



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

# Campagna misurazione qualità dell'aria San Zeno (AR)

3 marzo 2011 – 8 gennaio 2012

INDICATORE	campagna misurazione
NO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	90
NO <sub>2</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	26
CO media mobile 8 Ore (mg/m <sup>3</sup> )	1.1
O <sub>3</sub> media mobile 8 ore (µg/m <sup>3</sup> )	121
O <sub>3</sub> Max 1 Ora (µg/m <sup>3</sup> )	140
PM <sub>10</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	18
PM <sub>10</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	10
SO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	15
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	2.3



Dipartimento ARPAT di Arezzo



## Sommario

<b>Introduzione.....</b>	<b>3</b>
<b>Introduzione.....</b>	<b>4</b>
<b>1- Postazione di misurazione .....</b>	<b>4</b>
Caratterizzazione del contesto territoriale .....	5
Localizzazione della postazione di misurazione .....	8
<b>2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio .....</b>	<b>9</b>
<b>3. Inquinanti monitorati .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Riferimenti Normativi.....</b>	<b>10</b>
<b>5. Obiettivo di qualità dei dati .....</b>	<b>11</b>
Raccolta minima dei dati.....	11
Periodo di copertura .....	11
<b>6. Dati rilevati nella campagna di misurazione.....</b>	<b>12</b>
Standardizzazione.....	12
<b>6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa.....</b>	<b>13</b>
Periodo di osservazione: dal 03 marzo 2011 al 08 gennaio 2012.....	13
Indicatori significativi per la salute umana .....	13
OZONO – Numero giorni di superamento del valore obiettivo – Indicatore media mobile di 8 ore .....	13
Indicatori di protezione della vegetazione (NOx).....	13
Valori dei percentili di biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) .....	15
<b>6.2 Confronto con i valori degli indicatori relativi alle precedenti campagne di misurazione.....</b>	<b>16</b>
<b>6.3 Confronto con i livelli di fondo.....</b>	<b>18</b>
<b>6.4 Confronto con i livelli rilevati nell'area urbana di Arezzo .....</b>	<b>19</b>
<b>6.5 Materiale particolato PM<sub>2,5</sub>.....</b>	<b>20</b>
<b>7- Valutazione dei risultati.....</b>	<b>20</b>
Raffronto con i valori della campagna di fondo.....	22
Raffronto con i livelli registrati nell'area urbana di Arezzo .....	22
Andamenti temporali San Zeno .....	23
Valutazione dei valori puntuali .....	23
Giorno 4 marzo 2011 .....	24
Giorno 9 marzo 2011 .....	24
Giorno 14 marzo 2011 .....	25
Distribuzione in classi di concentrazione .....	26
Giorno tipo.....	26
<b>8 - Considerazioni riassuntive e finali .....</b>	<b>28</b>
<b>Allegato 1. Elaborazioni integrative.....</b>	<b>30</b>

<b>1.1 Andamenti orari dei livelli di concentrazione .....</b>	<b>30</b>
<b>1.2 Distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione.....</b>	<b>32</b>
<b>1.3 Giorni tipo .....</b>	<b>34</b>
<b>1.4 Andamenti stagionali 2011 – 2012 .....</b>	<b>37</b>
<b>1.5 Andamenti dell'indicatore 98° percentile del biossido di azoto nel periodo 1990-2012.....</b>	<b>38</b>
<b>1.6 Confronto con gli andamenti registrati nell'area urbana di Arezzo .....</b>	<b>39</b>
Ossidi di azoto NOx – valori medi orari.....	39
Materiale particolato PM2,5 - valori medi giornalieri .....	41
<b>1.7 Grafici a dispersione San Zeno/Area Urbana di Arezzo .....</b>	<b>41</b>
Materiale Particolato PM2,5.....	41
<b>1.8 Valutazione dei valori puntuali .....</b>	<b>42</b>
giorno 9 marzo 2011.....	42
giorno 4 marzo 2011.....	44
giorno 14 marzo 2011.....	46
<b><i>Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori .....</i></b>	<b><i>48</i></b>
<b><i>Allegato 3 elaborazione dei dati meteorologici .....</i></b>	<b><i>49</i></b>
Velocità del vento .....	49
Rosa dei venti stagionale .....	51
<b><i>Allegato 4. Meccanismi di formazione degli inquinanti .....</i></b>	<b><i>53</i></b>
<b><i>Allegato 5. Limiti normativi .....</i></b>	<b><i>56</i></b>
<b><i>Allegato 6. Livello di Attendibilità dei dati forniti .....</i></b>	<b><i>59</i></b>

## Introduzione

La presente campagna di misurazione 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<sub>2,5</sub> nella zona industriale di San Zeno, nonché integrare e consolidare il quadro conoscitivo del contesto dell'aria ambiente della zona messo in evidenza nelle precedenti campagne di misurazione.

La zona industriale di San Zeno è stata oggetto da tempo da segnalazioni riguardanti emissioni moleste, anche di natura odorigena.

Questa zona è stata monitorata in precedenza mediante una serie di campagne di misura effettuate sia con misurazioni in sito fisso (stazione di misurazione) sia con misurazioni mediante autolaboratorio (campagne spot e misurazioni indicative):

- dall'anno 1990 all'anno 1994 con stazione di misurazione 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;
- campagne di misurazione indicative (8 settimane distribuite nell'anno) 2006-2007, 2008, 2009-2010 e 2010-2011 effettuate mediante autolaboratorio.

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 composita chiave di lettura, ossia riferendosi:

- ai valori limite definiti dalla legislazione nazionale che disciplina la qualità dell'aria;
- ai valori degli indicatori elaboratori nella stessa postazione di misurazione, ma riferiti ad un periodo di osservazione nel quale il contributo delle fonti di emissione della zona industriale non sia significativo (26 luglio – 08 agosto 2011), tali da considerarsi valori di "fondo";
- ai valori degli indicatori di qualità dell'aria elaborati nello stesso periodo di osservazione dalle stazioni di misurazione fisse ubicate nell'area urbana di Arezzo.

Questa metodologia di confronto permette di fornire informazioni con buona approssimazione sullo stato della qualità dell'aria della zona oggetto del rilevamento, giacché il contesto definito dal quadro di dati raccolti, viene messo a confronto sia ad un contesto non interessato in maniera rilevante dalle emissioni della zona industriale, sia a quello dell'area urbana di Arezzo, quest'ultima riferita ad una serie di misure più solide perché continuative nell'arco dell'anno (stazioni di misurazione fisse).

## 1- Postazione di misurazione

L'autolaboratorio è stato posizionato nel piazzale lungo la strada A nella zona Nord-Est dell'area industriale, di fronte all'attività di ristorazione della zona industriale, nello stesso punto di ubicazione, sia della stazione di misura fissa (che ha rilevato la qualità dell'aria dall'anno 1990 all'anno 1994), sia dell'autolaboratorio nelle campagne di tipo indicativo effettuate nei periodi di osservazione 2006-2007, 2008, 2009-2010 e nel 2010-2011.

Nelle campagne di misura spot 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 (in prossimità della cabina elettrica).

Tabella 1.1 informazioni generali postazione di misurazione

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 della postazione di misurazione	Periferica-Industriale	
Periodo Osservazione	03 marzo 2011 – 08 gennaio 2012	

### Caratterizzazione del contesto territoriale

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

Tabella 1.2 informazioni generali del contesto territoriale

INFORMAZIONI GENERALI	
Popolazione residente	447*
Estensione dell'area (Km <sup>2</sup> )	0,7

\*di cui 34 abitano nella Zona Industriale



La zona esaminata è costituita da una serie di edifici prefabbricati dall'altezza massima di circa 8 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 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 ovest-nord-ovest dalla postazione di misurazione, è ubicato l'impianto integrato di smaltimento di rifiuti urbani ed assimilati e di compostaggio della frazione umida gestito dalla Società AISA; in direzione nord-nord-ovest, ad una distanza di circa 1200 metri dalla postazione di misurazione, è ubicato un'altro impianto di compostaggio. Un altro processo produttivo significativo della zona in particolare per le emissioni odorogene, 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 misurazione.

La mappa 1.1 mostrata sotto sintetizza la caratterizzazione geografica della zona.

La zona è interessata da venti prevalenti provenienti dai settori Nord-Nord-Est (15 % dei casi, tipicamente nelle stagioni dell'inverno, della primavera e dell'autunno) e Nord-Est in direzione del promontorio collinare che separa San Zeno da Agazzi, dai settori Sud-Est e Sud-Sud-Est (11 % dei casi, tipicamente nelle stagioni dell'estate e dell'autunno) in direzione della Valdichiana, ed in direzione Sud (8 % dei casi tipicamente nella stagione estiva) in direzione della zona industriale di San Zeno.

Mappa 1.1 - caratterizzazione geografica della zona



## VISTE DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE LA POSTAZIONE

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

VISTA NORD



VISTA EST



VISTA SUD

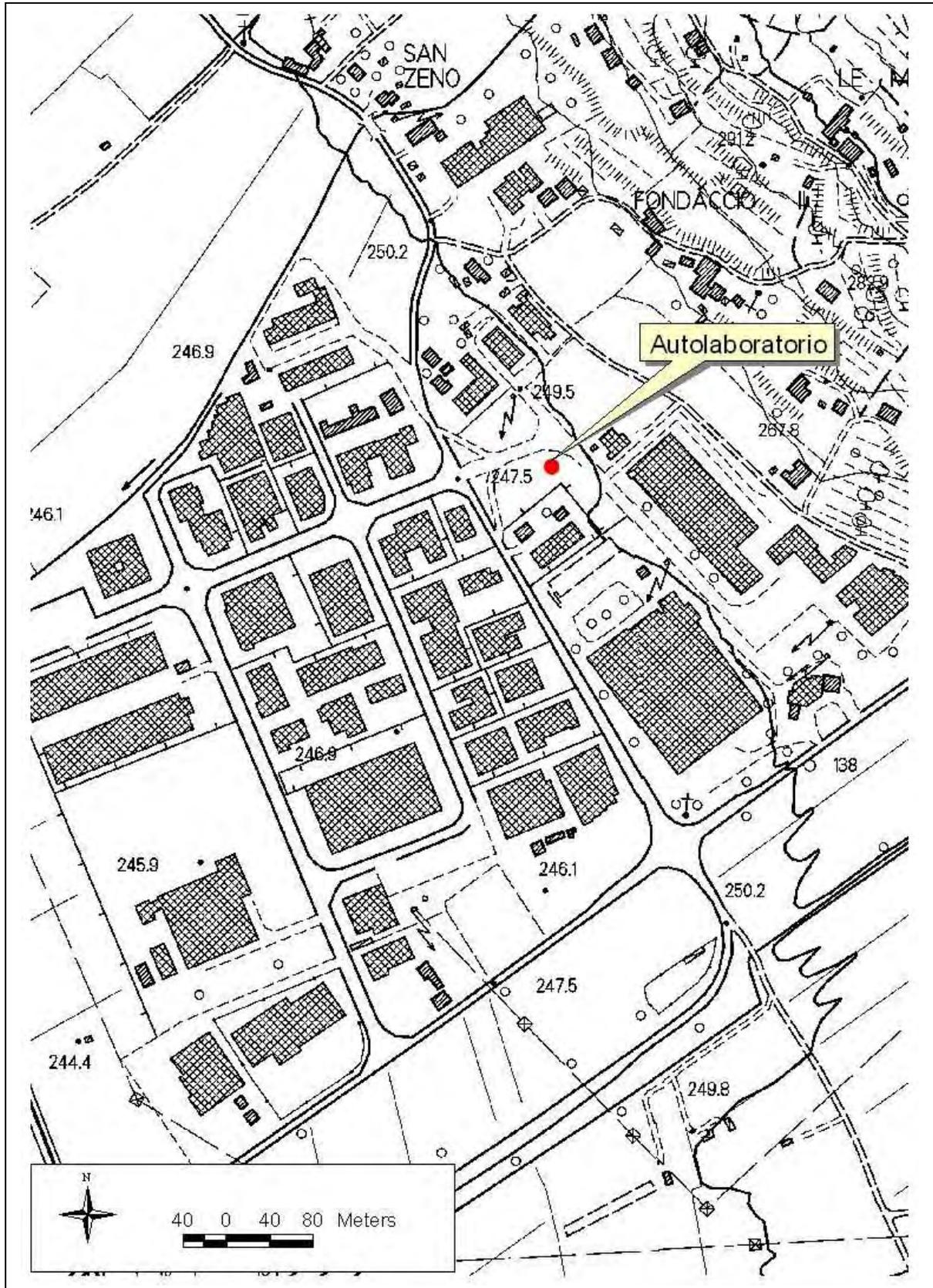


VISTA OVEST

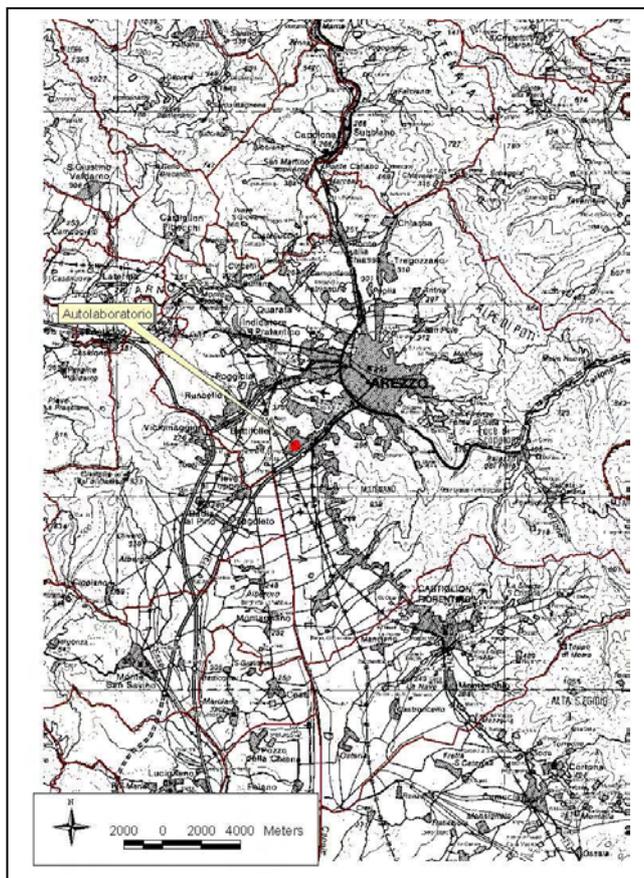


## Localizzazione della postazione di misurazione INQUADRAMENTO TERRITORIALE

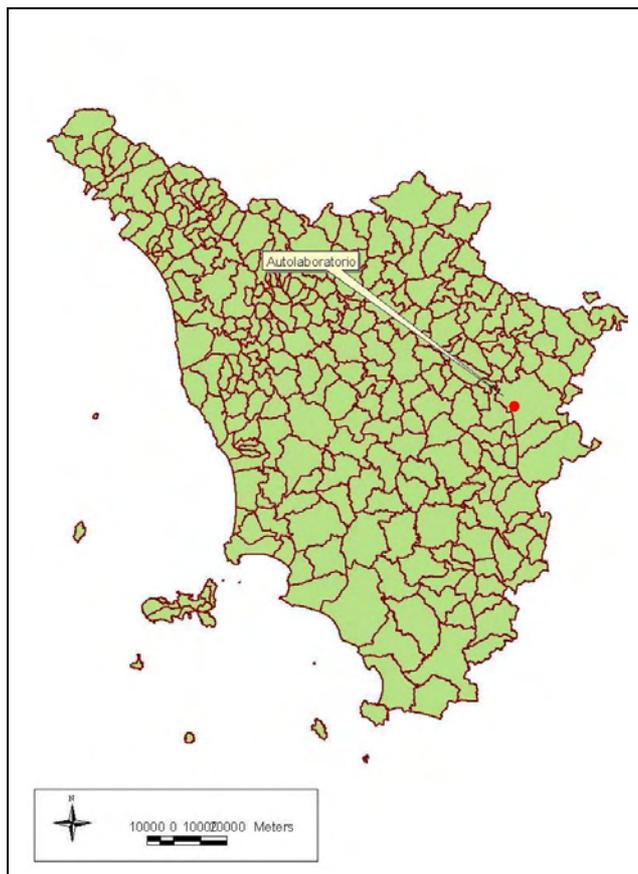
Mappa 1.2 localizzazione della postazione di misurazione



Mappa 1.3 Comune di Arezzo Scala 1:150000



Mappa 1.4 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 19 giorni ciascuno 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, i quali 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 conformità agli obiettivi di qualità dei dati definiti per le misure indicative, i quali prevedono un periodo minimo di copertura pari almeno al 14 % (articolato su almeno 8 settimane di misurazioni distribuite equamente nell'arco dell'anno) ed una raccolta minima dei dati pari almeno al 90 %.

La legislazione che definisce le linee di indirizzo riguardanti le campagne di monitoraggio mediante mezzi mobili è la seguente:

- allegato I paragrafo 1, tabella 1 D.Lgs. n. 155/2010;
- punto 4 Deliberazione Giunta Regione Toscana N° 450/2009
- allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Relativamente alla postazione di San Zeno, sono stati effettuati complessivamente 75 giorni di misurazione distribuiti nell'arco di un anno. Oltre ai giorni riguardante la campagna di misurazione è da considerare che è stata effettuata anche una campagna spot dal 26 luglio al 31 agosto 2011 (14 giorni di misura) finalizzata a valutare i livelli di concentrazione in assenza di contributi significativi delle fonti di emissione ubicate nell'area industriale (fondo).

La tabella sottostante, mostra i periodi di osservazione della campagna di monitoraggio effettuata nella postazione di San Zeno nell'intervallo temporale 03 marzo 2011 - 08 gennaio 2012:

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

Stagione	Periodo	numero giorni
Primavera 2011	03/03 - 20/03/2011	18
Estate 2011	07-25/07/2011	19
FONDO	26/07 - 08/08/2011	14
Autunno 2011	26/10 - 13/11/2011	19
Inverno 2011	21/12/2011 - 08/01/2012	19
<b>TOTALE</b>		<b>75</b>

### 3. Inquinanti monitorati

In relazione alle disposizioni della normativa che disciplina la qualità dell'aria ambiente (D.Lgs. 155/2010), sono stati monitorati i seguenti inquinanti:

- ossidi di azoto (NO-NOx-NO<sub>2</sub>),
  - ozono (O<sub>3</sub>),
  - monossido di carbonio (CO),
  - materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>),
  - anidride solforosa (SO<sub>2</sub>),
  - benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- ed i parametri meteorologici di direzione e velocità del vento.

La scheda nell'allegato 4 alla presente relazione, riporta i meccanismi di formazione nonché il significato di ogni inquinante misurato.

Per la misura del materiale particolato PM<sub>2,5</sub> 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 m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup>). Il piano di monitoraggio del benzene è stato equivalente a quello dell'autolaboratorio, in relazione al quale sono stati effettuati 4 campioni (uno per stagione meteorologica) dal tempo di esposizione medio di 18 giorni.

Le caratteristiche tecniche della strumentazione automatica di cui è dotato l'autolaboratorio sono indicate nell'allegato 2.

### 4. Riferimenti Normativi

La valutazione dei valori degli indicatori elaborati a partire dai dati raccolti dalla presente campagna di monitoraggio, è stata effettuata riferendosi ai valori limite fissati dal D.Lgs. n° 155/2010. Tale norma recepisce la Direttiva della Comunità Europea 2008/50/CE del 21/05/2008.

Lo schema dei limiti previsti dalla normativa per ciascun inquinante è riportata nell'allegato 5.

## 5. Obiettivo di qualità dei dati

### Raccolta minima dei dati

La tabella sottostante presenta la raccolta minima dei dati per singolo analizzatore relativa al periodo di osservazione dell'intera campagna di misurazione (75 giorni).

La normativa che disciplina la qualità dell'aria (allegato I del D.Lgs. 155/2010) 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 di misurazione 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 ordinaria e taratura periodica. Tale valore di riferimento è richiesto anche per le misure indicative a cui si riferiscono le misurazioni ottenute nella presente campagna.

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 1.800 dati orari teorici). Una parte dei dati è inevitabilmente perduta per le attività di controllo automatico giornaliero, per le tarature periodiche e per le operazioni di manutenzione ordinaria; 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 <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	VV	DV
San Zeno	99	100	100	100	97	100	100

CO = monossido di carbonio

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto

O<sub>3</sub> = ozono

PM<sub>2,5</sub> = materiale particolato PM<sub>2,5</sub>

SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

VV = velocità del vento

DV = direzione del vento

Considerato che il valore di riferimento della raccolta minima dei dati per singolo analizzatore ( $\geq 90\%$ ) si riferisce alle reti caratterizzate da stazioni di misurazione fisse, i singoli rendimenti forniti dalla strumentazione automatica della presente campagna di monitoraggio sono complessivamente da ritenersi ottimi (rendimento totale medio della campagna 98 %) tenuto presente che trattasi di un'indagine articolata in singole campagne stagionali nel quale lo spegnimento, lo spostamento ed il riavvio della strumentazione rappresentano elementi di criticità per la strumentazione stessa.

La raccolta minima dei dati elaborata per ogni analizzatore risulta conforme ai criteri stabiliti dal D.Lgs. 155/2010.

### 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 (75 giorni distribuiti nell'anno) pari al 20 %, è conforme ai criteri degli obiettivi di qualità dei dati definiti per le misure indicative dall'allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 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, le quali sono riassunte nell'allegato 6.

Le prove effettuate nell'anno 2011 sulla strumentazione installata nell'autolaboratorio hanno fornito risultati positivi.

## 6. Dati rilevati nella campagna di misurazione

Nella presente relazione sono riportati gli elaborati grafici relativi a:

- confronto dei risultati con i relativi limiti di legge;
- confronto con i valori rilevati nelle precedenti campagne di misurazione effettuate nella zona;
- confronto con i valori della campagna di misurazione di fondo;
- confronto con i valori degli indicatori registrati nell'area urbana di Arezzo;
- andamenti temporali degli inquinanti monitorati;
- valutazione dei dati puntuali;
- distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione;
- giorni tipo (compresa campagna di fondo);
- andamenti stagionali degli indicatori;
- elaborazione degli andamenti in relazione ai valori rilevati nell'area urbana di Arezzo.

### Standardizzazione

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa ( $\mu\text{g}$  o  $\text{mg}$ ) per metro cubo di aria ( $\text{m}^3$ ) sono riferiti alla temperatura di  $293^\circ\text{K}$  e alla pressione atmosferica di  $101.3 \text{ kPa}$  ad esclusione del materiale particolato  $\text{PM}_{2,5}$  il cui volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

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

Tabella 6.1 valori medi della postazione San Zeno nell'intera campagna 2011- 2012

CO	NO <sub>2</sub>	NOx	PM <sub>2,5</sub>	Benzene	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
mg/m <sup>3</sup>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>0,3</b>	<b>26</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>2,3</b>	<b>4</b>	<b>53</b>

CO = monossido di carbonio

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto

NOx = ossidi di azoto totali

PM<sub>2,5</sub> = materiale particolato PM<sub>2,5</sub>

SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

O<sub>3</sub> = ozono

## 6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa

Periodo di osservazione: dal 03 marzo 2011 al 08 gennaio 2012.

### Indicatori significativi per la salute umana

Tabella 6.1.1 indicatori di protezione della salute umana

INDICATORE	San Zeno Strada A 03/03/2011 - 08/01/2012	LIMITE
NO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	90	200
NO <sub>2</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	26	40
CO media mobile 8 Ore (mg/m <sup>3</sup> )	1,1	10
O <sub>3</sub> media mobile 8 ore (µg/m <sup>3</sup> )	121	120
O <sub>3</sub> Max 1 Ora (µg/m <sup>3</sup> )	140	180
PM <sub>2,5</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	18	25
SO <sub>2</sub> Max Media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	10	125
SO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	15	350
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	2,3	5

CO = monossido di carbonio

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto

NOx = ossidi di azoto totali

O<sub>3</sub> = ozono

PM<sub>2,5</sub> = materiale particolato PM<sub>2,5</sub>

SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = benzene

La tabella 6.1.1 riassume gli indicatori significativi per la salute umana, le concentrazioni misurate ed i valori limite.

I valori limite si riferiscono al D.Lgs. 155/2010 e sono confrontati visivamente nel Grafico 6.1.1

### **OZONO – Numero giorni di superamento del valore obiettivo – Indicatore media mobile di 8 ore**

Tabella 6.1.2 numero di giorni di superamento dell'indicatore della media mobile di 8 ore

Postazione di misurazione	n° giorni superamento media mobile 8 ore
San Zeno	1
superamenti ammessi (media di 3 anni)	25

### Indicatori di protezione della vegetazione (NOx)

Tabella 6.1.3 media annuale ossido di azoto NOx espressi come NO<sub>2</sub>

Postazione di misurazione	San Zeno	LIMITE
NOx media (µg/m <sup>3</sup> )	42	30

Il valore limite relativo agli ossidi di azoto NOx (espressi come NO<sub>2</sub>) si riferisce alla protezione per la vegetazione ed ha valenza per le stazioni rurali.

Grafico 6.1.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato PM2,5, anidride solforosa e benzene

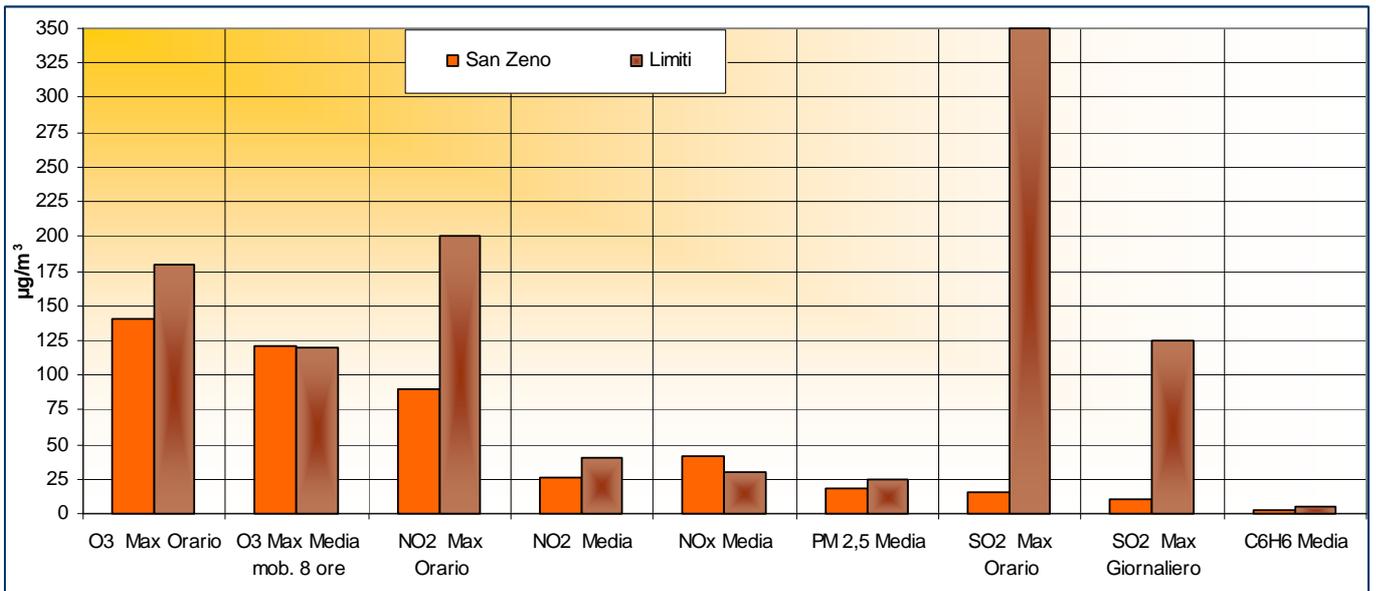
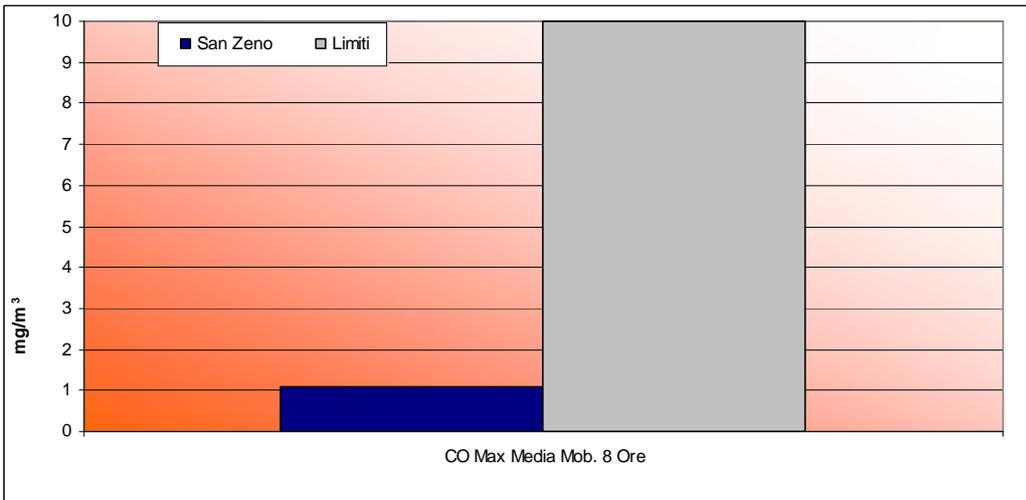


Grafico 6.1.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria monossido di carbonio

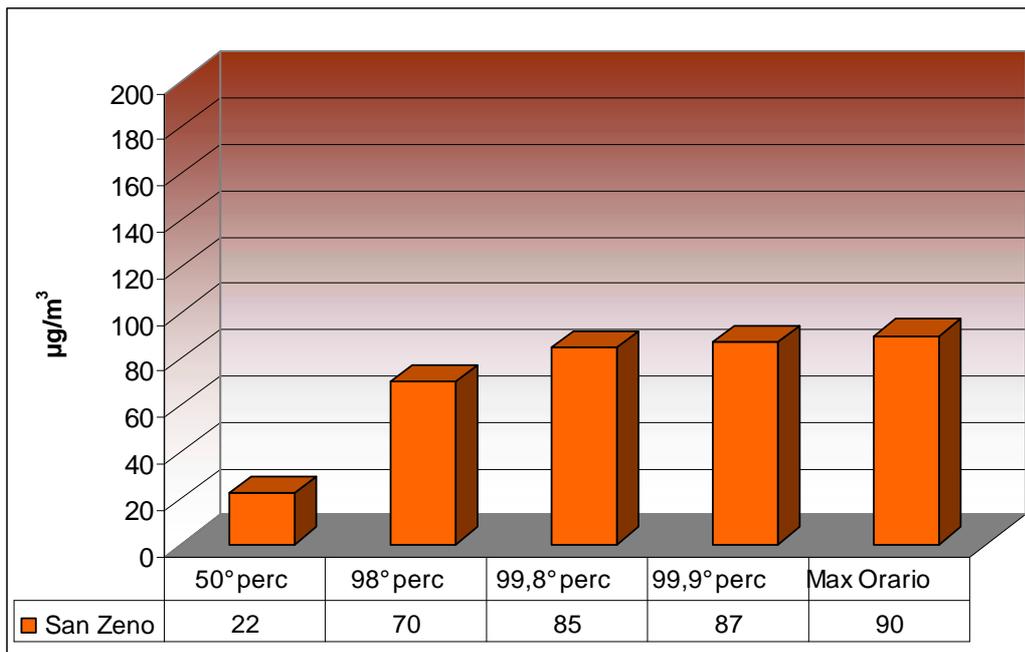


### Valori dei percentili di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

L'elaborazione mette in evidenza la distribuzione dei valori dei percentili di biossido di azoto riferiti alle concentrazioni orarie. Al fine di valutare l'entità dei valori mostrati, va tenuto presente che la precedente legislazione, oggi abrogata, prevedeva per il 98° percentile un valore limite pari a 200 µg/m<sup>3</sup> e per il 50° percentile, un valore guida di 50 µg/m<sup>3</sup>. La normativa vigente prevede per i dati mostrati nell'istogramma, il solo valore limite per l'indicatore del valore massimo orario (200 µg/m<sup>3</sup>).

I dati dei percentili elaborati per la presente campagna di misurazione, sono largamente inferiori ai corrispettivi valori di riferimento.

Grafico 6.1.3 istogramma valori degli indicatori dei percentili di biossido di azoto



## 6.2 Confronto con i valori degli indicatori relativi alle precedenti campagne di misurazione

Nelle tabelle che seguono si riportano i confronti tra gli indicatori di qualità dell'aria della campagna 2011-2012 e le precedenti campagne 2006-2007, 2008, 2009-2010, 2010-2011

Tabella 6.2.1 raffronto indicatori qualità dell'aria campagne 2006-2007, 2008, 2009-2010, 2010-2011 e 2011-2012

INDICATORE	22/2/2006 - 31/12/2007	01/01/2008 - 22/10/2008	20/5/2009 - 21/2/2010	25/05/2010 - 13/02/2011	03/03/2011 - 08/01/2012	LIMITE
NO <sub>2</sub> Max Orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	218	136	104	129	90	200
NO <sub>2</sub> 98° Percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	68	67	59	78	70	
NO <sub>2</sub> Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	25	26	23	24	26	40
NO <sub>x</sub> Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	41	41	35	39	42	30
CO Max 1 Ora ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	2,8	2,2	3,5	1,5	1,2	
CO Max media mobile 8 Ore ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1,9	1,5	1,8	1,3	1,1	10
O <sub>3</sub> Max media mobile 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	125	134	134	122	121	120
O <sub>3</sub> Max 1 Ora ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	141	145	143	136	140	180
SO <sub>2</sub> Max Orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	46	24	32	19	15	350
SO <sub>2</sub> Max media Giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10	10	10	11	10	125
PM <sub>2,5</sub> media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	--	16	22	18	18	25
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	--	1,6	2,9	2,3	2,3	5

CO = monossido di carbonio

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto

NO<sub>x</sub> = ossidi di azoto totali

O<sub>3</sub> = ozono

PM<sub>2,5</sub> = materiale particolato PM<sub>2,5</sub>

SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = benzene

Grafico 6.2.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne 2006-2007, 2008, 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 e 2011-2012 - monossido di carbonio

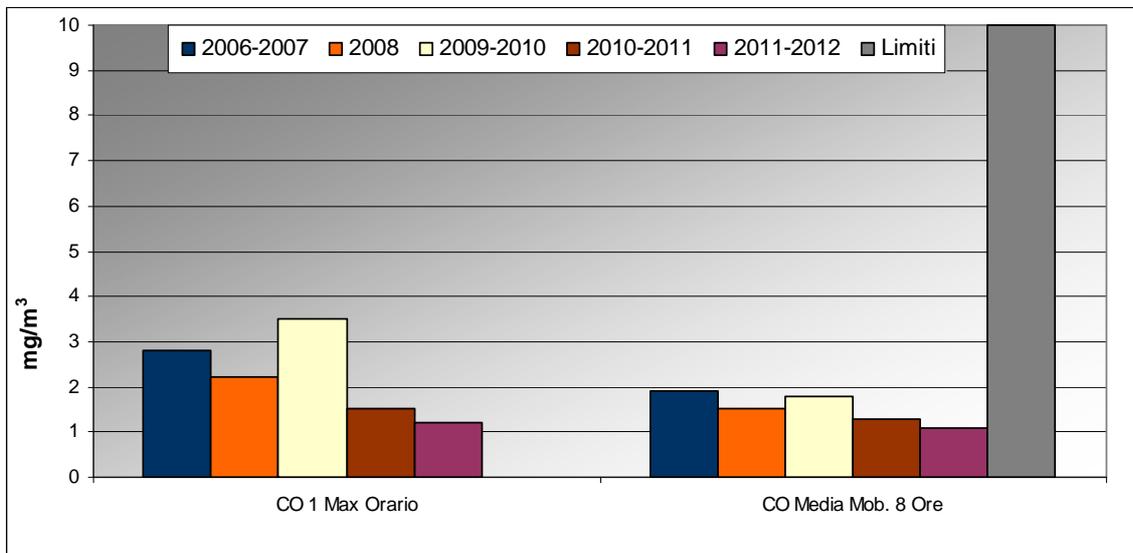


Grafico 6.2.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria campagne 2006-2007, 2008, 2009-2010, 2010-2011 e 2011-2012 - ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato PM2,5, ed anidride solforosa

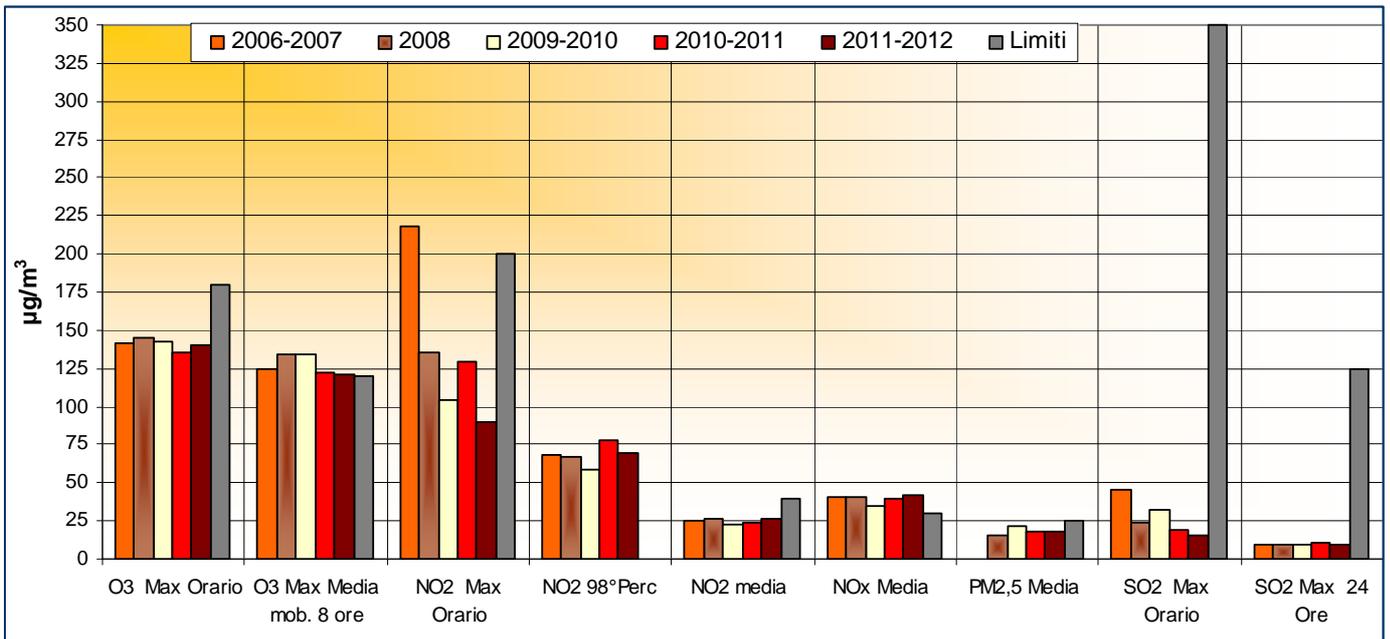
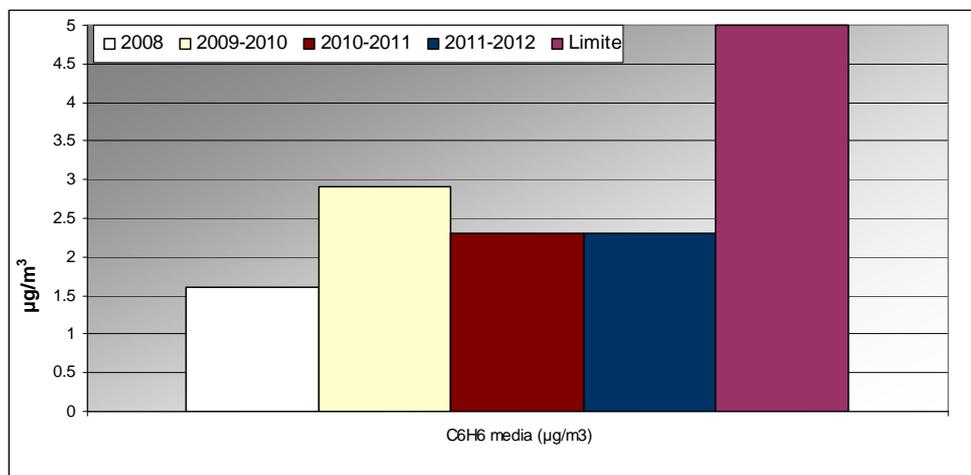


Grafico 6.2.3 istogramma andamenti temporali media annuali di benzene 2008, 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012



### 6.3 Confronto con i livelli di fondo

Tabella 6.3.1 raffronto valori degli indicatori di protezione della salute umana - Campagna Misurazione/Fondo

INDICATORE	campagna misurazione	FONDO	LIMITE
NO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	90	60	200
NO <sub>2</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	26	21	40
CO media mobile 8 Ore (mg/m <sup>3</sup> )	1.1	0.2	10
O <sub>3</sub> media mobile 8 ore (µg/m <sup>3</sup> )	121	126	120
O <sub>3</sub> Max 1 Ora (µg/m <sup>3</sup> )	140	135	180
PM2,5 Media (µg/m <sup>3</sup> )	18	15	25
SO <sub>2</sub> Max Media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	10	12	125
SO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	15	19	350
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	2.3	< 1	5

CO = monossido di carbonio

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto

NO<sub>x</sub> = ossidi di azoto totali

O<sub>3</sub> = ozono

PM2,5 = materiale particolato PM2,5

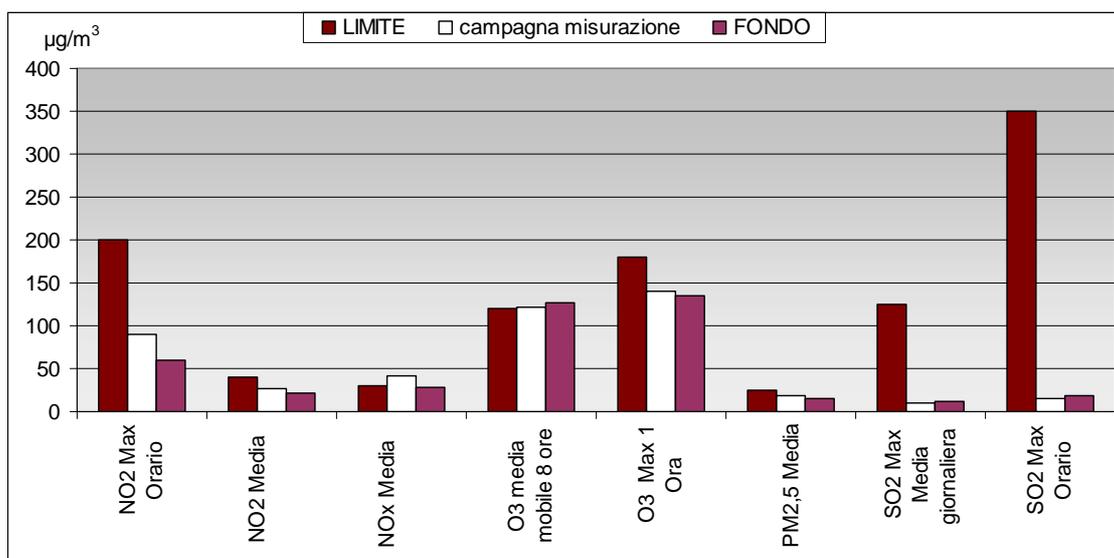
SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = benzene

La tabella 6.3.1. confronta i valori rilevati nella campagna di misurazione con i valori di fondo in relazione ai valori limite.

I valori limite si riferiscono al D.Lgs. 155/2010 e sono confrontati visivamente nel Grafico 6.3.1

grafico 6.3.1. istogramma raffronto valori degli indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, Campagna Misurazione/ Fondo



## 6.4 Confronto con i livelli rilevati nell'area urbana di Arezzo

grafico 6.4.1. istogramma valori degli indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2,5</sub> San Zeno/Area Urbana Arezzo

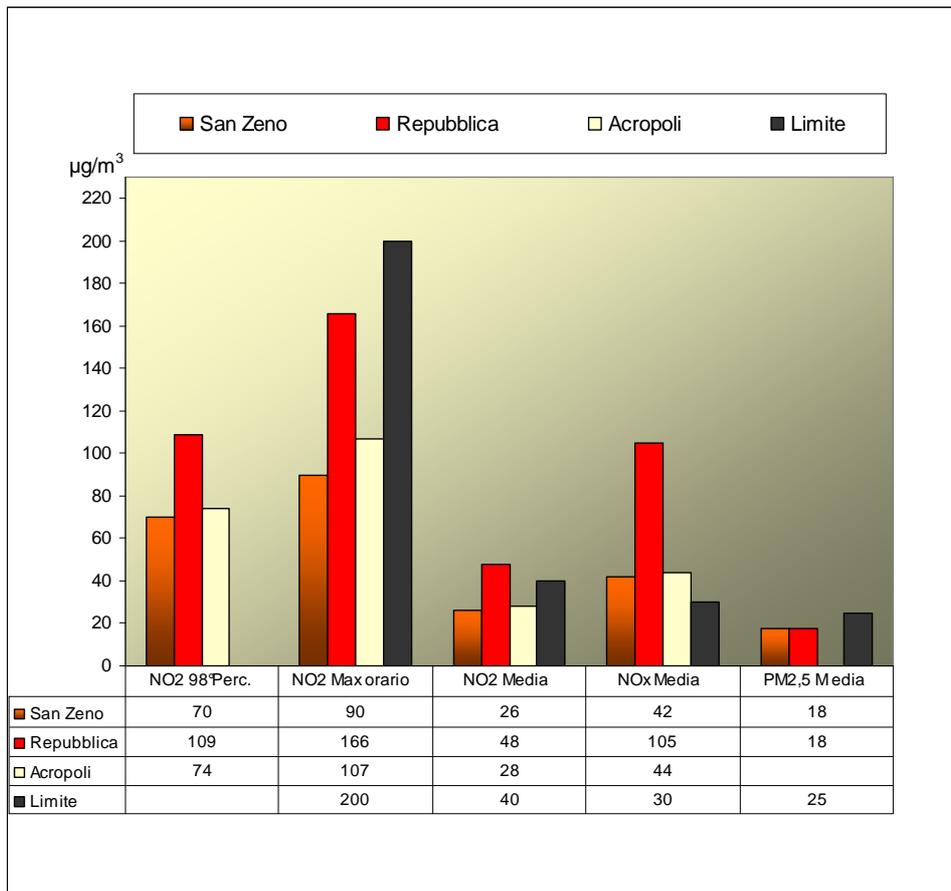
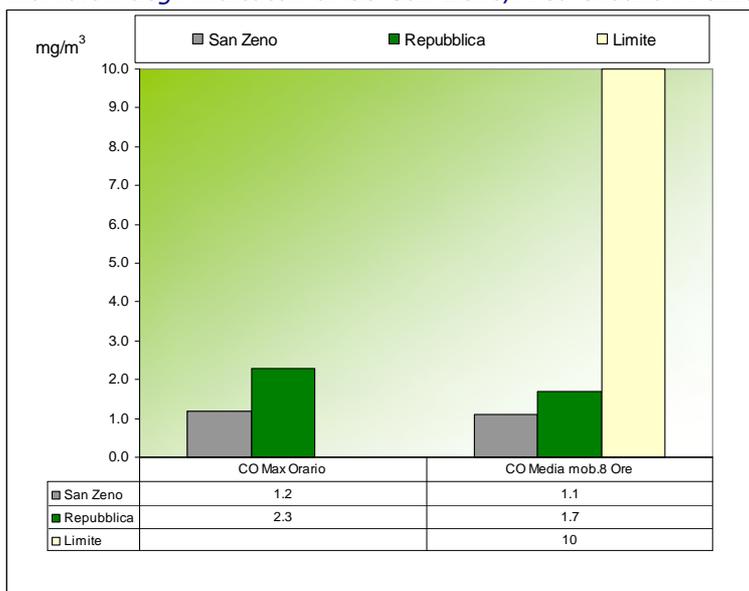


grafico 6.4.2 istogramma valori degli indicatori di CO San Zeno/Area Urbana Arezzo



CO = monossido di carbonio  
 NO<sub>2</sub> = biossido di azoto  
 NO<sub>x</sub> = ossidi di azoto totali  
 PM<sub>2,5</sub> = materiale particolato PM<sub>2,5</sub>

## 6.5 Materiale particolato PM2,5

Tabella 6.5.1 valori indicatori PM2,5 campagna 2011/2012

Postazione di misura	media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	valore massimo giornaliero $\mu\text{g}/\text{m}^3$
San Zeno	18	51

Il valore medio annuale misurato è inferiore, sia al valore limite ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - in vigore al 1 gennaio 2015) sia al valore obiettivo ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - da raggiungersi al 1° gennaio 2010) previsti dal D.Lgs. 155/2010.

In relazione ai valori medi annuali di materiale particolato PM2,5 rilevati nelle campagne precedenti, si riscontra una sostanziale stabilità rispetto alla campagna 2010-2011 ed alla campagna 2008. Lo scarto assoluto di  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  relativo alla campagna 2009-2010, è da considerarsi poco rilevante in relazione alla precisione dell'analizzatore ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sotto il profilo temporale è pertanto da ritenere, che l'area monitorata è caratterizzata da una situazione di sostanziale stabilità dei livelli medi di PM2,5.

Se esaminiamo i valori medi di materiale particolato PM2,5 registrati nell'area urbana di Arezzo (stazione di misurazione fissa di P.za Repubblica), si riscontrano valori medi annuali equivalenti a quelli misurati nella postazione di San Zeno ad indicare che la distribuzione spaziale a livello comunale di questo agente inquinante è fondamentalmente omogenea.

A differenza del materiale particolato PM10, la legislazione non definisce valori limite per l'indicatore relativo alla media giornaliera di PM2,5; per questo indice 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, il giorno 01 gennaio 2012 ( $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); complessivamente sono stati registrati 8 giorni (11 %) di superamento nei 75 giorni relativi all'intera campagna di misurazione. Tale situazione è sostanzialmente in linea a quella rilevata nelle campagne 2010-2011 (14 % dei casi) e 2008 (9 % dei casi).

I superamenti della campagna 2011-2012 si sono verificati nella stagione invernale (4 casi), nella stagione primaverile (2 casi) ed in autunno (2 casi). Nell'area urbana di Arezzo (P.za Repubblica) i superamenti del valore guida OMS sono stati quasi il doppio (15 casi pari al 20 % dell'intero periodo di osservazione), caratterizzati, fra l'altro, da valori massimi giornalieri più elevati del 31 % rispetto a San Zeno.

## 7- Valutazione dei risultati

Tutti gli inquinanti misurati nella presente campagna hanno registrato valori di indicatori di qualità dell'aria inferiori ai valori limite previsti dalla normativa vigente.

In questo contesto per alcuni inquinanti, quali **CO** ed **SO<sub>2</sub>** e **benzene**, l'ordine di grandezza dei livelli di concentrazione si attesta ben al di sotto del 50 % dei rispettivi valori limite (Tabella 6.1.1 indicatori di protezione della salute umana).

Per quanto attiene il materiale particolato **PM2,5** (Tabella 6.5.1.) il valore medio dell'intera campagna di misurazione è inferiore (-39 %) al valore obiettivo da raggiungersi al 1° gennaio 2010 (media annuale pari a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ed al valore limite che sarà in vigore il 1 gennaio 2015 (media annuale pari a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Commenti specifici sui valori "sfidanti" relativi alla media giornaliera sono riportati al paragrafo 6.5.

Gli indicatori di **biossido di azoto** (Tabella 6.1.1) finalizzati alla tutela della salute umana (valore massimo orario e media annuale), registrano livelli di concentrazione attorno alla metà del valore limite. L'esame dei valori degli indicatori elaborati per questo agente inquinante (Grafico 6.1.3), mette in evidenza un rapporto tra il valore massimo orario ed il relativo valore

del 98° percentile poco significativo (1,3), ad indicare che la zona non è stata caratterizzata, nel periodo delle misurazioni, da episodi emissivi acuti rilevanti; inoltre, nonostante il marcato scarto tra il valore massimo orario ed il valore medio di tutto il periodo (71 %), si rileva comunque che i livelli massimi non hanno un peso significativo poiché non determinano effetti rilevanti sul valore medio di tutto il periodo; questo ultimo indicatore rappresenta l'effettiva esposizione della popolazione agli agenti inquinanti.

Queste valutazioni sono rafforzate dalle elaborazioni sulla distribuzione dei valori medi orari di biossido di azoto, nel quale i valori massimi ( $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) rappresentano lo 0,4 % dei dati nell'intera campagna di misurazione.

L'indicatore relativo alla media annuale degli **ossidi di azoto - NOx** (espressi come  $\text{NO}_2$ ) - (Tabella 6.1.3) è superiore al valore limite; questo indicatore è finalizzato alla protezione della vegetazione ed ha valenza per le stazioni di misurazione suburbane, rurali e rurali di fondo. La situazione rilevata a San Zeno, pur se riferita ad una postazione di misurazione di tipo industriale, è comunque da ritenersi equivalente alle aree urbane poiché al di fuori delle zone rurali questo indicatore non è quasi mai rispettato .

Per quanto attiene l'**ozono** (Tabella 6.1.2), sono stati registrati 2 casi di superamento del valore bersaglio di protezione della salute umana (indicatore della media mobile di 8 ore massima giornaliera) distribuiti in 1 giorno del periodo estivo (giorno 7 luglio 2011 ore 18 ed ore 19); la norma 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 tecnicamente corretto effettuare la valutazione di conformità di questo indicatore; considerato però che la distribuzione spaziale dell'ozono a livello provinciale è sostanzialmente omogenea, si considera positivamente la situazione rilevata dalla stazione di misurazione fissa di Acropoli ubicata nell'area urbana di Arezzo, la quale ha registrato nel triennio 2009-2011, un numero di giorni medi di superamento dell'indicatore, conforme ai casi ammessi dalla normativa (9 giorni di superamento in relazione ai 25 ammessi).

In merito alle precedenti campagne di misurazione effettuate nel periodo di osservazione 2006 - 2011 (Tabella 6.2.1) si rileva una situazione caratterizzata da un lato da una sostanziale stabilità degli indicatori relativi alla media, e, dall'altro, da un decremento rispetto all'anno precedente, in particolare per gli indicatori che esprimono i livelli più elevati. In sintesi, le variazioni temporali degli indicatori sul lungo periodo, tenendo come riferimento la campagna 2011-2012 sono così riassunte:

- biossido di azoto  $\text{NO}_2$  (valore massimo orario) decremento del valore rispetto alla campagna precedente (-43 %) e sostanziale riallineamento ai valori registrati nella campagna 2009-2010. Il periodo 2006-2008 è stato caratterizzato da valori significativamente più elevati rispetto agli anni successivi;
- biossido di azoto  $\text{NO}_2$  (98° percentile dei valori orari) lieve decremento dei valori rispetto alla campagna precedente (-11 %) e riallineamento ai valori del triennio 2006-2008;
- medie annuali relative a biossido di azoto  $\text{NO}_2$ , ossidi di azoto totali  $\text{NO}_x$ , materiale particolato  $\text{PM}_{2.5}$ , valore massimo giornaliero di biossido di zolfo  $\text{SO}_2$  e valore massimo orario di ozono  $\text{O}_3$ , sostanzialmente stabili o con variazioni poco significative;
- monossido di carbonio decremento rispetto all'anno precedente per entrambi gli indicatori (decremento medio -21 %); è confermato il trend in decrescita rilevato dalla campagna 2009-2010. Come per il biossido di azoto (valore massimo orario) il periodo 2006- 2008 è stato contraddistinto da valori più elevati rispetto agli anni successivi;

- media annuale di benzene, stabile rispetto alla campagna precedente 2010-2011, ma inferiore alla campagna 2009-2010 la quale presenta i livelli più elevati dell'intero periodo esaminato.

### **Andamenti annuali 98° percentile NO<sub>2</sub>**

Le valutazioni di questo indicatore riguardanti l'ampio periodo di osservazione 1990-2012 (Allegato 1 Grafico 1.5.1), si riferiscono all'elaborazione dei valori registrati nelle precedenti campagne effettuate sia con l'autolaboratorio nella zona industriale di San Zeno (misurazioni indicative campagne del 2006-2007, 2008, 2009-2010, 2010-2011) sia dalla stazione di misurazione fissa ubicata di fronte al ristorante la Torretta dall'anno '90 all'anno '94.

Sono riscontrati livelli sostanzialmente stabili nel triennio 2006-2008, la campagna del 2009-2010 registra un decremento contenuto (-14 %) rispetto al triennio precedente, seguito da un incremento del 24 % nella campagna 2010-2011 ed una nuovo lieve decremento (-11 %) nella campagna 2011-2012 che comporta un sostanziale riallineamento ai valori registrati nel triennio 2006-2008.

Rispetto ai valori dei primi anni '90 misurati dalla stazione di misurazione fissa, il contesto del periodo 2006-2012 è sostanzialmente migliore (-30 %).

### **Raffronto con i valori della campagna di fondo**

I dati relativi alla campagna spot finalizzata a misurare i livelli di fondo (Tabella 6.3.1), ovvero in sostanziale assenza dei contributi emissivi della zona industriale di San Zeno, mettono in evidenza una riduzione significativa dei valori per la prevalenza degli inquinanti misurati (ad esclusione dell'anidride solforosa SO<sub>2</sub>).

I decrementi dei valori degli indicatori registrati dalla campagna di misurazione di fondo riguardano in maniera rilevante il benzene ed il monossido di carbonio CO (quest'ultimo -450 %), dal -24 % al -50 % per il biossido di azoto NO<sub>2</sub>, ed infine dal -13 % per il materiale particolato PM<sub>2,5</sub>. In controtendenza l'anidride solforosa SO<sub>2</sub> per il quale la campagna di misurazione di fondo registra un incremento, ancorché modesto, rispetto alla campagna di misurazione indicativa effettuata nella zona industriale (mediamente +19 %).

Tale situazione mette in evidenza che per quanto riguarda la qualità dell'aria, i contributi emissivi da attribuire alla zona industriale intendendo le fonti di emissioni industriali, le fonti di emissioni legate al traffico veicolare nonché le emissioni diffuse hanno un peso che determina una variazione del contesto dell'aria ambiente. Questo ad esclusione dell'anidride solforosa SO<sub>2</sub>.

### **Raffronto con i livelli registrati nell'area urbana di Arezzo**

#### **Andamenti temporali**

Se mettiamo in relazione i valori di qualità dell'aria (valori medi orari NO<sub>x</sub>, valori medi giornalieri PM<sub>2,5</sub>) registrati dalla postazione di San Zeno con quelli misurati nello stesso periodo di osservazione dalle stazioni di misurazione ubicate nell'area urbana di Arezzo di P.za della Repubblica (stazione classificata urbana-traffico) e di Acropoli (stazione classificata urbana-fondo), traspare, relativamente agli andamenti temporali una buona corrispondenza, nel quale i valori aumentano e diminuiscono prevalentemente agli stessi orari.

Per quanto attiene la postazione di San Zeno, relativamente agli ossidi di azoto totali NO<sub>x</sub>, è rilevato un caso particolare (giorno 9 marzo ore 9) nel quale il valore orario è stato più elevato di quelli registrati nell'area urbana di Arezzo. A prescindere che sotto il profilo statistico tale evento non è significativo, sarà effettuata la valutazione dei dati puntuali (medie minuto massime) che concorrono alla media oraria stessa e dei diagrammi polari.

Per quanto attiene il PM<sub>2,5</sub>, gli andamenti temporali dei livelli di concentrazione, mettono in evidenza due casi (giorni 4 e 14 marzo 2011) nel quale i livelli medi giornalieri di San Zeno sono superiori (da 1,4 a 2,2 volte) ai corrispondenti valori registrati dalla stazione di misurazione di P.za Repubblica; in questi giorni, anche i relativi valori orari, sono stati

contraddistinti dalla presenza di livelli di picco. In relazione a questa situazione, ancorché caratterizzati da un numero di eventi non statisticamente rappresentativi (2,4 % dei casi) sarà effettuata l'analisi dei dati puntuali e dei diagrammi polari.

La buona correlazione tra i valori medi giornalieri di PM<sub>2,5</sub> registrati nell'aria industriale di San Zeno e nell'area urbana di Arezzo ( $R^2 = 0,8$ ), mette in evidenza che dal punto di vista statistico i livelli di PM<sub>2,5</sub> a livello comunale sono da ritenersi omogenei.

### Indicatori di qualità dell'aria

Per quanto attiene i valori degli indicatori di qualità dell'aria (grafico 6.4.1.), la postazione di San Zeno presenta dati sostanzialmente equivalenti sia ai valori di ossidi di azoto (ossidi di azoto totali NO<sub>x</sub> e biossido di azoto NO<sub>2</sub>) registrati dalla stazione urbana-fondo di Acropoli, sia ai valori di PM<sub>2,5</sub> registrati nella stazione urbana traffico di P.za Repubblica.

La situazione cambia in maniera rilevante se esaminiamo invece gli altri parametri misurati dalla stazione di P.za della Repubblica, poiché i valori degli indicatori di San Zeno sono inferiori per un ampio margine (da -56 % a -85 % per gli indicatori del biossido di azoto NO<sub>2</sub>; -150 % per gli ossidi di azoto totali NO<sub>x</sub> e da -54 % a -92 % per gli indicatori di monossido di carbonio CO).

La situazione di equivalenza dei valori medi di PM<sub>2,5</sub>, pur se incoerente con gli scarti significativi tra le postazioni di San Zeno ed Arezzo P.za Repubblica, rilevati per gli ossidi di azoto e monossido di carbonio, conferma le conoscenze acquisite sulla distribuzione spaziale omogenea sul lungo periodo di questo agente inquinante a livello comunale (i valori medi giornalieri massimi di PM<sub>2,5</sub> sono invece caratterizzati da differenze rilevanti: P.za Repubblica +31 % rispetto a San Zeno).

### Andamenti temporali San Zeno

Gli andamenti dei valori orari e giornalieri (Allegato 1, grafici 1.1.1-5), mettono bene in rilievo la presenza di livelli più elevati nella stagione invernale, la quale, tra la fine del mese di dicembre 2011 e nei primi giorni di gennaio 2012, è stata caratterizzata dalla persistenza del fenomeno meteo dell'inversione termica con il conseguente accumulo degli inquinanti al suolo. Questa situazione ha riguardato l'intero territorio provinciale/regionale. Sono rilevati inoltre isolati livelli di PM<sub>2,5</sub> nei giorni 4 e 14 marzo 2011 che saranno valutati nel capitolo relativo ai valori puntuali.

### Valutazione dei valori puntuali

Come valutato nel precedente capitolo, riguardante il raffronto degli andamenti temporali dei dati di qualità dell'aria misurati a San Zeno con quelli misurati dalle stazioni di misurazione fisse ubicate nell'area urbana di Arezzo, sono stati rilevati casi in cui i valori di qualità dell'aria (orari per NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>, giornalieri per PM<sub>2,5</sub>) di San Zeno sono stati significativamente più elevati della stazione di misurazione di Arezzo - P.za Repubblica. La casistica, riconducibile a 3 eventi, riguarda i giorni 4, 9 e 14 marzo 2011, per i quali sarà effettuata nel presente capitolo una valutazione più approfondita mediante esame dei valori puntuali.

La metodologia di valutazione ha riguardato in prima istanza, l'esame dei dati orari dei giorni individuati nell'analisi degli andamenti temporali (il tempo di mediazione orario rappresenta l'unità di tempo minima di riferimento in cui sono espressi i valori limite di qualità dell'aria), per poi approfondire sui dati puntuali (medie minuto massime) che concorrono alla media oraria stessa. I dati orari e puntuali sono stati valutati effettuando un'integrazione con le elaborazioni meteorologiche (rosa dei venti e diagrammi polari).

I diagrammi polari sono caratterizzati da un'elaborazione grafica, che mette in relazione i livelli di concentrazione suddivisi in classi, con la direzione di provenienza del vento; l'elaborazione è inoltre corredata da due tabelle. La tabella in posizione superiore, riporta nelle prime cinque colonne la distribuzione dei valori validi per classe di inquinamento e direzione del vento, la sesta colonna rappresenta la concentrazione media registrata dall'inquinante per ogni direzione di vento; l'ultima colonna rappresenta la percentuale dei valori per ogni direzione di vento.

La tabella in posizione inferiore riporta le misure relative a 4 indicatori di sintesi sul campione analizzato per il diagramma (calma di vento, vento variabile, dati non calcolati, dati non validi) al fine di fornire informazioni sulla consistenza dei dati oggetto delle elaborazioni (dati non validi) e sulle casistiche riguardanti le calme di vento.

### **Giorno 4 marzo 2011**

L'esame dei valori puntuali massimi (medie minuto) di PM<sub>2,5</sub> registrati il giorno 4 marzo mette in evidenza la presenza di un valore significativo alle ore 13:23 non in linea con i restanti valori massimi al minuto registrati nello stesso giorno (Allegato 1 tabella 1.8.3.); questa situazione ha avuto un peso rilevante anche sul relativo valore orario il quale è pertanto risultato fuori linea rispetto agli altri valori orari registrati nella giornata. Al fine di quantificare gli scostamenti di questi valori di picco, l'incremento del valore orario massimo registrato alle ore 14 rispetto alla media dei restanti valori orari è stato del 88 % mentre per il valore puntuale massimo (medie minuto), l'incremento del dato massimo registrato alle ore 13:25 rispetto alla media dei restanti valori massimi al minuto registrati nella giornata è stato dell'85 %.

Il valore medio giornaliero di PM<sub>2,5</sub> è risultato comunque conforme (media giornaliera PM<sub>2,5</sub> San Zeno = 24 µg/m<sup>3</sup> - Valore guida OMS = 25 µg/m<sup>3</sup>) al Valore Guida OMS fissato al fine di definire un obiettivo sfidante per le Pubbliche Amministrazioni<sup>1</sup>

La direzione di provenienza del vento alle ore 14 è stata quella di Nord-Nord-Est con velocità del vento oraria di 4,5 m/sec (velocità del vento massima oraria campagna = 7,4 m/sec - velocità media campagna = 1,8 m/sec).

La valutazione del diagramma polare elaborato per il giorno oggetto della valutazione ha messo in evidenza contributi di PM<sub>2,5</sub> per la direzione di provenienza del vento di Nord-Nord-Est (65 % dei casi), e Nord-Est (13 % dei casi); a prescindere dalla valutazione della frequenza, l'elaborazione grafica ha messo anche in evidenza che i livelli medi più elevati di PM<sub>2,5</sub> (24 µg/m<sup>3</sup>) sono stati registrati per entrambe le direzioni di Nord-Nord-Est e Est-Nord-Est.

Relativamente agli impianti di incenerimento di rifiuti e di recupero di metalli preziosi a partire da spazzature orafe dotati di sistema di monitoraggio in continuo alle emissioni (SME), l'esame dei report SME ha rilevato valori di polveri totali conformi alla norma e coerenti a quelli registrati nella giornata per l'impianto AISA (in direzione del settore Ovest-Nord-Ovest); dall'esame dei report SME si rileva che gli altri tre impianti (CABRO - in direzione del settore Est-Sud-Est, SAFIMET - in direzione del settore Ovest-Sud-Ovest e SICAM - in direzione del settore Ovest-Sud-Ovest) non risultavano in esercizio nel giorno oggetto della valutazione.

Ne conseguirebbe che, per il giorno 4 marzo, il settore relativo ai livelli massimi di PM<sub>2,5</sub> (Nord-Nord-Est) non sembrerebbe riferibile all'unico impianto in marcia rilevato dal report SME

### **Giorno 9 marzo 2011**

#### **Ossidi di azoto – NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>:**

La valutazione delle variazioni temporali e spaziali di questo inquinante misurato sia nella postazione di San Zeno, sia nell'area urbana di Arezzo ha messo in rilievo un caso, registrato il giorno 9 marzo 2011, nel quale il valore orario di ossidi di azoto totali NO<sub>x</sub> registrato alle ore 9 nella postazione di San Zeno è stato più elevato rispetto a quelli registrati dalle stazioni di misurazione dell'area urbana di Arezzo (NO<sub>x</sub> San Zeno + 23 % rispetto a P.za Repubblica; NO<sub>2</sub> San Zeno sostanzialmente equivalente a P.za Repubblica).

Sempre per la postazione di San Zeno, l'esame dei valori puntuali massimi (medie minuto) di biossido di azoto NO<sub>2</sub> registrati il giorno 9 marzo (Allegato 1 tabella 1.8.1.), mette proprio in evidenza uno scarto significativo tra il valore orario ed il relativo valore massimo puntuale della media minuto delle ore 9; tale situazione si è verificata anche alle ore 17 ed alle ore 18. Alle ore 9, il valore puntuale (media massimo al minuto) è stato più elevato rispetto al relativo valore orario del +117 %, alle ore 17 del +800 % ed alle ore 18 del +903 %; si ricorda che

---

<sup>1</sup> La legislazione che disciplina la qualità dell'aria ha definito per il PM<sub>2,5</sub> il solo valore limite relativo alla media annuale.

tutti i valori orari, come peraltro già affermato nel capitolo del raffronto con i valori limite, sono conformi al relativo valore limite.

La direzione di provenienza del vento alle ore 9, alle ore 18 ed alle ore 19 è stata quella di Ovest-Nord-Ovest; la velocità media oraria, poco rilevante, da ricondurre alla bava di vento è stata di 0,8 m/sec alle ore 9, di 1,3 m/sec alle ore 18 e di 0,8 m/sec alle ore 19.

Nell'intera campagna di misurazione è stata registrata una velocità del vento massima oraria di 7,4 m/sec ed un valore di velocità media di 1,8 m/sec.

La valutazione del diagramma polare elaborato per il giorno oggetto della valutazione ha messo in evidenza contributi di biossido di azoto NO<sub>2</sub> per la direzione di provenienza del vento di Ovest-Nord-Ovest (17 % dei casi), Est-Sud-Est (17 % dei casi) e Sud-Sud-Est (13 % dei casi); a prescindere dalla valutazione della frequenza, l'elaborazione grafica ha messo anche in evidenza che i livelli medi più elevati di biossido di azoto NO<sub>2</sub> sono stati registrati per le direzioni di Nord-Est (71 µg/m<sup>3</sup>), di Sud-Est (58 µg/m<sup>3</sup>) ed Ovest-Nord-Ovest (57 µg/m<sup>3</sup>).

Relativamente agli impianti di incenerimento di rifiuti e di recupero di metalli preziosi a partire da spazzature orafe dotati di sistema di monitoraggio in continuo alle emissioni (SME), l'esame dei report SME ha rilevato valori di ossidi di azoto NO<sub>x</sub> conformi alla norma e coerenti a quelli registrati nell'intera giornata per due impianti (AISA - in direzione del settore Ovest-Nord-Ovest e SICAM - in direzione del settore Ovest-Sud-Ovest); dalla valutazione dei report SME del giorno 9 marzo è stato rilevato che altri due impianti non risultavano in esercizio (CABRO - in direzione del settore Est-Sud-Est e SAFIMET - in direzione del settore Ovest-Sud-Ovest).

Si rileva che per il giorno 9 marzo, i settori relativi ai livelli massimi di biossido di azoto NO<sub>2</sub> (Nord-Est, Sud-Est e Ovest-Nord-Ovest), sono riferibili in parte all'ubicazione degli impianti in marcia rilevati dai report SME (impianto AISA in direzione Ovest-Nord-Ovest, il quale, tuttavia, dall'esame dei dati SME non ha registrato valori di ossidi di azoto NO<sub>x</sub> rilevanti e caratterizzati da variazioni temporali significative).

### **Materiale particolato PM<sub>2,5</sub>:**

La valutazione delle variazioni temporali e spaziali di questo agente inquinante misurato sia nella postazione di San Zeno sia nell'area urbana di Arezzo (stazione di misurazione di P.za Repubblica) ha messo in rilievo 2 casi, registrati il giorno 4 e 14 marzo 2011, nel quale il valore giornaliero di materiale particolato PM<sub>2,5</sub> registrato nella postazione di San Zeno è stato più elevato rispetto a quello registrato dalla stazione di misurazione di Arezzo P.za Repubblica (giorno 4/3/2011: San Zeno +54 % rispetto a P.za Repubblica; giorno 14/3/2011: San Zeno +27 % rispetto a P.za Repubblica).

### **Giorno 14 marzo 2011**

L'esame dei valori puntuali massimi (medie minuto) di PM<sub>2,5</sub> registrati il giorno 14 marzo mette in evidenza la presenza di due valori significativi alle ore 17:31 ed alle ore 18:32 non in linea con i restanti valori massimi al minuto registrati nello stesso giorno (Allegato 1 tabella 1.8.5.); questa situazione ha avuto un peso significativo anche sui relativi valori orari delle ore 18 e delle ore 19, i quali sono pertanto risultati fuori linea rispetto agli altri valori orari registrati nella giornata. Al fine di quantificare gli scostamenti di questi valori di picco, l'incremento dei valori orari massimi registrati nella fascia oraria 18-19 rispetto alla media dei restanti valori orari, è stato mediamente del 83 %, mentre per il valore puntuale massimo (medie minuto), l'incremento del dato massimo registrato alle ore 17:31 ed alle ore 18:32 rispetto alla media dei restanti valori massimi al minuto registrati nella giornata è stato mediamente del 77 %.

Il valore medio giornaliero di PM<sub>2,5</sub> è risultato in ogni modo conforme (media giornaliera PM<sub>2,5</sub> San Zeno = 22 µg/m<sup>3</sup> - Valore guida OMS = 25 µg/m<sup>3</sup>) al Valore Guida OMS fissato al fine di definire un obiettivo sfidante per le Pubbliche Amministrazioni<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> la legislazione che disciplina la qualità dell'aria ha definito per il PM<sub>2,5</sub> il solo valore limite relativo alla media annuale

La direzione di provenienza del vento alle ore 18 è stata quella di Sud-Est mentre alle ore 19 è stata quella di Nord-Est; le velocità del vento sono state modeste (bava di vento): alle ore 18 è stata registrata una velocità media oraria di 0,9 m/sec ed alle ore 19 una velocità media oraria di 1,2 m/sec. Nell'intera campagna di misurazione è stata registrata una velocità del vento massima oraria di 7,4 m/sec ed un valore di velocità media di 1,8 m/sec.

La valutazione del diagramma polare elaborato per il giorno oggetto della valutazione ha messo in evidenza contributi di PM<sub>2,5</sub> per la direzione di provenienza del vento di Sud-Est (41 % dei casi), e Sud-Sud-Est (23 % dei casi); a prescindere dalla valutazione della frequenza, l'elaborazione grafica evidenzia che i livelli medi più elevati di PM<sub>2,5</sub> (98 µg/m<sup>3</sup>) sono stati registrati per la direzione di Nord-Est.

Relativamente agli impianti di incenerimento di rifiuti e di recupero di metalli preziosi a partire da spazzature orafe dotati di sistema di monitoraggio in continuo alle emissioni (SME), l'esame dei report SME ha riscontrato valori di polveri totali conformi alla norma e coerenti a quelli registrati nella giornata per gli impianti AISA (in direzione del settore Ovest-Nord-Ovest), CABRO (in direzione del settore Est-Sud-Est), SAFIMET (in direzione del settore Ovest-Sud-Ovest) e SICAM (in direzione del settore Ovest-Sud-Ovest); dall'esame dei report SME si rileva che, nella fascia oraria 18-19 gli impianti CABRO, SAFIMET e SICAM non risultavano in esercizio.

Ne conseguirebbe che, per il giorno 14 marzo, i settori relativi ai livelli massimi di PM<sub>2,5</sub> (Nord-Est e di Sud-Est) non sembrerebbero riferibili agli impianti in marcia rilevati dai report SME

### **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 (Allegato 1, grafici 1.2.1-6).

Sotto il profilo temporale le distribuzioni sono prevalentemente omogenee; fa eccezione la distribuzione dei livelli medi giornalieri di PM<sub>2,5</sub> in quanto la campagna 2009-2010 mette in evidenza la massima distribuzione nella classe 25-30 µg/m<sup>3</sup> (altre campagne di misurazione: massima distribuzione nella classe 15 µg/m<sup>3</sup>).

Poiché le distribuzioni dei valori medi di giornalieri di PM<sub>2,5</sub> delle restanti campagne di misurazione sono comunque omogenee, si può ipotizzare che la probabile situazione di fuori linea dei dati della campagna 2009-2010 sia da attribuire a particolari condizioni di microscala del periodo che hanno determinato la presenza di alcuni valori medi giornalieri più elevati.

### **Giorno tipo**

Le elaborazioni sono comprensive (Allegato 1, 1.3.1-5) anche delle misurazioni relative al fondo, intendendo il periodo nel quale gli effetti dei contributi emissivi degli impianti, e comunque delle altre sorgenti di emissione (traffico autoveicolare) sono da considerarsi poco significativi perché fermi o ridotti per le ferie estive.

Dalle elaborazioni inerenti il giorno tipo si rileva, in relazione ai particolari meccanismi di formazione stagionali dell'ozono catalizzati dalla radiazione solare e dalla temperatura dell'aria, il peculiare andamento contraddistinto da valori orari più elevati nelle ore di massima insolazione delle stagioni della primavera e dell'estate.

Per i restanti inquinanti le evoluzioni possono essere così sintetizzate:

- monossido di carbonio – bene inquadrato l'andamento caratteristico degli inquinanti primari (emessi direttamente dalle fonti di emissione) nel quale i livelli massimi sono da attribuire alle attività antropiche (fascia oraria 8-9 del mattino e fascia oraria 20-21 alla sera). Gli andamenti sono sovrapponibili sostanzialmente per tutte le campagne di misurazione stagionali, i livelli di picco più elevati sono riscontrati alla mattina. I livelli stagionali più significativi sono forniti dalla stagione invernale; i livelli della campagna di misurazione di fondo sono paragonabili a quelli registrati nella stagione dell'autunno;

- biossido di azoto – andamenti omogenei che mettono in rilievo la presenza di livelli massimi alla mattina (ore 9) ed alla sera (ore 21) coincidenti con le attività antropiche. Si nota, a differenza del monossido di carbonio, la presenza di livelli di picco più elevati alla sera. Le stagioni dell'autunno e dell'inverno sono caratterizzate da livelli più elevati; la stagione dell'estate e la campagna di fondo sono caratterizzate invece da livelli modesti ed andamenti sovrapponibili;
- materiale particolato PM2,5 – gli andamenti descritti da questo agente inquinante sono caratterizzati da una maggiore variabilità rispetto agli altri inquinanti misurati. L'andamento tipico è contraddistinto sostanzialmente dalla presenza di livelli massimi su più fasce orarie: alle 10-11, alle 21-23 ed alle 2-3. Nella stagione invernale i livelli massimi della mattina e del pomeriggio sono sostanzialmente equivalenti, situazione diversa per l'autunno dove il livello massimo della sera è più elevato della mattina. La stagione dell'estate e la campagna di fondo sono caratterizzate invece da andamenti sostanzialmente sovrapponibili. Si rileva che l'andamento della campagna della primavera è caratterizzato dall'influenza di livelli di picco alle ore 14 ed alle 18-19 (non rilevati nelle altre campagne di misurazione stagionali) da attribuire ai dati puntuali elevati di PM2,5 registrati nei giorni 4 e 14 marzo 2011;
- biossido di zolfo – le evoluzioni sono caratterizzate da livelli di modesta entità, si riscontrano livelli più elevati nella stagione estiva. Tale peculiarità conferma e consolida le osservazioni effettuate nelle precedenti campagne di misurazione.

## 8 - Considerazioni riassuntive e finali

I valori degli indicatori di qualità dell'aria misurati nella postazione di San Zeno sono conformi ai relativi valori limite. In questo contesto, per la prevalenza degli indicatori (a prescindere che alcuni inquinanti quali monossido di carbonio e biossido di zolfo, sono necessariamente da ritenersi meno rilevanti nell'attuale contesto della qualità dell'aria), vi è una significativa inferiorità rispetto al valore limite (< 50 % del valore limite).

Gli indicatori più importanti sono rappresentati dalla media annuale di biossido di azoto NO<sub>2</sub>, pari al 65 % del relativo valore limite, e la media annuale di PM<sub>2,5</sub> pari al 72 % del relativo valore limite.

Il materiale particolato PM<sub>2,5</sub> registra un valore dell'indicatore della media annuale inferiore al valore limite del 39 %. In relazione alle precedenti campagne di misurazione il trend della media annuale è sostanzialmente stabile. L'equivalenza con i valori delle medie annuali dell'area urbana di Arezzo tende a confermare e consolidare le valutazioni in merito alla distribuzione omogenea nel lungo periodo di questo agente inquinante a livello comunale.

I dati relativi alla campagna spot finalizzata a misurare i livelli di fondo, ovvero in sostanziale assenza dei contributi emissivi della zona industriale di San Zeno, mettono in evidenza una riduzione significativa dei valori per la prevalenza degli inquinanti misurati (ad esclusione dell'anidride solforosa SO<sub>2</sub>). I decrementi più significativi dei valori degli indicatori registrati dalla campagna di misurazione di fondo riguardano in maniera rilevante il benzene ed il monossido di carbonio CO (quest'ultimo -450 %), ed biossido di azoto NO<sub>2</sub> (-50 %).

Pertanto, è da ritenere, che per quanto riguarda la qualità dell'aria, i contributi emissivi da attribuire alla zona industriale, intendendo con ciò i contributi di tutte le fonti di emissione (industriali, traffico veicolare nonché le emissioni diffuse), hanno un peso tale da determinare una variazione del contesto dell'aria ambiente.

In considerazione dei valori degli indicatori elaborati nella precedente campagna di rilevamento effettuata nel periodo di osservazione 2010-2011, si rileva da un lato il decremento degli indicatori caratterizzati dai tempi di mediazioni più brevi (1 ora) riferibili alla presenza di livelli massimi, e dall'altro lato, ad una sostanziale stabilità degli indicatori riferiti alla media annuale. L'incremento della media annuale degli ossidi di azoto totali NO<sub>x</sub> (espressi come NO<sub>2</sub>) è comunque da ritenersi non rilevante (+ 8%).

Le variazioni temporali sull'ampio periodo (2006-2012), ripropongono i livelli stabili per le medie annuali di biossido di azoto NO<sub>2</sub>, ossidi di azoto totali NO<sub>x</sub> (espressi come NO<sub>2</sub>) ed il valore massimo giornaliero di SO<sub>2</sub>. Questa condizione di stabilità è riscontrabile in un periodo più breve (2010-2012) anche per le medie annuali di benzene e materiale particolato PM<sub>2,5</sub>. Monossido di carbonio CO e biossido di zolfo SO<sub>2</sub> (indicatore valore massimo orario) registrano un decremento progressivo dei valori. Il triennio 2006-2008 è stato caratterizzato dai livelli massimi più elevati.

Rispetto agli andamenti temporali dei valori registrati nell'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 in prevalenza dalle stesse tipologie di sorgenti.

Sotto il profilo quantitativo, la postazione di San Zeno presenta per la prevalenza degli inquinanti, livelli di concentrazione di ossidi di azoto totali NO<sub>x</sub> e biossido di azoto NO<sub>2</sub> sostanzialmente equivalenti alla stazione di fondo urbano di Acropoli nonché ai valori medi annuali di materiale particolato PM<sub>2,5</sub> della stazione urbana-traffico di P.za della Repubblica (per i valori medi giornalieri massimi vi è invece una sostanziale differenza: P.za Repubblica + 31 % rispetto a San Zeno).

L'equivalenza dei dati di qualità dell'aria di San Zeno e P.za della Repubblica, non riguarda però i parametri degli ossidi di azoto totali NOx ed il monossido di carbonio CO; a San Zeno i livelli sono decisamente inferiori di P.za Repubblica poiché gli indicatori di biossido di azoto NO<sub>2</sub> sono mediamente inferiori del 70 %, gli indicatori di monossido di carbonio CO mediamente inferiori del 73 % ed infine l'indicatore della media annuale di ossidi di azoto totali NOx inferiore del 150 %.

Questa valutazione, in prima istanza, potrebbe sembrare in disaccordo con le segnalazioni di disturbo odorigeno comunicate nella zona, tuttavia occorre considerare che spesso gli eventi disturbanti sono di breve durata e che concorrono le azioni di dispersione, trasporto e diffusione dell'atmosfera le quali determinano un effetto di diluizione dei livelli in aria ambiente degli inquinanti. In questo contesto, brevi eventi emissivi, non determinano effetti significativi sui dati di qualità dell'aria, i cui valore limite, si riferiscono al tempo di mediazione minimo della media oraria.

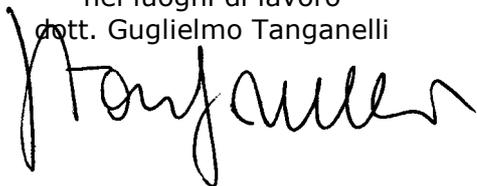
Si mette in evidenza poi, che i disturbi di natura odorigena, non possono essere rilevati dalla strumentazione automatica dell'autolaboratorio, perché non disciplinati dalla normativa che riguarda la qualità dell'aria e devono essere valutati con altri tipi di misurazione di tipo qualitativo (panel-test).

In considerazione della rosa dei venti registrata nella campagna di misurazione, nonché dai diagrammi polari, si rileva che sono significative, anche in relazione ai livelli medi e massimi di biossido di azoto NO<sub>2</sub> e materiale particolato PM<sub>2,5</sub>, le direzioni di provenienza dei venti relative ai settori orientali (Nord-Nord-Est, Nord-Est, Est-Nord-Est e sud-Est) ed al settore Ovest-Nord-Ovest. Pertanto, in considerazione dell'ampiezza dei settori interessati, non è individuabile un contributo significativo e peculiare di determinate sorgenti emissive. Ad esempio, per i settori Nord-Nord-Est, Nord-Est, Est-Nord-Est riferiti principalmente alla direzione del promontorio collinare ubicato alle spalle di San Zeno, è da ritenere che il contributo per il PM<sub>2,5</sub> sia da attribuire anche alla componente terziaria del materiale particolato, da riferirsi al risollevarimento del terreno.

La rilevazione dello stato della qualità dell'aria si riferisce alla misurazione degli inquinanti in aria ambiente registrandone le relative variazioni temporali. Sono pertanto rilevati con queste misure gli effetti di tutte le sorgenti emissive che generano contributi nella zona; ne consegue che queste misurazioni non riguardano in maniera esclusiva i singoli impianti, i quali devono essere verificati con altri tipi di controlli puntuali (verifica delle emissioni in atmosfera, verifica dello stato di efficienza degli impianti di depurazione, controllo della gestione dei processi produttivi).

Per la redazione  
Il Tecnico della prevenzione nell'ambiente e  
nei luoghi di lavoro

dott. Guglielmo Tanganelli



Per approvazione  
Il Responsabile del Dipartimento ARPAT di Arezzo  
dott.ssa Rossella Francalanci



GT/gt

Allegati

## Allegato 1. Elaborazioni integrative

### 1.1 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. Sono esclusi il monossido di carbonio, il materiale particolato PM<sub>2,5</sub> ed il benzene il cui tempo di mediazione dei valori elaborati, è differente dal tempo di mediazione che esprime il valore limite.

grafico 1.1.1 andamenti orari monossido di carbonio

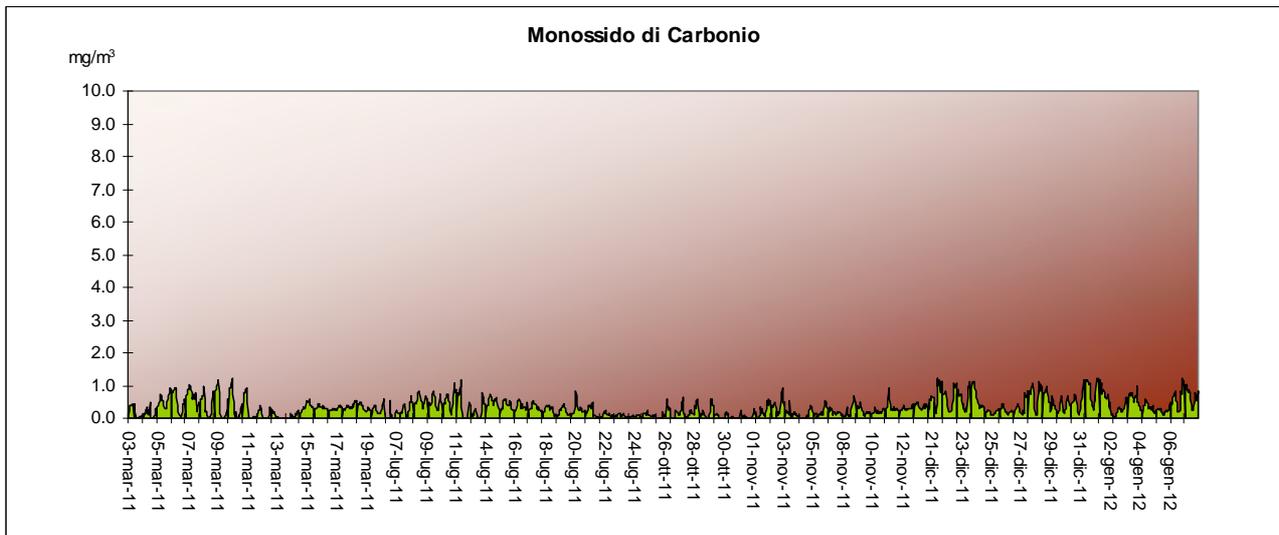


Grafico 1.1.2 andamenti orari biossido di azoto

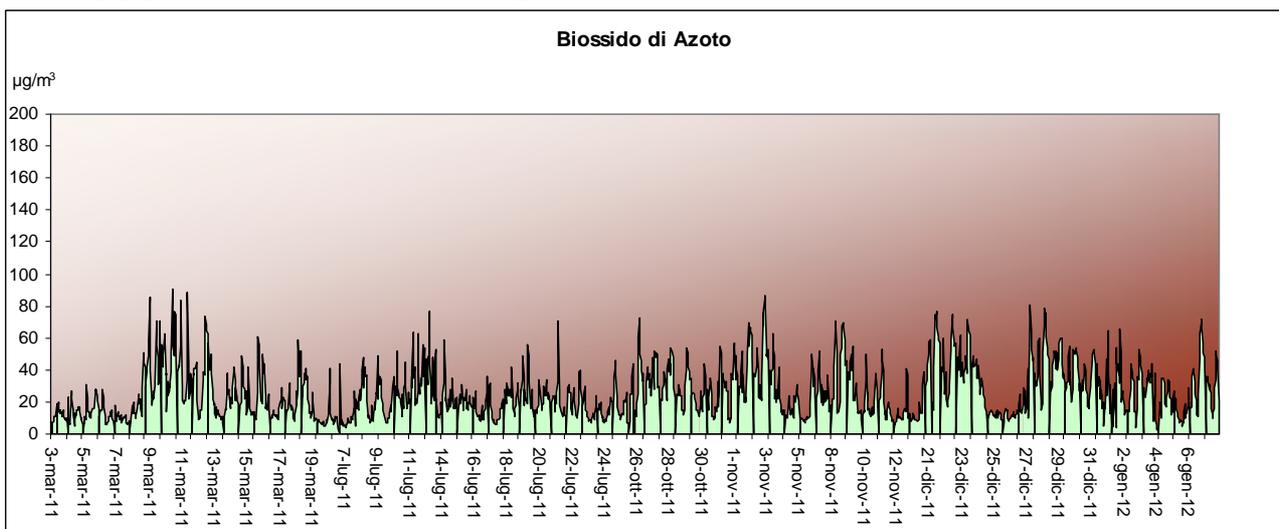


grafico 1.1.3 andamenti orari ozono

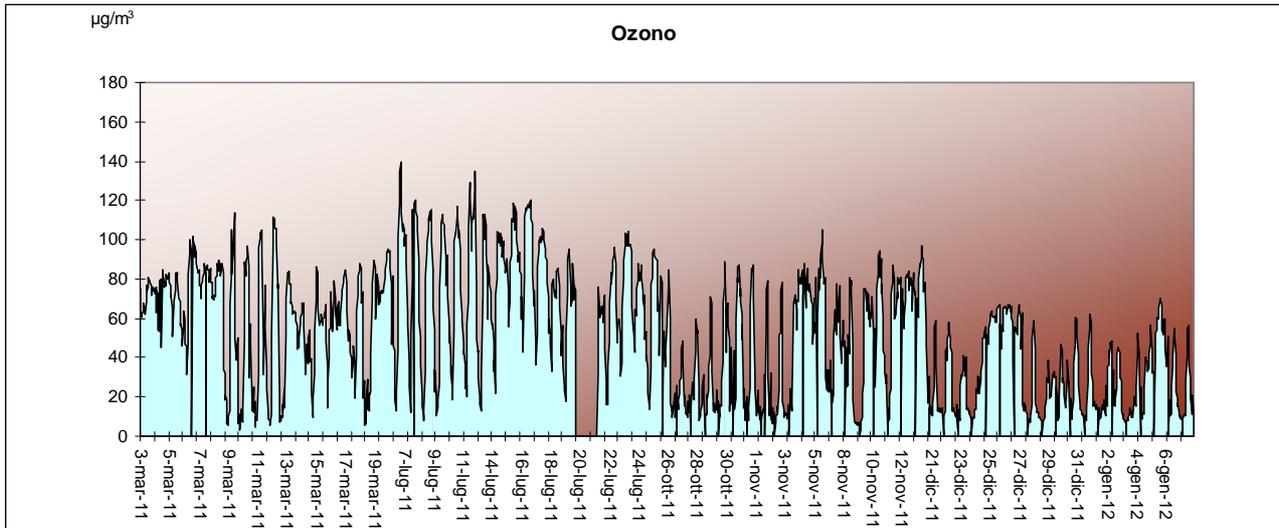


grafico 1.1.4 andamenti orari materiale particolato PM2,5

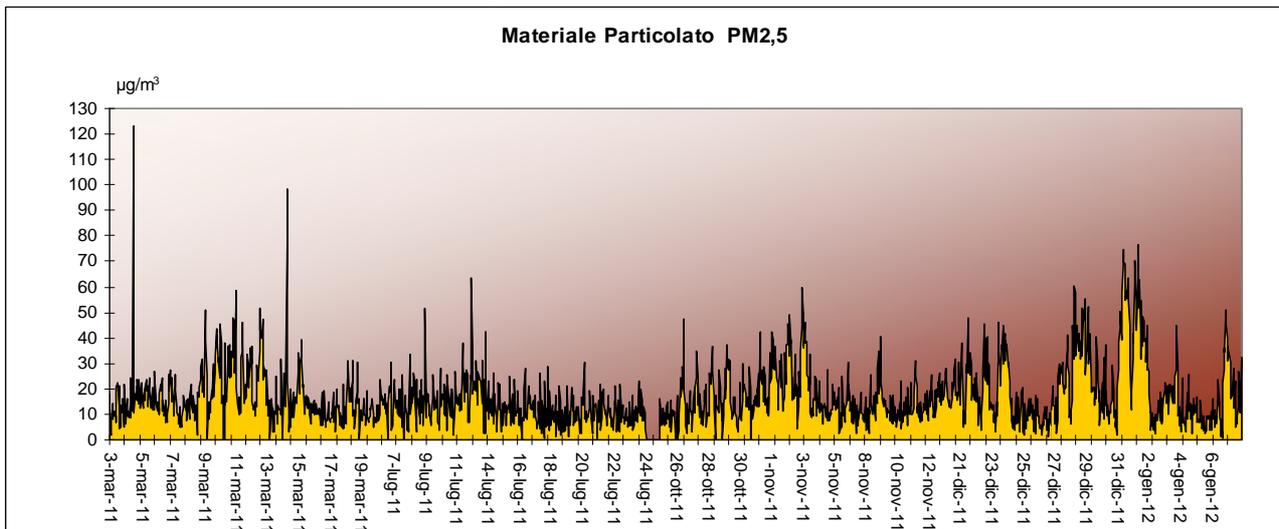
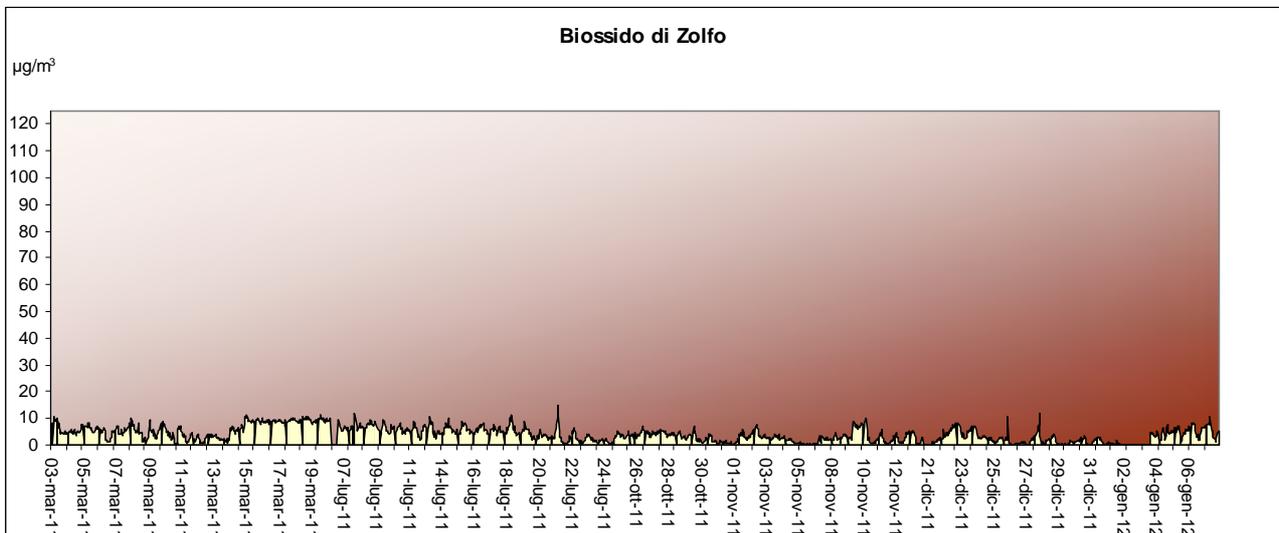


grafico 1.1.5 andamenti orari biossido di zolfo



## 1.2 Distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione

grafico 1.2.1 distribuzione valori orari monossido di carbonio

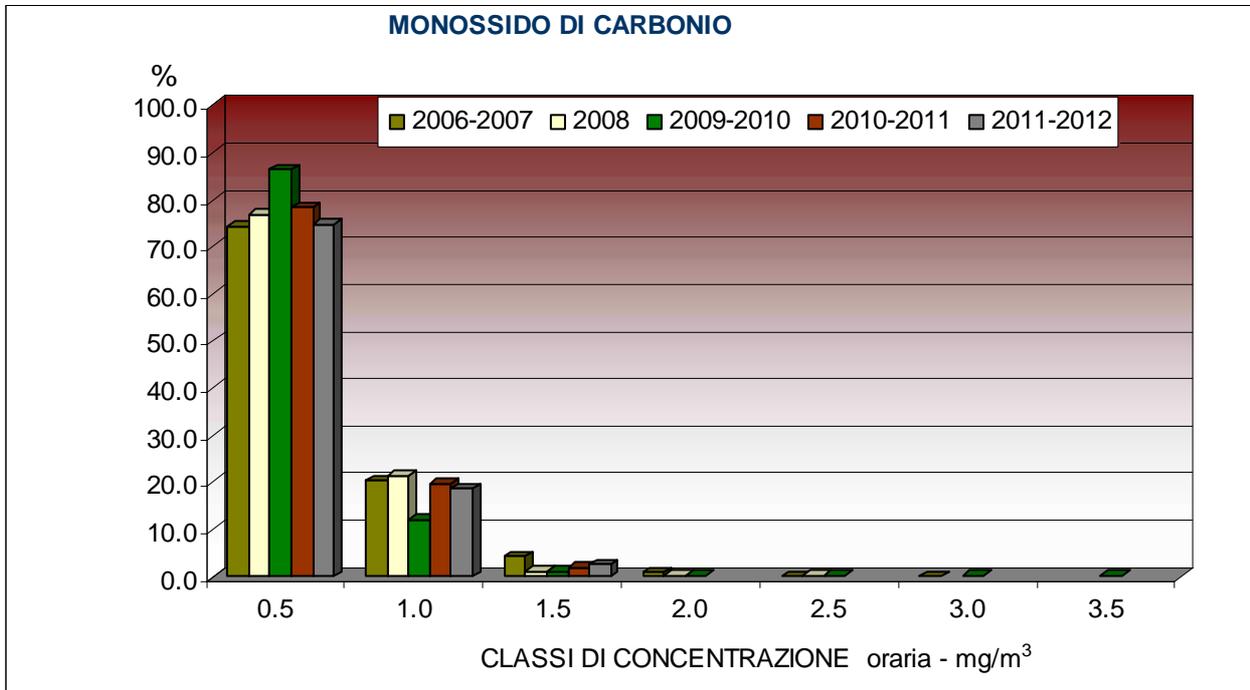


grafico 1.2.2 distribuzione valori orari biossido di azoto

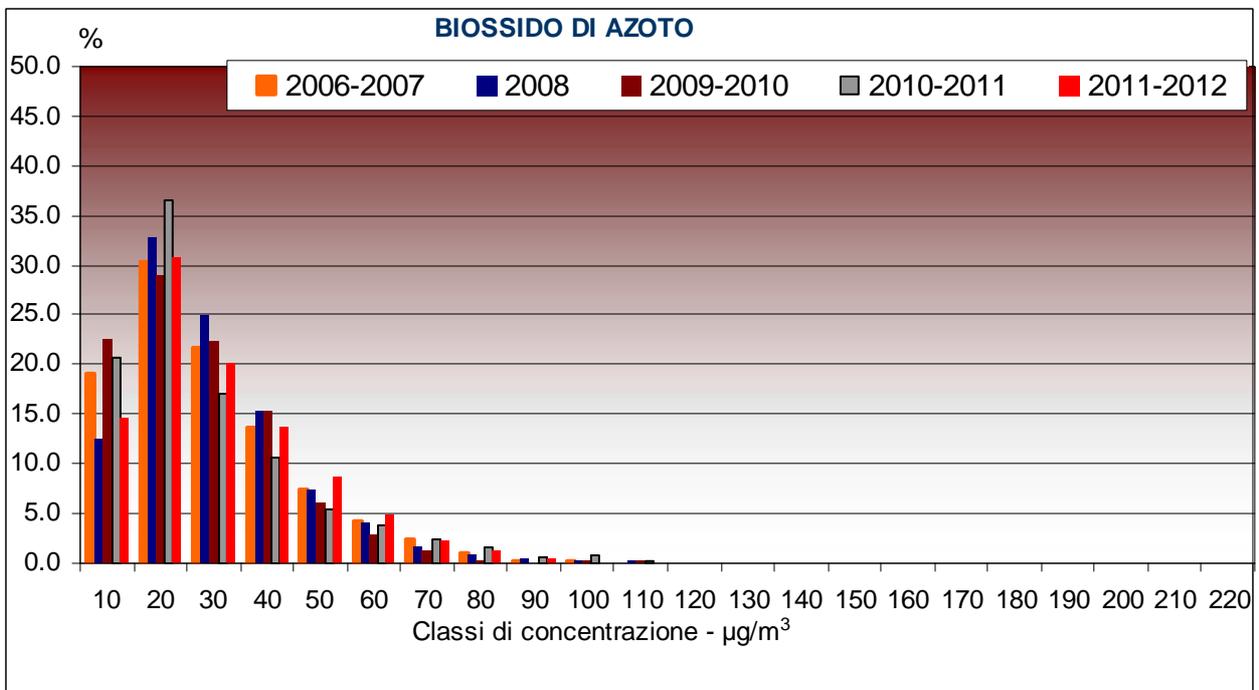


grafico 1.2.3 distribuzione valori orari ozono

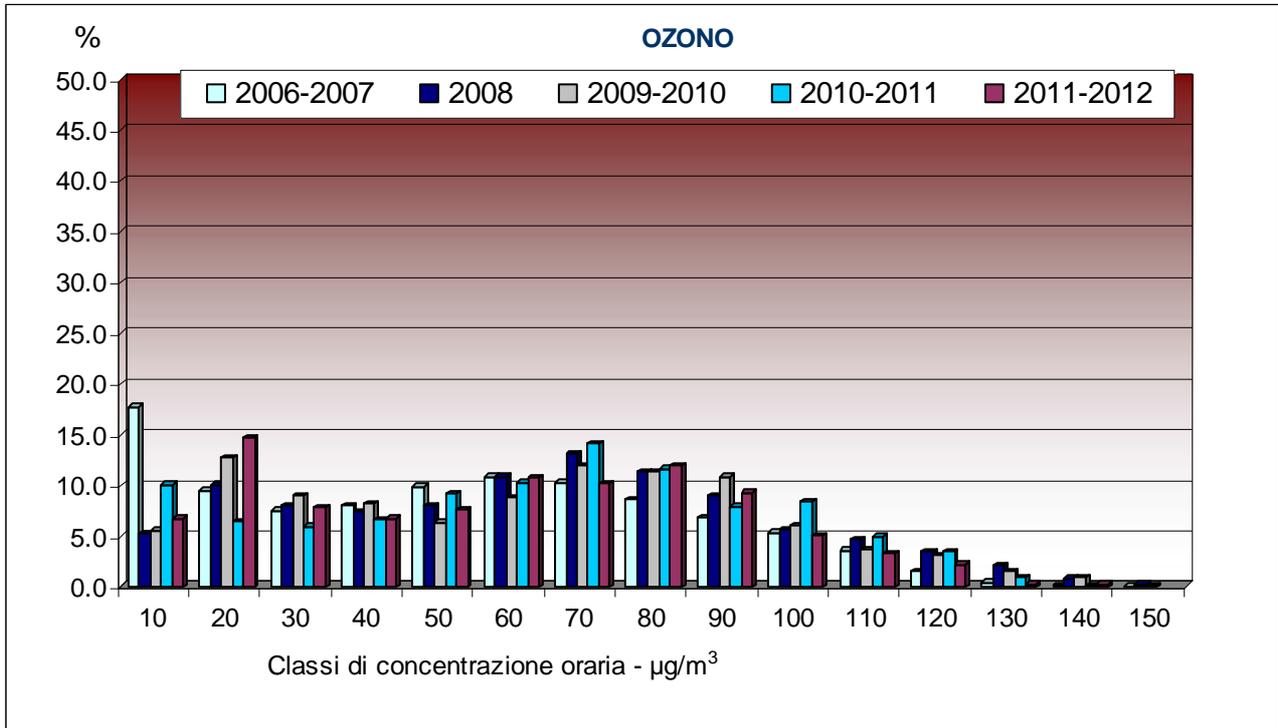


grafico 1.2.5 distribuzione valori giornalieri materiale particolato PM2,5

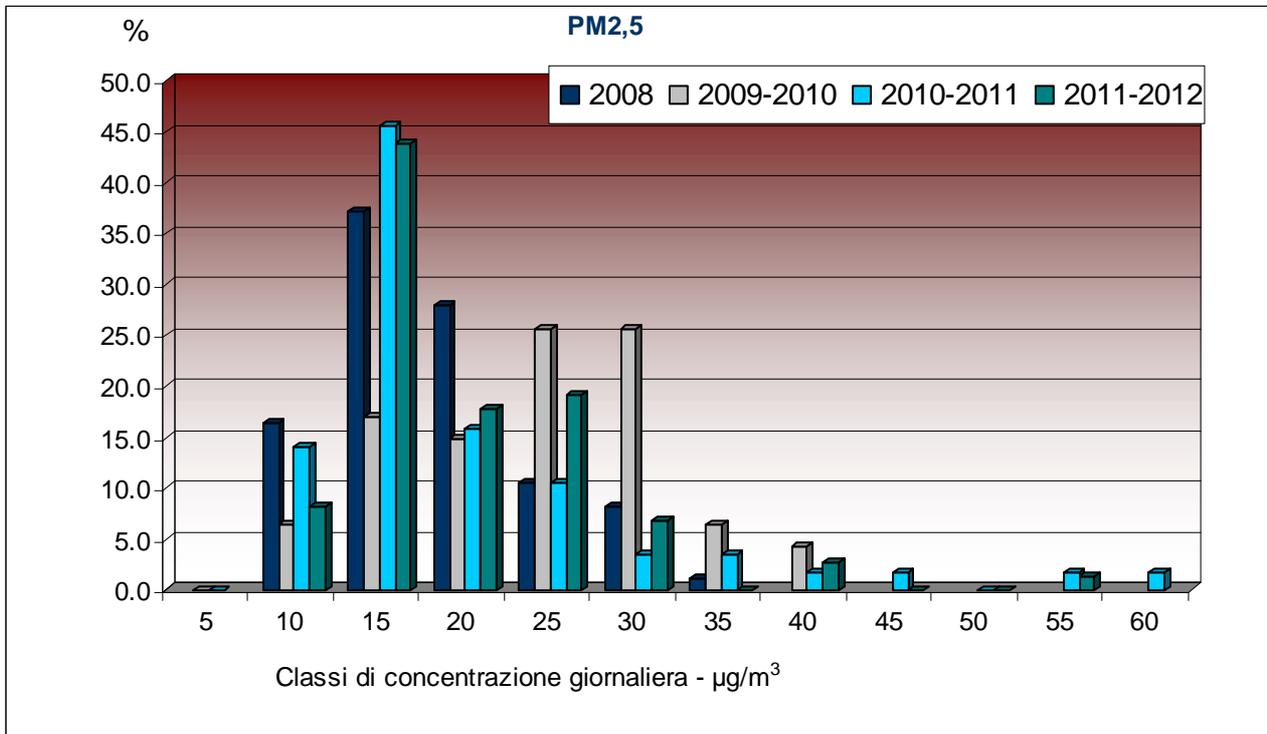
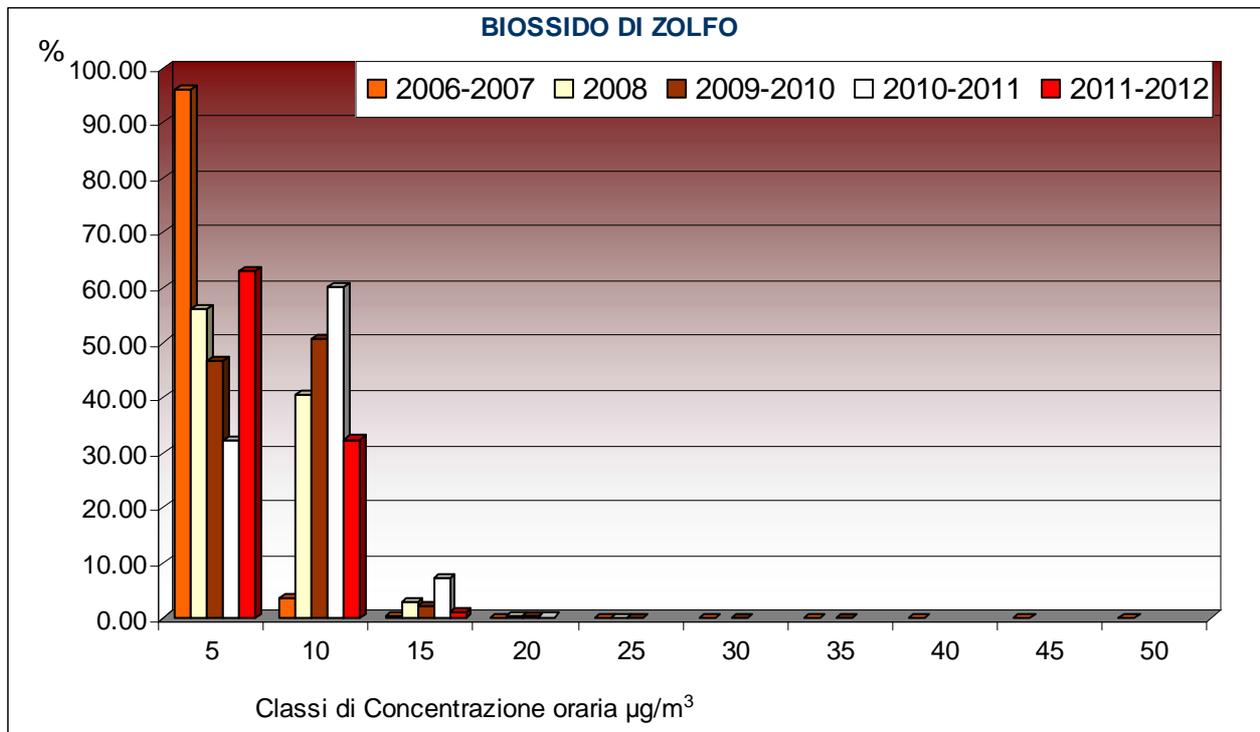


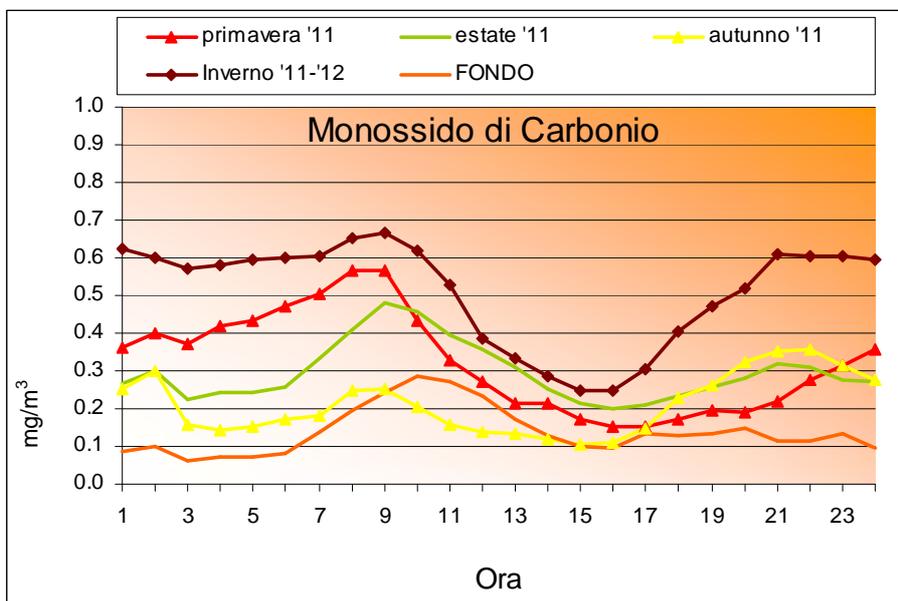
grafico 1.2.6 distribuzione valori orari biossido di zolfo



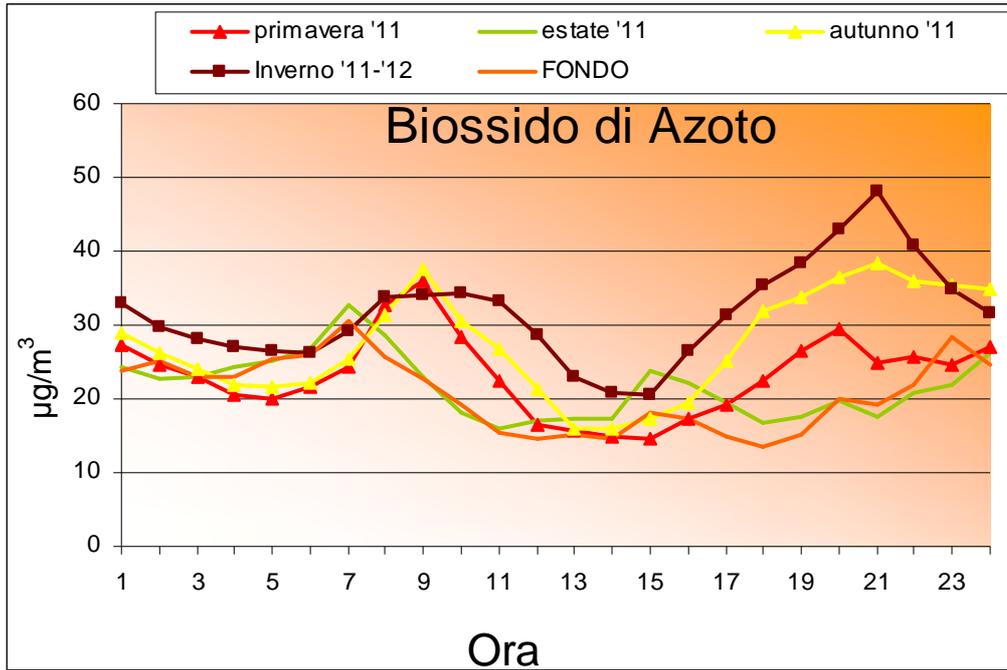
### 1.3 Giorni tipo

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).

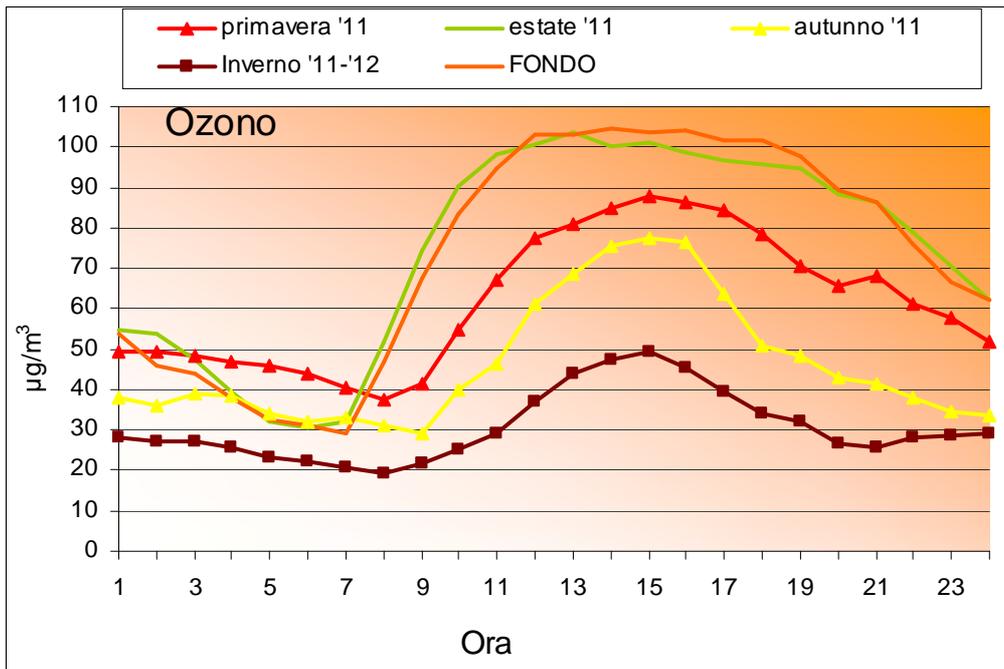
1.3.1 grafico giorno tipo monossido di carbonio



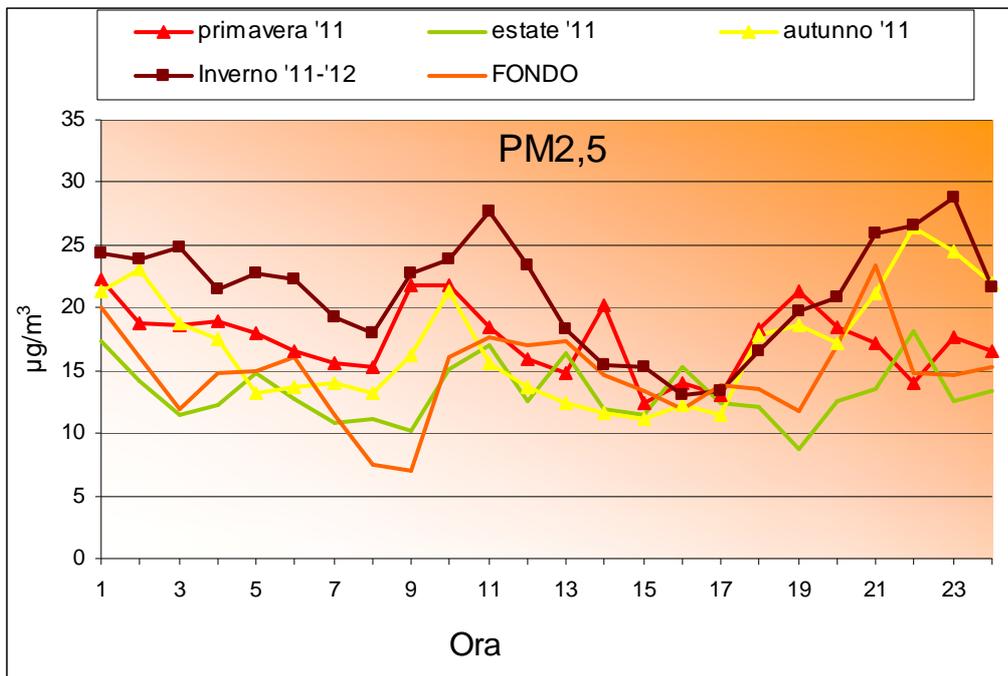
1.3.2 grafico giorno tipo biossido di azoto



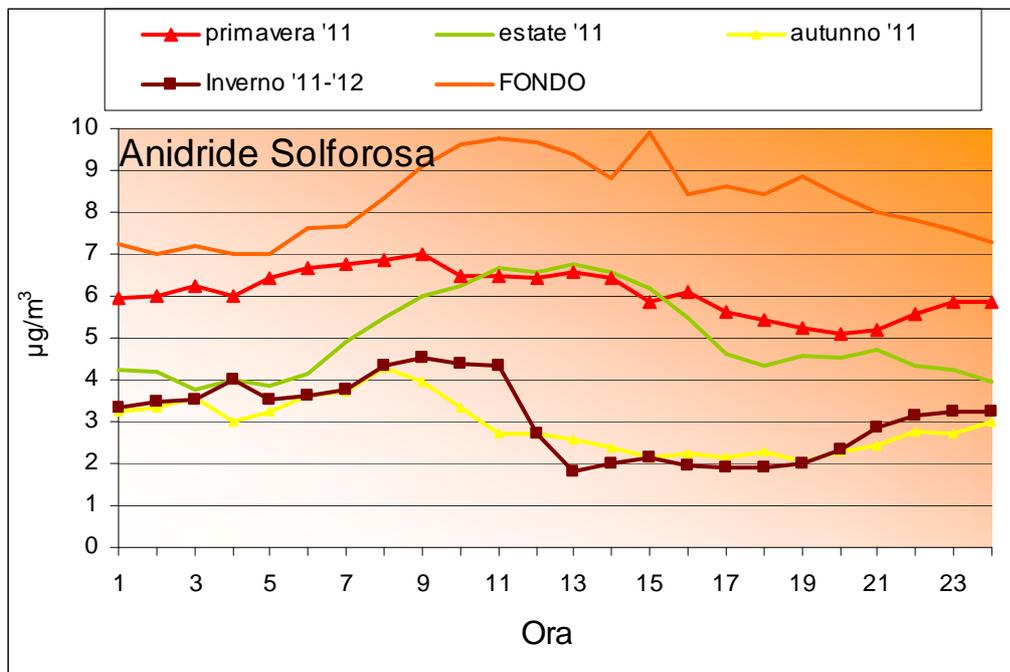
1.3.3 grafico giorno tipo ozono



1.3.4 grafico giorno tipo materiale particolato PM2,5



1.3.5 grafico giorno tipo anidride solforosa



## 1.4 Andamenti stagionali 2011 – 2012

grafico 1.4.1. istogramma andamenti stagionali indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>

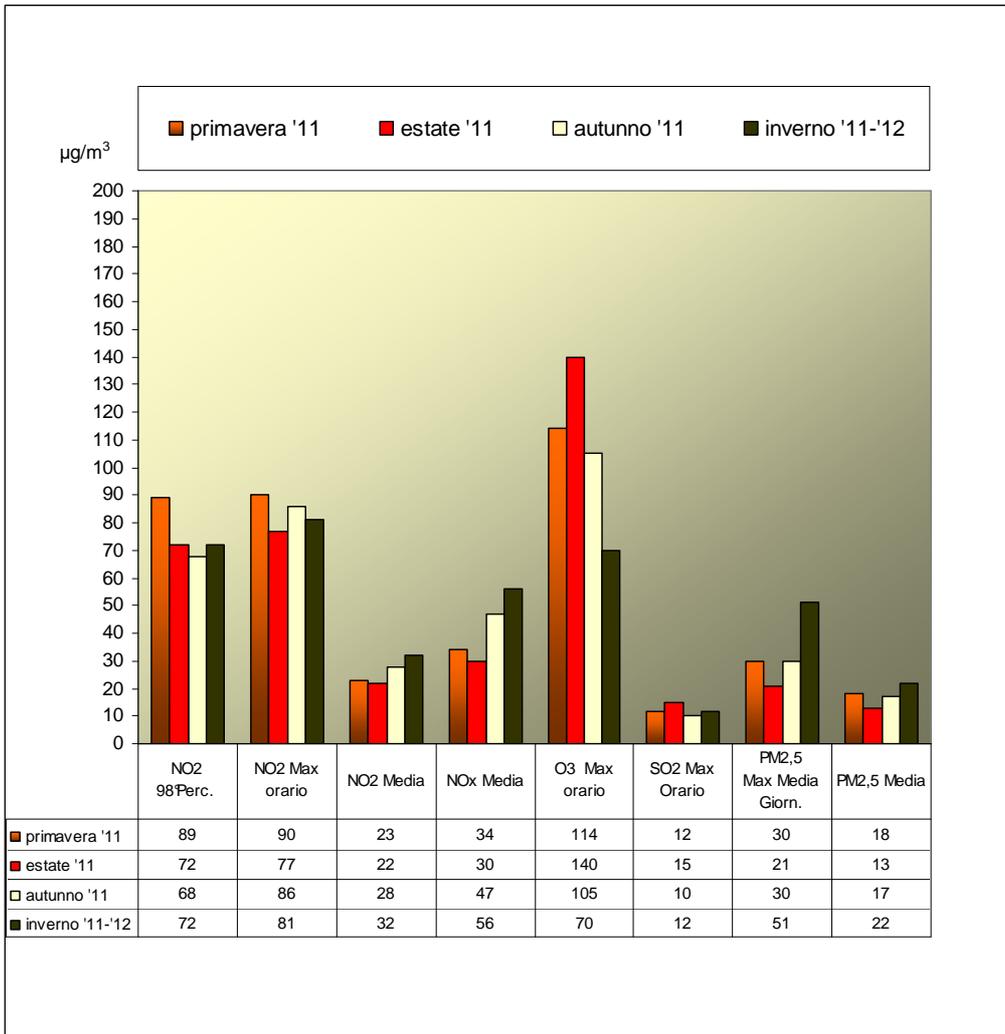
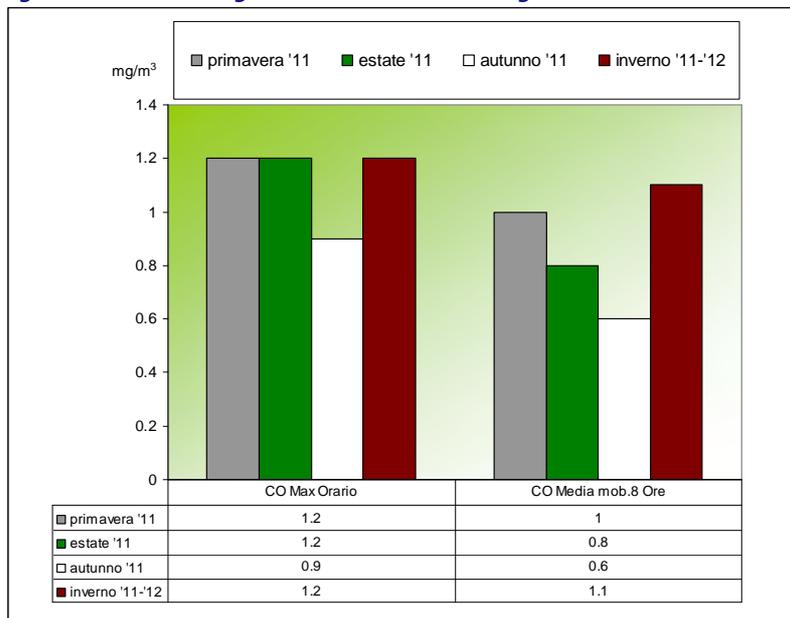
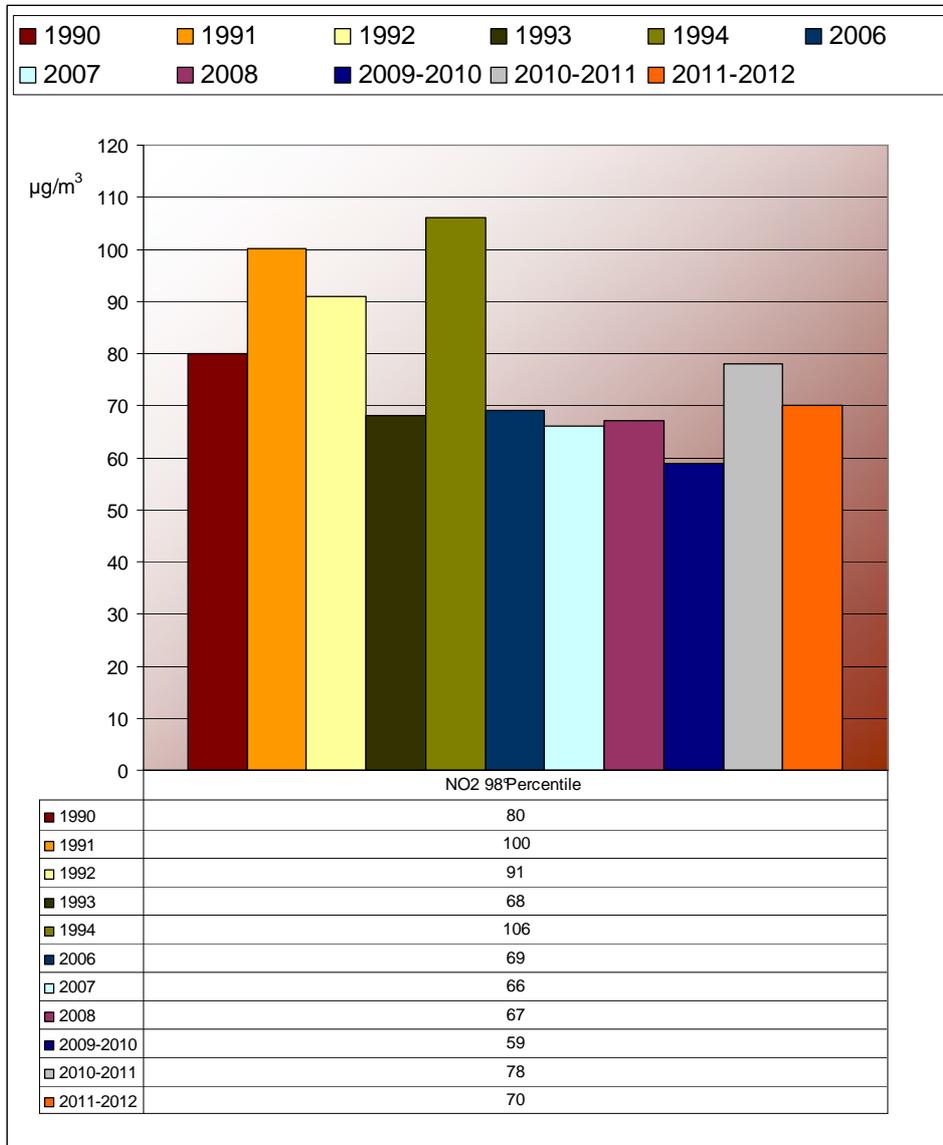


grafico 1.4.2. istogramma andamenti stagionali indicatori di CO



## 1.5 Andamenti dell'indicatore 98° percentile del biossido di azoto nel periodo 1990-2012

Grafico 1.5.1 indicatori qualità dell'aria NO<sub>2</sub> periodo 1990 - 2012



## 1.6 Confronto con gli andamenti registrati nell'area urbana di Arezzo

### Ossidi di azoto NOx - valori medi orari

grafico 1.6.1. andamenti orari primavera 2011

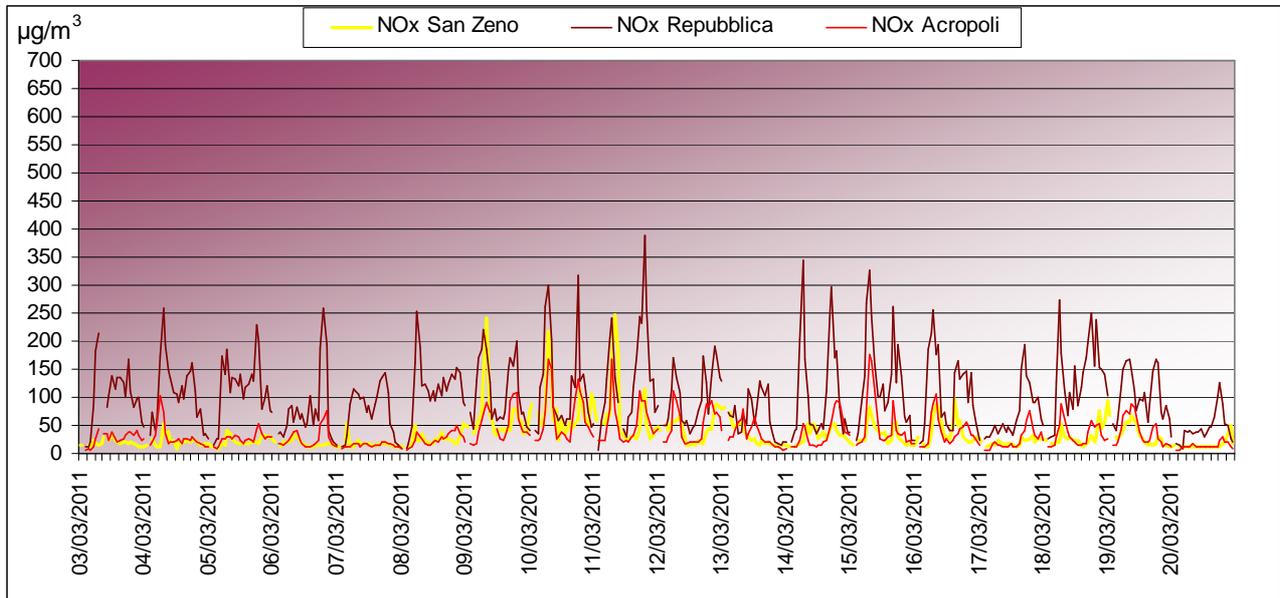


grafico 1.6.2. andamenti orari estate 2011

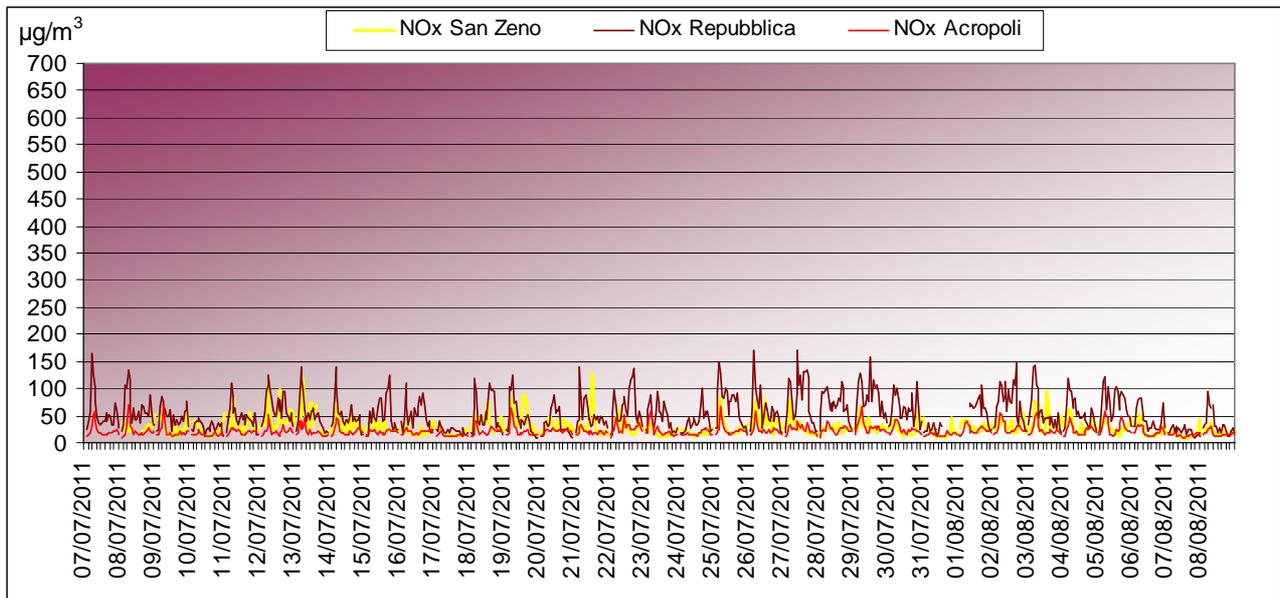


grafico 1.6.3. andamenti orari autunno 2011

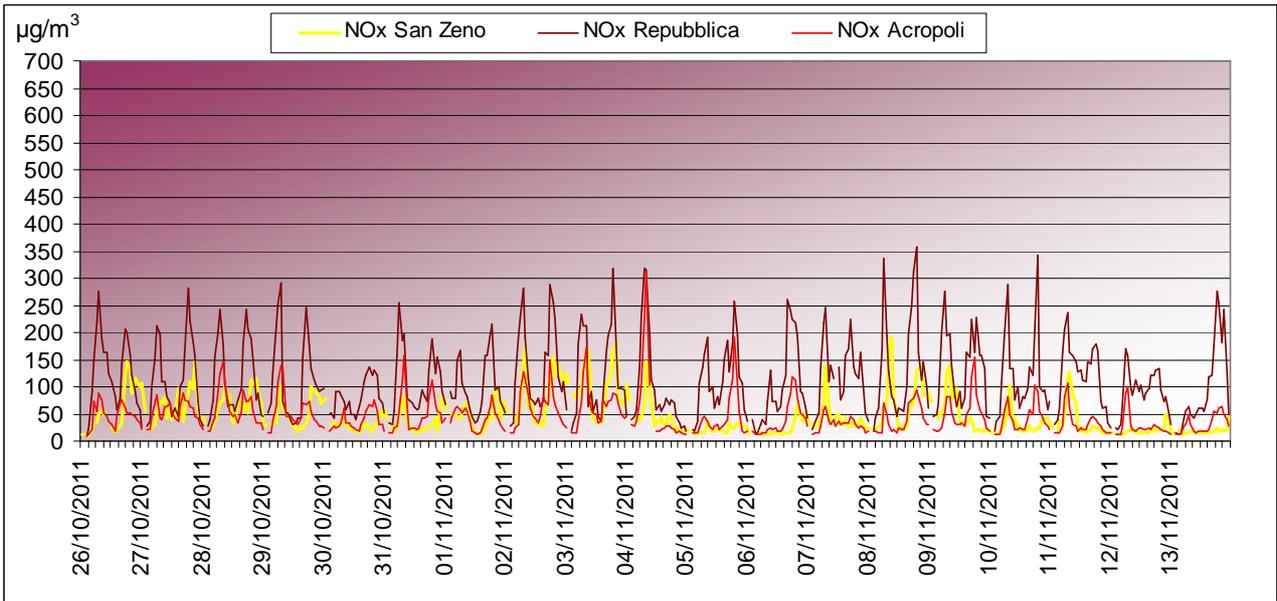
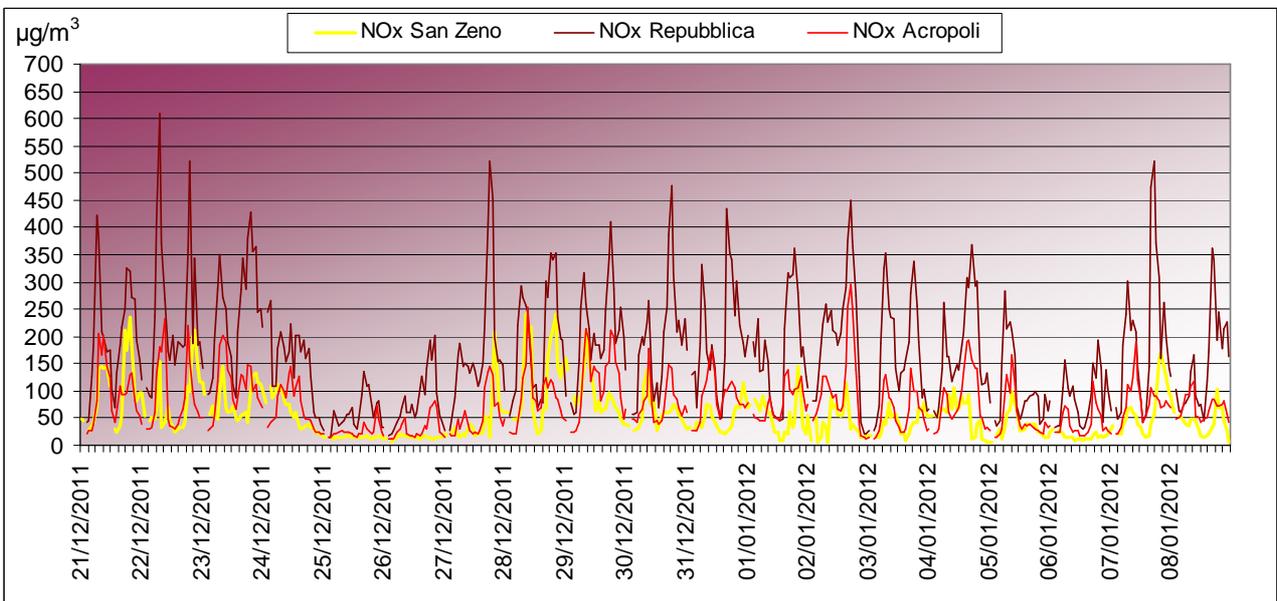
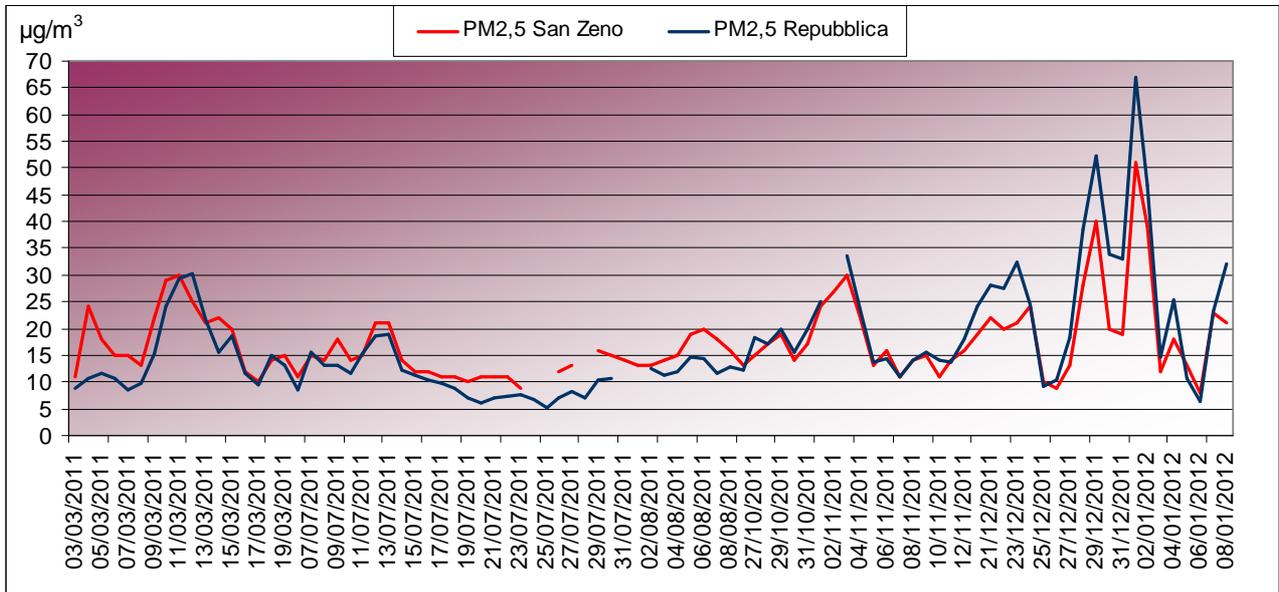


grafico 1.6.4. andamenti orari inverno 2011- 2012



## Materiale particolato PM2,5 - valori medi giornalieri

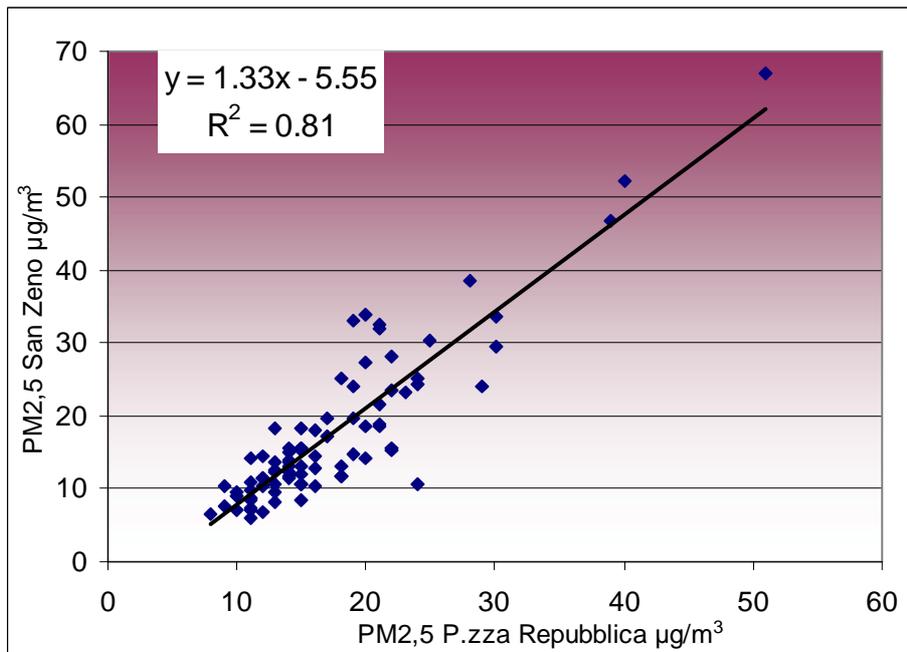
grafico 1.6.5 andamenti giornalieri 03 marzo 2011 - 08 gennaio 2012



## 1.7 Grafici a dispersione San Zeno/Area Urbana di Arezzo

### Materiale Particolato PM2,5

Grafico 1.7.1 dispersione valori giornalieri P.zza Repubblica/San Zeno



## 1.8 Valutazione dei valori puntuali

### Biossido di azoto – NO<sub>2</sub>

giorno 9 marzo 2011

tabella 1.8.1. valori orari NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> DV, VV giorno 9 marzo 2011

DATA	ORA	CO (mg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	DV sette	VV m/sec
09/03/2011	1.00	0,8	50	4	44	2	24	Nord-Nord-Est	1,2
09/03/2011	2.00	calibrazione	48	4	42	3	28	Ovest	0,8
09/03/2011	3.00	0,8	calibrazione	calibrazione	calibrazione	2	28	Nord-Ovest	0,7
09/03/2011	4.00	0,8	34	3	29	calibrazione	32	Est-Nord-Est	0,7
09/03/2011	5.00	0,9	47	5	39	2	19	Nord-Nord-Est	0,7
09/03/2011	6.00	1,0	60	12	42	2	19	Est	0,7
09/03/2011	7.00	1,0	73	16	48	3	25	Ovest-Nord-Ovest	0,8
09/03/2011	8.00	1,1	136	51	58	4	17	Est-Sud-Est	0,7
09/03/2011	9.00	1,2	242	102	86	9	51	Ovest-Nord-Ovest	0,8
09/03/2011	10.00	0,8	67	18	40	7	39	Ovest	1,1
09/03/2011	11.00	0,5	63	15	40	6	25	Sud-Sud-Ovest	1,6
09/03/2011	12.00	0,2	36	10	22	5	18	Sud-Sud-Est	2,2
09/03/2011	13.00	0,1	31	8	18	6	invalido	Sud-Sud-Est	2,0
09/03/2011	14.00	0,0	43	12	25	6	15	Sud-Est	2,1
09/03/2011	15.00	0,0	45	12	27	4	8	Sud-Sud-Est	2,3
09/03/2011	16.00	0,0	37	10	22	5	14	Nord-Est	2,1
09/03/2011	17.00	0,0	47	11	30	4	11	Sud-Ovest	1,5
09/03/2011	18.00	0,0	42	6	33	2	14	Ovest-Nord-Ovest	1,3
09/03/2011	19.00	0,0	81	7	70	3	19	Sud-Ovest	0,8
09/03/2011	20.00	0,0	79	5	71	2	16	Est-Nord-Est	0,7
09/03/2011	21.00	0,1	63	5	56	3	30	Est	0,9
09/03/2011	22.00	0,1	56	5	48	5	21	Est	0,8
09/03/2011	23.00	0,2	35	2	31	5	17	Nord	1,0
10/03/2011	0.00	0,3	39	2	35	6	26	Nord-Ovest	0,8

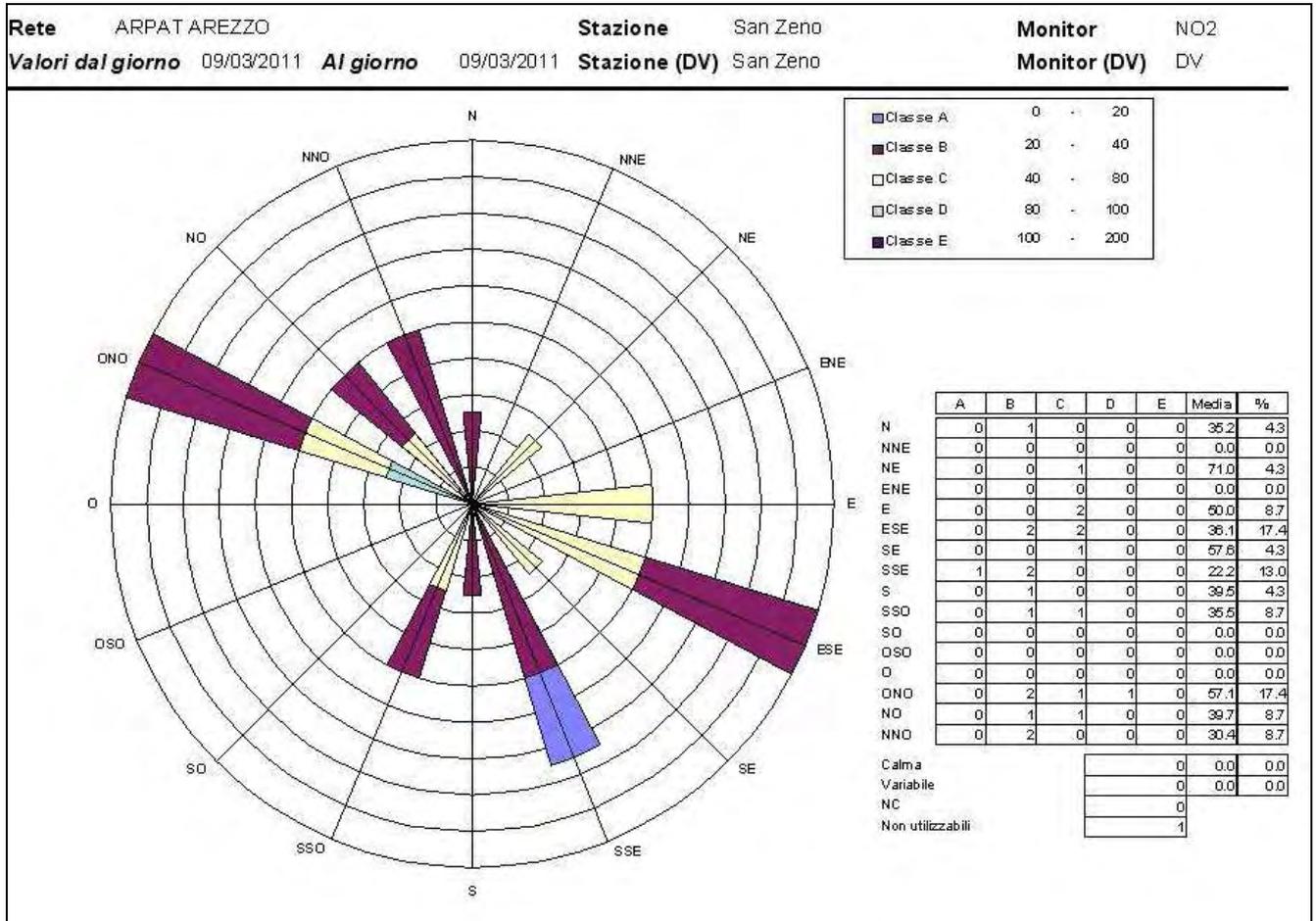
CO = monossido di carbonio  
 NO = monossido di azoto  
 PM<sub>2,5</sub> = materiale particolato PM<sub>2,5</sub>  
 SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto  
 NO<sub>x</sub> = ossidi di azoto totali  
 DV = direzione del vento  
 VV = velocità del vento

Tabella 1.8.2. dati puntuali NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> ore 9 giorno 9 marzo 2011

Inquinante	valore orario (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora minimo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora massimo
NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	242	89	9:00	430	8:51
NO (µg/m <sup>3</sup> )	102	18	9:00	207	8:51
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	86	0	8:52	187	8:51

**grafico 1.8.1. grafico a dispersione giorno 9 marzo 2011 NO2/Direzione Vento**



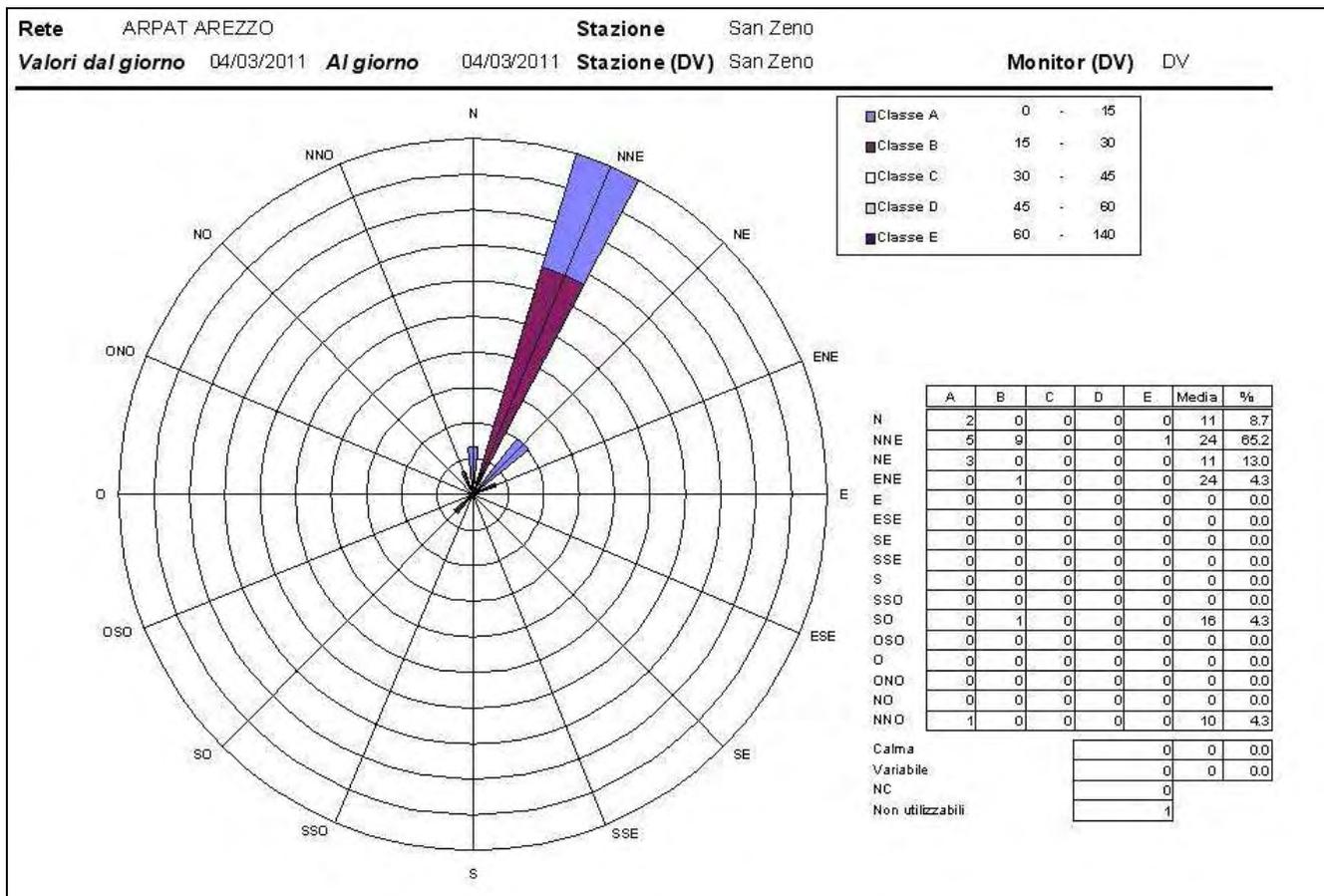
**Materiale particolato PM2,5****giorno 4 marzo 2011**tabella 1.8.3. valori orari NOx, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM2,5 DV, VV giorno 4 marzo 2011

DATA	ORA	CO (mg/m <sup>3</sup> )	NOX (µg/m <sup>3</sup> )	NO (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM2,5 (µg/m <sup>3</sup> )	DV settore	VV m/sec
04/03/2011	1.00	0,1	12	3	8	5	22	Nord-Nord-Est	2,8
04/03/2011	2.00	calibrazione	15	3	10	4	10	Nord	1,9
04/03/2011	3.00	0,0	calibrazione	calibrazione	calibrazione	4	6	Nord	1,7
04/03/2011	4.00	0,1	27	2	23	calibrazione	16	Sud-Ovest	1,0
04/03/2011	5.00	0,1	14	4	9	5	10	Nord-Nord-Ovest	1,8
04/03/2011	6.00	0,1	12	4	6	5	11	Nord	2,4
04/03/2011	7.00	0,2	13	3	8	5	10	Nord	2,3
04/03/2011	8.00	0,3	54	19	25	6	9	Nord	2,9
04/03/2011	9.00	0,3	35	6	26	4	14	Nord	3,5
04/03/2011	10.00	0,2	39	11	22	5	8	Nord-Nord-Est	4,3
04/03/2011	11.00	0,1	21	4	14	4	24	Nord-Nord-Est	4,9
04/03/2011	12.00	0,2	22	6	12	5	15	Nord-Est	4,8
04/03/2011	13.00	0,2	8	2	5	6	11	Nord-Est	4,0
04/03/2011	14.00	0,5	18	3	13	6	123	Nord-Est	4,5
04/03/2011	15.00	0,0	16	4	10	5	22	Nord-Est	4,6
04/03/2011	16.00	0,0	19	5	12	3	11	Nord-Est	4,0
04/03/2011	17.00	0,0	23	5	15	5	18	Nord-Nord-Est	3,3
04/03/2011	18.00	0,0	22	5	15	6	16	Nord-Nord-Est	2,5
04/03/2011	19.00	0,0	23	5	15	6	21	Nord-Nord-Est	2,2
09/03/2011	20.00	0,0	23	4	17	5	16	Nord-Nord-Est	2,1
09/03/2011	21.00	0,1	22	3	17	4	24	Nord-Nord-Est	2,0
09/03/2011	22.00	0,1	16	1	14	5	19	Nord-Nord-Est	2,2
09/03/2011	23.00	0,2	15	4	9	6	15	Nord-Nord-Est	2,6
09/03/2011	24.00	0,3	16	4	10	7	24	Nord-Est	1,7

Tabella 1.8.4. dati puntuali PM2,5 ore14 giorno 4 marzo 2011

Inquinante	valore orario (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora minimo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora massimo
PM2,5 (µg/m <sup>3</sup> )	123	27	14:00	176	13:25

**grafico 1.8.2. grafico a dispersione giorno 4 marzo 2011 PM2,5/Direzione Vento**



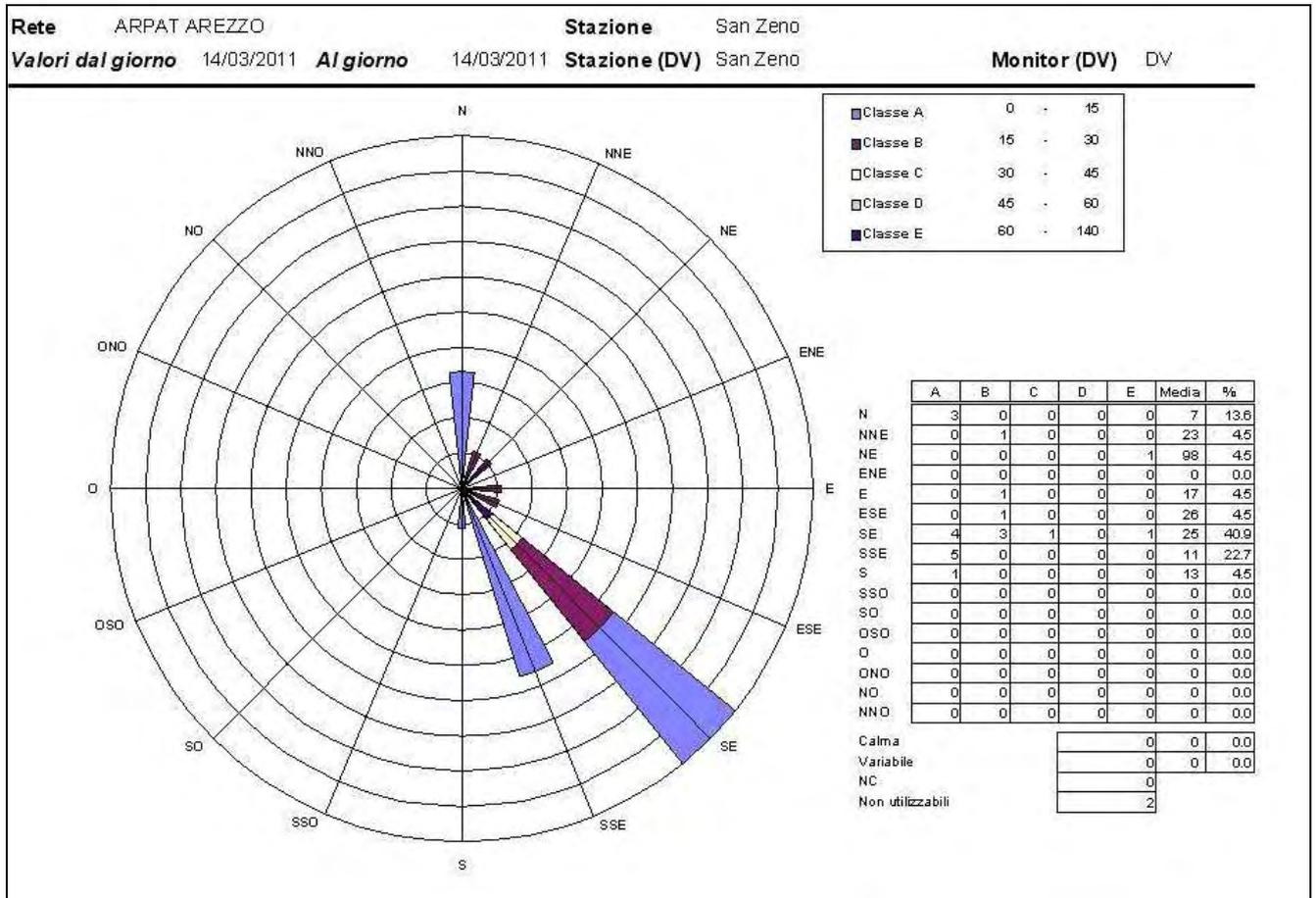
**giorno 14 marzo 2011**tabella 1.8.5. valori orari NOx, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> DV, VV giorno 14 marzo 2011

DATA	ORA	CO (mg/m <sup>3</sup> )	NOX (µg/m <sup>3</sup> )	NO (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	DV setto	VV m/sec
14/03/2011	1.00	0.0	14	2	11	2	25	Sud-Est	2.5
14/03/2011	2.00	calibrazione	11	3	7	2	11	Sud-Sud-Est	2.1
14/03/2011	3.00	0.0	calibrazione	calibrazione	calibrazione	2	13	Sud	1.7
14/03/2011	4.00	0.0	12	3	8	calibrazione	6	Sud-Sud-Est	1.5
14/03/2011	5.00	0.0	15	3	11	1	14	Sud-Sud-Est	0.8
14/03/2011	6.00	0.0	18	2	16	2	12	Sud-Est	1.0
14/03/2011	7.00	0.0	20	3	15	1	12	Sud-Est	1.1
14/03/2011	8.00	0.0	39	7	27	2	12	Sud-Est	1.5
14/03/2011	9.00	0.0	54	11	37	2	10	Sud-Est	1.8
14/03/2011	10.00	0.0	35	7	25	0	31	Sud-Est	2.3
14/03/2011	11.00	0.2	54	17	28	2	non valido	Sud-Est	3.1
14/03/2011	12.00	0.0	43	12	25	2	non valido	Sud-Est	3.4
14/03/2011	13.00	0.1	25	6	16	7	26	Sud-Est	3.4
14/03/2011	14.00	0.0	31	7	20	6	14	Sud-Est	3.3
14/03/2011	15.00	0.0	38	10	23	5	17	Sud-Est	3.2
14/03/2011	16.00	0.0	28	6	19	6	13	Sud-Sud-Est	2.6
14/03/2011	17.00	0.0	42	9	29	7	26	Est-Sud-Est	2.3
14/03/2011	18.00	0.2	51	8	39	6	78	Est-Sud-Est	0.9
14/03/2011	19.00	0.2	52	7	41	5	98	Nord-Est	1.2
14/03/2011	20.00	0.1	40	4	34	4	23	Nord-Nord-Est	2.2
14/03/2011	21.00	0.1	32	8	21	4	12	Nord	2.4
09/03/2011	22.00	0.2	32	2	29	5	3	Nord	2.6
09/03/2011	23.00	0.2	29	3	23	6	17	Nord-Nord-Est	1.1
09/03/2011	24:00	0.2	23	2	21	5	5	Nord-Nord-Ovest	2.2

Tabella 1.8.6. dati puntuali PM<sub>2,5</sub> ore 18-19 giorno 14 marzo 2011

Ora	valore orario (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora minimo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora massimo
18.00	78	20	17:08	121	17:31
19:00	98	51	18:12	141	18:32

**grafico 1.8.3. grafico a dispersione giorno 14 marzo 2011 PM2,5/Direzione Vento**



## Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori

tabella 2.1 caratteristiche tecniche analizzatori

Inquinante	Marca Modello	Inventario	Principio Misura	Limite Rilevabilità	Precisione
O <sub>3</sub>	Monitor Labs ML 8810	4691	Assorbimento UV-354	4 µg/m <sup>3</sup>	dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 4 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Monitor Labs ML 8841	4686	Chemiluminescenza	0,5 ppb	1,0 ppb
SO <sub>2</sub>	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 <sup>3</sup>	dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 0,2 mg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	FAG Kugelfischer FH 62 I-N	4688	Assorbimento raggi β	3 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup> (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

## Allegato 3 elaborazione dei dati meteorologici

### Velocità del vento

Grafico 3.1 giorno tipo

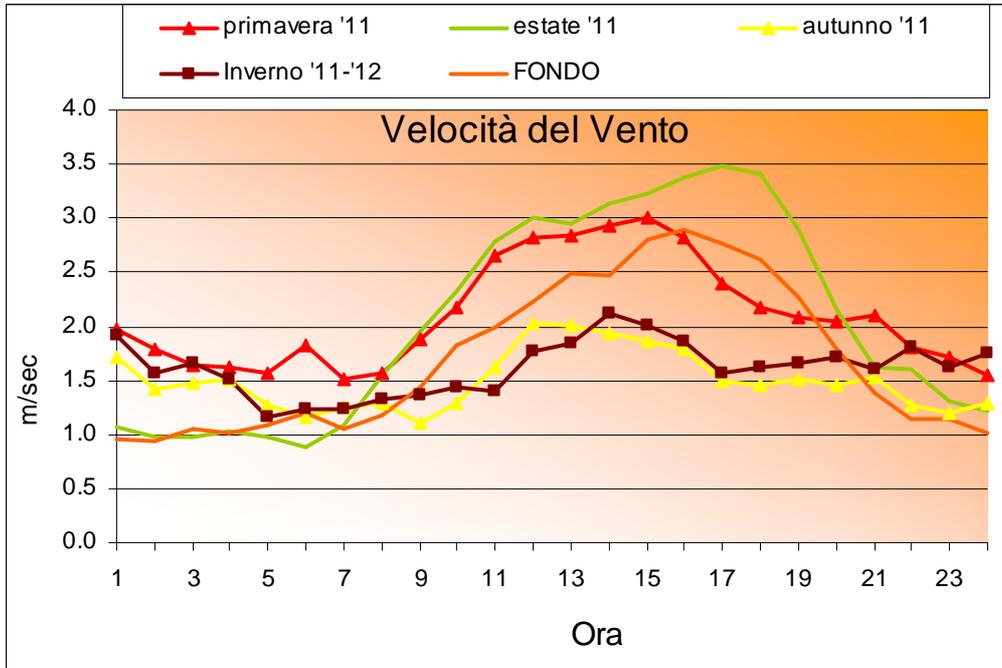
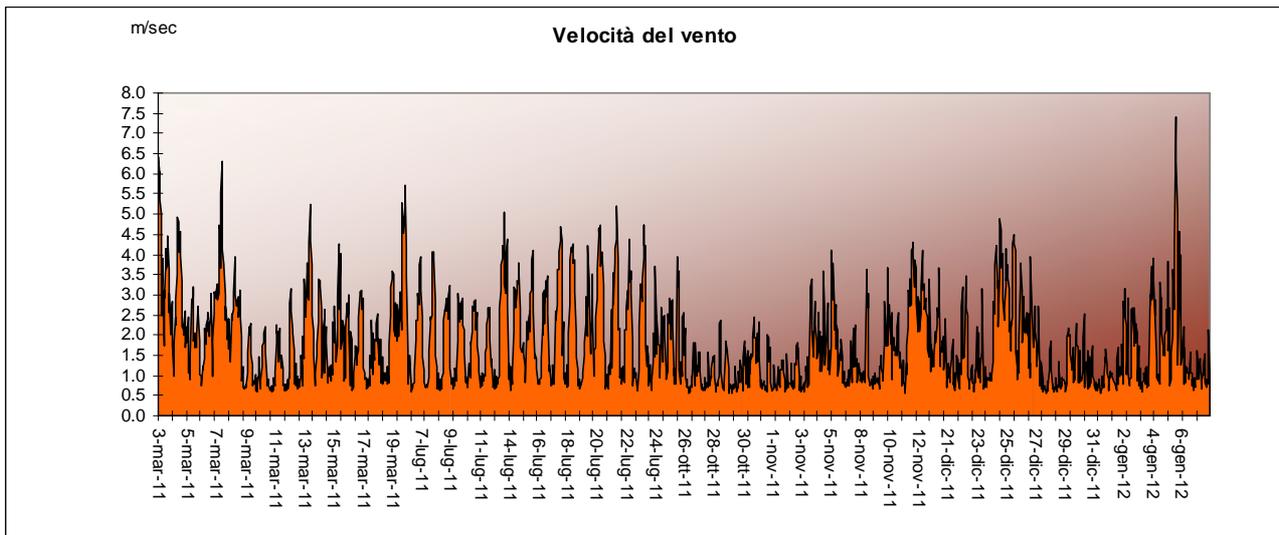
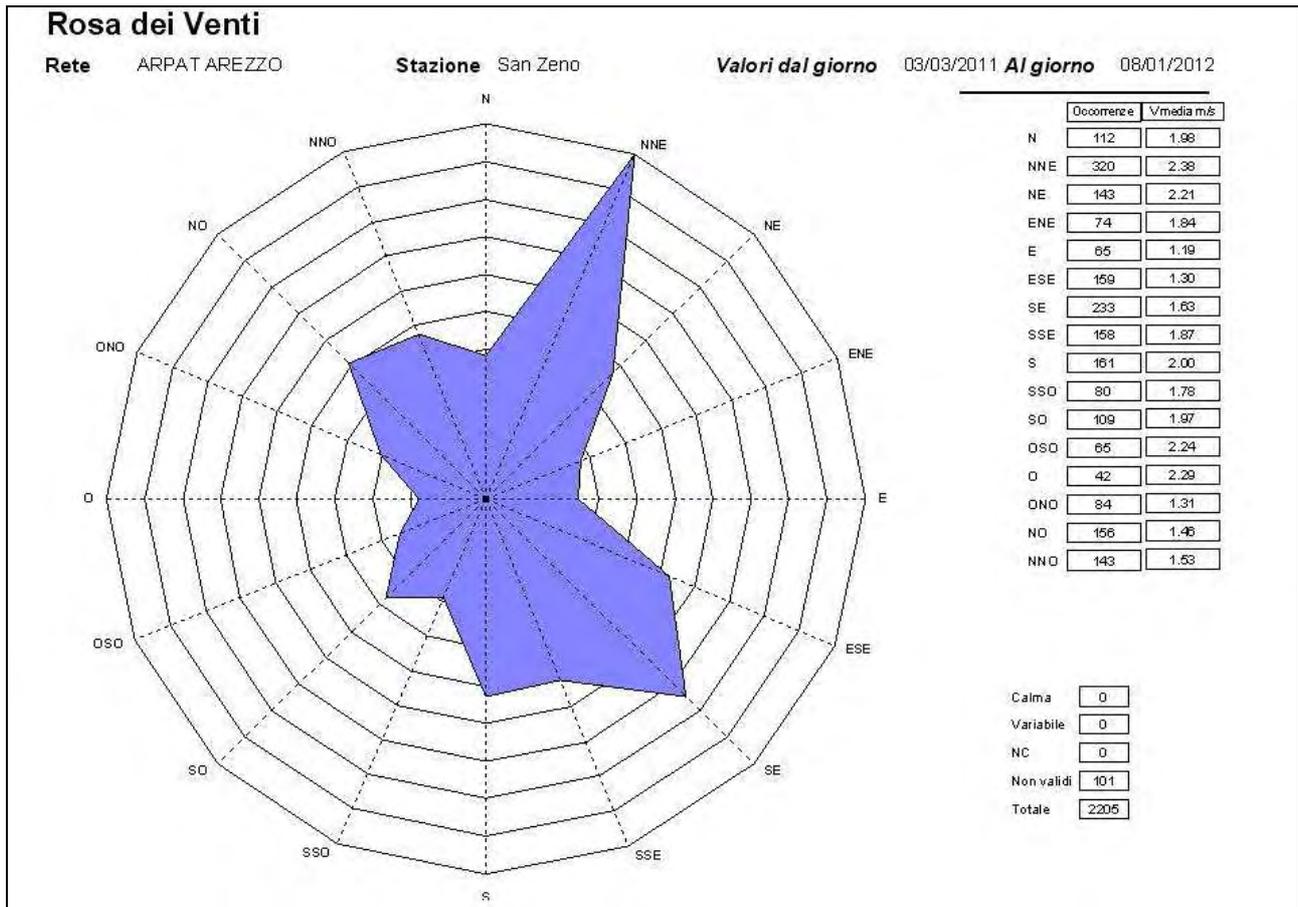


grafico 3.2 andamenti valori medi orari



Il valore massimo della velocità del vento è stato raggiunto il giorno 06 gennaio 2012 alle ore 14 con 7,4 m/sec.

grafico 3.3 rosa dei venti campagna di misurazione 2011-2012



Le elaborazioni relative alla rosa dei venti relative all'anno esaminato mettono in evidenza venti provenienti dalle direzioni Nord-Nord-Est (15 %), Sud-Est (11 %), e Sud (8 %).

## Rosa dei venti stagionale

grafico 3.4 rosa dei venti primavera 2011

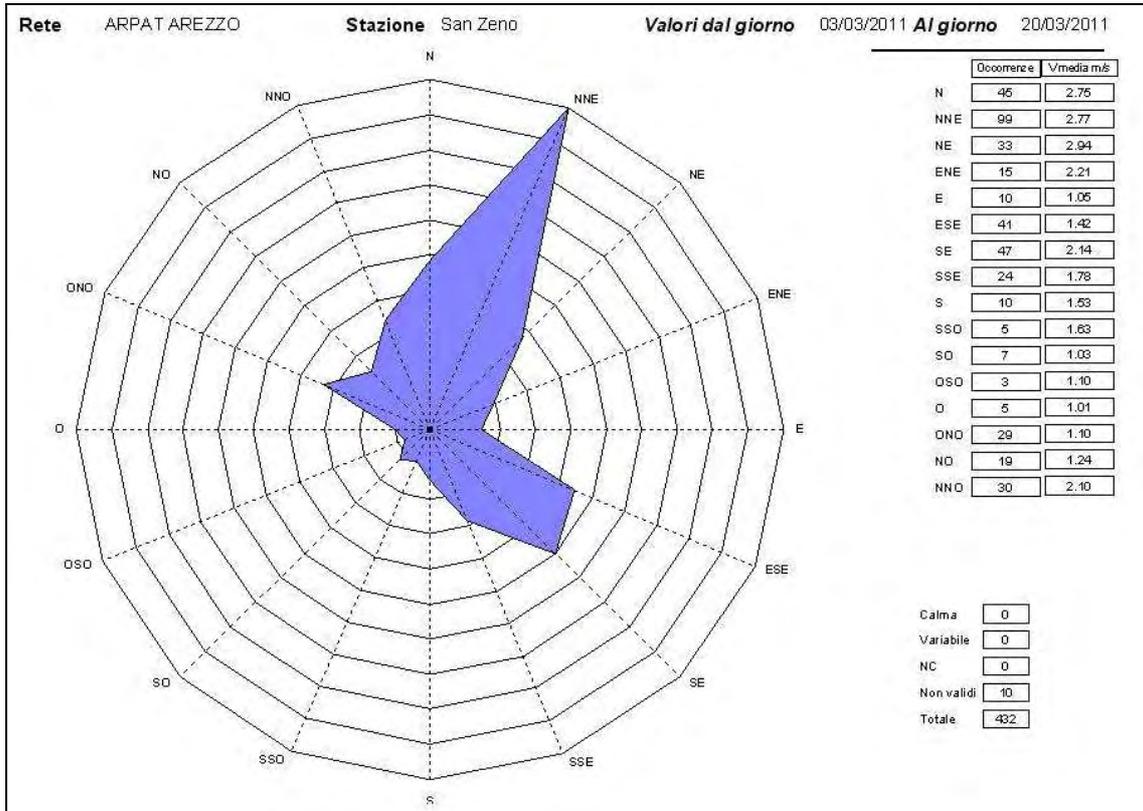


grafico 3.5 rosa dei venti estate 2011

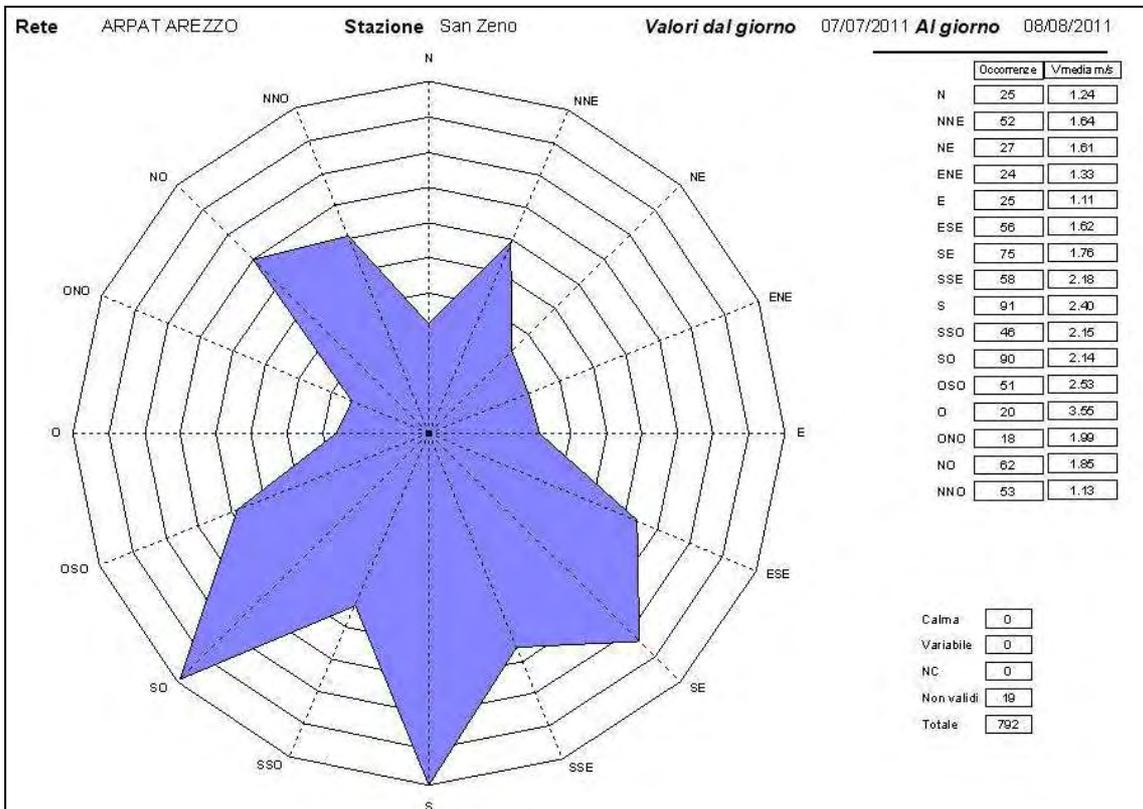


grafico 3.6 rosa dei venti autunno 2011

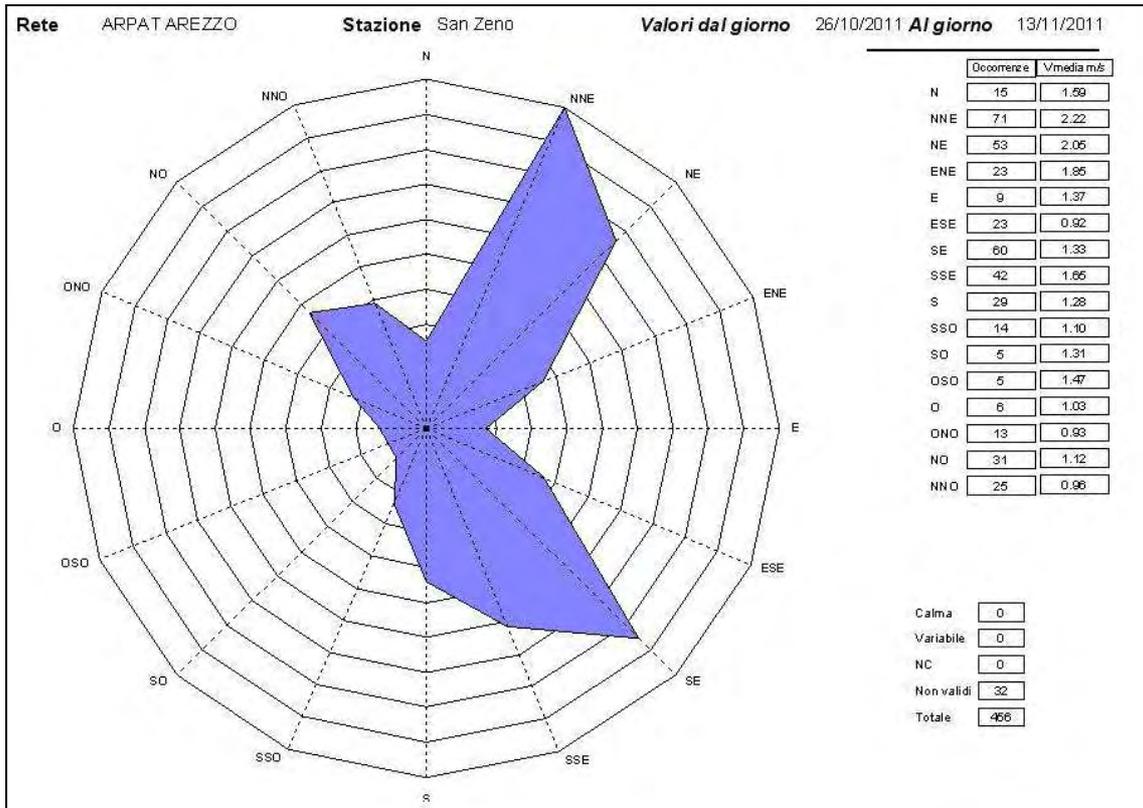
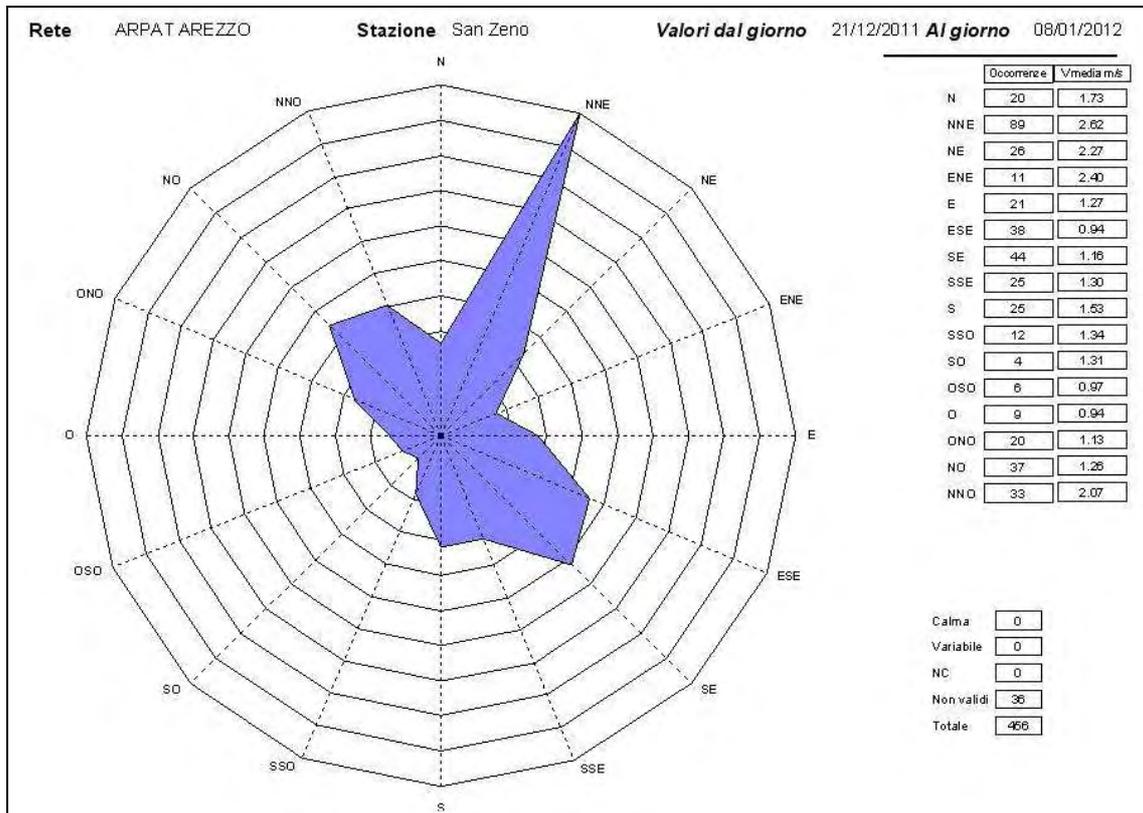


grafico 3.7 rosa dei venti inverno 2011- 2012



## Allegato 4. Meccanismi di formazione degli inquinanti

### OSSIDI DI AZOTO (NO/NO<sub>2</sub>)

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), 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 (NO<sub>2</sub>), 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<sub>2,5</sub>)

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 PM<sub>10</sub> e può raggiungere le alte vie respiratorie ed i polmoni;
- le particelle più piccole o fini sono chiamate PM<sub>2,5</sub> (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<sub>10-2,5</sub> detto anche frazione grossolana del PM<sub>10</sub>) dall'atmosfera nel giro di poche ore dall'emissione, il PM<sub>2,5</sub> 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<sub>2,5</sub> è la frazione più fine del PM<sub>10</sub>, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a 2,5 µm. Il PM<sub>2,5</sub> 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, Dibenz[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<sub>2,5</sub> danneggia seriamente la salute aumentando i decessi per malattie cardio-respiratorie e cancro del polmone. La crescita delle concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> aumenta il rischio di ricoveri ospedalieri d'emergenza per malattie cardiovascolari e respiratorie;
- il PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> e i vari effetti sulla salute. In generale, i risultati indicano che i cambiamenti di PM<sub>10</sub> 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<sub>2,5</sub> si associa maggiormente alla mortalità, indicando un aumento del 6% del rischio di morte per tutte le cause per ogni aumento di 10µg/m<sup>3</sup> nelle concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> 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<sub>2,5</sub> 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 (O<sub>3</sub>)**

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.

### **BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)**

Uso di combustibili fossili (carbone e derivati del petrolio). Negli ultimi 10 anni si è osservata una netta tendenza alla diminuzione delle emissioni di SO<sub>2</sub>, 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 SO<sub>2</sub> è stato fornito dalla larga diffusione della metanizzazione.

## Allegato 5. Limiti normativi

La legenda sottostante fornisce alcune spiegazioni in merito ai termini indicati dal D.Lgs. 155/2010.

**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 10 del D.Lgs. 155/2010.

**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 10 del D.Lgs. 155/2010.

**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 all. 5 OSSIDI DI AZOTO – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

<b>NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub></b>	<b>Periodo di Mediazione</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
<b>Valore limite orario per la protezione della salute umana.</b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per l'anno civile.	1.01.2010
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	1.01.2010
<b>Valore limite annuale per la protezione della vegetazione</b>	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub>	1.01.2010
<b>Soglia di allarme</b>	Anno civile Superamento di 3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	1.01.2010

Tabella 2 all. 5 MONOSSIDO DI CARBONIO – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

<b>CO</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
<b>Valore limite orario per la protezione della salute umana.</b>	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	1.01.2005

Tabella 3 all. 5 OZONO – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

O <sub>3</sub>	Periodo di mediazione	Valori di riferimento
<b>Soglia di informazione.</b>	Media massima oraria	180 µg/m <sup>3</sup>
<b>Soglia di allarme.</b>	Media massima oraria.	240 µg/m <sup>3</sup>
<b>Valore bersaglio per la protezione della salute umana.</b>	Media su 8 ore massima giornaliera.	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni
<b>Valore bersaglio per la protezione della vegetazione</b>	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18.000 µg/m <sup>3</sup> come media su 5 anni
<b>Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.</b>	Media su 8 ore massima giornaliera.	120 µg/m <sup>3</sup>
<b>Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione.</b>	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6.000 µg/m <sup>3</sup>
<b>Beni materiali</b>	Media Annuale	40 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 4 all. 5 Materiale particolato PM<sub>2,5</sub> – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

PM 2,5	Periodo di mediazione	Valori limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup> 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	<b>1.01.2015</b>
<b>Obbligo di Concentrazione di esposizione per evitare effetti nocivi sulla salute umana</b>	Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	<b>1.01.2015</b>
<b>Valore Obiettivo per la protezione della salute umana</b>	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	<b>01.01-2010</b>

## Allegato 6. 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. 6 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 <sub>2</sub>	Verifica dell'efficienza del convertitore* (GPT) > 96 %.	
(*) L'efficienza del convertitore (GPT) è stata considerata sufficiente per valori > 96 %.		