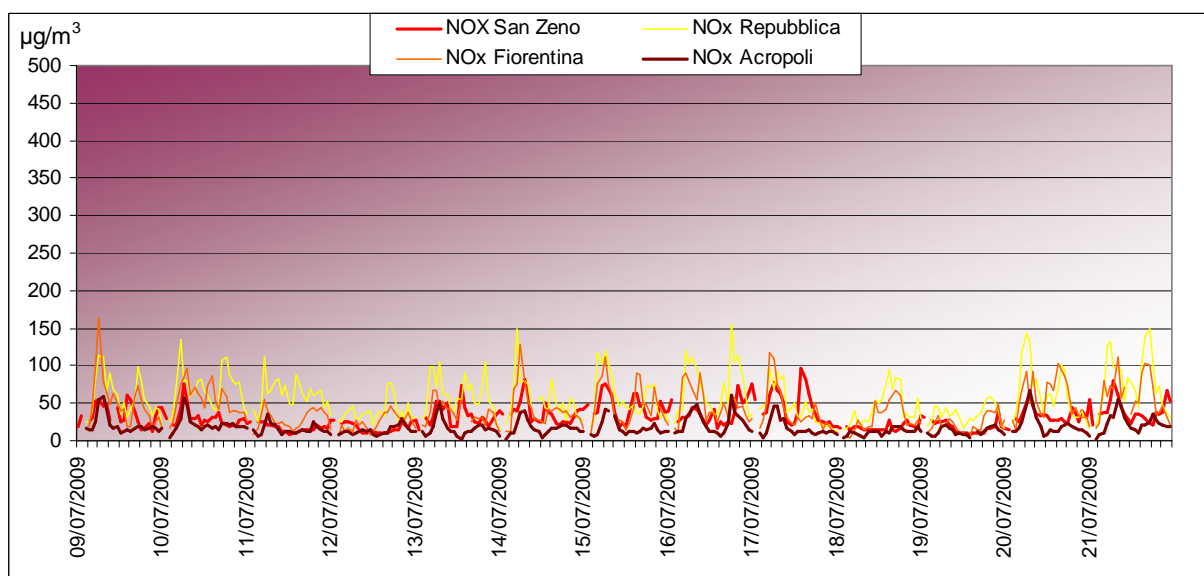


grafico 6.8.7. andamenti orari 30 settembre – 12 ottobre 2009

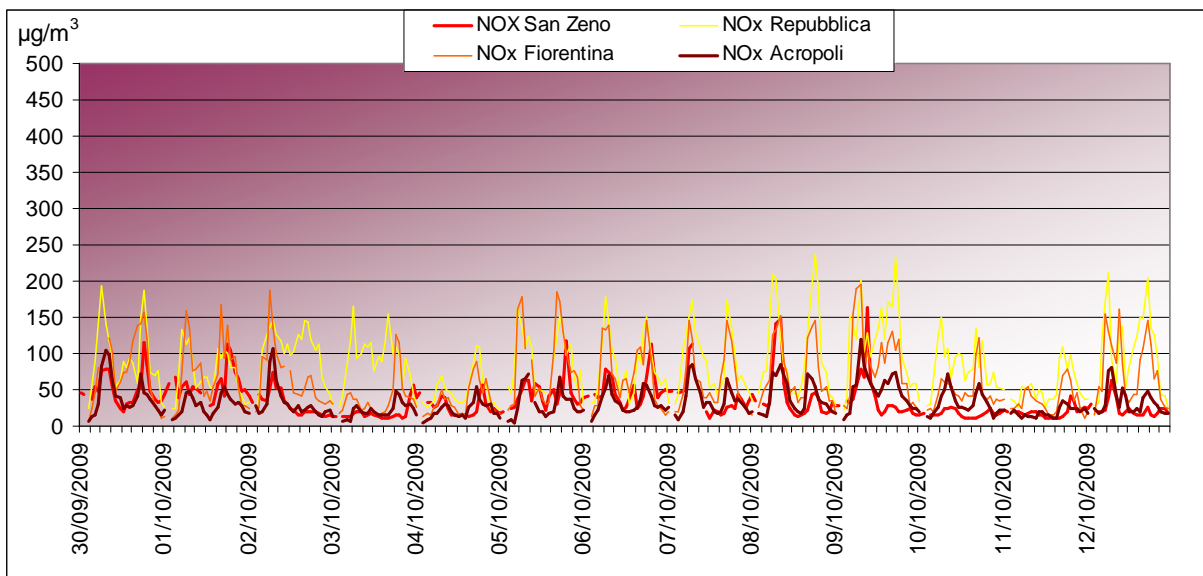
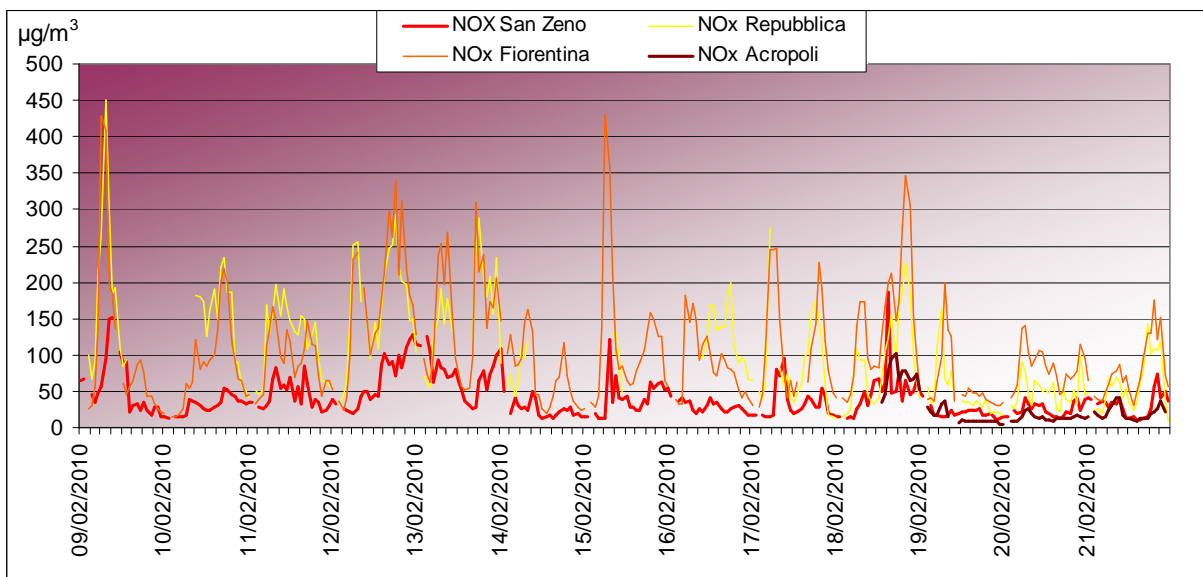


grafico 6.8.8. andamenti orari 09 – 21 febbraio 2010



materiale particolato PM2,5/PM10

Tabella 6.9.1 valori indicatori PM2,5 campagna 2009/2010

| Postazione di misura | media $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | valore massimo giornaliero $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|----------------------|-----------------------------------|--|
| San Zeno | 22 | 39 |

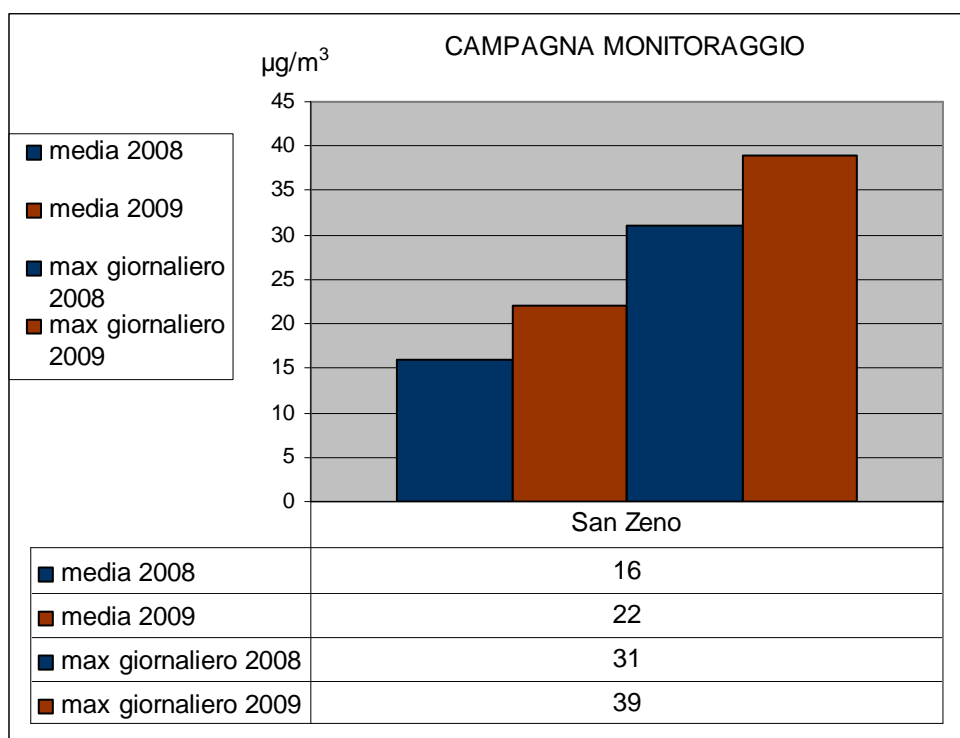
I valori medi annuali sono di poco inferiori al valore limite ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in vigore al 1 gennaio 2015) nonché al valore obiettivo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungersi al 1° gennaio 2010) definiti dall'allegato XIV della direttiva 2008/50/CE del 21/5/2008. In relazione ai valori medi di materiale particolato PM2,5 rilevati nella campagna effettuata nell'anno 2008, si riscontra un incremento pari al 27 %.

Se esaminiamo i valori medi di materiale particolato PM2,5 registrati nell'area urbana di Arezzo si riscontra una distribuzione spaziale media del materiale particolato PM2,5 sostanzialmente equivalente; esistono invece differenze significative per quanto riguarda il valore massimo giornaliero, per il quale l'area urbana, contraddistinta da valori massimi tra loro equivalenti, registra livelli superiori di circa il 30 % rispetto alla zona industriale di San Zeno.

A differenza del materiale particolato PM10, la direttiva non definisce valori limite per l'indicare relativo alla media giornaliera di PM2,5; per questo indicatore è stato fissato un valore guida dall'OMS pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ finalizzato alla prevenzione delle malattie derivanti dall'esposizione di questo agente inquinante, mediante la proposta di valori "sfidanti" per richiamare l'attenzione delle autorità pubbliche.

Nella zona industriale di San Zeno è stato ottenuto il valore massimo giornaliero di PM2,5 superiore al valore guida OMS ($39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 30 settembre 2009) e complessivamente sono stati registrati 17 giorni (36 %) di superamento nei 48 giorni relativi all'intera campagna di monitoraggio. I superamenti sono stati registrati in tutto il periodo della campagna, con una maggior frequenza nelle campagne della primavera e dell'estate (superamenti della primavera-estate rappresentano il 70 % dei superamenti totali registrati).

Grafico 6.9.10 valori degli indicatori PM2,5 campagne 2008 – 2009/2010



6.10 Grafici a dispersione San Zeno/Area Urbana di Arezzo

Materiale Particolato PM_{2,5}/PM₁₀

Grafico 6.10.1. dispersione valori giornalieri P.zza Repubblica (PM₁₀)/San Zeno (PM_{2,5})

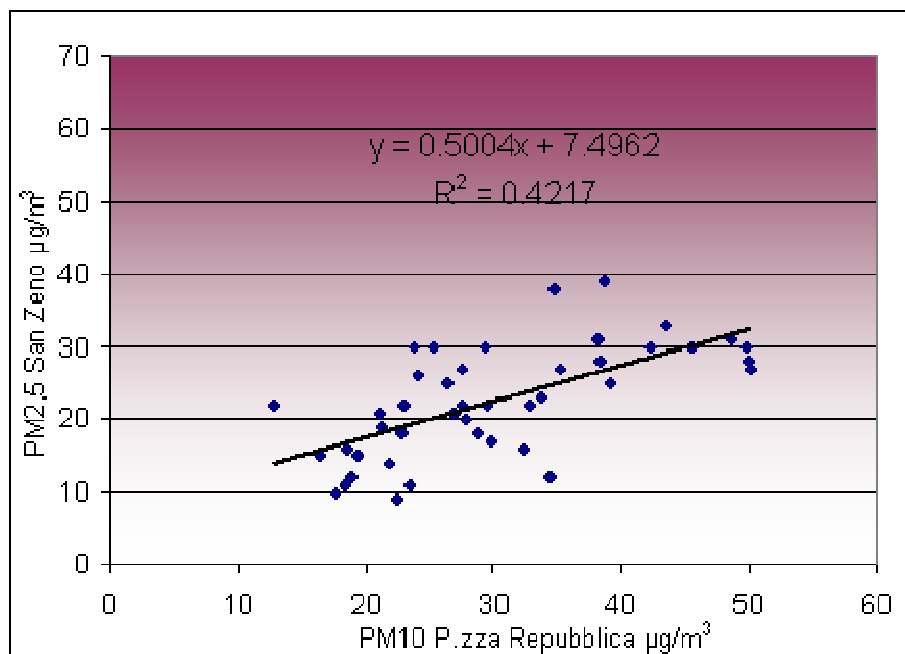
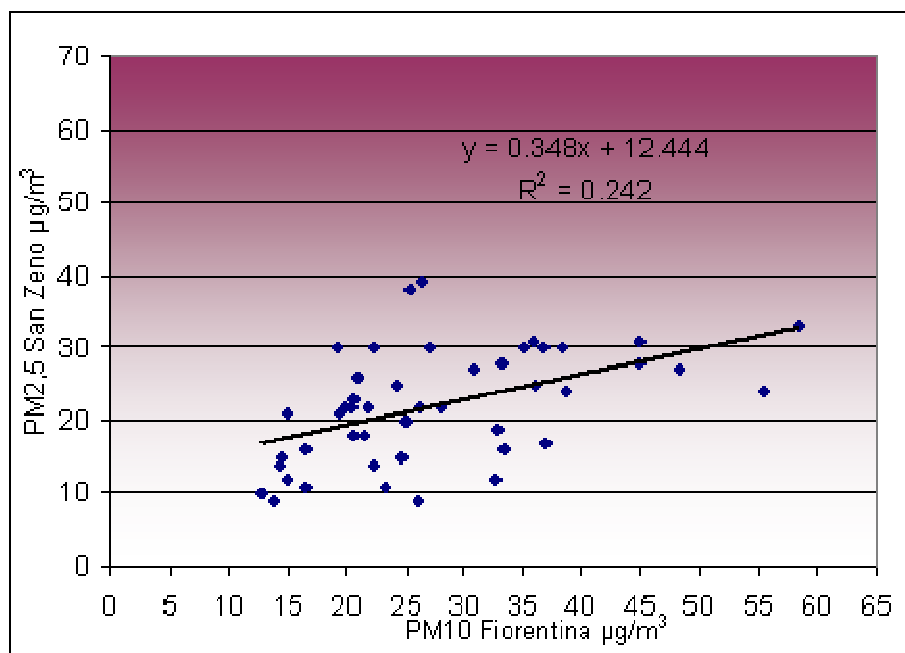


Grafico 6.10.2. dispersione valori giornalieri Via Fiorentina (PM₁₀) / San Zeno (PM_{2,5})



Ossidi di Azoto

Grafico 6.10.3. dispersione valori orari P.zza Repubblica/San Zeno

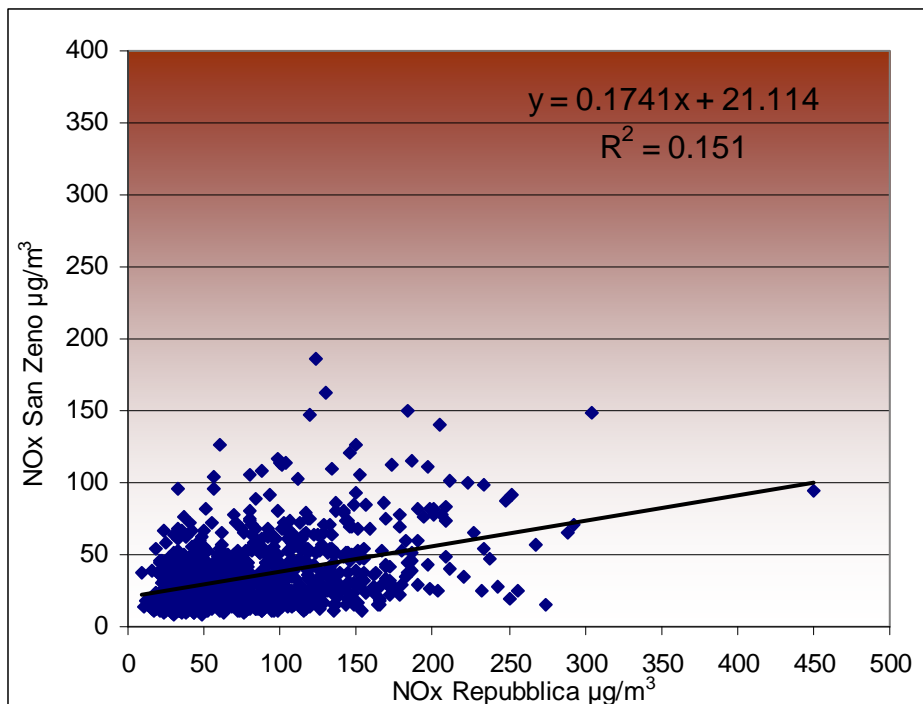


Grafico 6.10.4. dispersione valori orari Via Fiorentina/San Zeno

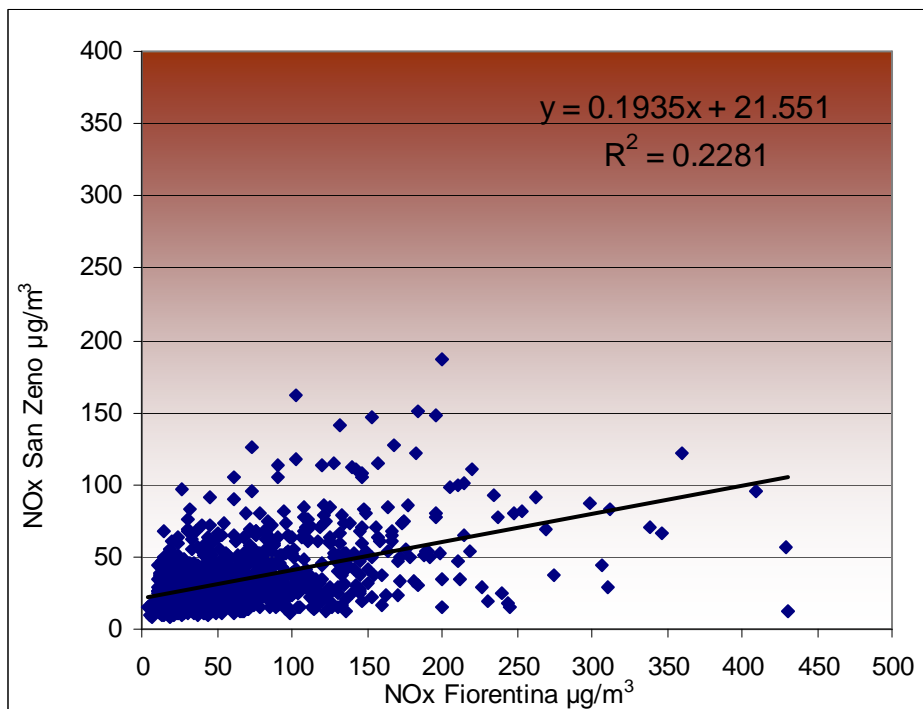
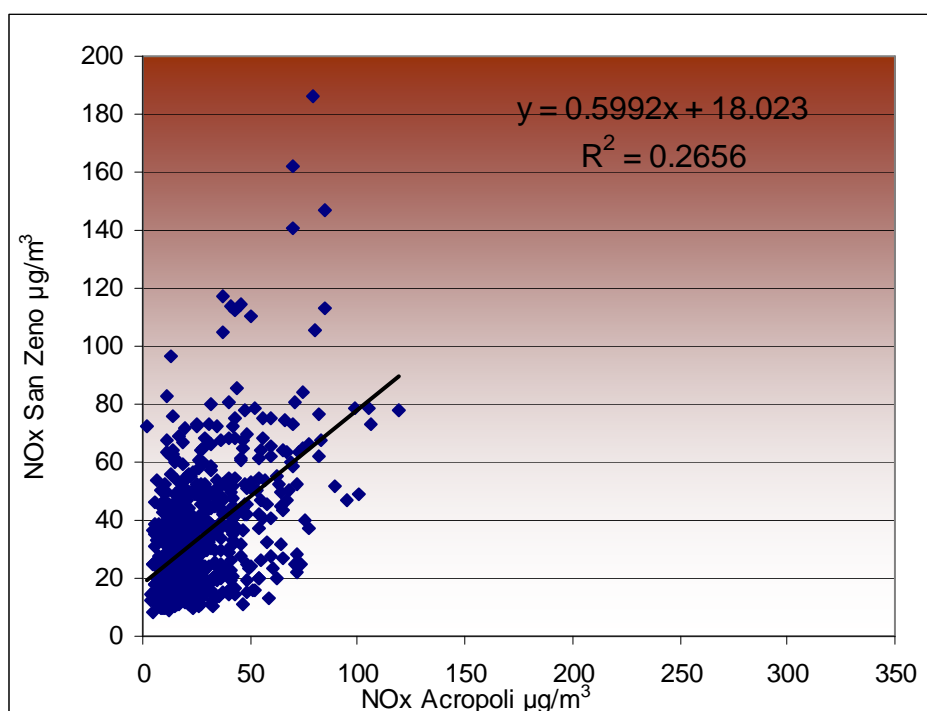


Grafico 6.10.5. dispersione valori orari Acropoli/San Zeno



6.11 Campagna spot monitoraggio metalli

Come già segnalato al capitolo 3, l'attività di monitoraggio è stata valorizzata da una campagna spot di monitoraggio dei metalli disciplinati dal DLgs 152/2007, DLgs 120/2008 e DM 60/2002 (As, Cd, Ni, e Pb). Il periodo di osservazione ha riguardato l'intervallo temporale compreso tra il 24/07/09 ed il 15/10/09 nel quale sono stati effettuati 4 campioni di materiale particolato PM_{2,5} da cui sono stati determinati i metalli. Le modalità di organizzazione della campagne e la tecnica utilizzata è stata descritta al capitolo 3. Le analisi sono state condotte dal laboratorio ARPAT di Arezzo (Cd, Ni, Pb - metodo UNI-EN 14902:2005) e dal laboratorio ARPAT di Grosseto (As - metodo UNI-EN ISO 17294-2:2005).

Tabella 6.11.1 valori metalli campagna spot 2009 materiale particolato PM_{2,5} postazione San Zeno

| | N° campioni | Media | Limite/Valore Obiettivo | Min | Max |
|----------------------------|----------------|-------|----------------------------|-------|-------|
| Pb (AA) µg/m ³ | 4 | 0,08 | 0,5 | 0,05 | 0,129 |
| Ni (AA) ng/m ³ | 4 | < 2 | 20 | < 2 | < 2 |
| As (ICP) ng/m ³ | 4 | < 1 | 6 | < 1 | < 1 |
| Cd (AA) ng/m ³ | 4 | 1,5 | 5 | < 0,5 | 2,2 |

I valori medi dei metalli determinati nella campagna spot sono significativamente inferiori ai relativi limiti (valori obiettivo definiti dall'allegato I del DLgs 152/2007 e DLgs 120/2008 per Ni, As, Cd – valore limite definito dall'allegato IV DM 60 /2002 per Pb riferiti ad un periodo di osservazione annuale). Il Cadmio è il metallo più significativo dell'area monitorata, esso è riconducibile ai processi produttivi del settore orafa (fusione) i quali sono i più rappresentativi dell'area industriale di San Zeno.

I livelli di questo metallo riscontrati nell'intervallo temporale esaminato, sono estremamente variabili e passano da valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale ($< 0,5 \text{ ng/m}^3$) a livelli molto più elevati ($2,2 \text{ ng/m}^3$ poco inferiore alla metà del valore obiettivo riferito alla media annuale).

Se consideriamo la relazione riguardante "l'indagine ambientale nella provincia di Arezzo per la caratterizzazione delle emissioni di polveri da impianti industriali" (lavoro svolto nell'anno 2007 dall'Università di Pisa – Dipartimento Ingegneria Meccanica Nucleare e della Produzione ed ARPAT di Arezzo nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dalla Provincia di Arezzo), i metalli più rappresentativi dell'impianto AISA, ubicato in direzione nord-ovest ad una distanza di circa 850 metri dalla postazione di misura sono, lo zinco (ordine 10^{-1} mg/Nm^3) ed il piombo (ordine 10^{-2}). Tra gli altri metalli, sono stati evidenziati il rame, lo stagno, il manganese, l'antimonio ed il cromo (in concentrazioni intorno a valori dell'ordine di 10^{-3} mg/Nm^3), in concentrazioni più basse, il cadmio e il nichel (valori dell'ordine di 10^{-4} mg/Nm^3) e il vanadio, l'arsenico, il cobalto ed il tallio (valori dell'ordine di $10^{-5} - 10^{-6} \text{ mg/Nm}^3$). Come abbiamo visto prima, la presenza di cadmio in aria ambiente è la più significativa della zona; questo metallo è pertanto riconducibile anche all'impianto AISA, anche se questo metallo, tenendo sempre in considerazione il quadro emissivo relativo ai metalli dell'impianto, non è il più rappresentativo sotto il profilo quantitativo sia rispetto ad altri metalli non determinati nei campioni della campagna spot in aria ambiente (es. zinco), sia agli altri metalli determinati nei campioni della campagna spot in aria ambiente (es. arsenico, nichel e piombo). I venti prevalenti nel periodo estivo e autunnale dell'anno 2009 riguardante la campagna spot dei metalli in aria ambiente sono stati quelli da Nord-Nord-Ovest (11%), Sud (9 %) e Nord-Ovest (9 %) pertanto in prevalenza attinenti alla direzione di ubicazione l'impianto AISA.

Valutazione dei risultati

Il contesto relativo alla qualità dell'aria ambiente rilevato dalla presente campagna di monitoraggio, evidenzia per tutti inquinanti misurati, livelli di concentrazione inferiori ai valori limite previsti dalla normativa vigente.

In dettaglio, l'ordine di grandezza delle concentrazioni di CO ed SO₂ si attesta ben al di sotto del 50 % dei rispettivi valori limite. Per il materiale particolato PM_{2,5} il valore medio dell'intera campagna di monitoraggio è poco inferiore al valore obiettivo da raggiungersi al 1° gennaio 2010 (media annuale pari a $25 \mu\text{g/m}^3$) ed al valore limite che sarà in vigore il 1 gennaio 2015 (media annuale pari a $25 \mu\text{g/m}^3$) definiti dall'allegato XIV della direttiva 2008/50/CE del 21/5/2008. Per quanto attiene i NMHC (idrocarburi non metanici), è da rilevare che il valore numerico dell'indicatore relativo alla media di tre ore è superiore al relativo standard di qualità dell'aria; tuttavia la normativa intende superato questo valore limite solo quando è superato contemporaneamente anche quello dell'ozono (standard di qualità dell'aria definito dal DPCM del 28/3/83 corrispondente a $200 \mu\text{g/m}^3$ come media oraria), caso che non si è verificato nel periodo di osservazione relativo alla campagna di monitoraggio effettuata. Valori di NMHC superiori ai $200 \mu\text{g/m}^3$ sono normalmente presenti nelle zone antropizzate. Tale parametro è comprensivo di tutte le sostanze organiche aerodisperse in forma gassosa.

Gli indicatori di biossido di azoto finalizzati alla tutela della salute umana (valore massimo orario e la media), registrano livelli di concentrazione pari alla metà del valore limite. Il rapporto tra il valore massimo orario ed il relativo valore del 98° percentile, poco inferiore a 2, mette in evidenza che gli eventi di picco sotto il profilo della frequenza sono episodici rispetto alla prevalenza dei dati raccolti nella campagna di misura; l'episodicità di questi eventi, fa sì che i relativi livelli di concentrazione non determinino effetti rilevanti sul valore medio di tutto il periodo, il quale rappresenta l'effettiva esposizione della popolazione agli agenti inquinanti. Ciò è confermato anche dal considerevole scarto tra valore massimo orario ed il valore medio di biossido di azoto pari al 78 %.

L'indicatore relativo alla media annuale degli ossidi di azoto (NO_x) espressi come NO₂, finalizzato alla protezione della vegetazione, ha superato il relativo valore limite, tuttavia questo indice si riferisce alle misure effettuate dalle stazioni suburbane, rurali e rurali di fondo al fine della protezione della vegetazione e delle foreste.

Per quanto attiene l'ozono, sono stati registrati 17 casi di superamento del valore bersaglio di protezione della salute umana (indicatore della media mobile di 8 ore massima giornaliera) distribuiti in 4 giorni del periodo primaverile; il DLgs 183/2004 consente il superamento di questo indice per 25 giorni all'anno (come media di 3 anni). Poiché la presente campagna si riferisce a misure indicative basate su campagne stagionali discontinue, non è corretto effettuare la valutazione diretta di conformità del numero dei giorni di superamento media mobile di 8 ore massima giornaliera; è da valutare però per questo aspetto, la situazione rilevata dalla stazione di misura della rete di Arezzo che rileva l'ozono (Acropoli) la quale ha registrato nel triennio 2007-2009 un numero di giorni medi di superamento dell'indicatore conforme ai casi ammessi dal DLgs 183/2004.

I valori dei metalli determinati nella campagna spot sono significativamente inferiori ai relativi limiti (valori obiettivo definiti dall'allegato I del DLgs 152/2007 e DLgs 120/2008 per Ni, As, Cd – valore limite definito dall'allegato IV DM 60 /2002 per Pb riferiti ad periodo di osservazione annuale). Il Cadmio è il metallo più significativo dell'area monitorata, esso è riconducibile ai processi produttivi del settore orafa i quali sono i più rappresentativi dell'area industriale di San Zeno.

In relazione alla campagna effettuata nell'anno 2008, i dati registrati nel periodo di osservazione 2009-2010 presentano un incremento dei valori di materiale particolato PM_{2,5} (media annuale + 27 %), di benzene (media annuale + 81 %), di monossido di carbonio (valore massimo orario + 59 %, media mobile 8 ore + 20 %) e degli idrocarburi non metanici (media massima di 3 ore + 29 %). Andamenti discordanti sono stati invece registrati dagli indicatori riguardanti gli ossidi di azoto per il quale è riscontrato un decremento generale (biossido di azoto NO₂ valore massimo orario – 23%, biossido di azoto NO₂ media annuale – 11%, ossidi di azoto NO_x media annuale – 15%). Sono sostanzialmente stabili i livelli di ozono e di anidride solforosa (media massima giornaliera).

Come abbiamo visto prima, il valore dell'indicatore degli idrocarburi non metanici riguardante il valore medio massimo di tre ore, è aumentato rispetto alle precedenti campagne di misura; se però mettiamo in relazione questo dato con tutti i dati monitorati nella campagna di misura 2009-2010, considerando, ad esempio il valore medio dell'intero periodo, si rileva che il valore massimo della media di tre ore è significativamente più elevato (15 volte). Questo rapporto così sbilanciato indica pertanto che i livelli massimi hanno una natura episodica e pertanto un peso poco significativo sul complesso dei dati registrati nell'intero periodo (media intero periodo 73 µg/m³).

I trend in aumento riscontrati per monossido di carbonio e benzene, sono da ritenersi poco rilevanti giacché gli attuali valori sono ancora lontani dal rispettivo valore limite; al contrario invece per il materiale particolato PM_{2,5} per il quale l'incremento ha fatto avanzare i livelli in prossimità al valore limite in vigore nell'anno 2015 ed al valore obiettivo in vigore dal 1 gennaio 2010. In considerazione che le misure di PM_{2,5} proseguiranno nell'anno 2010, al termine della relativa campagna potranno essere effettuate considerazioni più accurate riguardanti l'evoluzione della situazione di questo inquinante.

Andamenti temporali

Gli andamenti mensili di benzene mettono in rilievo il trend caratteristico degli inquinanti primari nel quale i livelli più elevati sono registrati nelle stagioni dell'autunno e dell'inverno (settembre-febbraio); i singoli valori mensili sono inferiori al valore limite definito per la media annuale.

Per quanto riguarda il PM_{2,5} si rileva la presenza di livelli di picco nel periodo estivo (10 – 18 luglio 2009); anche il monossido di carbonio registra questo fenomeno con livelli più elevati rispetto al restante periodo di osservazione nei giorni 24 – 26 maggio 2009, tale andamento non trova riscontro nell'area urbana di Arezzo e pertanto questi dati fuori linea sono da attribuire a particolari condizioni di microscala.

Distribuzione in classi di concentrazione

La prevalenza degli inquinanti presenta la massima distribuzione dei livelli di concentrazione nelle categorie caratterizzate dai valori più bassi, significativamente distanti dal relativo valore limite. La distribuzione dei livelli medi giornalieri di PM_{2,5} mette in evidenza le frequenze più elevate nella fascia di concentrazione di 25-30 µg/m³ corrispondente al valore limite definito per la media annuale; in confronto alla distribuzione elaborata nella precedente campagna effettuata nell'anno 2008, si rileva uno spostamento della distribuzione a ridosso del valore limite. Di segno opposto la distribuzione dei NMHC, dove si passa dalla frequenza più rappresentativa (30 %) nella classe di concentrazione di 300 µg/m³ registrata nell'anno 2008 a quella notevolmente inferiore pari a 100 µg/m³ (frequenza 80 %) registrata nell'anno 2009 ed equivalente a quella della campagna 2006-2007.

Giorno tipo

Dalle elaborazioni inerenti il giorno tipo si rileva, in relazione ai particolari meccanismi di formazione stagionali dell'ozono attivati dalla radiazione solare e dalla temperatura dell'aria, il peculiare andamento contraddistinto da valori orari più elevati nelle ore di massima insolazione delle stagioni primaverili ed estive. Per i restanti inquinanti le evoluzioni possono essere così sintetizzate:

- monossido di carbonio – livelli modesti caratterizzati da andamenti sovrapponibili nella prevalenza delle stagioni (primavera, estate ed autunno). I trend di queste tre stagioni meteorologiche sono caratterizzati da un incremento minimo rispetto alle restanti ore della giornata che si presenta nelle ore pomeridiane (17- 21). Le evoluzioni dell'inverno, rappresentate da livelli di concentrazione più elevati delle altre stagioni, registrano valori massimi alla mattina (ore 10) e alla sera (21-23); i livelli minimi sono registrati in questa circostanza nella fascia oraria 16-18 coincidente con i livelli massimi registrato negli andamenti medi delle altre stagioni dell'anno;
- biossido di azoto – andamenti medi coincidenti per tutte le stagioni meteo nel quale sono evidenti i livelli di picco della fascia oraria del mattino (8-9) e del pomeriggio (20 - 21); come peraltro già osservato per il monossido di carbonio i trend delle stagioni della primavera, dell'estate e dell'autunno si equivalgono oltre per gli andamenti anche sotto il profilo quantitativo, la stagione dell'inverno registra invece i livelli più elevati dell'anno;
- materiale particolato PM_{2,5} – il quadro per questa frazione granulometrica è in linea rispetto a quanto valutato fino adesso, si riscontra un'equivalenza degli andamenti nelle stagioni della primavera, dell'estate e dell'autunno caratterizzati dalla presenza di quattro livelli di picco: alla notte (ore 2), nelle ore centrali della giornata (ore 11 e 14) ed a tarda sera (ore 23). La stagione della primavera ha presentato i livelli più elevati dell'anno, poco superiori a quelli dell'estate. Il picco più intenso è registrato alle ore 11 nelle stagioni della primavera e dell'estate con valori medi poco superiori al valore limite definito per la media annuale. Il periodo invernale, sotto l'aspetto quantitativo registra i valori stagionali più bassi; il trend è caratterizzato dalla presenza di due valori di picco giacché è molto attenuato il picco delle ore 11-14 caratteristico delle altre stagioni meteorologiche. La presenza di maggiori livelli nelle stagioni della primavera e dell'estate era stata constatata anche nella precedente campagna effettuata nell'anno 2008. L'andamento dell'inverno registra il valore più elevato alla tarda sera, valore che peraltro supera quelli alla stessa ora delle altre stagioni;
- biossido di zolfo – le evoluzioni caratterizzate da livelli di modesta entità, tracciano andamenti stagionali comparabili in primavera, estate ed autunno nel quale il valore massimo è registrato alla mattina (ore 12) e nel pomeriggio (ore 16). La stagione dell'inverno segue un trend caratteristico caratterizzato dalla presenza di un valore massimo nella prima mattina (ore 7);

- idrocarburi non metanici NMHC – gli andamenti stagionali presentano, complessivamente elementi comuni rappresentati dalla presenza di un unico livello massimo nelle ore centrali della giornata (ore 13); ciò che cambia in maniera sostanziale è l'entità del livello massimo raggiunto sotto il profilo temporale poiché la stagione dell'inverno registra valori di circa il doppio rispetto alle altre stagioni, le quali si attestano su valori tra loro omogenei.

Andamenti stagionali

Gli andamenti stagionali degli indicatori di qualità dell'aria mettono in rilievo valori più elevati nel periodo autunno-inverno per gli ossidi di azoto (NO_x-NO-NO₂). I restanti inquinanti presentano i valori più elevati dell'anno nella stagione della primavera che progressivamente, sotto il profilo temporale, decrescono fino a raggiungere il minimo nel periodo invernale. Relativamente agli inquinanti biossido di zolfo e monossido di carbonio, tale andamento, da considerarsi atipico in considerazione dei peculiari trend registrati nelle aree urbane dove gli inquinanti primari raggiungono i livelli massimi nel periodo invernale per effetto dell'inversione termica, è da attribuire a particolari condizioni di microscala. La predente campagna di monitoraggio effettuata nell'anno 2008 aveva fornito le medesime indicazioni per questi due inquinanti giacché i valori massimi stagionali erano stati registrati nel periodo estivo, inconsueto per gli inquinanti primari. Dall'esame dei dati meteorologici rilevati dalla stazione meteo di Villa Chianini ad Arezzo si rileva che il periodo di maggio 2009, rappresentante la campagna primaverile della postazione di San Zeno, ha registrato valori massimi di temperatura e radiazione solare globale equivalenti a quelli estivi del mese di luglio, pertanto gli andamenti dei valori stagionali degli indicatori registrati nella campagna 2009-2010 sono da ritenersi in linea con quelli registrati nella campagna precedente (2008). In relazione a questo andamento è da ritenere che il contributo più rappresentativo per la frazione di materiale particolato PM_{2,5} sia rappresentato dalla componente secondaria (formazione di materiale particolato in aria ambiente a partire da componenti gassose) per il quale l'azione catalizzante (ad opera di temperatura dell'aria, e radiazione solare) dei meccanismi di formazione di questa componente, nel periodo estivo - primaverile si trova nella condizione ideale.

Andamenti annuali 98° percentile NO₂

Le valutazioni di questo indicatore riguardante il periodo di osservazione 1990-2010 si riferiscono all'elaborazione dei valori registrati nelle precedenti campagne effettuate con l'autolaboratorio nella zona industriale di San Zeno nel periodo maggio/giugno '95, marzo/aprile '96, marzo/aprile 2001, nell'anno 2006, nell'anno 2007, nell'anno 2008 nonché dalla stazione di misura fissa ubicata di fronte al ristorante la Torretta dall'anno '90 all'anno '94. Sono riscontrati livelli sostanzialmente stabili nel triennio '06-'07-'08, ma più elevati rispetto alle precedenti campagne spot effettuate nel '95, nel '96 e nel '01. La campagna 2009-2010 registra un decremento medio contenuto (- 14 %) rispetto al triennio precedente. Il confronto rispetto ai valori registrati nei primi anni '90 dalla stazione di misura fissa, mette in evidenza, come peraltro riscontrato nell'area urbana di Arezzo, un decremento significativo dell'indicatore da attribuire ai benefici prodotti dal rinnovo del parco veicolare per effetto degli incentivi promossi a partire da metà degli anni '90 finalizzati alla rottamazione delle vetture non catalizzate motorizzate euro zero.

Raffronto con i livelli registrati nell'area urbana di Arezzo

Se mettiamo in relazione i valori degli indicatori di qualità dell'aria registrati per la postazione di San Zeno con quelli misurati nello stesso periodo di osservazione nelle stazioni di misura ubicate nell'area urbana di Arezzo di P.za della Repubblica (stazione classificata urbana-traffico), di Via Fiorentina (stazione classificata urbana-traffico) e di Acropoli (stazione classificata urbana-fondo), traspare, relativamente agli andamenti temporali (valori medi orari NO_x e CO) una buona corrispondenza, nel quale i valori aumentano e diminuiscono prevalentemente agli stessi orari.

Da questo contesto generale è da considerare, in particolare per il monossido di carbonio, un'eccezione limitata al periodo 24 – 26 maggio e 21 luglio 2009, nel quale la presenza di episodi acuti nella zona di San Zeno non ha trovato riscontri corrispondenti nell'area urbana di Arezzo. A prescindere da questi singoli eventi dovuti a particolari situazioni di microscala, in generale è da ritenere che le fonti di emissioni puntuali locali della zona forniscono contributi non determinanti e limitati al contesto della qualità dell'aria, giacché i livelli registrati a San Zeno seguono i trend tracciati dalle stazioni dell'area urbana, nel quale le fonti principali di emissione, sono rappresentate dal traffico autoveicolare e nel periodo invernale anche dagli impianti di riscaldamento. Sotto il profilo quantitativo i trend delle stazioni da traffico dell'area urbana si distribuiscono su fasce di concentrazione più elevate rispetto alla postazione di San Zeno, la quale rispetto invece alla stazione di fondo urbano di Acropoli registra livelli leggermente più elevati. Altre informazioni in questo senso sono fornite dagli indicatori di qualità dell'aria, per quanto riguarda il valore medio di NO₂, le stazioni urbane-traffico presentano valori superiori di circa il 60 % rispetto a San Zeno, questo scarto decresce se analizziamo i valori massimi nel quale la postazione di San Zeno è inferiore alla stazione di Via Fiorentina (- 38 %) e praticamente equivalente a P.za Repubblica (- 1 %). Questa situazione si ripete in parte anche per il monossido di carbonio anche se con scarti più contenuti, per quanto riguarda i valori medi San Zeno è inferiore rispetto alle stazioni da traffico dell'area urbana di circa il 30 % (equivalente invece alla stazione di fondo di Acropoli), ma nel raffronto con i valori massimi orari la situazione si ribalta poiché la postazione di San Zeno registra valori più elevati dell'area urbana, di circa il 40 % delle stazioni da traffico e ben del 60 % della stazione di fondo di Acropoli. Il fattore determinante di questa inversione dei rapporti è dovuta proprio agli episodi acuti avvenuti nei giorni 24 e 26 maggio 2010. La valutazione degli indicatori relativi alla media annuale di benzene, rende più articolato il contesto generale poiché l'area urbana presenta valori significativamente più elevati della zona industriale di San Zeno con scarti consistenti al riguardo delle stazioni urbane traffico (San Zeno Vs Repubblica - 96 %, San Zeno Vs Fiorentina - 72 %, San Zeno Vs Acropoli - 48 %).

In conclusione il raffronto degli indicatori di qualità dell'aria mette in evidenza che l'area urbana di Arezzo, in particolare nelle zone caratterizzate da flussi veicolari intensi, presenta valori medi significativamente più elevati, questa situazione cambia però per quanto riguarda i valori massimi rappresentativi di episodi acuti, dove la postazione esaminata arriva a superare senza eccezione la stazione di fondo di Acropoli ed in alcuni casi (vedi monossido di carbonio) anche le stazioni da traffico.

La zona di San Zeno è pertanto interessata da episodi con valori di picco, i quali tuttavia sono da considerarsi, complessivamente di poco rilievo in quanto gli scarti tra i valori massimi ed i valori medi sono considerevoli.

Le elaborazioni relative ai grafici a dispersione degli ossidi di azoto NO_x confermano le valutazioni effettuate sopra riguardanti le stazioni di traffico, giacché la forte inclinazione della retta verso l'asse dei valori relativi alle stazioni di P.za Repubblica e di Via Fiorentina, indica che in queste stazioni di misura i valori sono più elevati. Per quanto riguarda il materiale particolato PM_{2,5} (San Zeno)/PM₁₀ (P.za Repubblica e Via Fiorentina), si riscontra che il PM_{2,5} monitorato a San Zeno rappresenta mediamente circa il 40 % del PM₁₀ misurato nell'area urbana, il che non si discosta in maniera significativa dai rapporti determinati nell'area urbana di Arezzo nel quale il PM_{2,5} rappresenta il 50 % del PM₁₀ (campagna effettuata con l'autolaboratorio nel periodo di osservazione 2009 presso la stazione di misura di Via Fiorentina). Il rapporto PM_{2,5} di San Zeno con il PM₁₀ dell'area urbana relativo alla campagna 2009-2010 è coerente a quello determinato nella precedente campagna effettuata nell'anno 2008.

8. Considerazioni riassuntive e finali

I livelli degli indicatori di qualità dell'aria misurati nella postazione esaminata sono contraddistinti da concentrazioni inferiori ai relativi valori limite; nella prevalenza dei casi vi è una significativa inferiorità rispetto al valore limite. Fa eccezione al quadro presentato il materiale particolato PM_{2,5} il cui indice riguardante il valore medio, risulta poco inferiore al rispettivo valore limite; si configura pertanto il rischio di superamento del valore limite e del valore obiettivo (contraddistinti da un valore coincidente – 25 µg/m³) previsti dalla Direttiva della Comunità Europea.

Questa situazione è equivalente all'area urbana di Arezzo e fornisce una prima indicazione, da confermare con i dati della campagna in corso nell'anno 2010, sulla distribuzione spaziale, attualmente omogenea, di questo agente inquinante. Gli andamenti stagionali delle medie di PM_{2,5} delle due campagne di monitoraggio effettuate nell'anno 2008 e 2009-2010 forniscono indicazioni riguardanti una forte stagionalità di questa frazione granulometrica la quale presenta valori più elevati nelle stagioni della primavera e dell'estate. Si ritiene che questa situazione sia determinata dalla prevalenza della componente secondaria (formazione di materiale particolato in aria ambiente a partire da inquinanti gassosi) i cui meccanismi di formazione sono catalizzati dalla temperatura dell'aria e dalla radiazione solare. La zona è contraddistinta da sporadici livelli di picco di monossido di carbonio ed in minor misura di biossido di azoto, superiori a quelli rilevati nell'area urbana nello stesso periodo di osservazione, i quali tuttavia non hanno un peso rilevante sui corrispondenti indicatori di qualità dell'aria definiti a tutela della salute umana in relazione all'effettiva esposizione della popolazione (media annuale). La campagna spot finalizzata al rilevamento dei metalli ha messo in evidenza nella zona di San Zeno la presenza caratteristica di Cadmio (comunque ampiamente conforme al valore obiettivo), situazione non riscontrata nell'area urbana di Arezzo (presso la zona di Via Fiorentina il metallo più rappresentativo è stato il Nichel).

In considerazione dei valori degli indicatori elaborati nella precedente campagna di rilevamento effettuata nell'anno 2008, si rileva nella prevalenza dei casi un incremento dei valori di materiale particolato PM_{2,5} (media annuale + 27 %), di benzene (media annuale + 81 %), di monossido di carbonio (valore massimo orario + 59 %, media mobile 8 ore + 20 %) e degli idrocarburi non metanici (media massima di 3 ore + 29 %). A questo quadro non si associano gli indicatori riguardanti gli ossidi di azoto per il quale è riscontrato un decremento generale (biossido di azoto valore massimo orario - 23%, biossido di azoto media annuale - 11%, ossidi di azoto media annuale - 15%). Sono invece sostanzialmente stabili i livelli di ozono e di anidride solforosa (media massima giornaliera).

Complessivamente, a prescindere dai valori medi di PM_{2,5}, gli incrementi registrati sono da considerarsi poco significativi poiché i valori degli indicatori sono al momento ampiamente conformi al valore limite; la valutazione dei valori della campagna 2010 attualmente in corso, potrà fornire indicazioni valide nell'ulteriore evoluzione dei livelli di concentrazione al fine di tenere sotto controllo la situazione.

Rispetto agli andamenti dei valori dell'area urbana di Arezzo, la postazione di San Zeno registra nella prevalenza, andamenti sovrapponibili; questa corrispondenza pertanto, indica che, con molta probabilità, i livelli in aria ambiente sono influenzati dalle stesse tipologie di sorgenti, e solo in rari casi le condizioni di microscala determinano andamenti di valori discordanti con quelli registrati nell'area urbana. Sotto il profilo quantitativo le stazioni da traffico dell'area urbana di P.za Repubblica e di Via Fiorentina presentano valori medi significativamente più elevati della postazione di San Zeno; questa tendenza non è confermata per i valori massimi (rappresentativi di episodi acuti), perché presso la postazione esaminata si arriva a superare senza eccezione la stazione di fondo di Acropoli ed in alcuni casi (vedi monossido di carbonio) anche le stazioni da traffico.

Il Tecnico della prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro
dott. Guglielmo Tanganelli



Il Responsabile della U.O. Prevenzione Controlli Ambientali Integrati
dott. Claudio Bondi



GT/CB/gt

Allegato 1. Meccanismi di formazione degli inquinanti

OSSIDI DI AZOTO (NO/NO₂)

Il biossido di azoto (NO₂), è un gas di colore rosso bruno, di odore pungente ed altamente tossico, si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del monossido di azoto (NO), inquinante principale che si forma nei processi di combustione derivanti da autoveicoli, impianti di riscaldamento e impianti industriali; più elevata è la temperatura nella camera di combustione, più elevata è la produzione di NO. La concentrazione negli scarichi degli autoveicoli è maggiore in accelerazione e in marcia di crociera. Un'altra fonte di origine del biossido di azoto (NO₂), deriva, come peraltro già accennata per il monossido di azoto (NO), da processi di combustione ad alta temperatura per ossidazione dell'azoto presente nell'aria per il 78%. Il maggior contributo è dato dal traffico autoveicolare e, in ordine decrescente, da diesel pesanti, autovetture a benzina, diesel leggeri e autovetture catalizzate.

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

E' un gas incolore ed inodore che si forma dai processi di combustione in carenza di ossigeno, situazione che si verifica in vario grado nei motori degli autoveicoli soprattutto a bassi regimi ed in decelerazione, negli impianti di riscaldamento e negli impianti industriali. Un'altra fonte estremamente significativa è rappresentata dal fumo di sigaretta.

POLVERI con diametro aerodinamico < 2,5 µm (PM_{2,5})

Il particolato fine (PM) è un agente inquinante composto da un insieme di particelle che possono essere solide, liquide oppure solide e liquide insieme e che, sospese nell'aria, rappresentano una miscela complessa di sostanze organiche ed inorganiche. Queste particelle variano per dimensione, composizione ed origine. Le loro proprietà sono riassunte nel loro diametro aerodinamico, definito come dimensione della particella:

- la frazione con un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm è chiamata PM₁₀ e può raggiungere le alte vie respiratorie ed i polmoni;
- le particelle più piccole o fini sono chiamate PM_{2,5} (con un diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm); queste sono più pericolose perché penetrano più a fondo nei polmoni e possono raggiungere la regione alveolare.

La dimensione delle particelle determina anche la durata della loro permanenza nell'atmosfera. Mentre la sedimentazione e le precipitazioni rimuovono la frazione compresa tra 2,5 e 10 µm (PM_{10-2,5} detto anche frazione grossolana del PM₁₀) dall'atmosfera nel giro di poche ore dall'emissione, il PM_{2,5} può rimanere nell'aria per giorni o perfino per settimane. Di conseguenza queste particelle possono percorrere distanze molto lunghe. I maggiori componenti del PM sono il solfato, il nitrato, l'ammoniaca, il cloruro di sodio, il carbonio, le polveri minerali e l'acqua. In base al meccanismo di formazione, le particelle si distinguono in primarie e secondarie.

Le particelle primarie sono direttamente immesse nell'atmosfera mediante processi naturali e prodotti dall'uomo (antropogenici). I processi antropogenici includono la combustione dei motori delle auto (sia diesel che a benzina); la combustione dei combustibili solidi (carbone, lignite, biomassa) di uso domestico; le attività industriali (attività edili e minerarie, lavorazione del cemento, ceramica, mattoni e fonderie); le erosioni del manto stradale causate dal traffico e le polveri provenienti dall'abrasione di freni e pneumatici; e le attività nelle cave e nelle miniere.

Le particelle secondarie si formano nell'aria a seguito di reazioni chimiche di inquinanti gassosi e sono il prodotto della trasformazione atmosferica del biossido di azoto, principalmente emesso dal traffico e da alcuni processi industriali, e del biossido di zolfo, che risulta dalla combustione di carburanti contenenti zolfo. Le particelle secondarie si trovano principalmente nella frazione del PM fine.

Il PM_{2,5} è la frazione più fine del PM₁₀, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a 2,5 µm. Il PM_{2,5} è il particolato più pericoloso per la salute e l'ambiente: questo particolato può rimanere sospeso nell'atmosfera per giorni o settimane. Le particelle maggiori (da 2,5 a 10 µm) rimangono in atmosfera da poche ore a pochi giorni, contribuiscono poco al numero di particelle in sospensione, ma molto al peso totale delle particelle in sospensione. Sono significativamente meno dannose per la salute e l'ambiente. Il PM_{2,5} è una miscela complessa di migliaia di composti chimici e, alcuni di questi sono di estremo interesse a causa della loro tossicità. L'attenzione è rivolta agli idrocarburi aromatici policiclici (PHA) che svolgono un ruolo nello sviluppo del cancro. Alcuni nomi: Fluoranthene, Pyrene, Chrysene, Benz[a]anthracene, Benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, Benzo[a]pyrene, Dibenzo[a,h]anthracene.

La valutazione sistematica dei dati completata nel 2004 dall'OMS Europa, indica che:

- il PM aumenta il rischio dei decessi respiratori nei neonati al di sotto di 1 anno, influisce sullo sviluppo delle funzioni polmonari, aggrava l'asma e causa altri sintomi respiratori come la tosse e la bronchite nei bambini;
- il PM_{2,5} danneggia seriamente la salute aumentando i decessi per malattie cardio-respiratorie e cancro del polmone. La crescita delle concentrazioni di PM_{2,5} aumenta il rischio di ricoveri ospedalieri d'emergenza per malattie cardiovascolari e respiratorie;
- il PM₁₀ ha un impatto sulle malattie respiratorie, come indicato dai ricoveri ospedalieri per questa causa.

Nell'ultimo decennio in molte città europee sono stati condotti alcuni studi sugli effetti del PM nel breve periodo, basati sull'associazione tra i cambiamenti giornalieri delle concentrazioni di PM₁₀ e i vari effetti sulla salute. In generale, i risultati indicano che i cambiamenti di PM₁₀ nel breve periodo ad ogni livello implicano cambiamenti nel breve periodo degli effetti acuti in termini di salute.

Gli effetti relativi all'esposizione nel breve periodo comprendono: infiammazioni polmonari, sintomi respiratori, effetti avversi nel sistema cardiovascolare, aumento della richiesta di cure mediche, dei ricoveri ospedalieri e della mortalità.

Poiché l'esposizione al PM causa nel lungo periodo una sostanziale riduzione dell'attesa di vita, gli effetti nel lungo periodo sono chiaramente più significativi per la salute pubblica di quelli nel breve periodo. Il PM_{2,5} si associa maggiormente alla mortalità, indicando un aumento del 6% del rischio di morte per tutte le cause per ogni aumento di 10 µg/m³ nelle concentrazioni di PM_{2,5} sul lungo periodo.

Gli effetti relativi all'esposizione nel lungo periodo comprendono: aumento dei sintomi dell'apparato respiratorio inferiore e delle malattie polmonari ostruttive croniche, riduzione delle funzioni polmonari nei bambini e negli adulti, e riduzione dell'attesa di vita causata principalmente da mortalità cardiopolmonare e dal cancro al polmone.

Studi su larga scala mostrano gli effetti significativi del PM_{2,5} in termini di mortalità, ma non sono in grado di identificare una soglia al di sotto della quale il PM non ha effetti sulla salute: cosiddetto livello senza effetti. Dopo un'analisi completa dei nuovi dati scientifici, un gruppo di lavoro dell'OMS ha recentemente concluso che, se esiste un limite per il PM, questo è individuabile nella fascia più bassa delle concentrazioni di PM attualmente riscontrate nella Regione Europea.

OZONO (O₃)

E' un gas fortemente ossidante che si forma nella bassa atmosfera per reazioni fotochimiche attivate dalla luce solare, che danno origine allo smog fotochimico. La formazione di elevate concentrazioni di ozono è un fenomeno prettamente estivo, legato alla potenzialità della radiazione solare, alle alte temperature e alla presenza di sostanze chimiche (idrocarburi e biossido di azoto) dette precursori, che attivano e alimentano le reazioni fotochimiche producendo ozono, radicali liberi, perossidi ed altre sostanze organiche fortemente ossidanti. Il problema dell'ozono ha la sua origine nell'ambiente urbano.

NMHC (Idrocarburi non metanici)

Sono in parte rappresentati dai costituenti dei carburanti che non sono bruciati completamente nelle reazioni di combustione nonché per la loro evaporazione diretta. Generalmente, la formazione di queste sostanze avviene vicino alle pareti della camera di combustione dove la temperatura, per effetto dello scambio di calore con l'esterno non raggiunge i valori tali da permettere l'ossidazione totale delle molecole dei combustibili. Inoltre, la quantità di queste sostanze emesse in atmosfera dipende dalle condizioni di funzionamento, di manutenzione e di usura del motore. La quantità totale di idrocarburi emessi, cresce di norma con l'aumentare del peso molecolare medio degli idrocarburi costituenti i combustibili. I gasoli da trazione, costituiti da idrocarburi a peso molecolare più elevato di quelli delle benzine e del GPL determinano generalmente le emissioni atmosferiche a più elevata concentrazione di idrocarburi. Sono particolarmente pericolosi in presenza di ossidanti (O₃) e radiazione solare perché originano lo "smog fotochimico".

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

Uso di combustibili fossili (carbone e derivati del petrolio). Negli ultimi 10 anni si è osservata una netta tendenza alla diminuzione delle emissioni di SO₂, attribuibile alle modifiche nel tipo e nella qualità dei combustibili usati a minor contenuto di zolfo. Un contributo determinante per la diminuzione di emissioni di SO₂ è stato fornito dalla larga diffusione della metanizzazione.

Allegato 2. Limiti normativi

La legenda sottostante fornisce alcune spiegazioni in merito ai termini indicati dal Dgls 351/99, dal DM 60/02, dal DLgs 183/2004 e dalla Direttiva 2008/50/CE.

DATA DI CONSEGUIMENTO: data effettiva in cui il valore limite deve essere rispettato senza l'applicazione del relativo margine di tolleranza

VALORE BERSAGLIO: livello di ozono fissato al fine di evitare a lungo termine (anno 2010) effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.

OBIETTIVO A LUNGO TERMINE: concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo è conseguito nel lungo periodo, sempreché sia realizzabile mediante misure proporzionate, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

SOGLIA DI ALLARME: livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 5 del DLgs 183/04.

SOGLIA DI INFORMAZIONE: livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 5 del DLgs 183/04.

MEDIA MOBILE SU 8 ORE MASSIMA GIORNALIERA: è determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore di ozono, calcolato in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è assegnata al giorno nel quale la stessa termina; conseguentemente, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

Tabella 1 all2. OSSIDI DI AZOTO – normativa e limiti (DM 60/02)

| | Periodo di Mediazione | Valore limite | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|---|---|---|---|
| Valore limite orario per la protezione della salute umana. | 1 ora | 200 µg/m³ NO₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile. | 1.01.2010 |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Anno civile | 40 µg/m³ NO₂ | 1.01.2010 |
| Valore limite annuale per la protezione della vegetazione | Anno civile | 30 µg/m³ NO_x | 1.01.2010 |
| Soglia di allarme | Anno civile Superamento di 3 ore consecutive | 400 µg/m³ NO₂ | 1.01.2010 |

Tabella 2 all2. MONOSSIDO DI CARBONIO – normativa e limiti (DM 60/02)

| | Periodo di mediazione | Valore limite | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|---|---|----------------------------|---|
| Valore limite orario per la protezione della salute umana. | Media massima giornaliera su 8 ore | 10 mg/m³ | 1.01.2005 |

Tabella 3 all.2 OZONO – normativa e limiti (DLgs 183/04)

| | Periodo di mediazione | Valori di riferimento |
|--|---|---|
| Soglia di informazione. | Media massima oraria | 180 µg/m³ |
| Soglia di allarme. | Media massima oraria. | 240 µg/m³ |
| Valore bersaglio per la protezione della salute umana. | Media su 8 ore massima giornaliera. | 120 µg/m³ da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni |
| Valore bersaglio per la protezione della vegetazione | AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 18.000 µg/m³ come media su 5 anni |
| Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. | Media su 8 ore massima giornaliera. | 120 µg/m³ |
| Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione. | AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 6.000 µg/m³ |
| Beni materiali. | Media Annuale | 40 µg/m³ |

Tabella 3.4 Materiale particolato PM_{2,5} – normativa e limiti (Direttiva 2008/50/CE)

| | Periodo di mediazione | Valori limite | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|---|------------------------------|--|---|
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Anno civile | 25 µg/m ³ è applicato un margine di tolleranza del 20 % al giorno 11 giugno 2008, con riduzione il 1 gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% il 1 gennaio 2015 | 1.01.2015 |
| Obbligo di Concentrazione di esposizione per evitare effetti nocivi sulla salute umana | Anno civile | 20 µg/m ³ | 1.01.2015 |
| Valore Obiettivo per la protezione della salute umana | Anno civile | 25 µg/m ³ | 01.01-2010 |

Allegato 3. Livello di Attendibilità dei dati forniti

I controlli di attendibilità dei dati forniti dagli analizzatori installati nell'autolaboratorio, come del resto quelli appartenenti alla rete di Arezzo, sono effettuati mediante test statistici i quali permettono di calcolare il grado di dispersione relativo ai valori stimati per la pendenza e l'intercetta della retta di calibrazione ottenuta nel corso di verifiche di zero e span strumentale (campione a concentrazione nota). Il test confronta i valori dei coefficienti della curva di calibrazione ottenuti nella prova con i relativi limiti di accettabilità prefissati, esprimendo un giudizio di valore. Qualora il test non sia superato, sono attivati i controlli previsti da appropriate procedure finalizzate al ripristino dell'ottimale funzionalità strumentale. Queste verifiche sono effettuate per i parametri del monossido di carbonio e di azoto mediante standard secondari verificati dal Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria di ARPAT.

La pendenza della curva di taratura rappresenta l'inclinazione della retta stessa (relazione tra segnale e concentrazione) mentre l'intercetta esprime il valore letto dallo strumento in assenza di inquinante (concentrazione nulla).

La tabella di sottostante, riporta i valori di riferimento per l'intercetta e la pendenza nell'ambito del controllo di attendibilità del dato per gli analizzatori di monossido di carbonio e di azoto.

Tabella 1 All. 3 valori di riferimento per l'intercetta e la pendenza nell'ambito del controllo di attendibilità del dato per gli analizzatori di monossido di carbonio e di azoto.

| Inquinante | Pendenza | Intercetta |
|-----------------|---|------------|
| CO | 1+/- 0,1 | 0 +/- 0,1 |
| NO | 1+/- 0,1 | 0 +/- 5 |
| NO ₂ | Verifica dell'efficienza del convertitore* (GPT) > 96 %. | |

(*) L'efficienza del convertitore (GPT) è stata considerata sufficiente per valori > 96 %.

allegato 4 Classificazione Della Zona Di Misura

In relazione a quanto disposto dal decreto legislativo 351/99 (artt. 5-8-9) nonché dal decreto del Ministero dell'Ambiente n. 261/02 (art. 1), le competenze relative alla classificazione delle zone in merito ai livelli di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente rilevati in un anno, spettano alla Regione. Le valutazioni riportate in questo capitolo, riferendosi pertanto ad un periodo di osservazione limitato ma rappresentativo, offrono un quadro generale del contesto dell'aria ambiente della zona e sono presentate a scopo conoscitivo, al fine di completare il quadro delle informazioni delle zone monitorate.

Il D.M. 163/1999, il D.Lgs. 351/1999, il DM 60 del 2002 ed il DLgs 183/2004 introducono il concetto di "zona" entro la quale si rendono necessari interventi di pianificazione e monitoraggio. La classificazione della zona oggetto della presente campagna di monitoraggio, è stata effettuata confrontando i dati registrati nel corso della campagna effettuata nella postazione di misura di San Zeno Strada A nel Comune di Arezzo con relativi valori limite fissati dal DM 60/2002, dalla Direttiva 2008/50/CE e dal DLgs 183/04 (solo media mobile di 8 ore massima giornaliera) ed applicando i criteri di classificazione riportati nella legenda sottostante. Per quanto attiene l'ozono, sono stati applicati i criteri di classificazione delle zone definiti dall'art. 3 commi 2 e 3 e dall'art. 4 commi 2, 3, 5 e 6 del DLgs 183/2004. La classificazione attribuita alla postazione deriva dalla valutazione peggiore assegnata ai singoli parametri misurati dalla stazione stessa.

Legenda

Zone A: i livelli esistenti sono di sotto ai valori limite e non comportano il rischio di superamenti. Dovranno essere proseguite la valutazione e la misura al fine di controllare la situazione per non peggiorare la qualità dell'aria.

Zone B: i livelli esistenti rischiano di superare i valore limite e/o le soglie di allarme. Saranno adottati piani di azione con misure di breve periodo per ridurre il rischio di superamento dei valori limite.

Zone C: i livelli esistenti superano i valore limite e sono di sotto al margine di superamento/tolleranza. Dovranno essere adottati piani di azione e interventi per il risanamento, inoltre occorrerà proseguire la misurazione per verificare l'evoluzione della situazione.

Zone D: i livelli esistenti superano anche il margine di superamento/tolleranza. Dovranno essere adottati di piani ed azioni per il risanamento proseguendo la misurazione al fine di verificare l'evoluzione della situazione.

Art 3. Commi 2- 3 DLgs 183/04: i livelli di ozono nell'aria ambiente superano i valori bersaglio definiti dall'allegato I, parte II. Dovrà essere adottato un piano o un programma coerente con il piano nazionale delle emissioni predisposto in attuazione della direttiva 2001/81/CE, al fine di raggiungere i valori bersaglio previsti al comma 1, sempreché il raggiungimento di detti valori bersaglio sia realizzabile attraverso misure proporzionate.

Art 4. Commi 2 - 3 DLgs 183/04: i livelli di ozono nell'aria ambiente superano gli obiettivi a lungo termine definiti dall'allegato 1, parte III ma sono inferiori ai valori bersaglio definiti dall'allegato I, parte II. Al fine di conseguire gli obiettivi a lungo termine dovranno essere attuate misure efficaci dal punto di vista dei costi, purché proporzionate. Tali misure dovranno essere almeno coerenti con i piani o i programmi di cui all'articolo 3, commi 3 e 5, con le misure previste dal programma nazionale delle emissioni predisposto in attuazione della direttiva 2001/81/CE e con le misure stabilite dalle altre disposizioni vigenti in materia.

Art 4. Commi 5 - 6 DLgs 183/04: i livelli di ozono nell'aria ambiente sono conformi agli obiettivi a lungo termine definiti dall'allegato 1, parte III. Dovranno essere adottate misure proporzionate, al fine di preservare la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile e con un elevato livello di protezione dell'ambiente e della salute umana.

POSTAZIONE DI MISURA AREZZO – SAN ZENO Strada A zona B

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Monossido di carbonio: | zona A |
| Biossido di azoto: | zona A |
| Benzene | zona A |
| Ozono | Art. 4 commi 2 – 3 DLgs 183/04 |
| Materiale Particolato PM2,5 | Zona B |
| Biossido di Zolfo | zona A |

In merito a quanto riportato nella tabella riassuntiva, possiamo affermare che:

- i livelli di monossido di carbonio, di biossido di zolfo, biossido di azoto e di benzene sono al di sotto dei valori limite. In relazione al contesto riscontrato, le azioni di intervento dovrebbero essere finalizzate a controllare la situazione mediante campagne discontinue di ampio respiro per non peggiorare la qualità dell'aria esistente;
- i valori di materiale particolato PM2,5 rischiano di superare i valori limite; piani di azione basati su misure a breve periodo rappresentano gli strumenti finalizzati a ridurre il rischio di superamento;
- in merito all'ozono, i livelli esistenti superano gli obiettivi a lungo termine (media mobile di 8 ore massima giornaliera), ma sono inferiori ai valori bersaglio. Questa situazione, non è peculiare dell'area monitorata, ma si equivale su scala provinciale e nazionale in quanto trattasi di inquinante secondario i cui meccanismi di formazione sono dovuti ad inquinanti precursori (ossidi di azoto ed idrocarburi), la presenza di radiazione solare che svolge la funzione di catalizzatore nonché a fenomeni di trasporto.

Allegato 5 elaborazione dei dati meteorologici

Velocità del vento

Grafico 5.1 giorno tipo

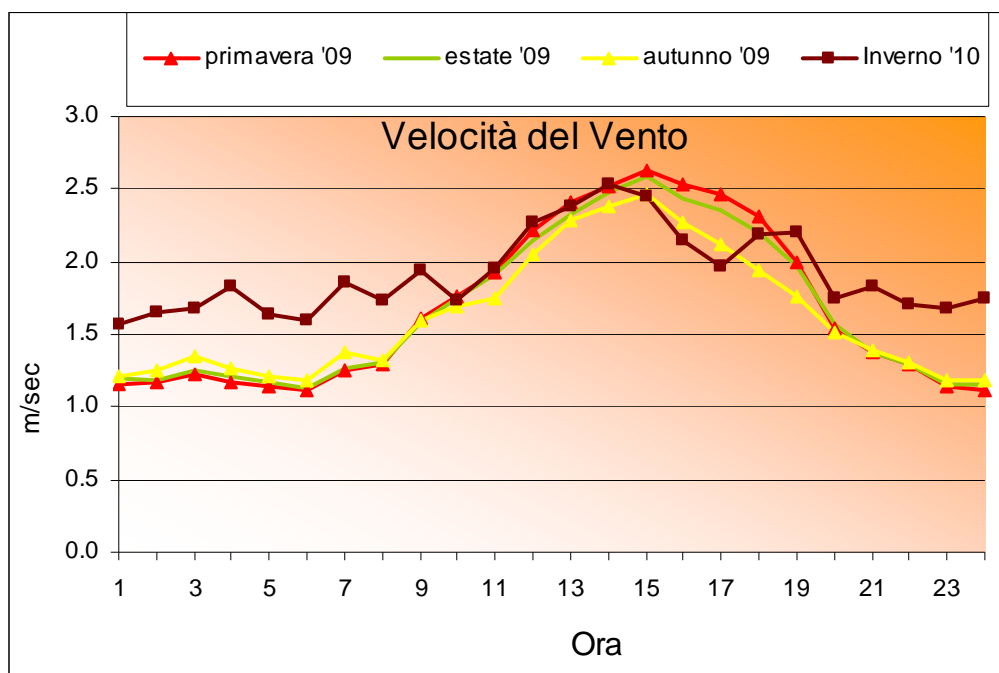
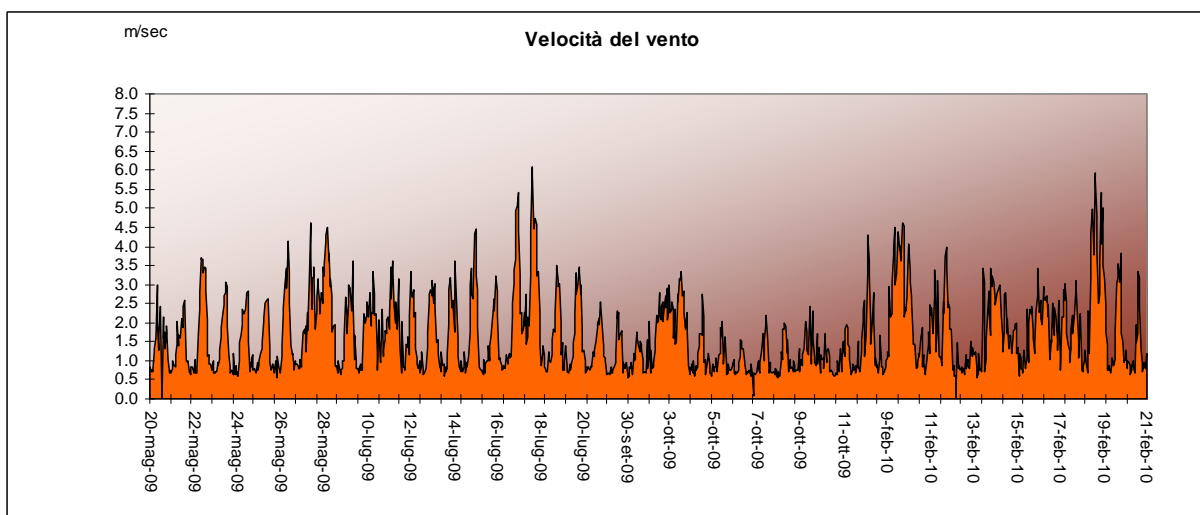
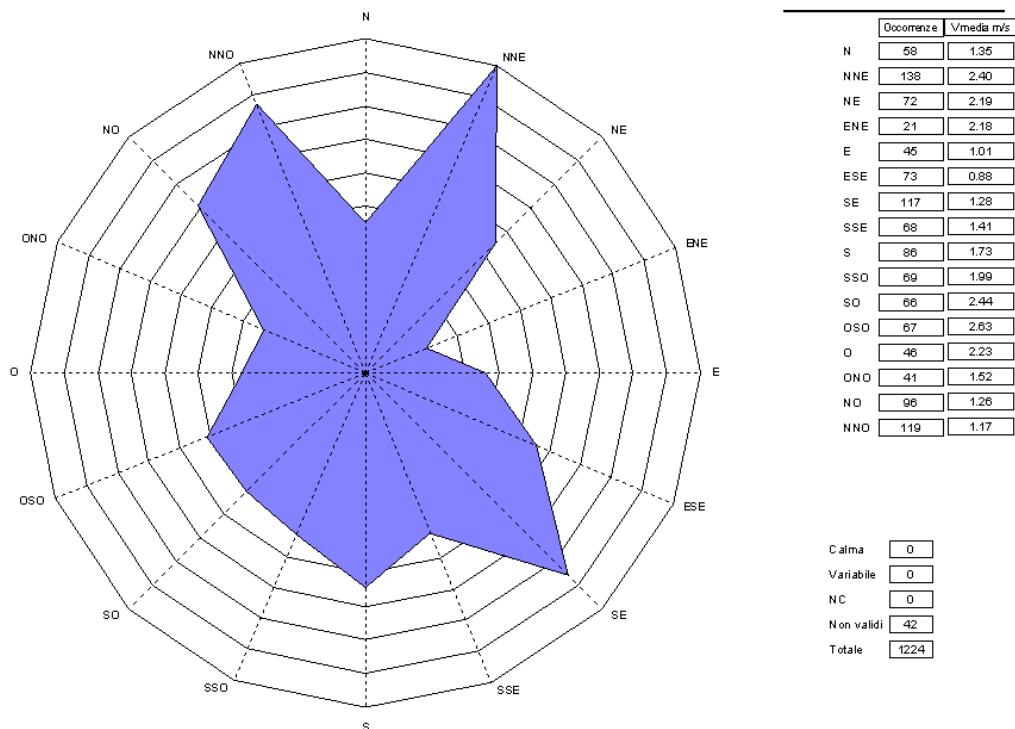


grafico 5.2 andamenti valori medi orari



Il valore massimo della velocità del vento è stato raggiunto il giorno 18 luglio 2009 alle ore 10 con 6,1 m/sec.

grafico 5.3 rosa dei venti 20 maggio 2009 – 21 febbraio 2010



Le elaborazioni relative alla rosa dei venti relative all'anno esaminato mettono in evidenza, come peraltro già evidenziato nella precedente campagna, venti prevalenti provenienti dalle direzioni Nord-NordEst, Nord-Est, Sud-SudEst, Sud e Nord-Ovest.

Rosa dei venti stagionale

grafico 5.4 rosa dei venti primavera 2009

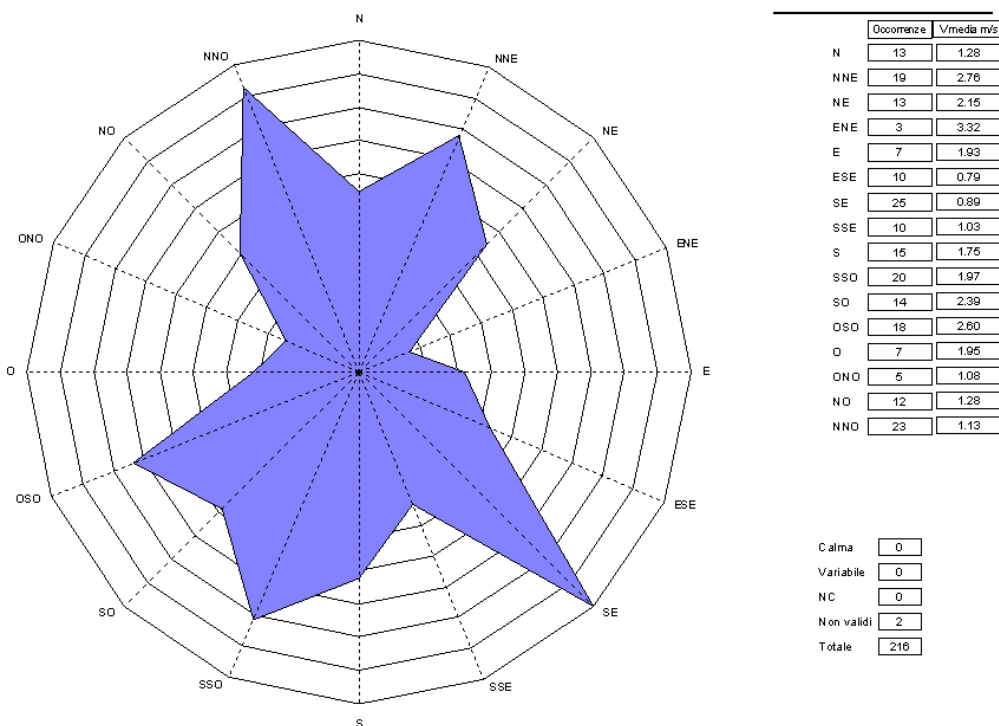
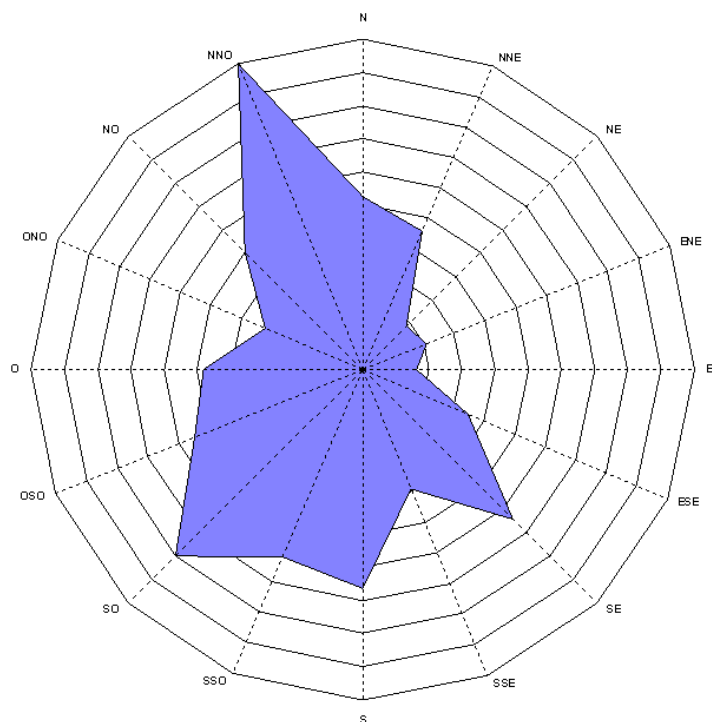


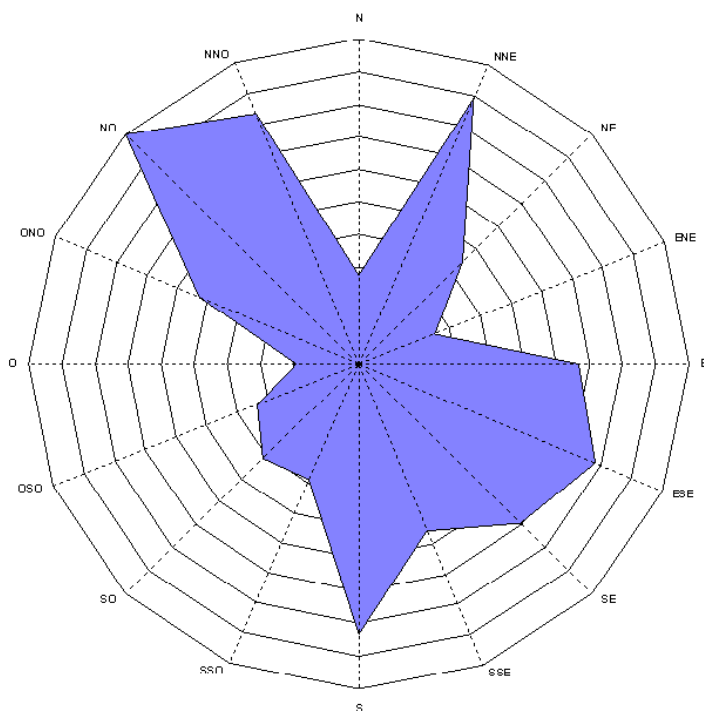
grafico 5.5 rosa dei venti estate 2009



| | Occorrenze | Vmedia m/s |
|-----|------------|------------|
| N | 21 | 0.96 |
| NNE | 18 | 1.58 |
| NE | 6 | 2.28 |
| ENE | 7 | 1.86 |
| E | 5 | 0.89 |
| ESE | 13 | 0.92 |
| SE | 26 | 1.09 |
| SSE | 15 | 1.10 |
| S | 27 | 1.62 |
| SSO | 25 | 2.23 |
| SO | 33 | 3.04 |
| OSO | 22 | 3.05 |
| O | 19 | 2.72 |
| ONO | 12 | 2.17 |
| NO | 20 | 1.78 |
| NNO | 42 | 1.26 |

Calma
 Variabile
 NC
 Non validi
 Totale

grafico 5.6 rosa dei venti autunno 2009



| | Occorrenze | Vmedia m/s |
|-----|------------|------------|
| N | 8 | 1.60 |
| NNE | 30 | 2.12 |
| NE | 14 | 2.14 |
| ENE | 7 | 2.30 |
| E | 22 | 0.75 |
| ESE | 26 | 0.81 |
| SE | 23 | 0.94 |
| SSE | 18 | 1.14 |
| S | 28 | 1.51 |
| SSO | 12 | 1.68 |
| SO | 13 | 1.47 |
| OSO | 10 | 1.65 |
| O | 5 | 1.40 |
| ONO | 17 | 0.99 |
| NO | 34 | 1.02 |
| NNO | 28 | 1.06 |

Calma
 Variabile
 NC
 Non validi
 Totale

grafico 5.7 rosa dei venti inverno 2010

