

## **PROVINCIA DI SIENA**

### **CAMPAGNA DI MISURAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA LABORATORIO MOBILE ANNO 2012-13**

**VIA MONTE CERVINO – PRESSO ZONA INDUSTRIALE DROVE  
COMUNE DI POGGIBONSI**

**Area Vasta Toscana Costa –  
Settore “Centro Regionale per la Tutela della Qualità  
dell’Aria”**



**Regione Toscana**

## **PROVINCIA DI SIENA**

Campagna di Misurazione della qualità dell'aria. Laboratorio mobile.  
Anno 2012-2013

### **VIA MONTE CERVINO – PRESSO ZONA INDUSTRIALE DROVE COMUNE DI POGGIBONSI**

A cura di :  
Bianca Patrizia Andreini  
*Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria*

Autori:  
David Magliacani  
Guglielmo Tanganelli  
*Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria*

**01 LUGLIO 2013**

## SINTESI

La presente campagna di misurazione in Via Monte Cervino a Poggibonsi, è stata realizzata in attuazione del piano di utilizzo dell'autolaboratorio per il periodo 2012-2013 programmato dall'Amministrazione Provinciale di Siena, Comune di Poggibonsi e Dipartimento ARPAT di Siena.

I valori degli indicatori di qualità dell'aria misurati nella postazione di Via Monte Cervino sono ampiamente conformi ai relativi valori limite. In questo contesto, la maggior parte degli indicatori presenta livelli significativamente inferiori ai rispettivi valori limite (< 50 % del valore limite).

Gli indicatori più importanti sono rappresentati dalla media annuale di biossido di azoto - NO<sub>2</sub>, pari al 42 % del relativo valore limite, la media annuale di PM<sub>2,5</sub> pari al 44 % del relativo valore limite e la media annuale di PM<sub>10</sub> pari al 45 % del relativo valore limite.

La zona è caratterizzata da peculiari livelli di picco di toluene i quali tuttavia risultano ampiamente coerenti sia ai valori guida OMS (soglia olfattiva su 30 minuti) sia ai valori limite fissati dalla linea guida IPPC-2003 predisposta dell'Agenzia per l'Ambiente del Regno Unito (valore orario massimo misurato pari al 0,7 % del valore limite orario e valore medio annuale pari al 0,2 % del limite annuale).

In considerazione dei valori degli indicatori elaborati nelle precedenti campagne di rilevamento indicative effettuate nel territorio comunale (postazioni di misurazione di Via Gramsci e Via Colombaio) si rileva una sostanziale equivalenza dei valori di PM<sub>10</sub> (per la sola postazione di Via Colombaio) e una coerenza estesa dei valori di monossido di carbonio a tutte e tre le postazioni esaminate. Differenze significative sono rilevate per il biossido di azoto (media Gramsci e Colombaio +51% rispetto a Via Monte Cervino).

Rispetto agli indicatori registrati dalla stazione di misurazione fissa urbana-fondo di rete regionale di Via de Amicis elaborati nello stesso periodo di osservazione della presente campagna di misurazione, la postazione di Via Monte Cervino presenta un contesto sostanzialmente equivalente.

In considerazione della rosa dei venti registrata nella campagna di misurazione, nonché dai diagrammi polari, si rileva che sono significative, in relazione ai valori massimi orari di toluene le direzioni di provenienza dei venti relative ai settori Ovest-Sud-Ovest, Ovest, Ovest-Nord-Ovest e Nord-Nord-Ovest.

## Sommario

<b>Introduzione.....</b>	<b>5</b>
<b>1- Postazione di misurazione .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Inquinanti monitorati .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Riferimenti Normativi.....</b>	<b>8</b>
<b>5. Obiettivo di qualità dei dati .....</b>	<b>9</b>
Raccolta minima dei dati.....	9
Periodo di copertura .....	9
<b>6. Dati rilevati nella campagna di misurazione.....</b>	<b>10</b>
6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa.....	11
6.2 Confronto con i valori degli indicatori relativi alle precedenti campagne di misurazione nel territorio comunale .....	14
6.3 Confronto con i livelli rilevati dalla stazione di misurazione di Via De Amicis.....	15
6.4 Materiale particolato PM2,5.....	16
<b>7- Valutazione dei risultati.....</b>	<b>16</b>
Raffronto con i livelli registrati dalla stazione di misurazione fissa di Via De Amicis .....	17
Andamenti temporali.....	17
Giorno tipo.....	18
Idrocarburi aromatici - Toluene .....	18
<b>8 - Considerazioni riassuntive e finali .....</b>	<b>19</b>
<b>Allegato 1. Elaborazioni integrative.....</b>	<b>20</b>
1.1 Andamenti orari dei livelli di concentrazione .....	20
1.2 Giorni tipo .....	23
1.3 Andamenti stagionali 2012 – 2013 .....	25
1.4 Confronto con gli andamenti registrati dalla stazione fissa di Via De Amicis .....	26
Biossido di azoto NO <sub>2</sub> – valori medi orari .....	26
Materiale particolato PM10 - valori medi giornalieri .....	27
1.5 Grafici a dispersione Via M. Cervino/Via De Amicis .....	27
Materiale Particolato PM10.....	27
1.6 Idrocarburi aromatici .....	28
<b>Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori/sensori.....</b>	<b>31</b>
<b>Allegato 3 elaborazione dei dati meteorologici .....</b>	<b>32</b>
Velocità del vento .....	32
Rosa dei venti stagionale .....	33
<b>Allegato 4. Meccanismi di formazione degli inquinanti .....</b>	<b>35</b>
<b>Allegato 5. Limiti normativi .....</b>	<b>38</b>

## Introduzione

La presente campagna di misurazione in Via Monte Cervino a Poggibonsi, è stata realizzata in attuazione del piano di utilizzo dell'autolaboratorio per il periodo 2012-2013 programmato dall'Amministrazione Provinciale di Siena, Comune di Poggibonsi e Dipartimento ARPAT di Siena.

La zona del Comune di Poggibonsi, è stata monitorata in precedenza, anche mediante campagne di misurazione indicative, effettuate con il mezzo mobile presso le postazioni di Via Gramsci (periodo di osservazione 15 marzo – 06 dicembre 2010) ed in via Colombaio (periodo di osservazione 13 luglio 2011 – 01 marzo 2012). Per quanto attiene le stazioni di misurazione fisse, è in esercizio nel Comune di Poggibonsi la stazione di misurazione di rete regionale di Via Edmondo de Amicis, che in relazione alla zona di ubicazione ed alle relative fonti di emissione prevalenti, è classificata Urbana – Fondo.

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 misurazione è stata effettuata adottando una doppia chiave di lettura, ossia riferendosi:

- ai valori limite definiti dalla legislazione nazionale che disciplina la qualità dell'aria;
- ai valori degli indicatori di qualità dell'aria elaborati nello stesso periodo di osservazione dalla stazione di misurazione fissa di Via de Amicis ubicata nell'area urbana di Poggibonsi.

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 con quello relativo alla stazione fissa di Via de Amicis, quest'ultima riferita ad una serie di misure più solide perché continuative nell'arco dell'anno.

## 1- Postazione di misurazione

L'autolaboratorio è stato posizionato in via Monte Cervino in prossimità dell'area di parcheggio condominiale del complesso residenziale ubicato nella zona. La postazione di misurazione è da considerarsi rappresentativa per la valutazione della qualità dell'aria a cui è esposta la popolazione residente nelle abitazioni adiacenti alla zona industriale di Drove; tale zona industriale è ubicata nei settori direzione Nord-Ovest, Nord-Nord-Ovest, Nord, Nord-Nord-Est, Nord-Est rispetto alla postazione di misurazione. In merito alle fonti di emissione lineari, le vie di comunicazione della zona, riferite al solo traffico locale, sono da considerarsi poco significative.

*Tabella 1.1 informazioni generali postazione di misurazione*

Nome Postazione	Poggibonsi – Via Monte Cervino presso zona industriale Drove
Coordinate Geografiche (gradi, minuti, secondi)	LONG E 11°, 08', 43,5 " LAT N 43°, 28', 50,29"
Quota (metri s.l.m.)	114
Altezza punto di campionamento (mt)	2,5
Tipologia della postazione di misurazione	urbana
Periodo Osservazione	16 luglio 2012 – 07 aprile 2013



Mappa 1.1 – caratterizzazione geografica della zona



## 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 16 giorni ciascuna 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.

Per quanto attiene la campagna stagionale dell'inverno, è da segnalare che sono occorse anomalie all'impianto elettrico del mezzo mobile che hanno determinato una riduzione dei giorni di misurazione; in considerazione della programmazione delle attività di monitoraggio anche in relazione alle misurazioni nelle altre postazioni di misurazione individuate dal piano di utilizzo dell'autolaboratorio, i giorni persi nella campagna invernale sono stati recuperati con la primaverile (26 giorni complessivi di misurazione).

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 e smi;
- 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 Poggibonsi Via Monte Cervino sono stati effettuati complessivamente 64 giorni di misurazione distribuiti nell'arco di un anno.

La tabella 2.1 mostra i periodi di osservazione della campagna di misurazione effettuata nella postazione di Poggibonsi nell'intervallo temporale 17 luglio 2012 – 07 aprile 2013:

*tabella 2.1 piano di utilizzo autolaboratorio postazione Poggibonsi – Via Monte Cervino:*

Stagione	Periodo	numero giorni
Estate 2012	17 - 31/7/2012	15
Autunno 2012	22/9 - 09/10/2012	18
Inverno 2013	04-08/1/2013	5
Primavera 2013	13/3 - 07/04/2013	26
<b>TOTALE</b>		<b>64</b>

### 3. Inquinanti monitorati

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

- ossidi di azoto (NO-NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>),
- ozono (O<sub>3</sub>),
- monossido di carbonio (CO),
- materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 ed a 2,5 µm (PM<sub>10</sub> - PM<sub>2,5</sub>),
- anidride solforosa (SO<sub>2</sub>),
- idrocarburi aromatici - benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), toluene (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>), etilbenzene (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>) orto-meta xilene e para xilene,
- ed i parametri meteorologici di direzione, velocità del vento, temperatura ed umidità dell'aria.

La scheda nell'allegato 4 alla presente relazione, riporta i meccanismi di formazione nonché il significato degli inquinanti misurati nella presente campagna di misurazione.

Per la misura del materiale particolato PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub> è stato utilizzato lo strumento automatico bicanale SWAM Mod. D.C. 5a, n. serie 292, prodotto dalla ditta FAI, Italia, basato sul principio di misura dell'attenuazione di raggi β, mezzo di filtrazione rappresentato da membrane in fibra di vetro. Lo strumento non effettua il riscaldamento della linea di prelievo e del filtro di campionamento, i quali sono mantenuti alla temperatura ambiente. Sono stati impiegati i dispositivi di separazione granulometrica PM 10 (FAI) e PM<sub>2,5</sub> (Zambelli) conformi alle specifiche previste delle norme tecniche europee UNI EN 12341 e UNI EN 14907.

Il monitoraggio del benzene è stato effettuato mediante lo strumento automatico CHROMATOTEC Mod. AIRTOXIC basato sulla tecnica analitica della gascromatografia e rivelatore PID.

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 misurazione, è stata effettuata riferendosi ai valori limite fissati dal D.Lgs. n° 155/2010 e smi. Tale norma recepisce la Direttiva della Comunità Europea 2008/50/CE del 21/05/2008.

Relativamente al PM<sub>10</sub>, come stabilito dall'allegato I paragrafo 1, tabella 1 D.Lgs. n. 155/2010, al fine di verificare la conformità dell'indicatore della media giornaliera, è stato valutato il 90,4° percentile anziché il numero di superamenti; questo perché i superamenti sono fortemente influenzati dalla copertura dei dati, che nelle misure indicative (come ad esempio la presente campagna di misurazione mediante mezzo mobile) non è effettuata in maniera continuativa per tutto l'anno civile.

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 5.1 presenta la raccolta minima dei dati per singolo analizzatore relativa al periodo di osservazione dell'intera campagna di misurazione (64 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 di 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 1.536 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; la perdita dei dati dovuta alle sopracitate attività è stimabile in misura del 5 % sulla base 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>	PM10	PM2,5	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	SO <sub>2</sub>	VV	DV	TEMP	UMR
Poggibonsi Via Monte Cervino	100	100	100	94	94	98	100			100	

CO = monossido di carbonio

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

O<sub>3</sub> = ozono

PM10 - PM2,5 = materiale particolato PM10 - PM2,5

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

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

VV = velocità del vento

DV = direzione del vento

TEMP = temperatura dell'aria

UMR = umidità dell'aria

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 e smi.

### 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 (64 giorni distribuiti nell'anno) pari al 17 %, 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.

## 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 indicative effettuate nel territorio comunale postazioni di Via Gramsci (anno 2010) e di Via Colombaio (2011 - 2012);
- confronto con i valori degli indicatori registrati nell'area urbana di Poggibonsi dalla stazione fissa di Via de Amicis;
- andamenti temporali degli inquinanti monitorati;
- giorni tipo idrocarburi aromatici e biossido di azoto;
- grafici polari toluene;
- andamenti stagionali degli indicatori.

### 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  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2,5}$  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 Poggibonsi nell'intera campagna 2012- 2013*

<b>CO</b> $\text{mg}/\text{m}^3$	<b>NO<sub>2</sub></b> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>NOx</b> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>PM<sub>10</sub></b> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>PM<sub>2,5</sub></b> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>Benzene</b> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>Toluene</b> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>SO<sub>2</sub></b> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>O<sub>3</sub></b> $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>0,3</b>	<b>17</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>0,5</b>	<b>3,6</b>	<b>2</b>	<b>43</b>

CO = monossido di carbonio

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

NOx = ossidi di azoto totali

PM<sub>10</sub> = materiale particolato PM<sub>10</sub>

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 17 luglio 2012 al 07 aprile 2013.

*Indicatori significativi per la salute umana*

Tabella 6.1.1 indicatori di protezione della salute umana

INDICATORE	Poggibonsi – Via M. Cervino 17/07/2012 – 07/04/2013	LIMITE
NO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	74	200
NO <sub>2</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	17	40
CO media mobile 8 Ore (mg/m <sup>3</sup> )	1,0	10
O <sub>3</sub> media mobile 8 ore (µg/m <sup>3</sup> )	109	120
O <sub>3</sub> Max 1 Ora (µg/m <sup>3</sup> )	123	180
PM10 90,4° percentile valori medi giornalieri	27	50
PM10 Media (µg/m <sup>3</sup> )	18	40
PM2,5 Media (µg/m <sup>3</sup> )	11	25
SO <sub>2</sub> Max Media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	6	125
SO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	10	350
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	0,5	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

PM10 - PM2,5= materiale particolato PM10 - PM2,5

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 smi e sono confrontati visivamente nei Grafici 6.1.1 e 6.1.2

### **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
Poggibonsi	0
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	Poggibonsi	LIMITE
NOx media (µg/m <sup>3</sup> )	26	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 PM10 e PM2,5, anidride solforosa e benzene

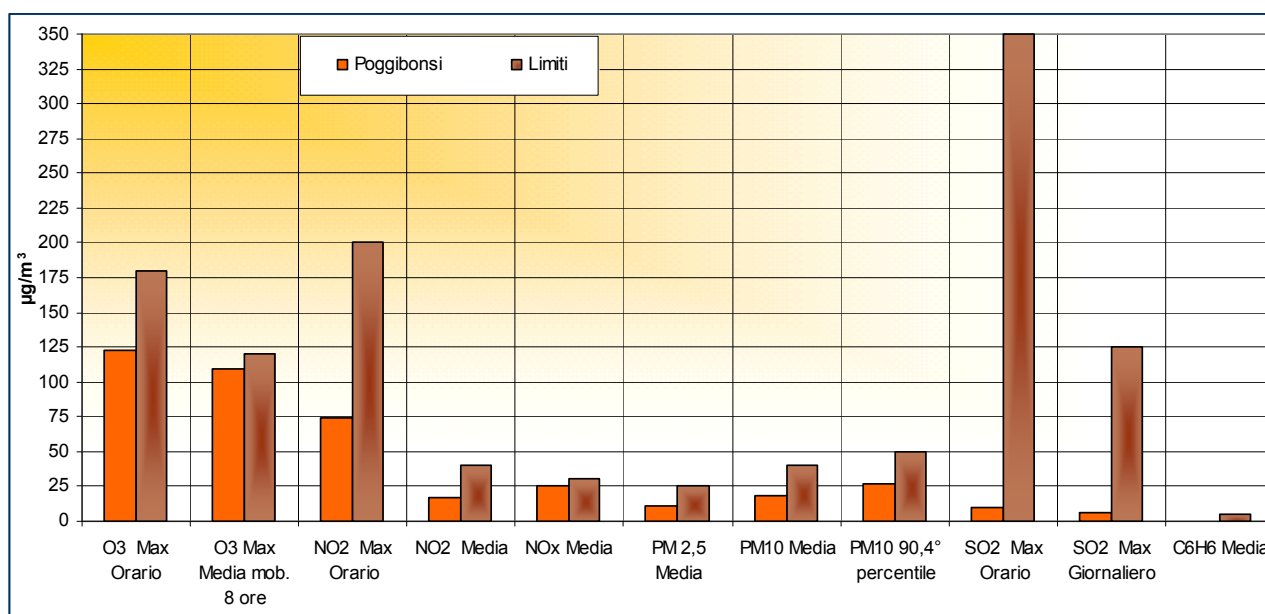
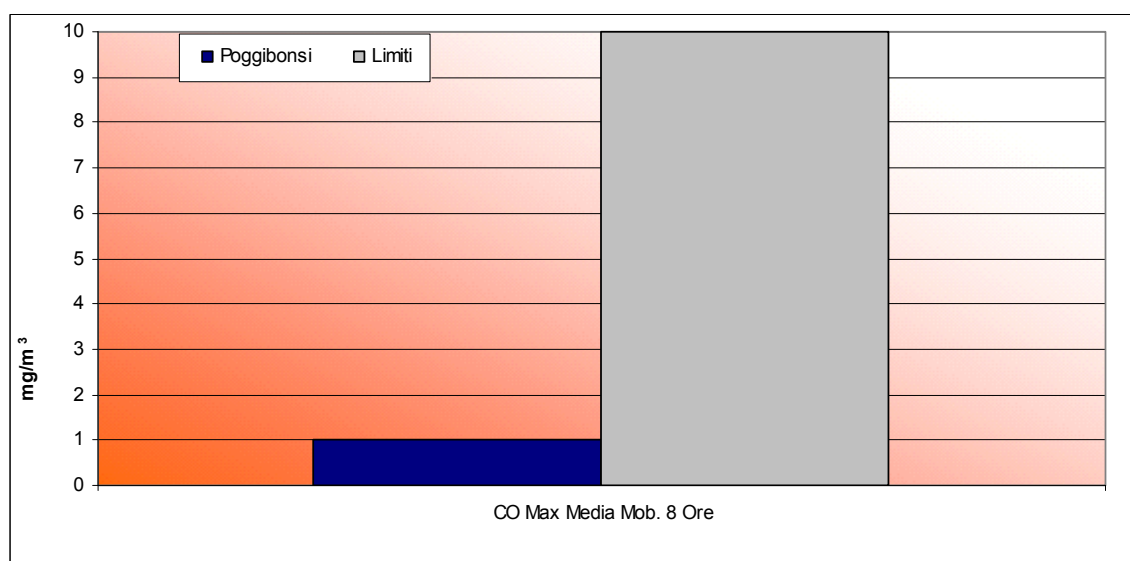


Grafico 6.1.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria monossido di carbonio

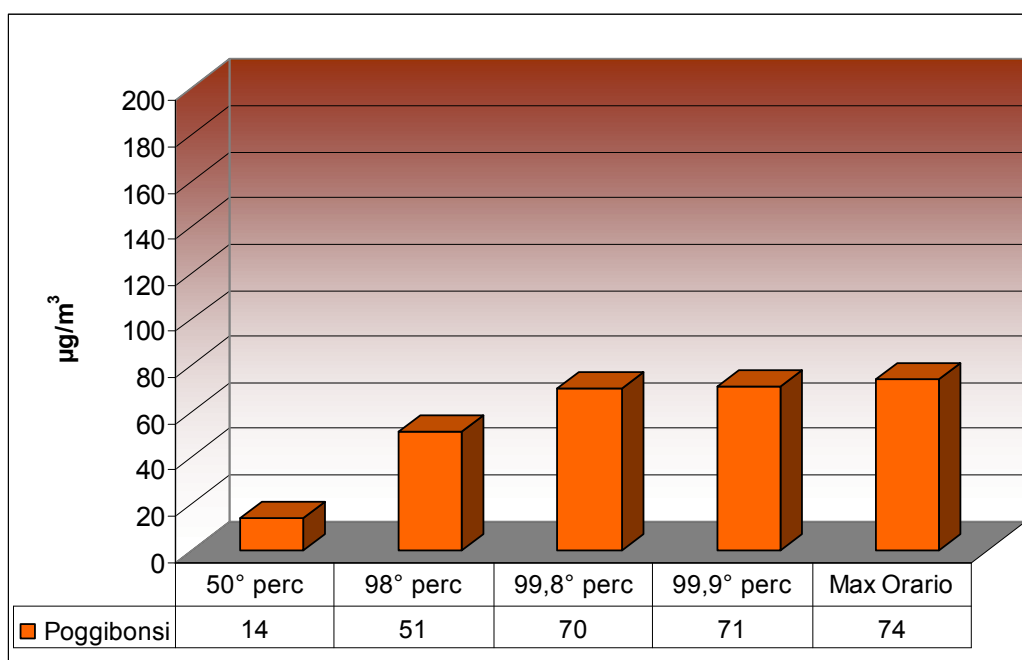


### Valori dei percentili di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

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 di 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

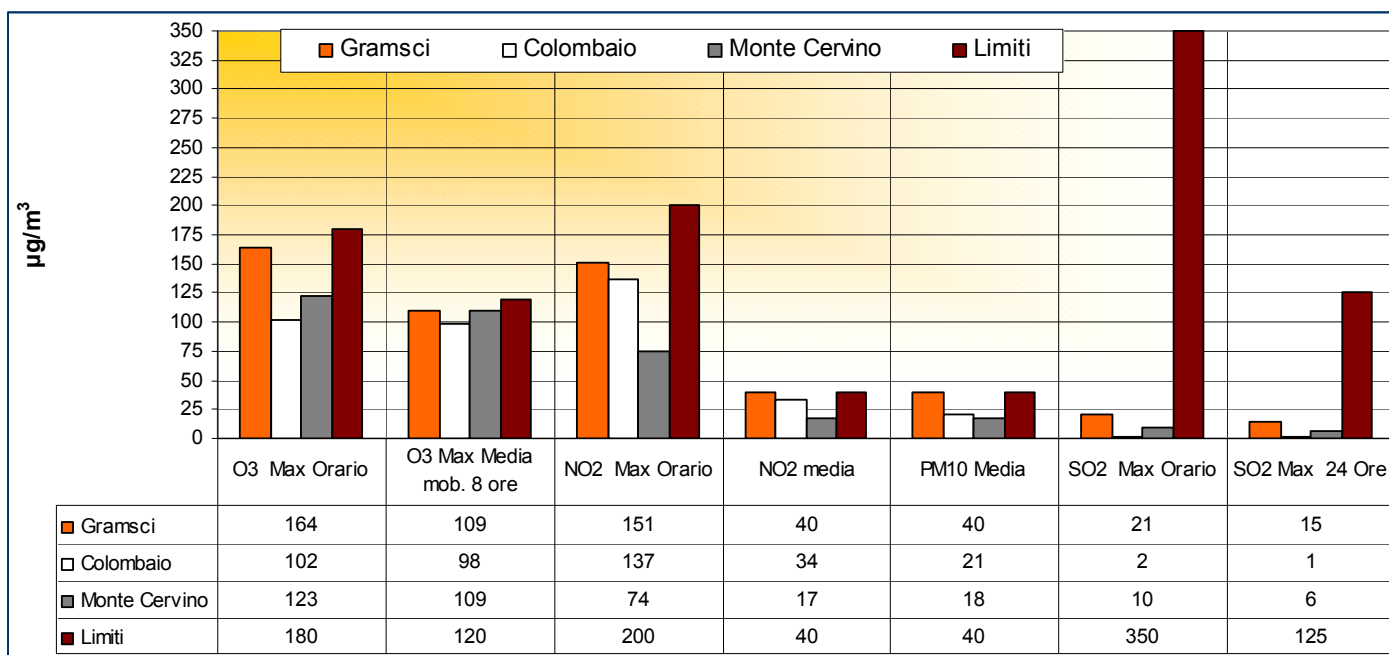




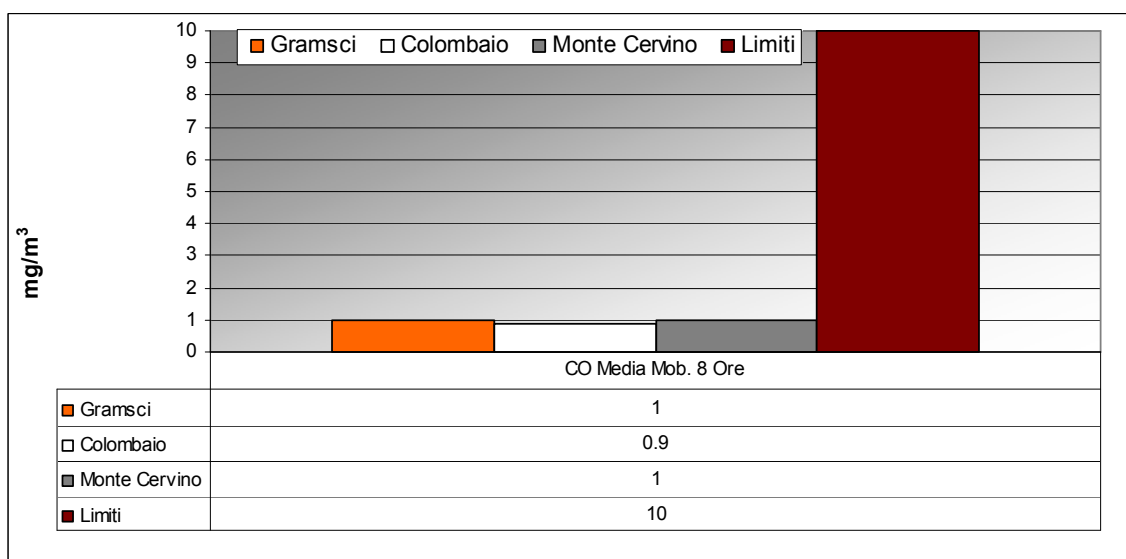
## 6.2 Confronto con i valori degli indicatori relativi alle precedenti campagne di misurazione nel territorio comunale

Nelle tabelle che seguono si riporta in dettaglio il confronto tra gli indicatori di qualità dell'aria delle campagne di misurazione indicative Via Gramsci (13/3 – 6/12/2010) e Via del Colombaio (13/7/2011 – 01/03/2012) effettuate con mezzo mobile.

*Grafico 6.2.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria Via Monte Cervino e campagne Via Gramsci (2010) – Via Colombaio (2011-2012) – ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato PM10, ed anidride solforosa*



*Grafico 6.2.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria Via Monte Cervino e campagne Via Gramsci (2010) – Via Colombaio (2011-2012) - monossido di carbonio*



CO = monossido di carbonio

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

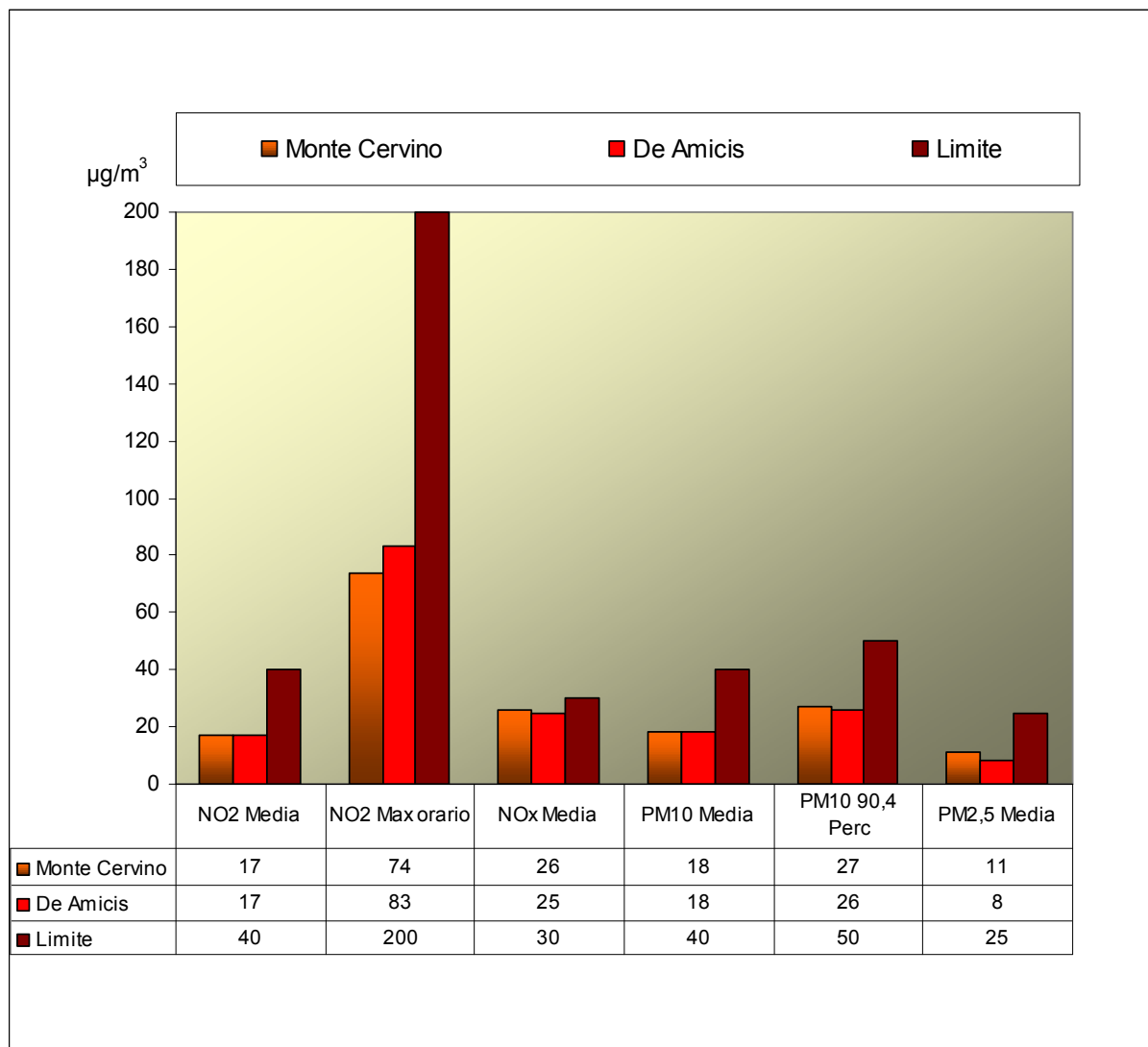
O<sub>3</sub> = ozono

PM10 = materiale particolato PM10

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

### 6.3 Confronto con i livelli rilevati dalla stazione di misurazione di Via De Amicis

grafico 6.3.1. istogramma valori degli indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10, PM2,5 Via Monte Cervino/Via De Amicis



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

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

PM10 - PM2,5 = materiale particolato PM10 e PM2,5

## 6.4 Materiale particolato PM2,5

Tabella 6.5.1 valori indicatori PM2,5 campagna 2012/2013

Postazione di misura	media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	valore massimo giornaliero $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Via Monte Cervino	11	19

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.

Se esaminiamo i valori medi di materiale particolato PM2,5 registrati nell'area urbana di Poggibonsi stazione di misurazione fissa di Via De Amicis), si riscontrano valori medi annuali sostanzialmente equivalenti a quelli misurati nella postazione di Via Monte Cervino ad indicare che la distribuzione spaziale a livello comunale di questo agente inquinante è praticamente 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.

Nella postazione di Via Monte Cervino non è stato mai superato il valore guida OMS.

## 7- Valutazione dei risultati

Tutti gli inquinanti misurati nella presente campagna hanno registrato valori degli 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 decisamente 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 (-56 %) 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.

Il materiale particolato **PM10** (Tabella 6.1.1) presenta una situazione equivalente a quella vista sopra per il PM2,5 con un valore medio dell'intera campagna di misurazione inferiore del 55 % rispetto al valore limite di protezione della salute umana (media annuale pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ed il 90,4° percentile delle concentrazioni giornalieri inferiore del 46 % rispetto al relativo valore limite di protezione della salute umana ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Gli indicatori di **biossido di azoto** (Tabella 6.1.1) finalizzati alla tutela della salute umana (media annuale e valore massimo orario) registrano livelli di concentrazione mediamente inferiori alla metà del valore limite (-63 % valore massimo orario; -57 % valore media annuale). 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 (1,45), ad indicare che la zona non è stata caratterizzata, nel periodo delle misurazioni, da livelli di concentrazione oraria di rilievo; inoltre, il marcato scarto tra il valore massimo orario ed il valore medio di tutto il periodo (+335 %), mette in evidenza che i livelli di picco orari comunque registrati non hanno avuto un peso significativo sui valori degli indicatori di qualità dell'aria definiti dalla normativa al fine della valutazione dell'esposizione a lungo termine.

L'indicatore relativo alla media annuale degli **ossidi di azoto - NO<sub>x</sub>** (espressi come NO<sub>2</sub>) - (Tabella 6.1.3) è inferiore al valore limite; questo indicatore è finalizzato alla protezione della

vegetazione ed ha valenza solo per le stazioni di misurazione suburbane, rurali e rurali di fondo. Solitamente al di fuori delle zone rurali, questo indicatore non è mai rispettato.

Per quanto attiene l'**ozono** (Tabella 6.1.2), non sono stati registrati casi di superamento del valore bersaglio di protezione della salute umana (indicatore della media mobile di 8 ore massima giornaliera); 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 zonale 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 indicative effettuate nel territorio comunale (Via Gramsci - periodo di osservazione 2010; e Via Colombaio - periodo di osservazione 2011-2012) (Tabella 6.2.1) si rileva una sostanziale equivalenza dei valori di materiale particolato PM10 con i valori registrati nella postazione di Via Colombaio, e del monossido di carbonio per tutte e tre le postazioni esaminate; sono riscontrate differenze per il biossido di azoto poiché le postazioni di Via Gramsci e via Colombaio presentano mediamente valori più elevati del 51 % (+49 % sul valore massimo orario e +54 % sul valore medio annuale).

La postazione di Via Gramsci presenta sostanzialmente livelli di concentrazione più elevati rispetto alle altre postazioni di misurazione esaminate.

### **Raffronto con i livelli registrati dalla stazione di misurazione fissa di Via De Amicis**

Per quanto attiene i valori degli indicatori di qualità dell'aria (grafico 6.3.1.), la postazione di Via M. Cervino presenta dati equivalenti alla stazione di misurazione di fondo urbana di Via De Amicis (i valori degli indicatori si riferiscono allo stesso periodo di osservazione della campagna di Via Monte Cervino).

Questa coerenza è consolidata anche dalle elaborazioni grafiche effettuate fra le due stazioni, riguardanti il raffronto fra gli andamenti temporali dei valori orari di biossido di azoto (grafico 1.4.1.), dei valori medi giornalieri di materiale particolato PM10 (grafico 1.4.2.) e di correlazione dei valori medi giornalieri di materiale particolato PM10 (grafico 1.5.1. - coefficiente correlazione delle concentrazioni medie giornaliere delle due stazioni:  $R^2 = 0,76$ ), le quali mettono in evidenza un'ottima sovrapponibilità degli andamenti temporali ed un coefficiente di correlazione accettabile.

### **Andamenti temporali**

Gli andamenti dei valori orari e giornalieri (Allegato 1, grafici 1.1.1-7), mettono in rilievo per alcuni agenti inquinanti, la presenza di livelli di concentrazioni più elevate: in particolare si rileva la tendenza all'incremento nelle stagioni dell'inverno e primavera per il biossido di azoto ed il benzene. L'inquinante più significativo della zona è rappresentato tuttavia dal toluene il quale presenta picchi significativi (maggiori del 300 % del valore medio annuale) in tutto il periodo di osservazione della campagna di misurazione (grafico 1.6.1); valutazioni più approfondite su questo aspetto sono fornite al successivo capitolo "idrocarburi aromatici".

Per quanto attiene le variazioni stagionali i livelli medi più elevati sono stati riscontrati nella stagione invernale (NOx-NO<sub>2</sub>-benzene). I valori medi di PM2,5 sono sostanzialmente stabili; i valori massimi orari di biossido di azoto NO<sub>2</sub> sono sostanzialmente equivalenti (63-74 µg/m<sup>3</sup>) ad esclusione del periodo estivo in cui subiscono un decremento.

## Giorno tipo

Dalle elaborazioni inerenti il giorno tipo (Allegato 1, 1.2.1-3) si rileva:

- biossido di azoto – andamenti simili per le stagioni dell'autunno, dell'inverno e della primavera che mettono in rilievo la presenza di livelli massimi alla mattina (fascia oraria 7 - 9) ed alla sera (fascia oraria 18 - 20) coincidenti con le attività tipicamente antropiche. Si nota la presenza di livelli di picco più elevati alle ore della sera per la stagione dell'inverno;
- benzene – gli andamenti stagionali relativi a questo agente inquinante sono sovrapponibili a quelli registrati per il biossido di azoto nel quale gli andamenti medi stagionali simili fra loro, mettono in evidenza livelli massimi alla mattina (ore 8-9) ed alla sera (ore 20);
- toluene – si rilevano livelli di picco più elevati nelle stagioni dell'estate e della primavera alla mattina (ore 9) ed al pomeriggio (fascia oraria 17-18) coincidenti con le tipiche attività antropiche (relativamente alla fascia oraria 17 -18 si mette in evidenza che anche la temperatura dell'aria svolge un ruolo rilevante).

## Idrocarburi aromatici - Toluene

La zona monitorata è caratterizzata da peculiari livelli di toluene, registrati sostanzialmente in tutto il periodo di osservazione; i livelli orari più significativi sono stati rilevati nelle stagioni della primavera ( $57,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  il giorno 4 aprile alle ore 18) e dell'estate ( $55,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  il giorno 27 luglio alle ore 17). La media annuale di tutto il periodo di osservazione corrisponde a  $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (tabella 1.6.1). Per quanto attiene il toluene, la Seconda Edizione dell'Air Quality Guideline for Europe dell'OMS riporta come valori indicativi delle concentrazioni medie ambientali livelli minori di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per aree rurali e compresi tra 5 e  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per aree urbane. In prossimità di fonti di emissione industriale le concentrazioni possono essere più elevate.

La legislazione nazionale ed europea che disciplina la qualità dell'aria non ha fissato valori limite per questo agente inquinante nell'aria ambiente, se tuttavia esaminiamo l'Horizontal Guidance note IPPC H1, UK Environment Agency 6/07/03 si rileva che sono fissati valori limite per la media annuale pari a  $1910 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (derivato da Health & Safety Executive, Limiti di Esposizione Professionale EH40/2001) e per la media oraria pari a  $8000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (derivato da Health & Safety Executive, Limiti di Esposizione Professionale EH40/2001). La linea Guida OMS fissa anche una soglia olfattiva pari a  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  riferita al tempo di mediazione di 30 minuti ed indica che, la linea guida di qualità dell'aria per il toluene, potrebbe anche essere basata sulla soglia dell'odore.

Sono state elaborate per questo inquinante anche i diagrammi polari (grafici 1.6.2-5); 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 di dati meteo 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.

Per quanto riguarda i giorni caratterizzati da livelli di concentrazione oraria significativi (maggiore del 300 % del valore medio annuale) di toluene, i diagrammi polari hanno messo in evidenza direzioni di provenienza del vento ricorrenti dai settori Ovest-Sud-Ovest, Ovest, Ovest-Nord-Ovest e Nord-Nord-Ovest rispetto alla postazione di misurazione.



## 8 - Considerazioni riassuntive e finali

I valori degli indicatori di qualità dell'aria misurati nella postazione di Via Monte Cervino sono conformi ai relativi valori limite. In questo contesto, la maggior parte 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), presenta livelli significativamente inferiori 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 42 % del relativo valore limite, la media annuale di PM<sub>2,5</sub> pari al 44 % del relativo valore limite e la media annuale di PM<sub>10</sub> pari al 45 % del relativo valore limite.

La zona è caratterizzata da peculiari livelli di picco di toluene i quali tuttavia risultano ampiamente coerenti sia ai valori guida OMS (soglia olfattiva su 30 minuti = 1000 µg/m<sup>3</sup> – valore massimo orario misurato = 57,5 µg/m<sup>3</sup>) sia ai valori limite fissati dalla linea guida IPPC-2003 predisposta dell'Agenzia per l'Ambiente del Regno Unito (valore orario massimo misurato pari al 0,7 % del valore limite orario e valore medio annuale pari al 0,2 % del limite annuale).

In considerazione dei valori degli indicatori elaborati nelle precedenti campagne di rilevamento indicative effettuate nel territorio comunale (postazioni di misurazione di Via Gramsci e Via Colombaio) si rileva una sostanziale equivalenza dei valori di PM<sub>10</sub> per la sola postazione di Via Colombaio e una coerenza estesa dei valori di monossido di carbonio a tutte e tre le postazioni esaminate. Differenze significative sono rilevate per il biossido di azoto (media Gramsci e Colombaio +51% rispetto a Via Monte Cervino).

Rispetto dalla stazione di misurazione fissa urbana-fondo di rete regionale Via de Amicis (registrati nello stesso periodo di osservazione della presente campagna di misurazione), sia per quanto riguarda gli indicatori di qualità dell'aria, sia per gli andamenti temporali, la postazione di Via Monte Cervino presenta un contesto sostanzialmente equivalente. Si fa inoltre presente che i valori degli indicatori elaborati per l'intero anno civile 2012 dalla stazione regionale di Via De Amicis hanno fornito una situazione di piena conformità ai rispettivi valori limite.

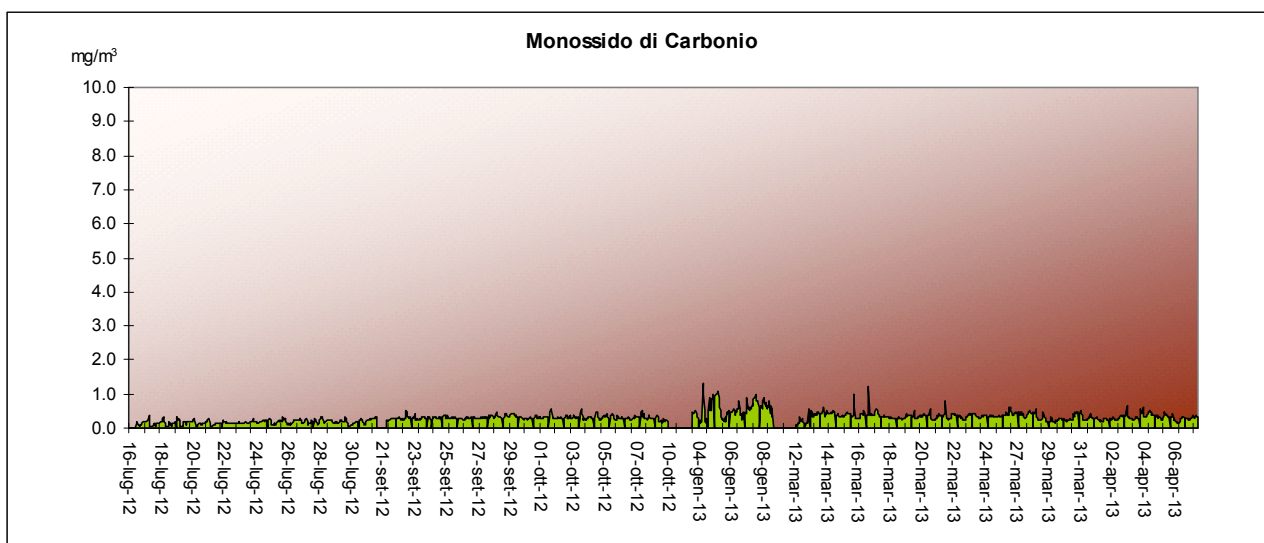
In considerazione della rosa dei venti registrata nella campagna di misurazione, nonché dai diagrammi polari, si rileva che sono significative, in relazione ai valori massimi orari di toluene le direzioni di provenienza dei venti relative ai settori Ovest-Sud-Ovest, Ovest, Ovest-Nord-Ovest e Nord-Nord-Ovest.

## 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 PM10 - PM2,5 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*

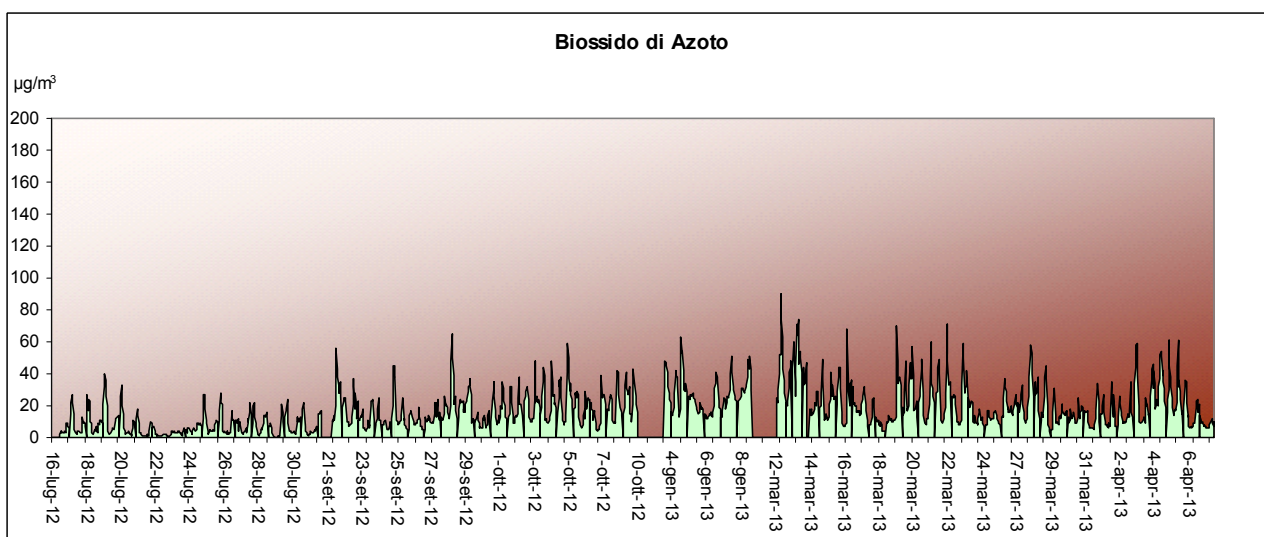


grafico 1.1.3 andamenti orari ozono

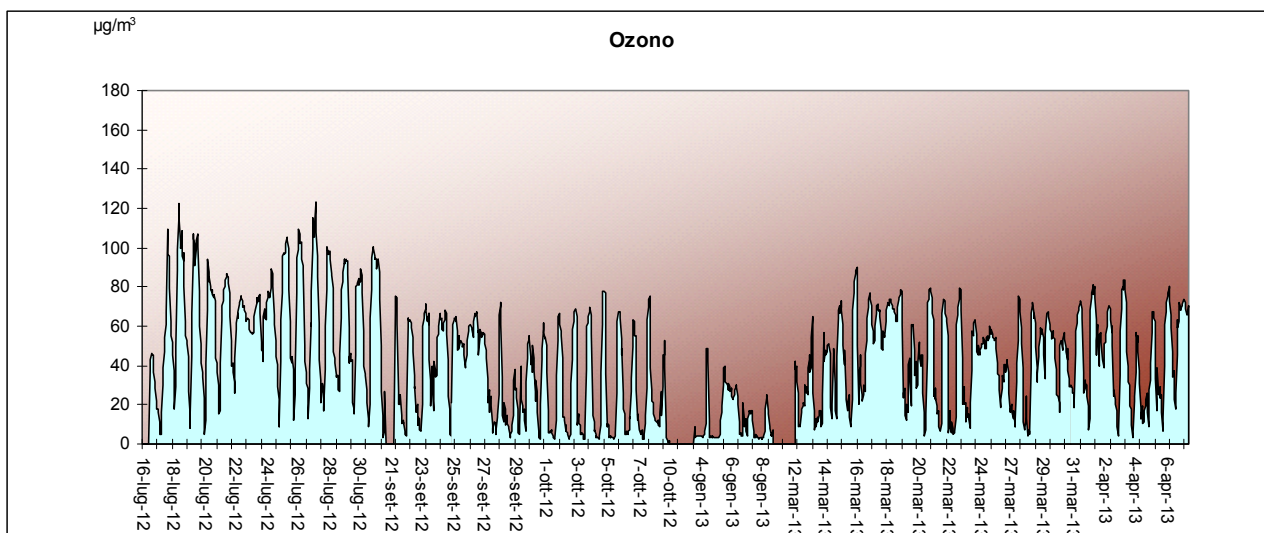


grafico 1.1.4 andamenti orari biossido di zolfo

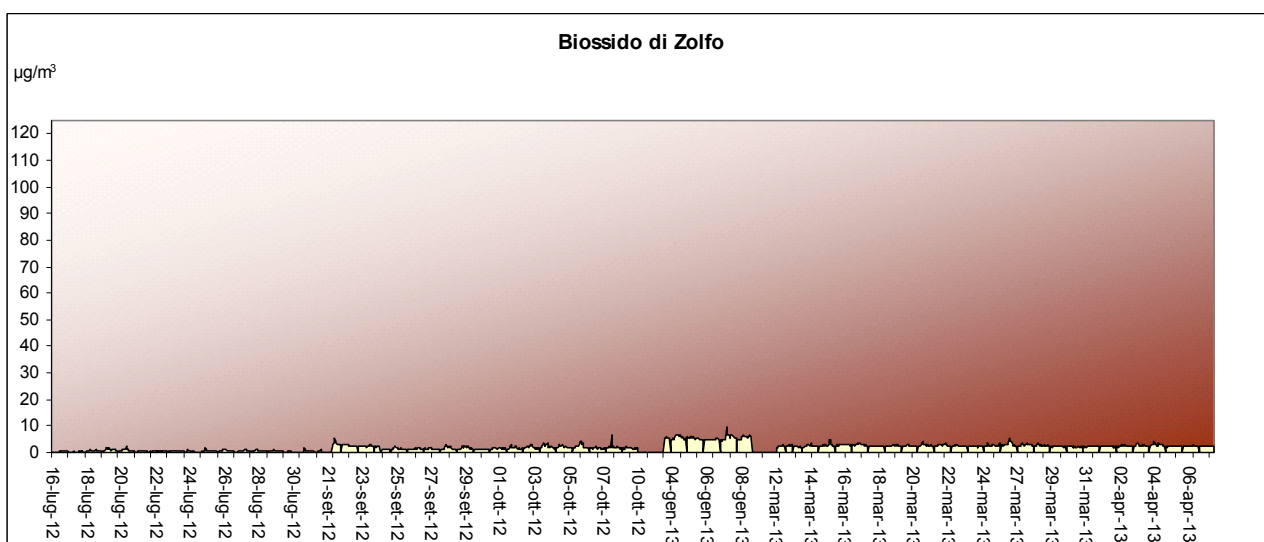


grafico 1.1.5 andamenti orari benzene

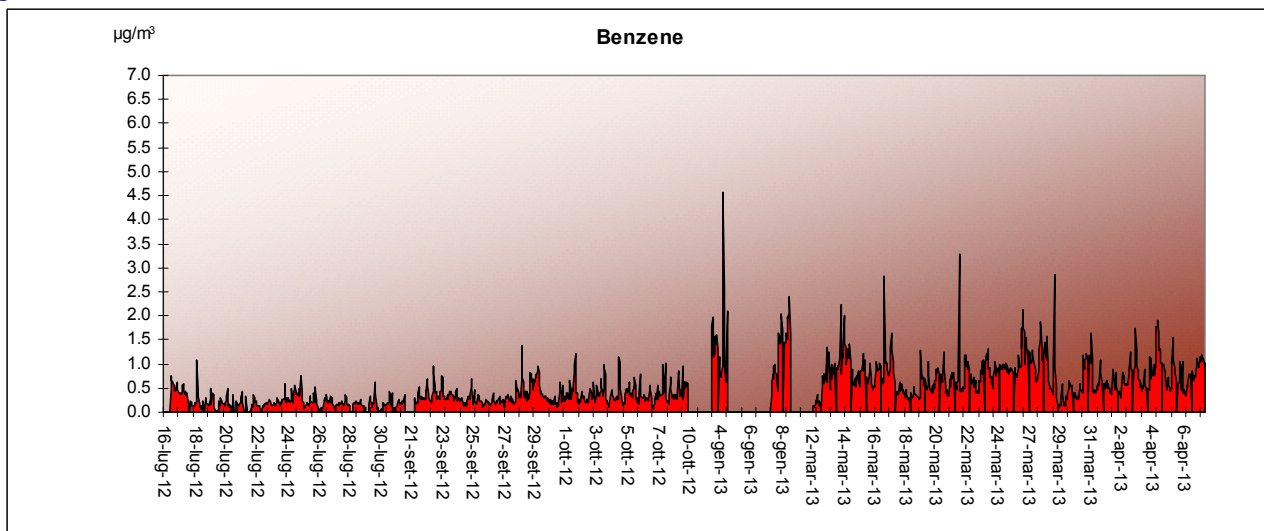


grafico 1.1.6 andamenti giornalieri materiale particolato PM10

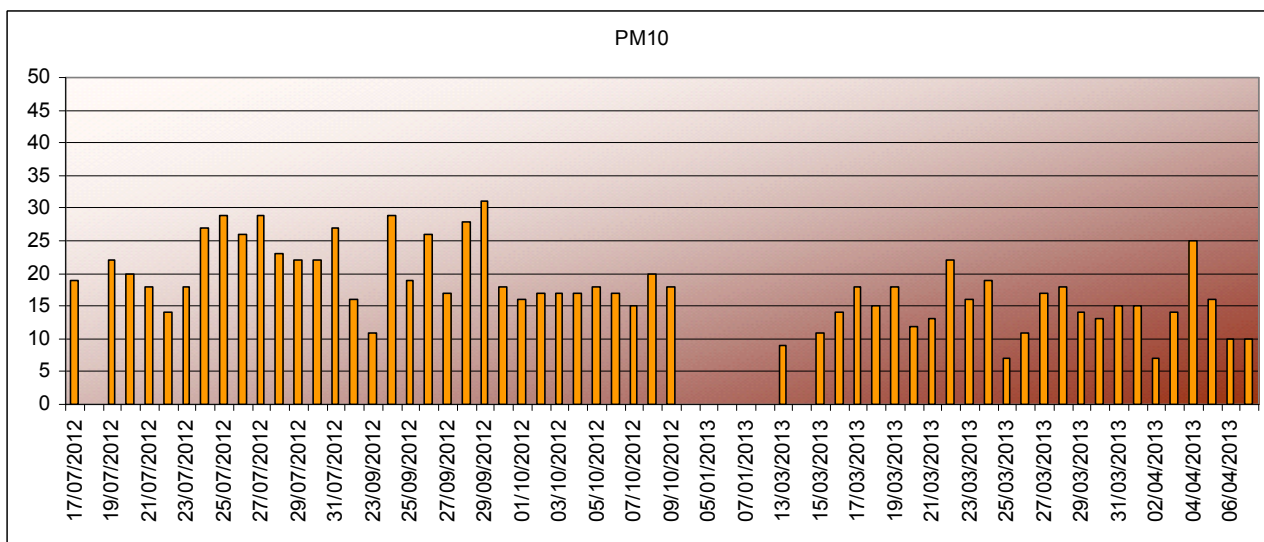
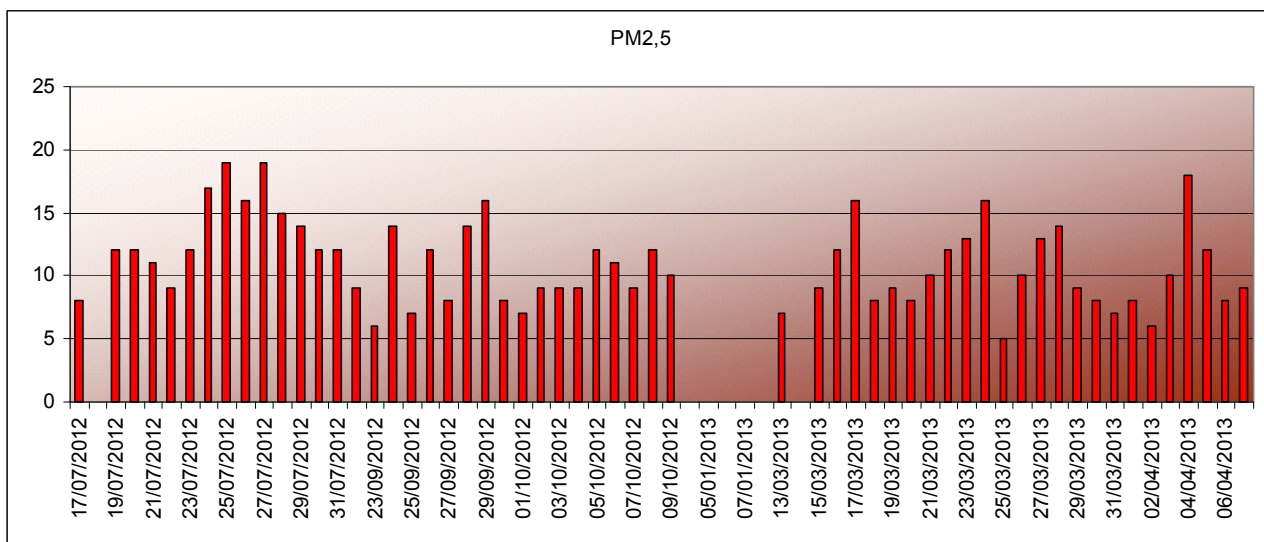


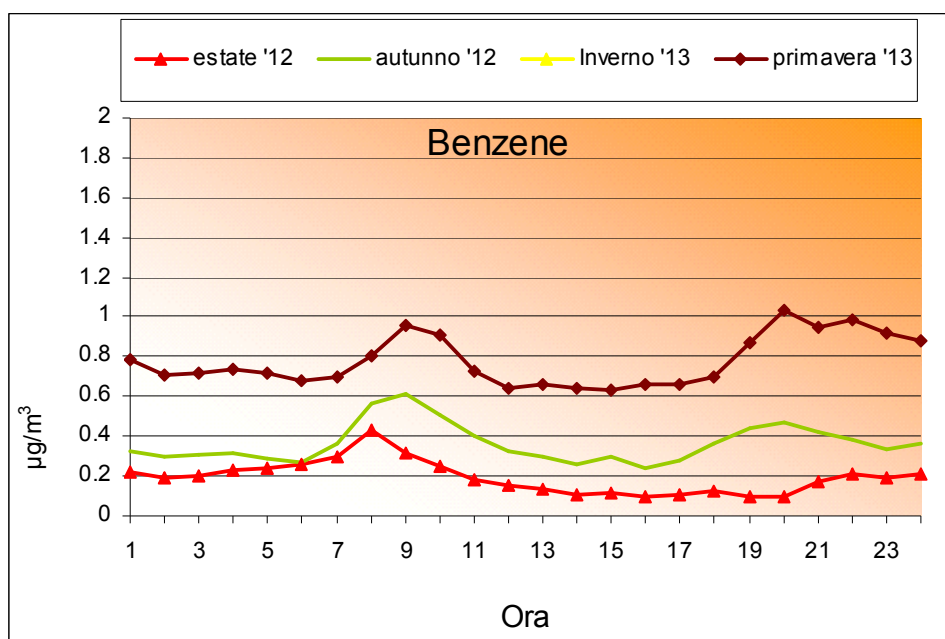
grafico 1.1.7 andamenti giornalieri materiale particolato PM2,5



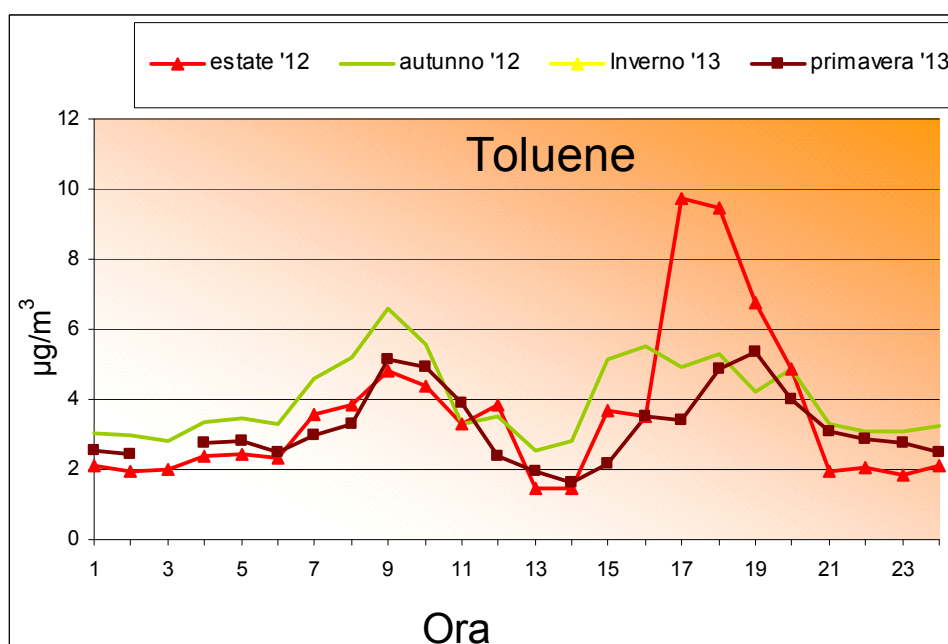
## 1.2 Giorni tipo

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).

1.2.1 grafico giorno tipo benzene

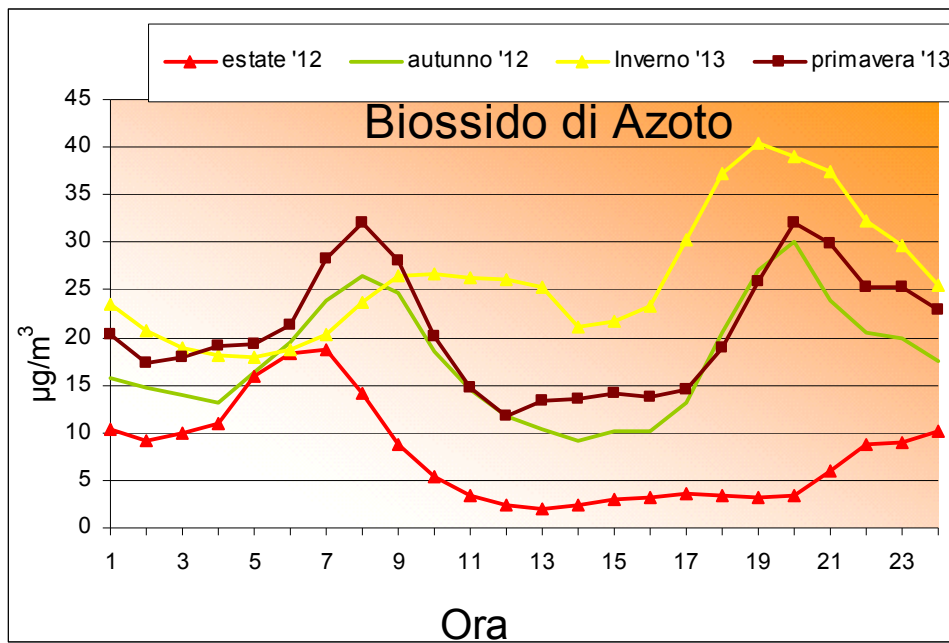


1.2.2 grafico giorno tipo toluene





### 1.2.3 grafico giorno tipo bioossido di azoto



### 1.3 Andamenti stagionali 2012 – 2013

grafico 1.3.1. istogramma andamenti stagionali indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e benzene

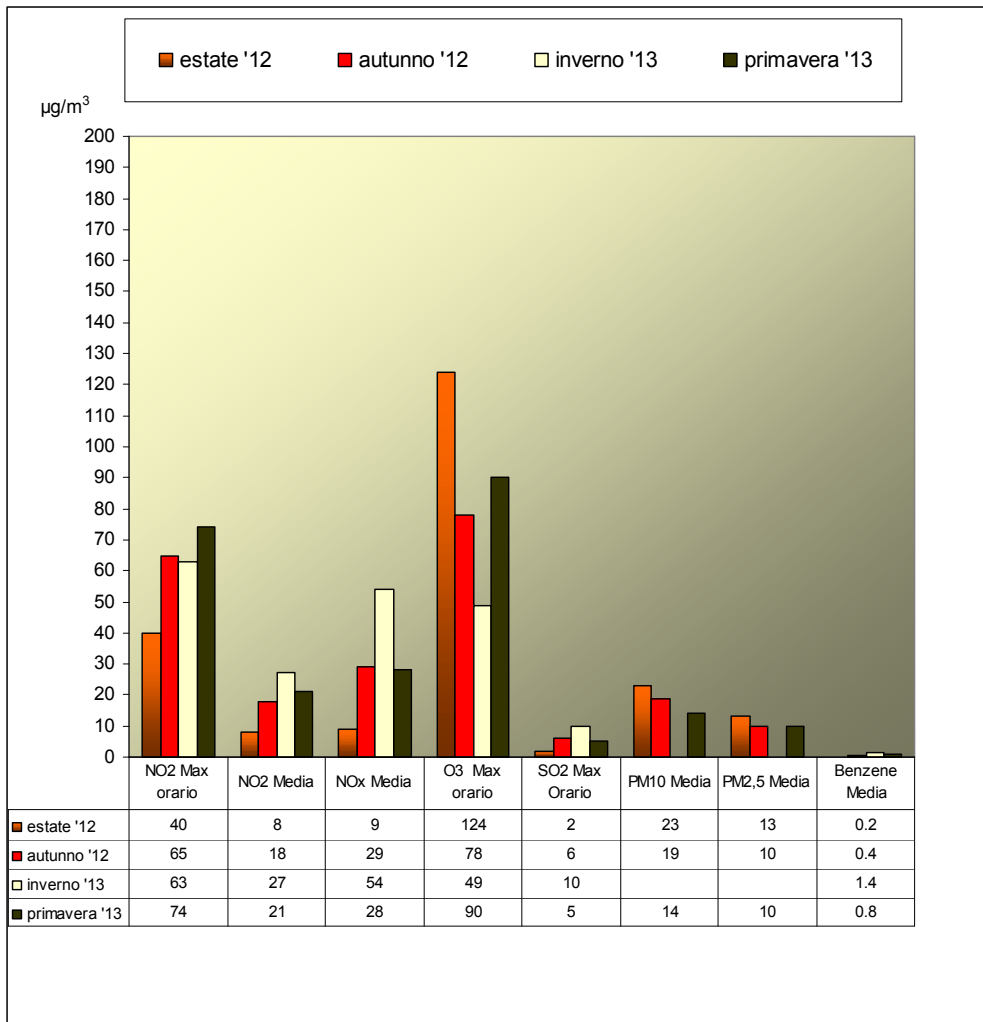
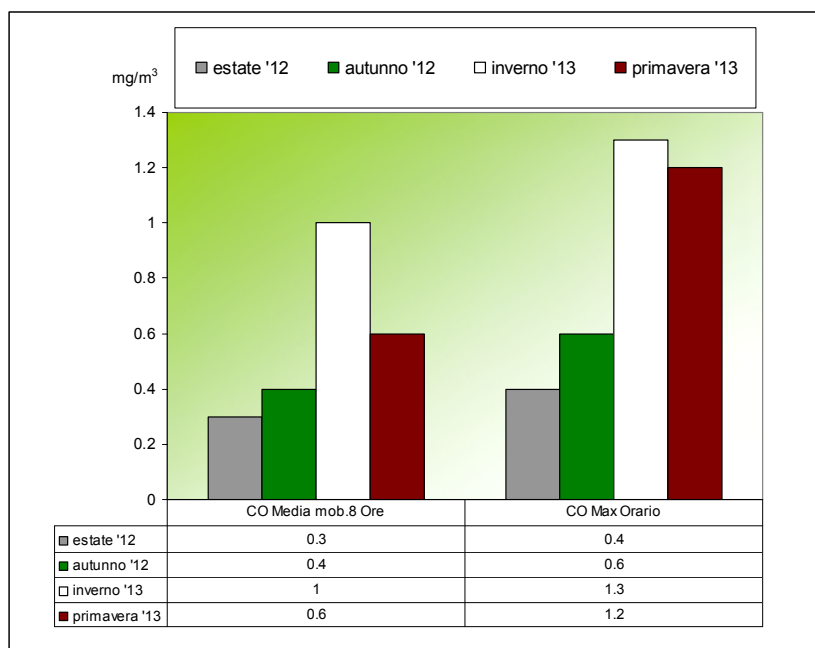


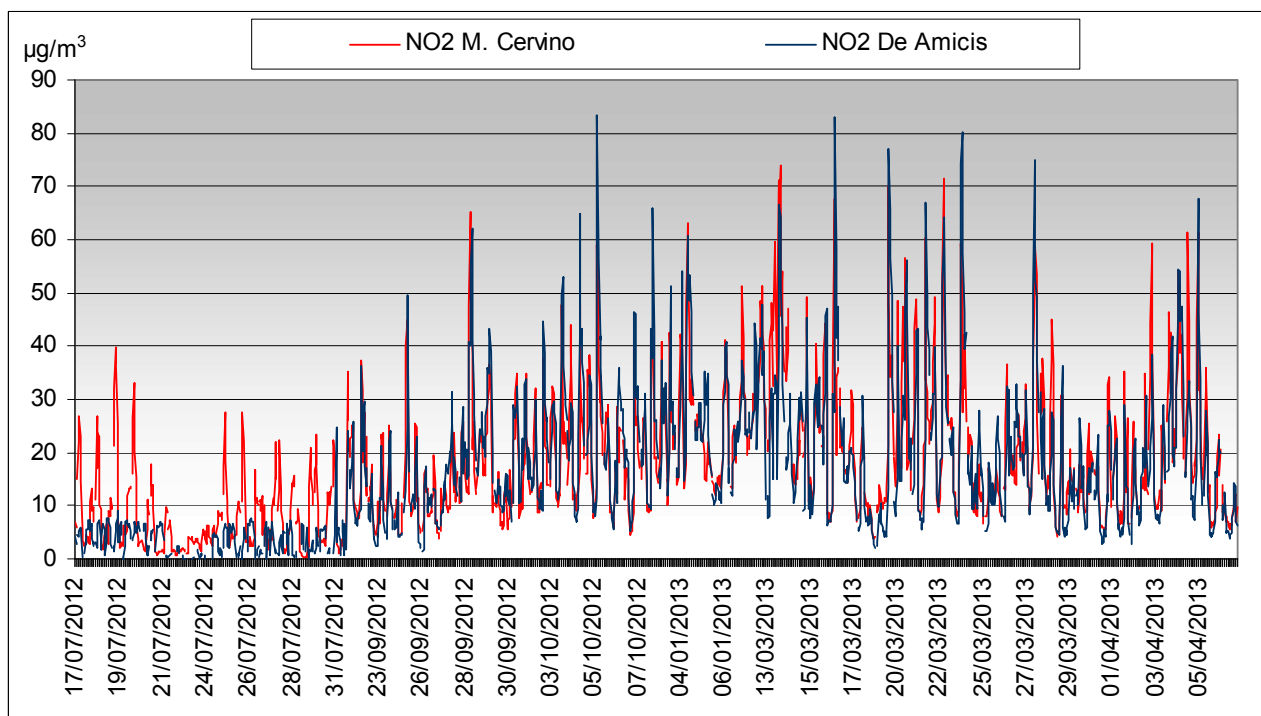
grafico 1.3.2. istogramma andamenti stagionali indicatori di CO



## 1.4 Confronto con gli andamenti registrati dalla stazione fissa di Via De Amicis

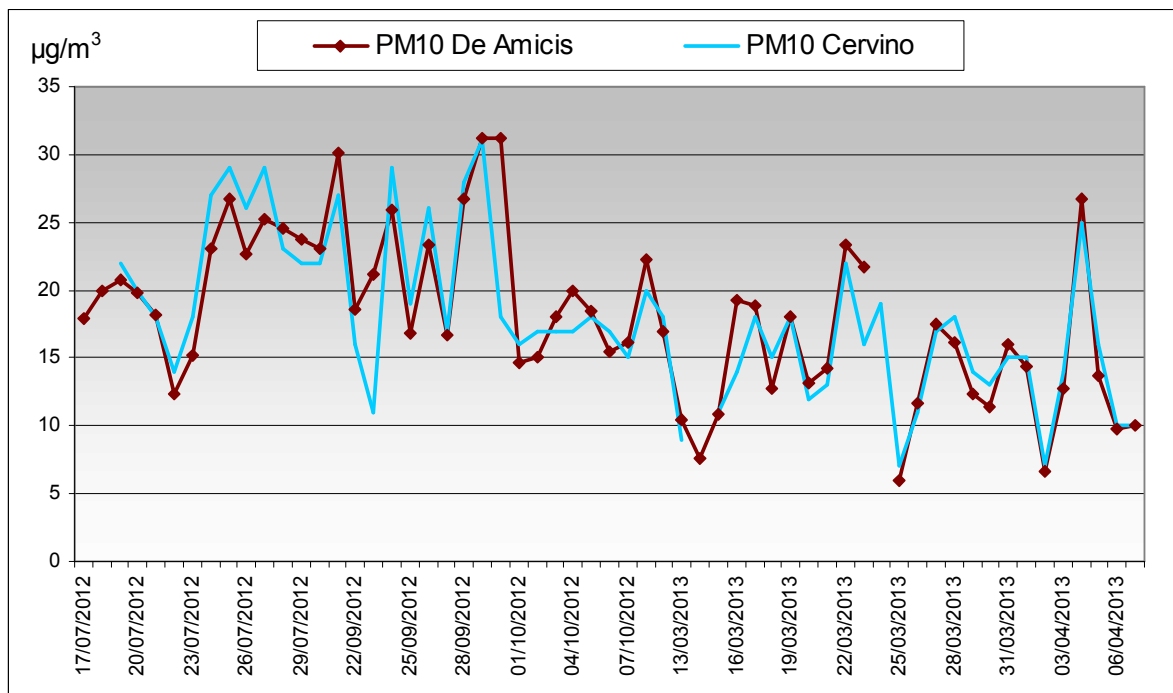
### Biossido di azoto NO<sub>2</sub> – valori medi orari

*grafico 1.4.1. andamenti orari 17 luglio 2012 – 07 aprile 2013*



## Materiale particolato PM10 - valori medi giornalieri

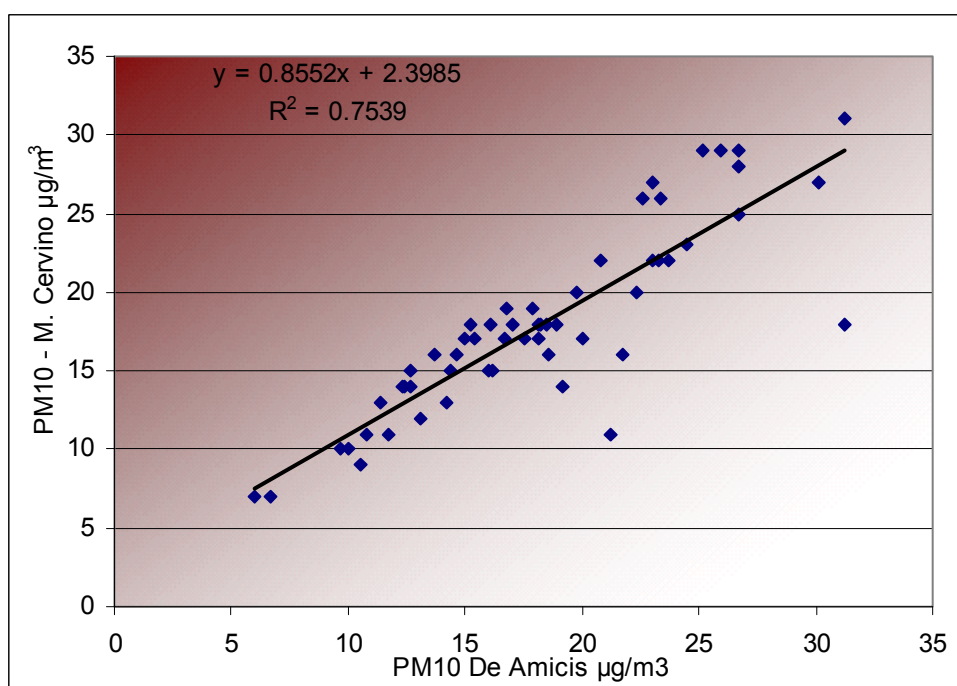
grafico 1.4.2 andamenti giornalieri 17 luglio 2012 – 07 aprile 2013



## 1.5 Grafici a dispersione Via M. Cervino/Via De Amicis

### Materiale Particolato PM10

Grafico 1.5.1 dispersione valori giornalieri Via M. Cervino/Via De Amicis



## 1.6 Idrocarburi aromatici

tabella 1.6.1 valori medi e massimi orari idrocarburi aromatici

Inquinante ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Benzene	Toluene	Etilbenzene	mp-Xilene	o-Xilene
Media	0,5	3,6	0,2	2,6	0.8
Massimo	4,6	57,5	3,5	29,8	20,2

Grafico 1.6.1 andamenti orari toluene

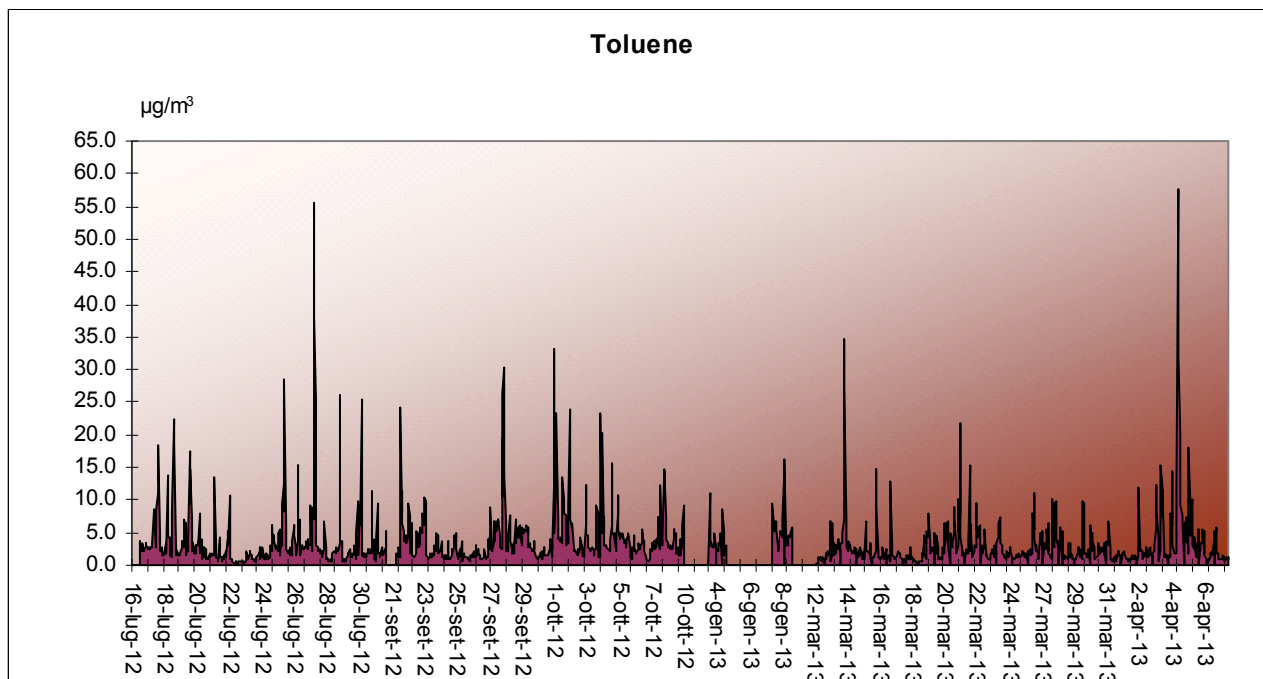




Grafico 1.6.2 grafico polare toluene giorno 27 luglio 2012

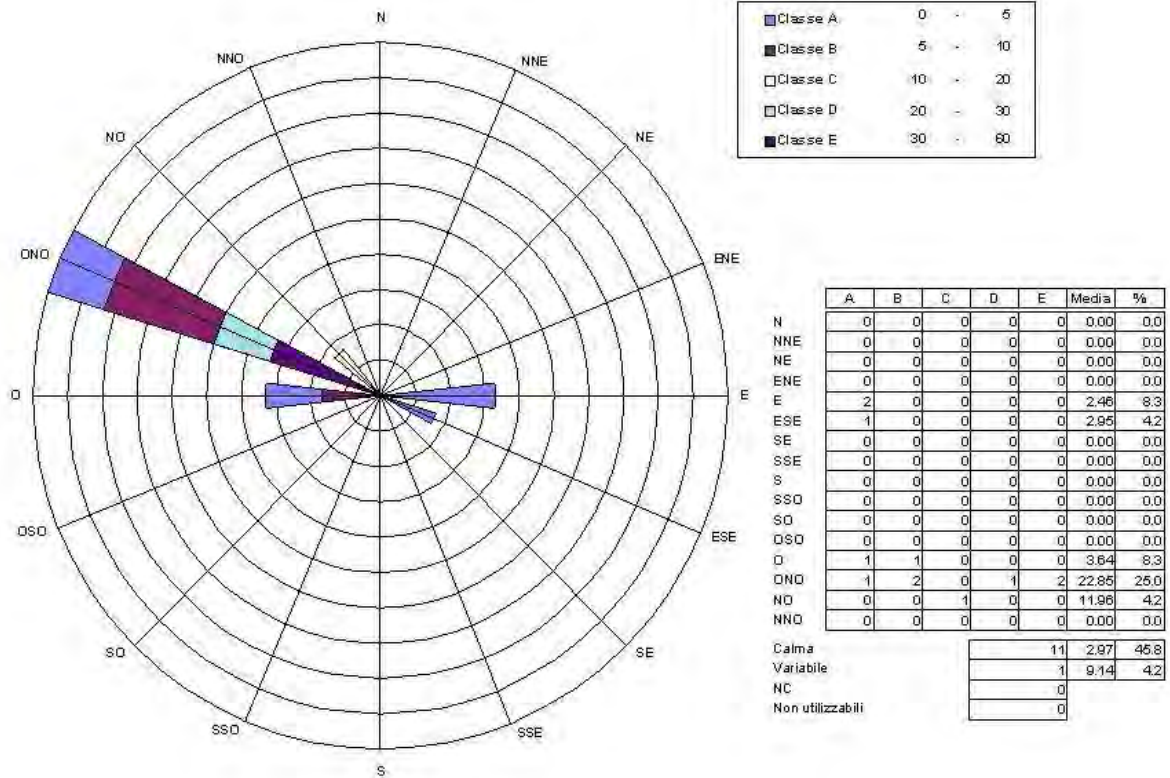


Grafico 1.6.3 grafico polare toluene giorno 1 ottobre 2012

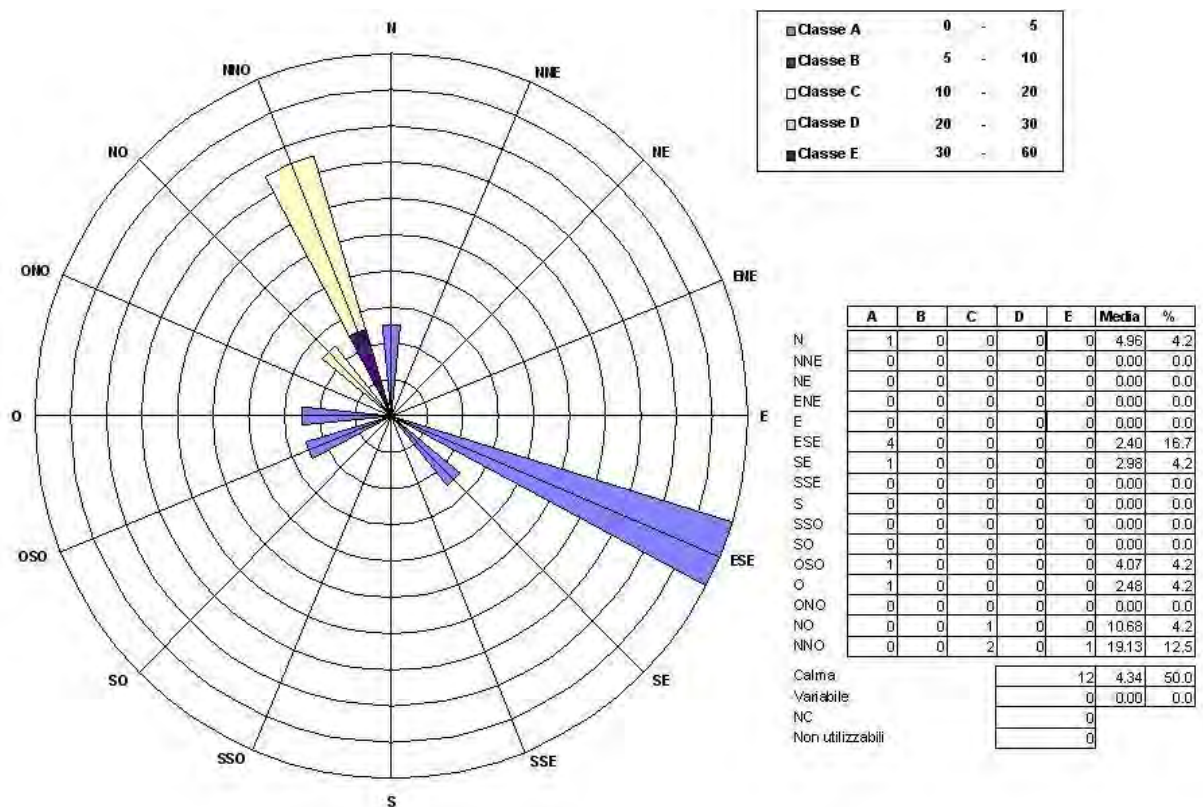


Grafico 1.6.4 grafico polare toluene giorno 14 marzo 2013

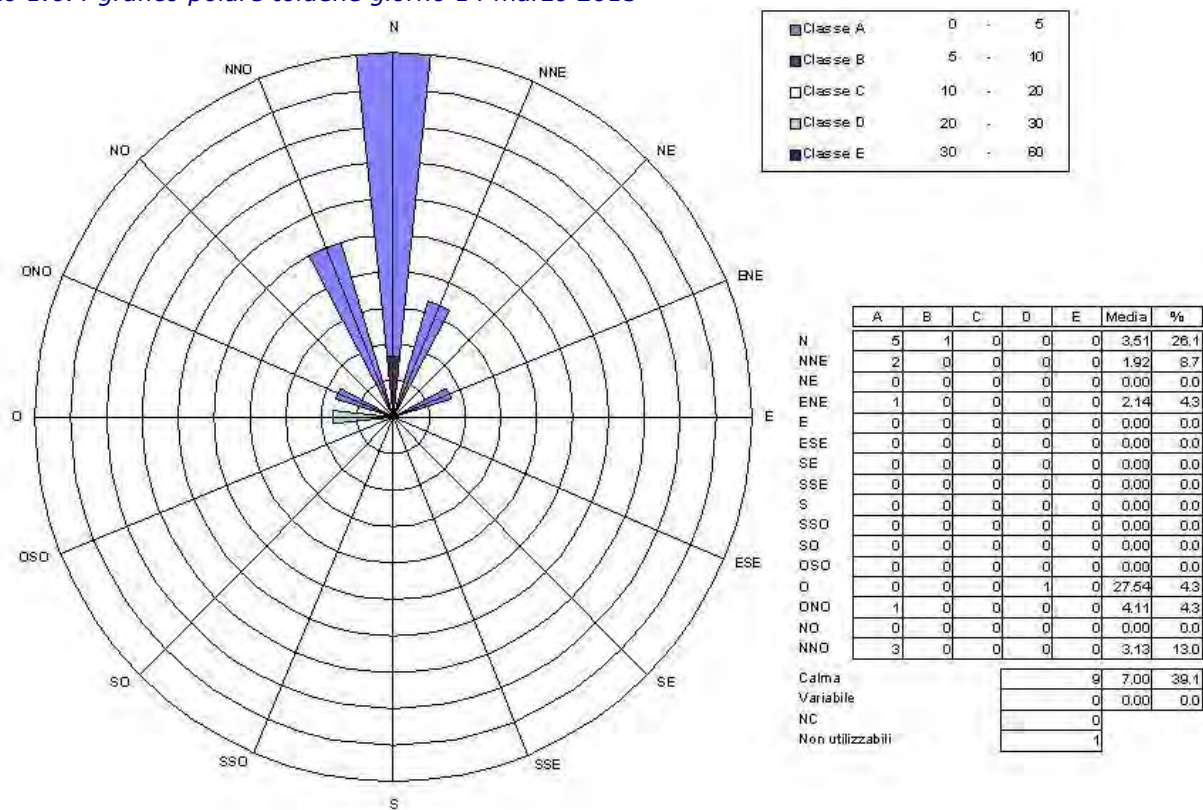
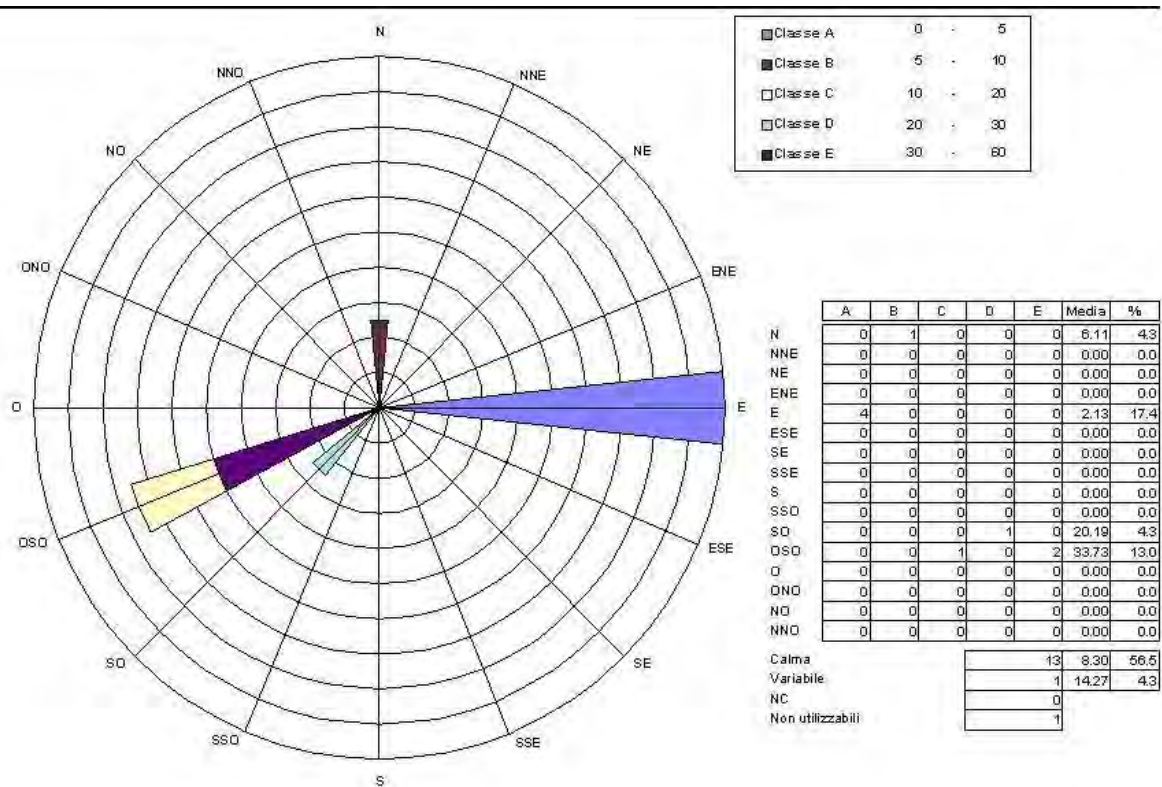


Grafico 1.6.5 grafico polare toluene giorno 4 aprile 2013



## Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori/sensori

tabella 2.1 caratteristiche tecniche analizzatori e sensori meteo

Inquinante	Marca Modello	N. serie	Principio Misura	Limite Rilevabilità	Precisione
O <sub>3</sub>	Philips K50110	24562-216	Assorbimento UV	2 ppb	2 ppb
NO <sub>x</sub>	Thermo 42i	1289-074	Chemiluminescenza	0,40 ppb per misure mediate su 60 secondi	±0,4 ppb - campo 500 ppb
SO <sub>2</sub>	PHILIPS K50206	28680-232	Fluorescenza UV	1 ppb con misure mediate su 60 secondi	% del valore letto o 1 ppb
CO	API 300 A	615	Correlazione Infrarosso	50 ppb	0,5 %
PM10-PM2,5	FAI DC 5a	292	Attenuazione raggi β	1 µg/m <sup>3</sup>	± 0,3 µg (ciclo di 24 ore portata operativa 2,3 m <sup>3</sup> /h)
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Chromatec Air Toxic GC866	26881211	Gascromatografia PID	≤ 0,01 ppb (0,0325 µg/m <sup>3</sup> per il benzene)	< 2% su 48 ore a 1 ppb
DV	MTX FAR 200 AG		Sistema a banderuola ad uscita potenziometrica	0,08 gradi	± 2 gradi
VV	MTX FAR 300CA		mulinello a 3 coppe girevole intorno ad un asse verticale e trasduttore, costituito da un fotochopper	0,2 m/s	± 1% del valore letto
TEMP/UMR	MTX FAR 091AA		termoresistenza al platino (Pt100) classe 1/3 DIN /capacitivo a polimeri igroscopici	risoluzione 0,01% U.R.	TEMP = +/- 0.1 °C UMR = da 5 a 95% u.r.: ± 1,5% u.r. < 5% u.r. e > 95% u.r.: ± 2% u.r



## Allegato 3 elaborazione dei dati meteorologici

### Velocità del vento

Grafico 3.1 giorno tipo

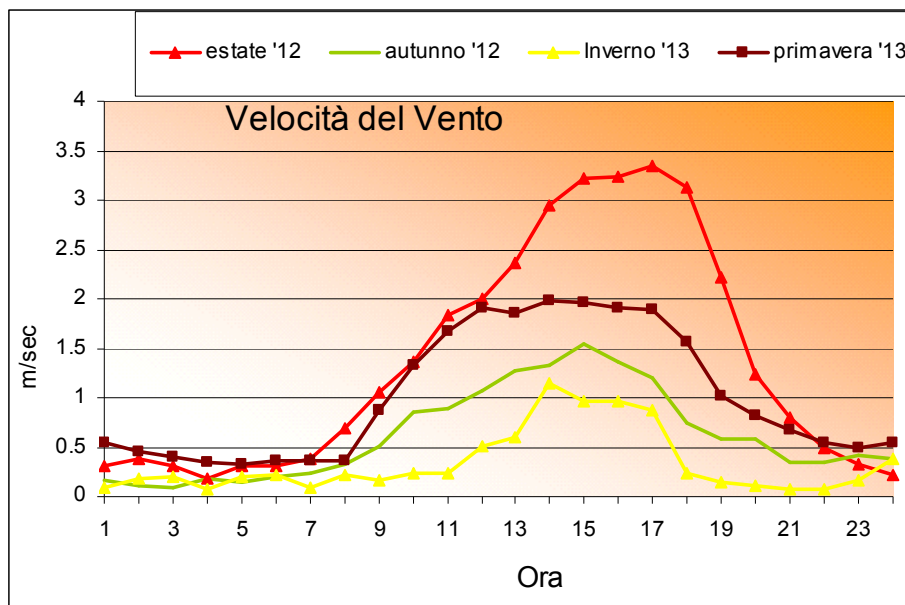
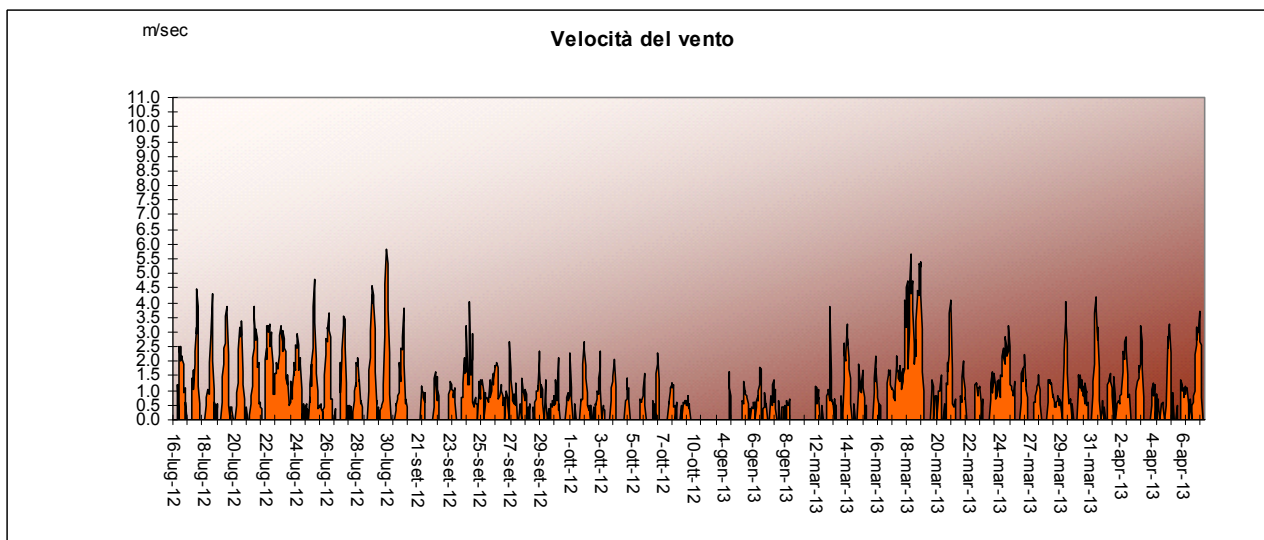


grafico 3.2 andamenti valori medi orari



Il valore massimo della velocità del vento è stato raggiunto il giorno 30 luglio 2012 alle ore 15 con 5,8 m/sec.

## Rosa dei venti stagionale

grafico 3.3 rosa dei venti estate 2012

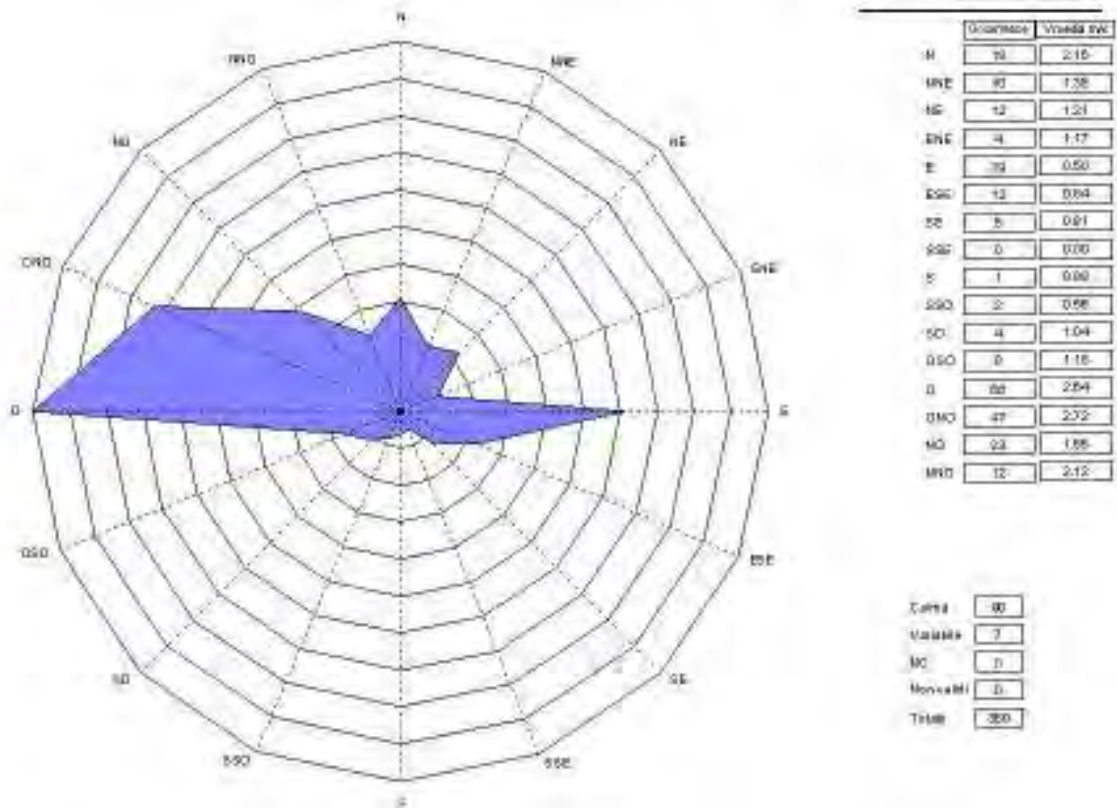


grafico 3.4 rosa dei venti autunno 2012

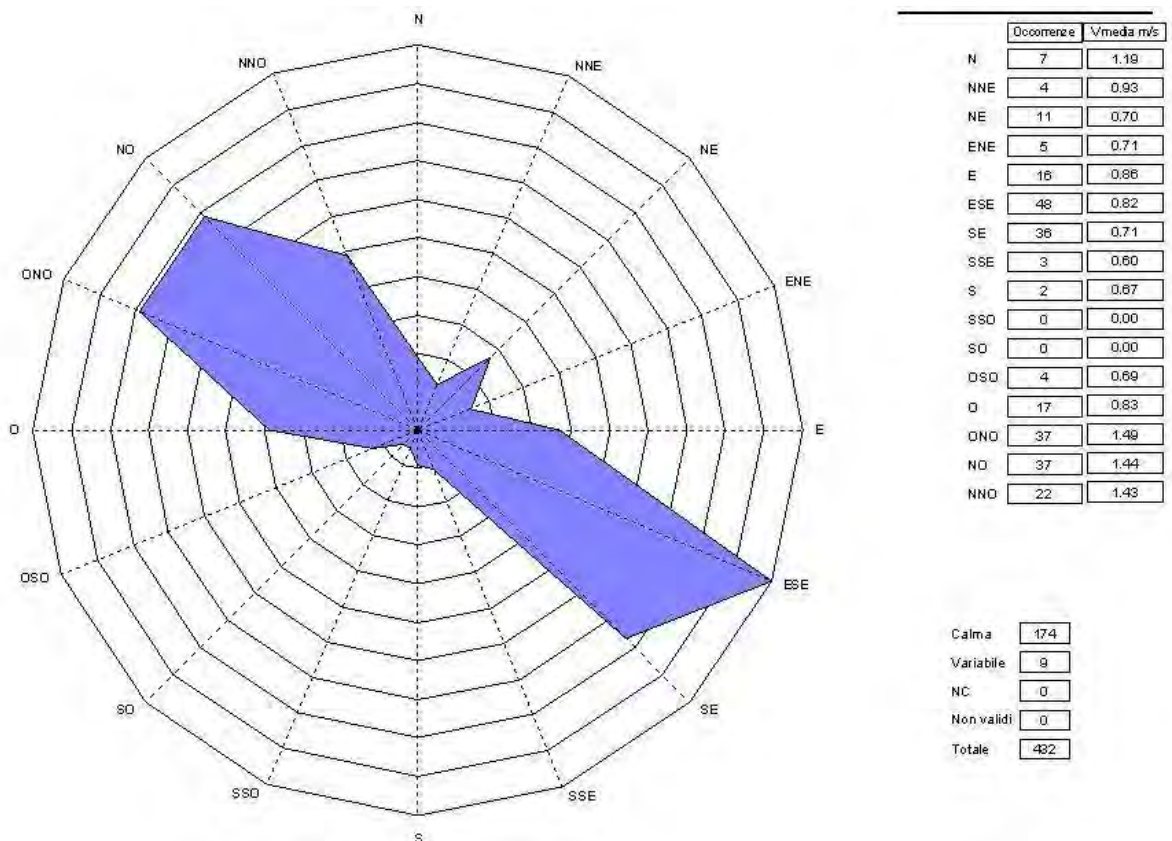
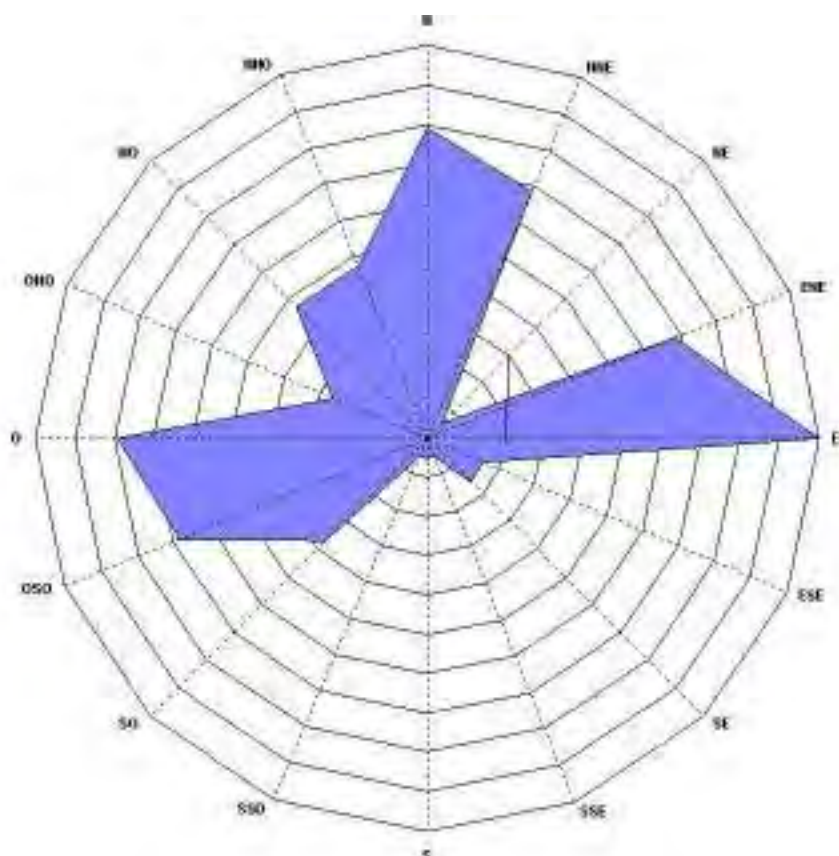


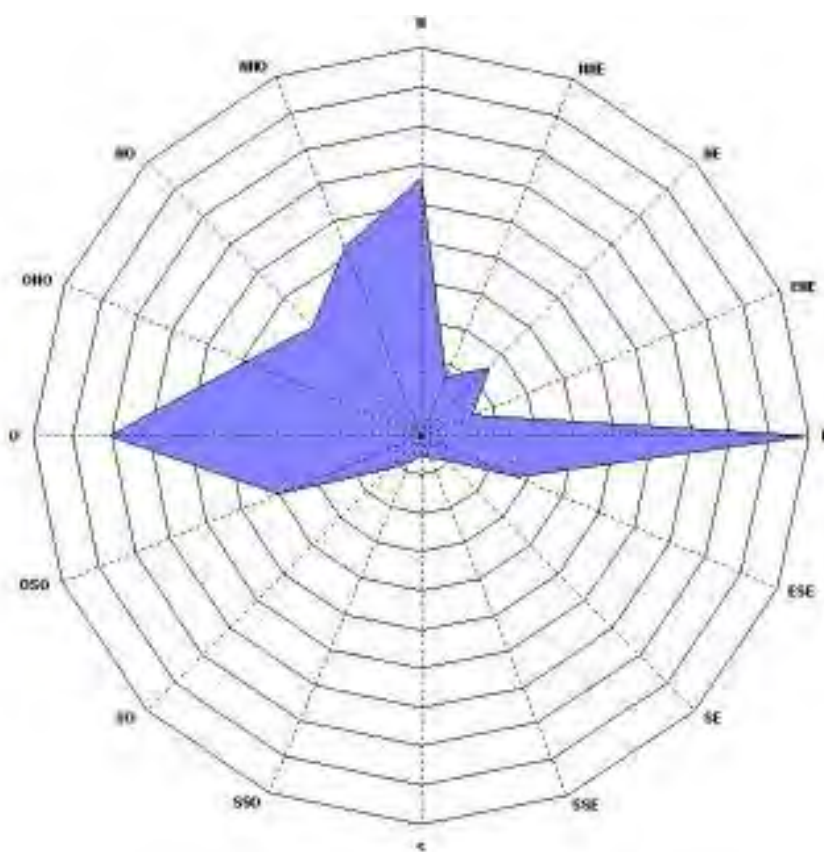
grafico 3.5 rosa dei venti inverno 2013



	Distanza	Velocità
N	7	0.51
NNE	6	0.38
NE	0	0.00
ENE	6	0.57
E	0	0.57
ESE	1	0.49
SE	1	0.49
SSE	0	0.00
S	0	0.00
SSO	0	0.00
SO	0	0.76
OSO	6	0.91
O	7	1.30
ONO	2	0.66
NO	4	1.02
NNO	4	0.70

Calda	64
Vento	0
NC	0
Non validi	23
Totale	143

grafico 3.6 rosa dei primavera 2013



	Distanza	Velocità
N	23	1.61
NNE	10	1.13
NE	17	0.66
ENE	6	0.66
E	32	1.66
ESE	19	0.66
SE	3	0.64
SSE	1	0.66
S	0	0.00
SSO	2	0.76
SO	6	0.66
OSO	30	1.66
O	65	2.66
ONO	35	1.66
NO	30	1.11
NNO	41	1.77

Calda	213
Vento	6
NC	0
Non validi	0
Totale	624



## **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)**

È 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 e smi.

**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>